



Bjerknessentret rapport

Klimaendringenes konsekvenser for kommunal og fylkeskommunal infrastruktur

Delrapport 2: Klimaanalyse



Bergen

31.01.2011

Bjerknessentret rapport

Tittel

Klimaendringenes konsekvenser for kommunal og fylkeskommunal infrastruktur
Delrapport 2: Klimaanalyse

Dato 31.01.2011

Versjon Endelig versjon

Prosjekttittel

Klimaendringenes konsekvenser for kommunal og fylkeskommunal infrastruktur

Antall sider 92

Forskere

Martin Miles, Kristin Richter (Uni Research, Bjerknessentret)

Prosjektansvarlig

Carlo Aall (Vestlandsforskning)

Oppdragsgivar

KS – Kommunesektorens interesse- og arbeidsgiverorganisasjon

Emneord

Klimamodellering
Klimaendringer

Forord

Dette er den andre av seks delrapporter fra prosjektet "Klimaendringenes konsekvenser for kommunal og fylkeskommunal infrastruktur" for KS-forskning som gjennomføres i et samarbeid mellom Vestlandsforskning, SINTEF og Bjerknessenteret (BS). Rapporten inneholder en oppsummering av kunnskapsstatus når det gjelder klimaendringer av relevans for kommunal og fylkeskommunal infrastruktur.

Martin Miles

Prosjektleder Bjerknessenteret

Carlo Aall

Prosjektleder Vestlandsforskning

Innhold

Liste over figurer	3
Liste over tabeller	5
Sammendrag	6
Innledning og metode	7
Klimaparametre vurdering	7
Klimaendringer i Norge – kunnskapsgjennomgang	7
Klimamodeller og scenarie-vurdering – usikkerhet	8
Klimamodellkjøringer gjennomførte i prosjektet	10
Grunnlag for modellkjøringer.....	10
Nasjonale og regionale beregninger	10
Lokale beregninger – kommuner som case	12
Klimaparametre som er viktig for kommunal fysisk infrastruktur	12
Forventede klimaendringer som kan påvirke kommunal fysisk infrastruktur: nasjonal analyse	14
Innledning.....	14
Temperatur og avledede parametre.....	15
Nedbør og avledede parametre	27
Vind	36
Snødekke	38
Avrenning og grunnvannstand	39
Havnivå og stormflo	39
Forventede klimaendringer som kan påvirke kommunal fysisk infrastruktur: lokal analyse	42
Fredrikstad	42
Bergen.....	45
Voss	48
Melhus.....	51
Lyngen	54
Tromsø.....	57
Forventede globale klimaendringer og deres påvirkning på den globale matvaresikkerheten.....	60
Referanser	62
Vedlegg 1 – Tabellverdier for nasjonale og regionale beregninger	63
Vedlegg 2 – Tabellverdier for lokale beregninger	78
Vedlegg 3 – Tabellverdier for lokale havnivå og stormflo endringer.....	84

Liste over figurer

Figur 1	Illustrasjon av modellresultater fra våre analyser	11
Figur 2	Kart over Norge inndelte i temperaturregioner og nedbørregioner.....	12
Figur 3	Kart over temperaturendringer fra perioden 1961–90 til 2050.....	16
Figur 4	Regionale temperaturendringer fra perioden 1961–90 til 2050	17
Figur 5	Kart over temperaturendringer om vinteren fra perioden 1961–90 til 2050, fra 4 modeller.....	18
Figur 6	Kart over temperaturendringer om sommeren fra perioden 1961–90 til 2050, fra 4 modeller.....	19
Figur 7	Kart over vekstsesonglengde og endringer fra perioden 1961–90 til 2050	20
Figur 8	Kart over endringer i vekstsesonglengde fra perioden 1961–90 til 2050, fra 4 modeller	21
Figur 9	Kart over endringer i antall dager med døgnmiddeltemperatur > 10°C om våren.....	22
Figur 10	Kart over endringer i antall dager i fryse–tine perioder fra perioden 1961–90 til 2050.....	23
Figur 11	Endringer i prosent i fryse–tine perioder fra perioden 1961–90 til 2050.....	24
Figur 12	Kart over endringer (antall dager) i ising-temperatur fra perioden 1961–90 til rundt år 2050.....	25
Figur 13	Kart over endringer i ising-temperatur fra perioden 1961–90 til 2050, fra 4 modeller	26
Figur 14	Kart over nedbørendringer (%) fra perioden 1961–90 til 2050	28
Figur 15	Regionale endringer i nedbør (%) fra perioden 1961–90 til 2050	29
Figur 16	Regionale endringer i nedbørsmengder (mm/døgn) for perioden 1961–90 til 2050.....	30
Figur 17	Kart over nedbørendringer (%) om vinteren fra perioden 1961–90 til 2050, fra 4 modeller	31
Figur 18	Kart over nedbørendringer (%) om sommeren fra perioden 1961–90 til 2050, fra 4 modeller	32
Figur 19	Kart over endringer i sommernedbør for Norge rundt år 2050	33
Figur 19	Kart over endringer i høstnedbør for Norge rundt år 2050	34
Figur 21	Mengde 99-prosentil ekstremnedbør for perioden 1961–90 og rundt 2050	35
Figur 22	Regionale endringer (%) i ekstremnedbør fra perioden 1961–90 til 2050.....	36
Figur 23	Kart over endring (%) i vindhastighet fra perioden 1961–90 til 2050.....	37
Figur 24	Kart over endring (%) i ekstremvind fra perioden 1961–90 til 2050	38
Figur 25	Kart over gjennomsnittlig snøvarighet og endringer i snøvarighet 1961–90 til 2071–2100.....	38
Figur 26	Kart over endringer i avrenning (%) fra perioden 1961–90 til 2071–2100.....	40
Figur 27	Kart over endringer i grunnvannstand fra perioden 1961–90 til 2071–2100	41
Figur 28	Temperatur og temperaturendringer for Fredrikstad 1961–90 til 2050.....	42
Figur 29	Nedbør og nedbørendringer for Fredrikstad 1961–90 til 2050	42
Figur 30	Ekstremnedbør og ekstremnedbørendringer for Fredrikstad 1961–90 til 2050.....	43
Figur 31	Fryse–tine perioder for Fredrikstad for perioden 1961–90 og rundt år 2050.....	43
Figur 32	Ising-temperatur endringer for Fredrikstad for perioden 1961–90 og rundt år 2050	44
Figur 33	Temperatur og temperatur endringer for Bergen 1961–90 til 2050	45
Figur 34	Nedbør og nedbørendringer for Bergen 1961–90 til 2050.....	45
Figur 35	Ekstremnedbør og ekstremnedbørendringer for Bergen 1961–90 til 2050	46
Figur 36	Fryse–tine perioder for Bergen for perioden 1961–90 og rundt år 2050	46

Figur 37	Ising-temperatur endringer for Bergen for perioden 1961–90 og rundt år 2050.....	47
Figur 38	Temperatur og temperatur endringer for Voss 1961–90 til 2050.....	48
Figur 39	Nedbør og nedbørendringer for Voss 1961–90 til 2050	48
Figur 40	Ekstremnedbør og ekstremnedbørendringer for Voss 1961–90 til 2050.....	49
Figur 41	Fryse–tine perioder for Voss for perioden 1961–90 og rundt år 2050.....	49
Figur 42	Ising-temperatur endringer for Voss for perioden 1961–90 og rundt år 2050	50
Figur 43	Temperatur og temperatur endringer for Melhus 1961–90 til 2050	51
Figur 44	Nedbør og nedbørendringer for Melhus 1961–90 til 2050.....	51
Figur 45	Ekstremnedbør og ekstremnedbørendringer for Melhus 1961–90 til 2050	52
Figur 46	Fryse–tine perioder for Melhus for perioden 1961–90 og rundt år 2050	52
Figur 47	Ising-temperatur endringer for Melhus for perioden 1961–90 og rundt år 2050.....	53
Figur 48	Temperatur og temperaturendringer for Lyngen 1961–90 til 2050.....	54
Figur 49	Nedbør og nedbørendringer for Lyngen 1961–90 til 2050	54
Figur 50	Ekstremnedbør og ekstremnedbørendringer for Lyngen 1961–90 til 2050.....	55
Figur 51	Fryse–tine perioder for Lyngen for perioden 1961–90 og rundt år 2050.....	55
Figur 52	Ising-temperatur endringer for Lyngen for perioden 1961–90 og rundt år 2050.....	56
Figur 53	Temperatur og temperaturendringer for Tromsø 1961–90 til 2050	57
Figur 54	Nedbør og nedbørendringer for Tromsø 1961–90 til 2050.....	57
Figur 55	Ekstremnedbør og ekstremnedbørendringer for Tromsø 1961–90 til 2050	58
Figur 56	Fryse–tine perioder for Tromsø for perioden 1961–90 og rundt år 2050	58
Figur 57	Ising-temperaturendringer for Tromsø for perioden 1961–90 og rundt år 2050.....	59
Figur 58	Frekvensfordeling av sommer temperatur i 2050 og 2090	61
Figur 59	Global fordeling av sommer temperatur i 2050 og 2090	61

Liste over tabeller

Tabell 1	Nedskalerte klimamodellframskrivinger.....	10
Tabell 2	Temperatur- og nedbørregioner etter met.no.....	11
Tabell 3	Casekommuner og tilsvarende temperaturregioner og nedbørregioner.....	12
Tabell 4	Klimaparametre valgte for klimaanalysen, fordelt basert på tema.....	13
Tabell 5	Klimaparametre valgte for klimaanalysen, meteorologisk formulerte.....	13
Tabell 6	Klimaparametre valgte for klimaanalysen, fordelt basert på casekommuner.....	14

Sammendrag

Formålet med klimaanalysen i denne rapporten er å vurdere og bedre kunnskapen om hvordan klimaendringer vil påvirke kommunal og fylkeskommunal infrastruktur i Norge. Denne delrapporten består av en vurdering av klimaparametre, samt en kunnskapsgjennomgang om klimaendringer slik det er presentert i rapporten *Klima i Norge 2100* for NOU klimatilpassing. Videre er det gjort en vurdering av klimamodeller og scenarier. Disse er etterfulgt av våre egne modellkjøringer og analyse som er gjennomført både nasjonalt, regionalt og lokalt og tilrettelagt for bruk i nasjonale og lokale casestudier gjennomført i prosjektet.

Analysemodell en som er brukt baseres på nedskalerte klimamodeller med én høyoppløselighet (35–50km) atmosfærisk modell ARPEGE som er 'matet' av fire koblede atmosfære–hav globale modeller. Analysen benytter konsekvent, sammenlignbare modellkjøringer og beregninger nasjonalt, regionalt og lokalt. Variasjoner mellom resultater fra de forskjellige modellene vises tydelige fram. Våre resultater sammenlignes også med andre resultater. Utdrag av beregnede utviklingstrekk, for de meste relevante klimaparametre, er gjengitt under. Flere detaljer er beskrevet nærmere i rapporten.

Lufttemperatur. Ifølge eksisterende framskrivninger anslås årsmiddeltemperaturen i Norge å øke med 2,3 til 4,6°C innen 2100 ifølge *Klima i Norge 2100*. Lufttemperatur vil stige i alle landsdeler og for alle årstider. Beregningene gir størst temperaturøkning i vinterhalvåret, og minst om sommeren. Årsmiddeltemperaturen anslås å øke mest i Finnmark, der beregningene gir en økning på 3,0 til 5,4°C. På Vestlandet er tilsvarende tall 1.9 og 4.2°C. Våre beregninger for år 2050 viser en 2,2°C stigning i årsmiddeltemperaturen for Norge, med samme regionale variasjoner.

Det er videre forventet at klimaparametre som er avledet fra temperatur også vil endre seg i Norge. For eksempel har vekstsesongen allerede blitt lengre og kommer til å bli betydelig utvidet de neste tiårene. Resultatene viser at store deler av landet vil få en økning i vekstsesongen på 1–2 måneder, og på 2–3 måneder i en del områder, fram mot 2100. Nye resultater for forventede temperatur-relatert endringer inkludert fryse/tine-perioder og ising-temperatur har vært produsert for første gang. Kartlagte endringer i fryse/tine-perioder og innenfor temperaturspennet som gir fare for ising viser positive og negative trender avhengig av årstid og region/subregion. Usikkerheter om endringer i temperaturer og avledede parametre er betraktet som mindre enn for andre klimaparametre.

Nedbør forventes å øke i hele Norge på årsbasis. I gjennomsnitt for landet beregnes årsnedbøren å øke med 5 til 30% mot 2100. Vinternedbøren kan øke med over 40 prosent i deler av Øst-, Sør- og Vestlandet mot slutten av århundret. Sommernedbøren på Sør- og Østlandet anslås å avta mot slutten av århundret, mens for de øvrige beregnes nedbøren å øke for alle årstider og regioner. Det blir flere dager med mye nedbør, og gjennomsnittlig nedbørmengde for disse dagene blir høyere i hele Norge og for alle årstider ifølge *Klima i Norge 2100*. Dette er et felles trekk i både eksisterende studier og våre nye modellberegninger for 2050, men usikkerheten i nedbør er større enn for temperatur og temperatur-relaterte avledede parametre. Vi viser hvordan forskjellige modeller kan gi motsatt regionale mønstre. Klimascenarier for ekstremnedbør – og andre ekstremer, for eksempel vind- og stormparametre – innehar fortsatt store usikkerheter. Beregnede endringer i vindhastighet i fremtiden viser en generell nedgang i mesteparten av Norge, men det er fortsatt store usikkerheter knyttet til.

Snø, avrenning og grunnvannstand er såkalte effektvariabler som er viktige, men kan ikke simuleres med en klimamodell i seg selv. Hydrologiske modellering viser at snøsesongen blir kortere i hele landet. Reduksjonen i snøvarigheten blir størst i lavlandet, hvor 2–3 måneders reduksjon beregnes mot slutten av århundret. For Norge sett under ett beregnes det en økning i års avrenning. Det forventes økt avrenning i vinterhalvåret og om høsten, og redusert avrenning om sommeren.

Beregninger publiserte i rapporten *Havnivåstigning* forutsier en 70 cm havnivåstigning langs kysten av Sør- og Vestlandet, ca. 60 cm i Nord-Norge og rundt 40 cm innerst i Oslo- og Trondheimsfjorden. Grunnet usikkerheter knyttet til de ulike bidragene til framtidig havnivåstigning, kan stigningen bli fra 20 cm lavere til 35 cm høyere.

Klimaendringer globalt kan også ha mulige påvirkninger i Norge som må vurderes. Her fokuserer på framtidige klimaendringer som kan påvirke global matvaresikkerhet og kan føre til endringer i arealforvaltning i Norge angående jordbruk.

Innledning og metode

I denne rapporten vurderer vi kunnskapsstatus utfra de foreliggende klimaframskrivninger for Norge slik de er presentert i rapporten *Klima i Norge 2100* for NOU klimatilpassing. For klimaparametre som er vurdert å være spesielt relevante for våre studier, vil vi gjøre nærmere analyser av bakgrunnsdata som den omtalte rapporten bygger på, og supplere med klimaframskrivninger som ikke inngår i materialet NOU klimatilpassing har fått. Det vil bli lagt vekt på å vise variasjonsbredden og usikkerheten knyttet til ulike klimamodeller og utslippsscenarioer. Videre vil vi gi en grov vurdering av hvordan de nye kjøringene som gjøres høsten 2010 i forbindelse med neste IPCC-rapport kan forventes å slå ut for de samme klimaparametrene, både med tanke på utslag og usikkerhetsmarginer.

Under skal vi gjøre rede for noen sentrale metodiske elementer i vårt arbeid, nærmere bestemt klimaparametre vurdering, kunnskapsgjennomgang og klimaendringer i Norge, vurdering av klimamodeller og scenarier, og vår egne modellkjøringer og dataanalyse gjennomførte både nasjonalt, regionalt og lokalt, med sistnevnte skreddersydd for bruk i kommunecasestudier i andre deler av prosjektet.

Klimaparametre vurdering

Framgangsmåten for identifisering av klimavariablene for analyse i den delen av prosjektet var følgende. De ulike delkapittelansvarlige (som tilsvarer de ulike temaene) formulerte ønsker om klimaparametre til Bjerknessentret. De ønskede parametre består av både generelle og mer konkrete parametre, bl.a. noen 'effektvariabler' som er ikke direkte 'klimaparametre', for eksempel, havnivåendring og grunnvassstand.

Effektvariabler kan ikke simuleres direkte med en klimamodell. Effektvariabler og deres fremtidige endringer må estimeres med metoder som varierer for hver enkel variabel. I denne klimaanalysen er estimater for de fleste effektvariabler innhentet fra eksisterende kilder (havnivå og stormflo, grunnvannstand) med evt. tilpasning til vårt formål og område.

Klimavariabler må forøvrig omformuleres til meteorologisk 'korrekte' formuleringer. Det er ofte enkelt og det finnes en del standard formuleringer, men noen ganger er det en utfordring som krever nye beregninger for klimaparametre som er knyttet til effektvariabler og dermed kan anvendes som indikatorer for fremtidig endringer i effektvariabelen. For eksempel, ising er en komplisert værphenomen kan ikke simuleres med en klimamodell (eller meteorologisk modell). Ising opptrer under spesielle forhold som en kombinasjon av gunstige temperatur og synoptisk vær-situasjon og tilknyttet fuktighet og vindforhold. Den som *kan* modelleres med god sikkerhet er endringer i temperatur, slik at vi benytter modellkjøringer for å lage nye beregninger for det temperaturspennet som er meste gunstig forhold for dannelse av underkjølte vanndråper og ising, nærmere presis $-10^{\circ}\text{C} < T < 0^{\circ}\text{C}$. Da får man estimater for endringer i temperaturforhold som kan indikere fare for ising, uten å tilføre usikkerheter.

Resultater fra den vurderingen og presiseringen er presenterte i kapittel 'Klimaparametre som er viktig for kommunal fysisk infrastruktur', se tabell 5 og 6.

Klimaendringer i Norge – kunnskapsgjennomgang

Med utgangspunkt i prosjektbeskrivelsen og videre presisering av klimaparametrene som er identifiserte som de mest relevante, er det foretatt en kunnskapsgjennomgang. I de siste årene har det blitt gjennomført en del analyser av observasjonelle data og klimamodeller for å beregne status og endringer Norges klima i dag og i morgen. *Klima i Norge 2100* rapporten (Hanssen-Bauer m. fl., 2009) for NOU klimatilpassing var skrevet på oppdrag fra klimatilpasningsutvalget, et offentlig utvalg som ble oppnevnt av regjeringen i desember 2008. Formålet med *Klima i Norge 2100* er å gi utvalget et felles klimavitenskaplig grunnlag for dets vurderinger av sårbarhet og behov for tilpasning. Rapporten omfatter – i samsvar med utvalgets ønsker – både atmosfæreklima, havklima inkludert sjøis, hydrologiske forhold inkludert flom, og permafrost. Skredforhold er også omtalt i *Klima i Norge 2100*, selv om de strengt tatt ikke hører inn under klima. I tillegg er havnivåstigning og stormflo omtalt i *Klima i Norge 2100*, basert på en spesiell rapport Havnivåstigning: Estimater av fremtidig havnivåstigning i norske kystkommuner (2008), skrevet av Bjerknessenteret på oppdrag fra Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap ved Klimatilpasningssekretariatet.

Sentralt i foreliggende klimaanalysen er vurdering av resultater fra eksisterende framskrivninger for Norge, hovedsakelig de fra syntesen i *Klima i Norge 2100*. Her vurderes den foreliggende kunnskap om klimaframskrivninger for Norge slik de er presentert i *Klima i Norge 2100*. Den omtalte rapporten omfatter flere klimavariabler enn våre analyser som er fokusert på klimaparametre som er viktige for kommunal, fysisk infrastruktur. Dette betyr at vi ikke vil omtale endinger i sjøis, havklima, havstrømmer og forsuring. For klimaparametre som kan være spesielt relevante for våre studier, gjøre vi nærmere analyser av bakgrunnsdata som den omtalte rapporten bygger på, samt supplerer med nyere forskningsresultater som evt. kan modifisere noen konklusjoner fra *Klima i Norge 2100*.

Resultatet fra den prosessen er framstilt i delrapporten som følger:

(1) Resultater fra vår vurdering av klimamodellene og scenarier fra *Klima i Norge 2100* er oppsummert nedenfor innen delkapittel 'Klimamodeller og scenarie vurdering: usikkerhet'.

(2) Resultater fra vår vurdering av modellberegnete klimascenarier fra *Klima i Norge 2100* for klimaparametre som er spesielt relevante for våre studier er integrert med resultatene fra våre egne modellanalyser i kapitler 'Forventede klimaendringer som kan påvirke kommunal fysisk infrastruktur: nasjonale analyse' og 'Forventede klimaendringer som kan påvirke kommunal fysisk infrastruktur: lokale analyse'.

Klimamodeller og scenarie-vurdering: usikkerhet

Klimascenarier er framskrivninger av klimaet framstilt ved hjelp av klimamodeller, som er kompliserte numeriske regneprogrammer basert på vår forståelse av de fysiske prosessene som påvirker klimasystemet. Koblede atmosfære-hav-is klimamodeller kobler sammen sirkulasjonmodeller for atmosfære og hav, og omfatter dessuten modeller for havis. Kvaliteten på en klimamodell blir vurdert ut fra hvor godt den klarer å rekonstruere observerte klimautvikling når den blir brukt bakover i tid.

Globale klimamodeller er komplekse, men har grov oppløsning. For å kunne lage klimascenarier på lokalt/regionalt nivå nedskaleres globale klimamodeller. På grunn av begrensninger i regnekraft (datamaskinkapasitet) må klimamodeller være et kompromiss mellom kompleksitet og oppløsning: Skal modellen gi et mest mulig riktig bilde av det svært sammensatte klimasystemet, må den omfatte mange klimaparametere, men det går på bekostning av hvor geografisk finmasket modellen kan være. De globale klimamodellene er komplekse, men samtidig grovmaskede ved at de deler jorda inn i et rutenett på 300 x 300 km, mens atmosfæren deles inn i 20–40 vertikale lag. Det betyr at modellen gir én og samme temperatur- eller nedbørverdi til et areal på 90.000 km², nesten like stort som alle østlandsfylkene til sammen. Det sier seg selv at dette blir en for grov målestokk når en skal beskrive regionale og lokale forskjeller i klimautvikling, ikke minst i et land med så stor topografisk variasjon som Norge.

Svaret på denne utfordringen er å nedskalere de globale klimamodellene til mindre komplekse regionale modeller med en oppløsning på ca 50 x 50 km. Svært forenklet framstilt tar man utgangspunkt i en global koblet hav-atmosfære modell som man henter nøkkelparameteren havoverflate-temperatur fra og mater inn i først en global og senere en regional atmosfæremodell. På den måten får man sjøtemperatur innlemmet i en relativt enkel atmosfæremodell med høy oppløsning, for eksempel ARPEGE-modellen som vi benyttet her.

Det må taes i betraktning at det må gjøres en vurdering av variasjonsbredde og usikkerheter i klimascenariene. Denne usikkerheten kan forklares med at det er usikkerhet knyttet til framtidige endringer i klimapådriv (jf. utslippsscenarier). Videre er det usikkerhet knyttet til intern variabilitet og usikkerhet knyttet til modellering og forståelse av fysiske sammenhenger. Det er et sentralt mål i denne klimaanalysen å se på variasjonsbredden i utslag. Dette kan gjøres med å generere og vurdere et sett konsekvente og sammenlignbare klimaframskrivninger for sentrale klimaparametre. Disse er sentrale resultater i den delen av prosjektet.

En viktig faktor som mates inn i klimamodellen er forutsetninger om hvordan *utslippene* av klimagasser og partikler i atmosfæren vil utvikle seg i årene som kommer. FNs klimapanel (IPCC) har utarbeidet en rekke såkalte utslippsscenarier som tar hensyn til faktorer som befolkningsvekst, økonomisk og teknologisk utvikling. Blant de vanligste scenariene, som beskrevet i *Klima i Norge 2100*, er:

Scenario B1: Globale løsninger på økonomisk og sosial bærekraftighet. Raske endringer i økonomiske strukturer og introduksjon av rene teknologier. 7 milliarder mennesker i 2100. Atmosfærens CO₂-innhold er på 540 ppm i 2100 – mot 380 ppm i dag.

Scenario A1B: Rask økonomisk vekst. Rik verden, men ujevnt fordelt. 7 milliarder mennesker i 2100. Teknologiske endringer fører til balanse mellom fossil og ikke-fossil energiteknologi. Atmosfærens CO₂-innhold er på 703 ppm i 2100.

Scenario A2: Delt verden med høy befolkningsvekst og mindre bekymring for rask økonomisk utvikling. 15 milliarder mennesker i 2100. Atmosfærens CO₂-innhold er på 836 ppm i 2100.

I dette prosjektet benytter vi en vurdering av resultatene fra nedskalerte klimamodellkjøringer, som gjennomførte av Asgeir Sorteberg av Bjerknessenteret og Universitetet i Bergen (Sorteberg og Andersen, 2008) og som presentert i Vestlandsforsknings tidligere KS prosjekt om *Naturskade i Kommunene* (Vestlandsforskning-rapport nr. 4/2008). Vi skal her bringe utdrag fra den omtalte rapport:

Regionale klimaframskrivninger er basert på: (1) scenarier for menneskeskapt utslipp av drivhusgasser og partikler; (2) globale beregninger av klimasystemets respons på disse; og (3) metoder for å regionalisere disse beregningene med større geografisk detaljrikdom. Manglende kunnskap til framtidige utslipp av klimagasser, kombinert med mangler og forenklinger i klimamodellene, gjør klimaframskrivninger usikre, med usikkerheter som er større på lokal enn global skala. Modellering av den menneskeskapt påvirkningen av klimasystemet gir likevel indikasjoner på hva slags endringer vi Norge kan oppleve mot midten og slutten av dette århundre.

Det er mange forhold som bidrar til usikkerhet ved klimascenarier, fordelt i tre hovedkategorier (Sorteberg and Andersen 2008): (1) Usikkerhet knyttet til framtidige endringer i klimapådriv, (2) Usikkerhet knyttet til intern variabilitet og (3) Usikkerhet knyttet til modellering og forståelse av fysiske sammenhenger. Vi skal her bringe utdrag fra Sortebergs diskusjon, som nettopp tar utgangspunkt i bruk av nedskalerte scenarier innenfor en relativ kort tidshorison, slik vi gjør i dette prosjekt med et tidsvindu rundt 2050. Man har ikke kunnskap framtidig utvikling av klimagassutslipp også usikker. Scenarier for framtidige klimagassutslipp utarbeidet av FNs klimapanel viser relativt liten innbyrdes forskjell med hensyn til CO₂-konsentrasjon i atmosfæren innenfor *et kort tidsperspektiv*. På regionalt nivå og noen få tiår fram i tid framstår derfor ikke utviklingen av klimagassutslippene som den viktigste usikkerheten. I følge Sorteberg er den viktigste usikkerheten ved klimascenarier den som gjelder vår evne til å forstå de komplekse mekanismene som styrer klimasystemet og til å omsette vår innsikt i løsbare matematiske ligninger. Ulike forskningsmiljøer har ikke identisk forståelse av klimasystemet og de kan ha noe ulike måter å uttrykke sin tolkning gjennom klimamodellering. Så lenge vi har å gjøre med klimamodeller som hver for seg beskriver det historiske klimaet på en like god måte, er det beste vi kan gjøre å legge modellene ved siden av hverandre og forholde oss til variasjonsbredden som disse representerer.

For å oppsummere vårt synspunkt: Med å generere konsekvente og sammenlignbare klimaframskrivninger med én scenarie men flere modeller får man en større spredning i utfallene enn med én modell og to utslippsscenarioer – i hvert fall innenfor det tidsperspektiv mot 2050. Da får man innsikter i usikkerhetene til prognosene, med å se på variasjon mellom like sannsynlige utfall fra det 4-medlems ensemblet – jf figur 1 som illustrerer dette og hvordan det skiller seg fra det man får ut fra, f.eks. senorge.no. Videre med å bruke perioden rundt år 2050 gir: (1) framskrivninger som *supplerer* de prognosene som er hovedsakelig for 2071–2100, (2) generelt mindre usikkerhet i prognosene vis-à-vis 2100, og (3) innsikt i endringer innen et *nærmere tidsvindu* som passer med et 50–100 års perspektiv for fysisk samfunnsplanlegging.

Klimamodellkjøringer gjennomførte i prosjektet

Grunnlag for modellkjøringer

Grunnlaget for temperatur-, nedbør- og vind-scenariene er gjennomsnitt- og individuelle 'ensemble medlem' verdier fra simuleringer (modellkjøringer) fra 4 dynamisk-nedskalerte klimamodeller (tabell 1). Simuleringene som ble utført av Bjerknessenteret (BS) har under dette KS-prosjektet ble tilrettelagt og analysert for vårt formål av BS forskere Kristin Richter og Martin Miles. Ved BS har man brukt en global atmosfæremodell ARPEGE med variabel oppløsning (35–50 km) og med høyest oppløsning i det nordiske området (Barstad m.fl., 2009). Oppløseligheten i tid for modellen analysen gjennomførte under prosjektet er døgnmiddelverdier. Modell blir ikke matet på modellens yttergrenser (siden den er global), men påvirkes direkte havtemperatur, utbredelse av havis og egenskaper ved bakken. Alle 4 modellene tilhører 'IPCC modellene' og er betraktet som blant de aller meste avanserte og realistiske. For hver modell ble en såkalte 'control run' (F) generert til å simulere historiske klimaverdier. Klimasignalet ble tilsatt fra ERA40 reanalyse data (assimilerte meteorologiske observasjoner) som inneholder verdiene for klimanormalperioden baserte på data fra 1961–90.

Alle modellframskrivingene er basert på det A1B utslippsscenarioet. Simuleringene fra disse modellene er ikke tilgjengelige for alle år, men gjelder 40-årsperioden 2020–2060 som dekker tidsvinduet 2050. Representative verdier for 2050 er beregnet ut fra en 10-års periode rundt år 2050 (2046–2055) istedenfor en forenklet linær interpolering mellom klimanormalen av eksisterende modellresultater for 2071–2100 for å få et punkttestimat for 2050.

Tabell 1. Nedskalerte klimamodellframskrivinger: ARPEGE høyoppløst atmosfærisk modell matet med data fra 4 globale modeller.

Modell	Akronym	Kode
Max Planck Institute for Meteorology (DE)	ECHAM5/MPI-OM	R1b
NOAA Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (US)	GFDL CM2.1	R2
Hadley Centre Coupled Model (UK)	HADCM3 CM2.1	R3
NCAR Community Climate System Model (US)	CCSM3	R4

Temperaturendring i grader celsius (°C) og nedbørendring i prosent (%) fra den simulerte kontrollperioden (1961–90) og fram til rundt år 2050 har så blitt relatert til det ERA-40 målingsbaserte datasettet. Det er sannsynlig at observerte endringer fra perioden 1961–90 til perioden 1979–2008 i betydelig grad er forårsaket av naturlig klimavariabilitet, men at også menneskelig aktivitet har bidratt til disse endringene. Det betyr at den 1961–90 normalperioden ikke lengre 'dagens' klima; likevel både framskrivingene i *Klima i Norge 2100* og våre nye framskrivinger bruker den 1961–90 standard perioden som sammenlignbart grunnlag for å beregne endringer.

Dette tallmaterialet har så blitt bearbeidet for å utlede normaldata for middeltemperatur og døgnnedbør på måneds- og kvartalsbasis: vinter (DJF), vår (MAM), sommer (JJA) og høst (SON).

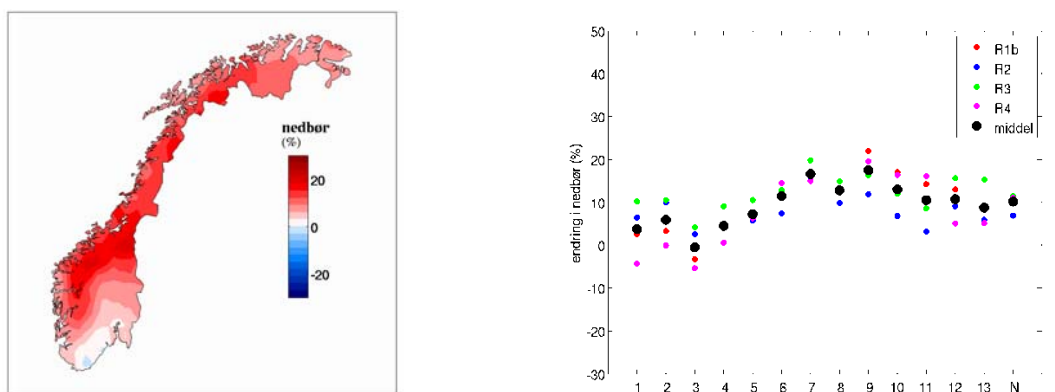
Modellene gir ikke gode simuleringer av *absoluttverdier* for nedbør og vind – dette gjelder særlig for ekstremer. Det kommer av at modellene ikke har oppløst den norske topografien godt nok, og det fører til at de har en tendens til å vise for lite nedbør på Vestlandet og for mye på Østlandet. Vi antar likevel at modellene gir et godt nok bilde av de *prosentvise* endringene i nedbørforhold. Det er grunnen til at vi har brukt prosentvise endringer i simuleringene og anvendt på måledata fra siste normalperiode.

Nasjonale og regionale beregninger

For hver parameter genererer vi både kart, diagram og datatabeller. Hvert kart viser den detaljerte geografiske fordelingen av gjennomsnittsresultat fra 4 modellscenarier (figur 1). Kartene framstilles vanligvis på en måte som viser endringer fra normalperioden 1961–90 til rundt år 2050. I tillegg, for basisparametrene temperatur og nedbør – og flere avledede parametre – beregner vi gjennomsnitt og spredning fra resultatene fra de 4 modellscenarier.

Videre gjennomføres dette for hver av met.no sine 6 temperaturregioner eller 13 nedbørsregioner (figur 2 og tabell 2) avhengig av grunnlag for parametrene. Resultatene presenteres med ett diagram per parameter som viser for hver region både snittverdien og spredning av verdiene de 4 modellkjøringene på års- og årstidsbasis (figur 1). Resultatene presenteres også som tabeller med verdiene som ligger bak tilsvarende diagrammene – se vedlegg 1.

I tillegg til regional beregninger, har vi sett nærmere inn i detaljerte geografiske differanser fra modell til modell. For sentrale parametre som temperatur og nedbør – og utvalgte parametre vekstsesong og isingstemperatur – illustreres variasjoner via kart fra de 4 individuelle modellene. For de lokale (kommunale) analysene får man utfallet direkte i diagrammet som viser verdiene for kommunen fra hver av de 4 modellkjøringene.

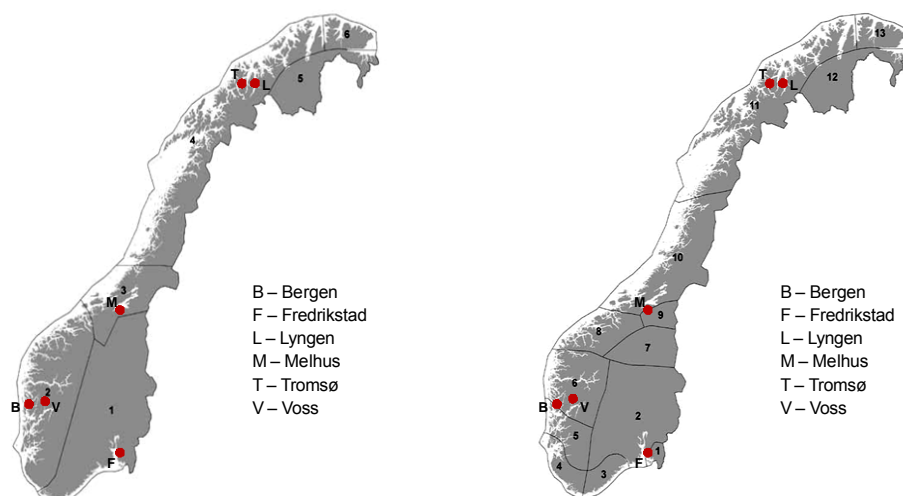


Figur 1. Illustrasjon av modellresultater fra våre analyser og andre kilder. (Øverst til venstre) Norgeskart som viser gjennomsnittlig årsnedbør basert på vårt 4-medlems modellensemble. (Øverst til høyre) Regionale gjennomsnittlige verdier og variasjoner mellom de 4 modellene. (Nummer 1–13 langs x-aksen refererer til nedbørregioner, se figur 2). Uthevet symbol viser gjennomsnitt for ensembles 4 medlemmer, mens de andre symbolene viser verdiene for de enkelte modellene. (Nederst til høyre) Norgeskart som viser årsnedbør basert på kun én modellscenario. Kilde: senorge.no.

Tabell 2. Temperatur- og nedbørregioner etter met.no, jf. figur 2.

Temperaturregioner	Nedbørregioner
TR-1 Østlandet	NR-1 Østfold
TR-2 Vestlandet	NR-2 Østlandet
TR-3 Trøndelag	NR-3 Sørlandet
TR-4 Nordland/Troms	NR-4 Sørvestlandet
TR-5 Finnmarksvidda	NR-5 Sunnhordland og Ryfylke
TR-6 Varanger	NR-6 Sogn og Fjordane og Nordhordland
	NR-7 Dovre/Nord Østerdal
	NR-8 Møre og Romsdal
	NR-9 Inntrøndelag
	NR-10 Trøndelag/Helgeland
	NR-11 Hålogaland
	NR-12 Finnmarksvidda

	NR-13 Varanger
--	----------------



Figur 2. Kart over Norge inndelt i 6 temperatur- (venstre) og 13 nedbør-regioner (høyre) som definert av met.no og benyttet i denne rapporten inkludert våre modellberegninger for 2050. Prosjektets casekommuner er indikert med punkter: (F) Fredrikstad, (B) Bergen, (V) Voss, (M) Melhus, (L) Lyngen og (T) Tromsø.

Lokale beregninger: kommuner som case

For hver casekommune blir det beregnet eller oppgitt tallmateriale for hver ønsket parameter. Videre er det produsert tilsvarende diagrammer og/eller tabell som beskrevet over, basert på databeregninger for 50km radius fra kommunesenteret. Det representerer kommunen innenfor modellbegrensningene. Tabeller med verdiene som ligger bak tilsvarende diagrammene for kommunene er plasserte i vedlegg 2. Estimer for kommuner i noen tilfeller, for eksempel for klimavariabler som vi ikke har modellerte, må generaliseres fra vurdering av kartverdier i kommunes nærområde.

Tabell 3. Casekommuner og tilsvarende koordinater, temperaturregioner og nedbørregioner, jf figur 2 og tabell 2.

Kommune	Breddegrad	Lengdegrad	Temperaturregion	Nedbørregion(er)
Fredrikstad	59.23 N	10.96 E	TR-1 Østlandet	NR-1 Østfold NR-2 Østlandet
Bergen	60.38 N	05.33 E	TR-2 Vestlandet	NR-6 Sogn og Fjordane og Nordhordland NR-5 Sunnhordland og Ryfylke
Voss	60.62 N	06.42 E	TR-2 Vestlandet	NR-6 Sogn og Fjordane og Nordhordland
Melhus	63.33 N	10.28 E	TR-3 Trøndelag	NR-9 Inntrøndelag NR-10 Trøndelag/Helgeland
Lyngen	69.54 N	20.25 E	TR-4 Nordland/Troms	NR-11 Hålogaland
Tromsø	69.65 N	18.93 E	TR-4 Nordland/Troms	NR-11 Hålogaland

Klimaparametre som er viktig for kommunal fysisk infrastruktur

Klimaparametrene som inngår i vår klimaanalyse består av temperatur- (og avledede parametre som vekstsesonglengde), nedbør- og vind-parametre, samt effektvariabler som snødekke, avrenning,

grunnvannstand og havnivå og stormflo. Følgende tabellene oppsummerer de aktuelle klimaparametre basert på tema, formulering og casekommuner.

Tabell 4. Klimaparametre valgt for klimaanalysen, fordelt på tema.

Klimaparametre	Areal	Bygg	Vann	Transport	Kraft	Sidetall
Temperatur						15
• Temperaturvariasjoner mer generelt	•	•	•	•	•	15
• Lengde vekstsesong	•					20
• Tidlige varmeperioder om våren	•			•		21
• Fryse–tine perioder	•	•		•		22
• Ising ¹					•	24
Nedbør						27
• Nedbørsvariasjoner mer generelt	•	•	•	•	•	27
• Sommertørke	•					33
• Høstnedbør	•					33
• Ekstremnedbør	•	•	•	•	•	34
Vind		•		•	•	36
Snøvarighet ²	•		•	•		38
Avrenning ³	•	•	•	•		39
Grunnvannstand ³	•	•	•	•		39
Havnivå og stormflo ⁴		•	•	•		39

¹Ising, modellestimert her som temperaturindikator for isingsfare, ²Snøparametre som modellert av NVE/senorge.no, ³Avrenning og grunnvannstand, effektvariabler som modellert av NVE/senorge.no, ⁴Havnivå og stormflo, effektvariabler som modellert av Bjerknessentret/Havnivåstigningsrapport.

Tabell 5. Klimaparametre valgt for klimaanalysen, meteorologisk formulert.

Klimaparametre	
Temperatur	
• Temperaturvariasjoner mer generelt	gjennomsnittlig døgnmiddeltemperatur per år og årstid
• Lengde vekstsesong	antall dager per år m/døgnmiddeltemperatur $T > 5^{\circ}\text{C}$
• Tidlige varmeperioder om våren	antall dager m/døgnmiddeltemperatur $T > 10^{\circ}\text{C}$ i måneder 3-5
• Fryse–tine perioder	antall 0°C -passinger i døgnmiddeltemperatur
• Ising ¹	antall dager m/døgnmiddeltemperatur ($-10^{\circ}\text{C} < T < 0^{\circ}\text{C}$)
Nedbør	
• Nedbørsvariasjoner mer generelt	gjennomsnittlig døgnnedbør per år og årstid
• Sommertørke	gjennomsnittlig døgnnedbør i måneder 6-8
• Høstnedbør	gjennomsnittlig døgnnedbør i måneder 9-11
• Ekstremnedbør	døgnnedbør > 99 -prosentilverdi
Vind	gjennomsnittlig døgnvind hastighet og > 99 -prosentilverdi
Snøvarighet ²	antall dager per år m/snødekke
Avrenning ³	–
Grunnvannstand ³	–
Havnivå og stormflo ⁴	–

¹Ising, modellestimerte her som temperaturindikator for isingsfare, ²Snøparametre som modellerte av NVE/senorge.no, ³Avrenning og grunnvannstand, effektvariabler effektvariabel som modellerte av NVE/senorge.no, ⁴Havnivå og stormflo, effektvariabler som modellerte av Bjerknessentret/Havnivåstigningsrapport.

Tabell 6. Klimaparametre valgt for klimaanalysen, fordelt på casekommuner.

Klimaparametre	Kommuner					
	Fredrikstad	Bergen	Voss	Melhus	Lyngen	Tromsø
Temperatur						
• Temperaturvariasjoner (generelt)	•	•	•	•	•	•
• Lengde vekstsesong	•		•			
• Tidlige varmeperioder om våren	•		•			
• Fryse-tine perioder	•	•		•		
• Ising	•	•		•	•	•
Nedbør						
• Nedbørsvariasjoner (generelt)	•	•	•	•	•	•
• Ekstremnedbør	•	•	•	•	•	•
• Sommertørke	•		•			
• Høstnedbør	•		•			
Vind		•		•	•	•
Snøvarighet	•		•	•		
Avrenning	•	•		•	•	•
Grunnvannstand	•	•		•	•	•
Havnivå og stormflo	•	•		•	•	•

Forventede klimaendringer som kan påvirke kommunal fysisk infrastruktur: nasjonal analyse

Innledning

I løpet av prosjektperioden hittil har vi vurdert de foreliggende klimaframskrivninger for Norge slik de er presentert i rapporten *Klima i Norge 2100* for NOU klimatilpassing, samt andre aktuelle kilder. For de parametrene som er spesielt relevante for våre studier, har vi gjort en nærmere analyse av bakgrunnsdata som den omtalte rapporten bygger på og supplert det med klimaframskrivninger som ikke inngår i materialet NOU klimatilpassing har fått.

I dette kapitlet presenterer vi hovedresultatene angående forventede klimaendringer nasjonalt og regionalt, med vekt på våre modellberegninger for rundt år 2050 og hovedtrekk fra *Klima i Norge 2100* osv. for tilsvarende parametre, samt et tilpasset sammendrag av forventede endringer i relevante parametrene som ikke inngår våre egne analyser.

Våre framskrivninger presenteres første med et 'Norgeskart' og evt. diagram for hver klimaparameter. I tillegg, for basisparametrene temperatur og nedbør – og de fleste avledede parametre – beregner vi gjennomsnitt og spredning fra resultatene fra de 4 modellscenariene. Videre gjennomføres dette for hver av met.no sine 6 temperaturregioner eller 13 nedbørregioner, avhengig av grunnlag for parameteren. Resultatene presenteres med diagrammer som viser for hver region både snittverdien og spredning av verdiene de 4 modellkjøringer på års- og årstidsbasis. Deretter framlegges kommentar om resultatene.

Resultatene er ordnet etter den rekkefølgen de har i tabell 4. Det første delkapitlet viser forventede endringer i temperatur og avledede parametre. Det andre delkapitlet viser forventede endringer i nedbør og avledede parametre nedbør generelt. Deretter presenteres de andre parametre fra tabell 4.

Temperatur og avledede parametre

Temperatur mer generelt

Lufttemperatur ved bakken (2m-temperatur) og nedbør er grunnleggende klimaparametre av felles relevans for alle 5 temaer i prosjektet. Nedenfor presenteres bakgrunnsdata for temperatur og nedbør som *Klima i Norge 2100* bygger på, men utgangspunkt i et utdrag fra den omtalte rapporten: 'Resultatene i dette underkapitlet bygger på klimasimuleringer fra en rekke nasjonale og internasjonale forskningsprosjekter (RegClim, GeoExtreme, NorACIA, NorClim og PRUDENCE).

Sorteberg og Haugen (2009) har laget en sammenstilling av 22 forskjellige temperatur- og nedbørframskrivninger basert på dynamiske metoder. Ensemblet omfatter både framskrivninger produsert med regional klimamodell og framskrivninger basert på globalmodell med strukne koordinater (Barstad m.fl., 2009) – sistenevnte er konsekvent med vår ARPEGE nedskaleringer. Alle framskrivningene er skalert slik at de gjelder endringer fra perioden 1961–90 til 2071–2100. Benestad (2009) har laget en tilsvarende sammenstilling av 50 forskjellige framskrivninger basert på statistiske metoder.

Tolkning av resultatene for temperatur og nedbør som var lagt fram i *Klima i Norge 2100* er basert på deres vurdering av begge typer modellering (statistisk og dynamisk) og usikkerhet – som vi selv prøver å vurdere, sammen med nye modellberegninger for temperatur og nedbør på års- og årstidsbasis.

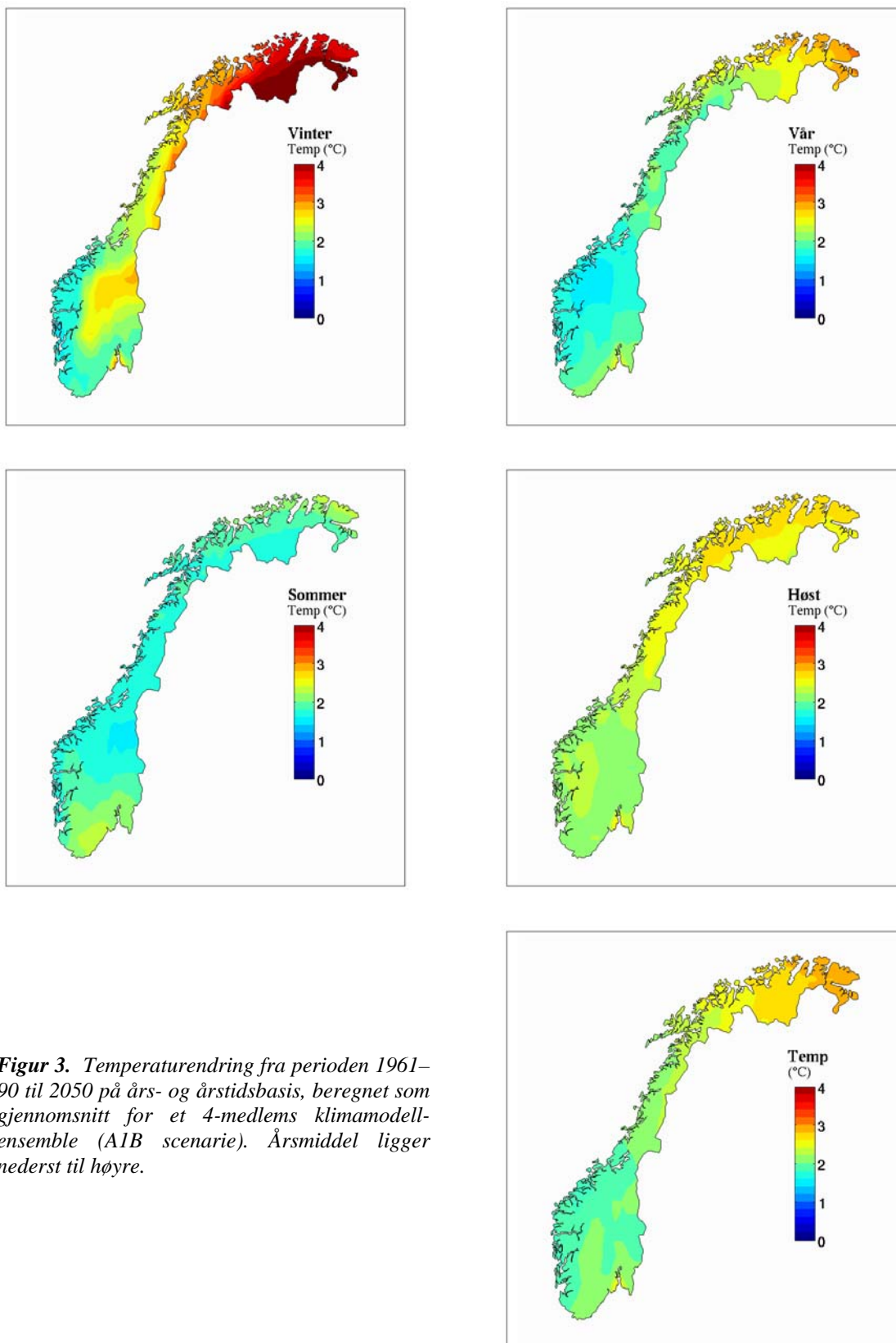
For temperatur er hovedkonklusjonene fra *Klima i Norge 2100* at blir varmere i alle landsdeler og for alle årstider. Årsmiddeltemperaturen i Norge anslås å øke med 2,3 til 4,6 °C innen 2100. Beregningene gir størst temperaturøkning i vinterhalvåret, og minst om sommeren. Årsmiddeltemperaturen anslås å øke mest i Finnmark, der beregningene gir en økning på 3,0 til 5,4 °C. På Vestlandet er tilsvarende tall 1,9 og 4,2 °C.

Vår egen analyse også viser (figur 3) største forventede middeltemperaturendring fram til år 2050 er om vinteren (2,4°C for Norge gjennomsnittlig og hele 4°C for temperaturregion 5 – Finnmarksvidda), men vesentlig oppvarming i alle sesonger, mellom 1,8°C–2,3°C.

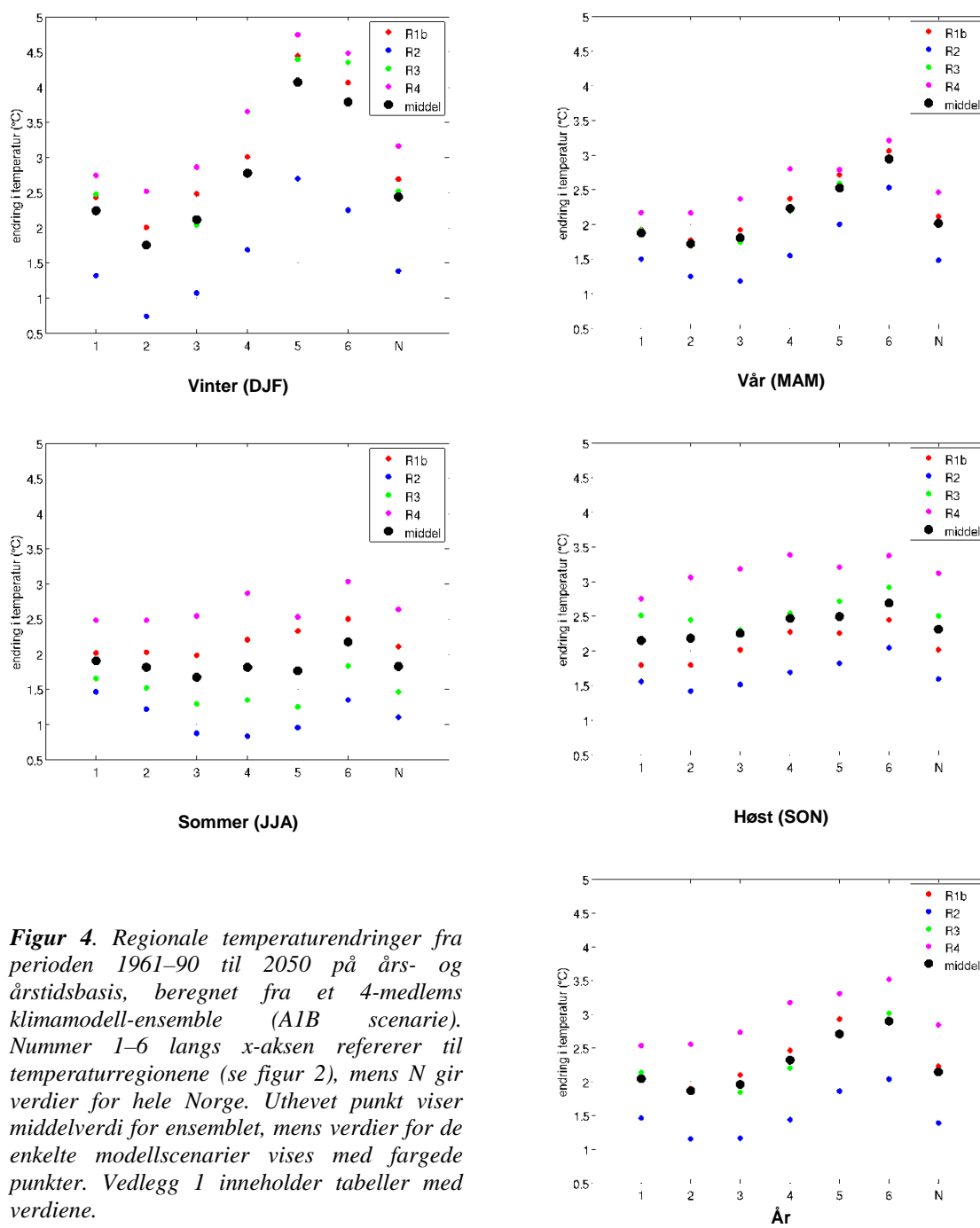
Sammenligning med eksisterende kunnskap fra andre modellkjøringer som benytter forskjellige modeller, utslippsscenarioer og tidsvinduer viser generelt god Øverstemning. Hovedresultatene presenterte i *Klima i Norge 2100* viser at 'begge ensemblene viser størst oppvarming i nordlige regioner, særlig om vinteren. Også i Sør-Norge er vinteren en av de årstidene som ifølge framskrivningene får størst oppvarming, men en del av de dynamiske framskrivningene gir vel så stor oppvarming om høsten. Over hele landet gir begge ensemblene minst oppvarming om sommeren.' Dvs. at geografisk og årstidsmessig stemmer vår analyse kvalitativt med deres. En kvantitativ sammenligning basert på en enkel lineær skalering hvor det er avlede verdier også for 2021–50 (som justeres til år 2050) viser en nær korrespondanse, innen et par tideler °C, men sommer skiller seg ut, hvor våre framskrivninger viser høyere temperaturer, ca. 0,4°C for Norge.

Det finnes dessuten en del spredning i resultatene for de 4 modellene (figur 4), med største temperaturøkning i nedskaleringen med CCSM3-modellen. Alle modellene er enstemmige om en temperaturøkning – og de henger sammen regionsmessig – men størrelsene til forventede endringer er spredt. Dette viser at mens en temperatur økning kan forventes og visste regioner og årstider kan forvente større økning, er absolutt temperaturendring fortsatt noen usikker.

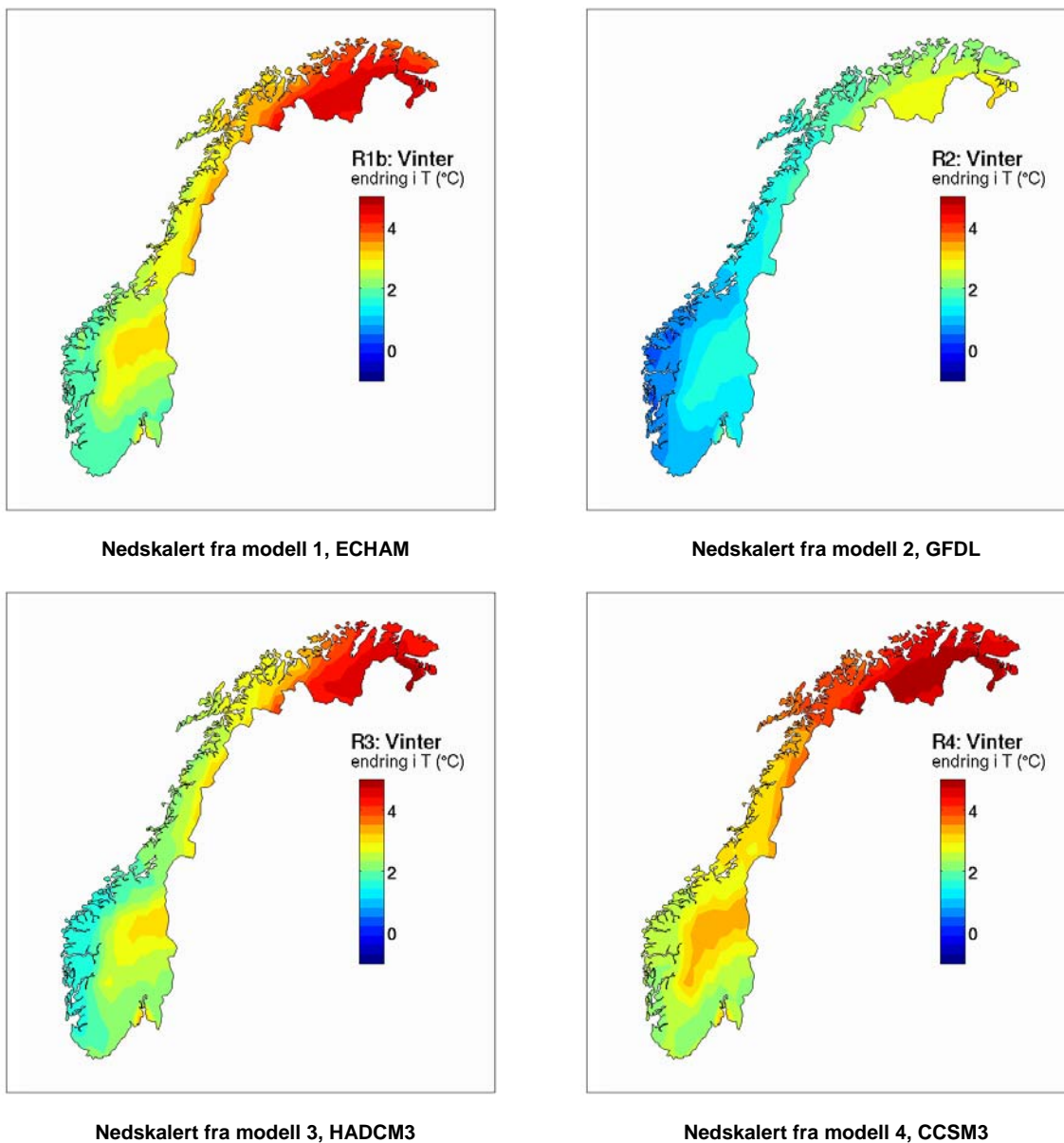
Figur 5 og 6 illustrerer differanser mellom mønstrene beregnet fra 4 individuelle modellnedskaleringer. Det viser at noen modeller (for eksempel CCSM3) gir større endringer enn andre (GFDL), mønstrene er konsekvente blant alle modellene, som øker tillit i resultatene.



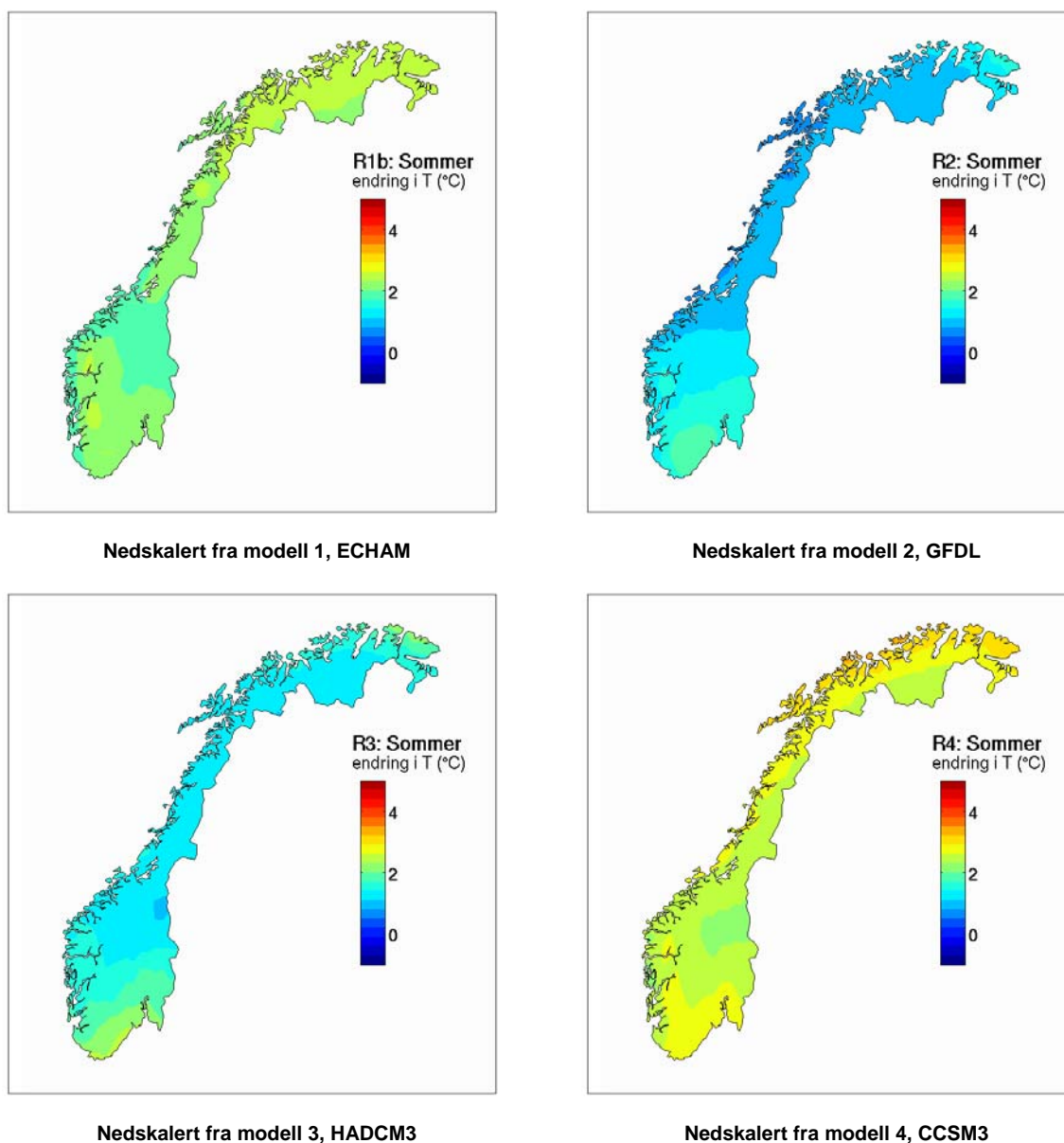
Figur 3. Temperaturendring fra perioden 1961–90 til 2050 på års- og årstidsbasis, beregnet som gjennomsnitt for et 4-medlems klimamodellensemble (A1B scenarie). Årsmiddel ligger nederst til høyre.



Figur 4. Regionale temperaturendringer fra perioden 1961–90 til 2050 på års- og årstidsbasis, beregnet fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie). Nummer 1–6 langs x-aksen refererer til temperaturregionene (se figur 2), mens N gir verdier for hele Norge. Uthevet punkt viser middelvei for ensemblet, mens verdier for de enkelte modellscenarier vises med fargede punkter. Vedlegg 1 inneholder tabeller med verdiene.



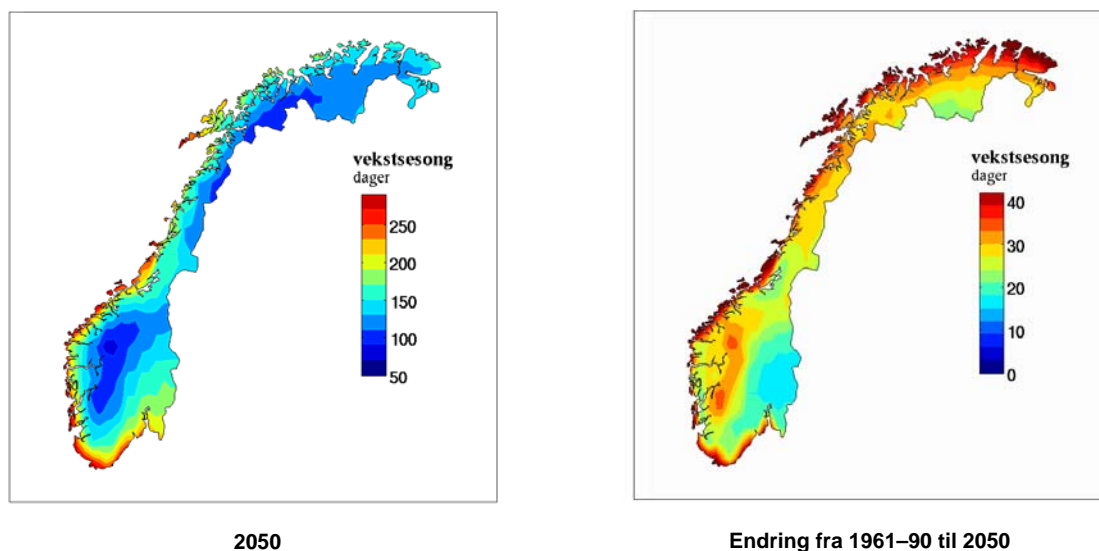
Figur 5. Temperaturendring om vinteren fra perioden 1961–90 til 2050, beregnet fra 4 individuelle modellnedskaleringer: (Øverst til venstre) ECHAM, (Øverst til høyre) GFDL, (Nederst til venstre) HADCM3, (Nederst til høyre) CCSM3. Alle benytter utslippsscenario A1B.



Figur 6. Temperaturendring om sommeren fra perioden 1961–90 til 2050, beregnet fra 4 individuelle modellnedskaleringer: (Øverst til venstre) ECHAM, (Øverst til høyre) GFDL, (Nederst til venstre) HADCM3, (Nederst til høyre) CCSM3. Alle benytter utslippsscenario A1B.

Lengde vekstsesong

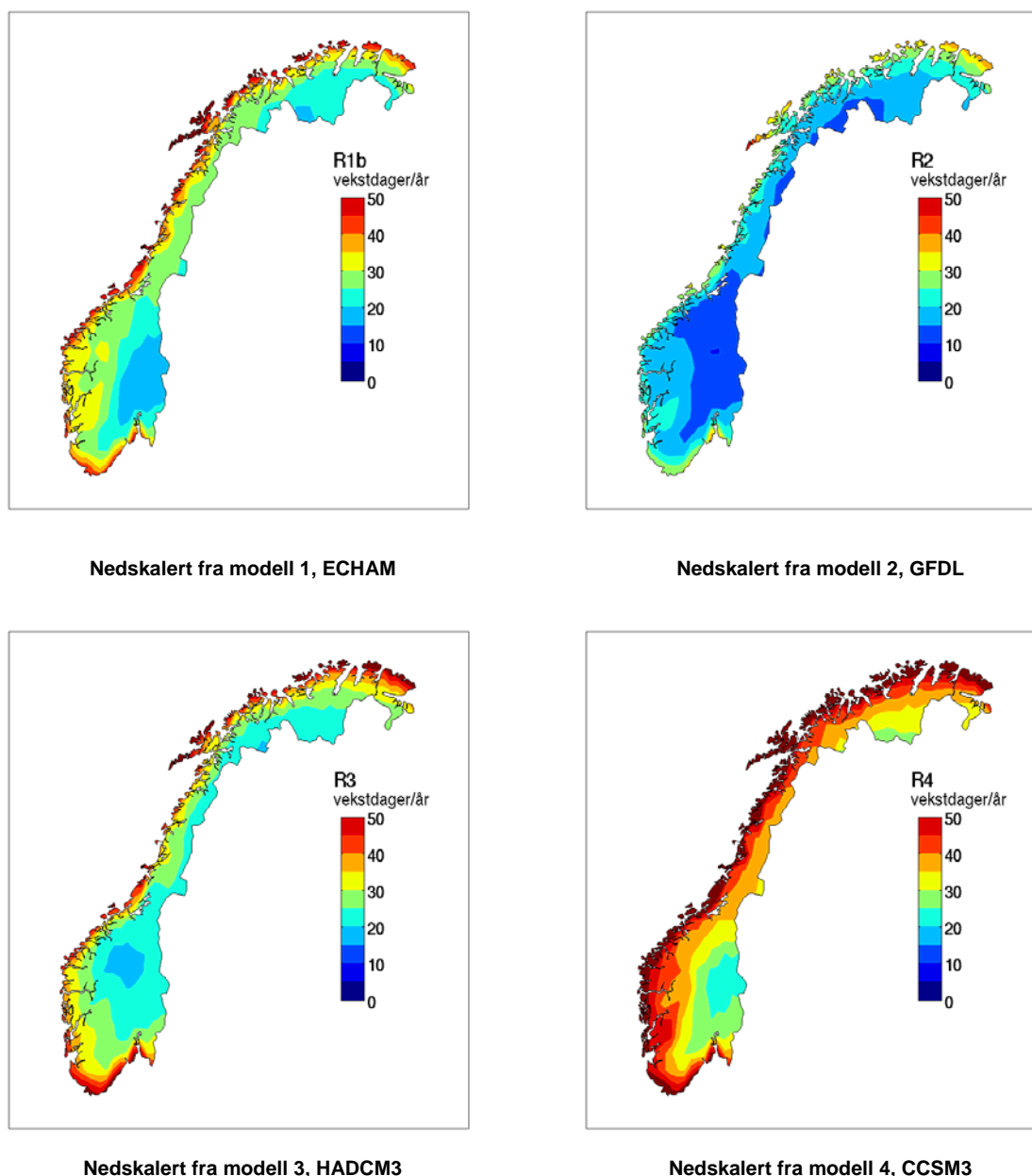
Som beskrevet i *Klima i Norge 2100*-rapporten er 'lufttemperatur er en av de begrensende faktorer for vekstsesongen i Norge. Det er en rekke definisjoner på den temperaturbestemte vekstsesong, men Carter (1998) argumenterte for at sesongen for aktiv plantevekst i de nordiske land bør defineres som perioden der døgnmiddeltemperaturen er over 5°C'. Den ble brukt i *Klima i Norge 2100* og den er også benyttet i denne rapporten, inkludert våre beregninger for 2050 vis-à-vis 1961–90 (figur 7).



Figur 7. (Venstre) Kart over vekstsesonglengde (antall dager per år med $T > 5$ deg C) rundt år 2050. (Høyre) Kart over endring i vekstsesonglengde (i antall dager per år) fra perioden 1961–90 til 2050, beregnet som gjennomsnitt fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie).

Våre resultater (figur 7, høyre) viser en 2–6 uker lengre vekstsesong sammenlignet med normalperioden 1961–90. En del av den prosjekterte økningen i vekstsesonglengde har allerede skjedd. Ut fra en sammenligning av kart for 1961–90 ('normalklima') og 1979–2008 ('dagens klima') har vekstsesongen blitt lenger (1–2 uker) over størsteparten av landet (*Klima i Norge 2100*). Utdrag fra den omtalte rapporten viser også i perioden 1979–2008 er vekstsesongen lengst ytterst langs kysten av Vestlandet, og maksimalverdien for vekstsesong i dette området har økt fra 225 døgn i 1961–90-perioden til 238 døgn. Eksisterende framskrivninger gir økning i vekstsesongen på inntil en måned i mesteparten av landet fram mot 2050. Skaugen og Tveitos (2004) statistisk nedskalering av ECHAM4/OPYC3 for 2021–2050 har en romlig fordeling i samsvar med vår, med lignende verdier unntatt noen litt større endringer i høylandsområdet. Fram mot slutten av århundret gir alle framskrivningene i *Klima i Norge 2100* store områder med økning på mellom en og to måneder. Mønstrene er forskjellige i noen grad mellom scenarier, med våre beregninger indikerer største økninger lang kyststrøket og neste største i høyere områder, HadA2 and B2 viser største øking i høyere områder og midt/nord Norge. Vår vurdering er at usikkerheten for framskrivninger mot 2050 er 'middels høy', mens scenarier mot 2100 har naturligvis mer usikkerhet, særlig gitt mer usikkerheten m.h.t. utslippscenarier.

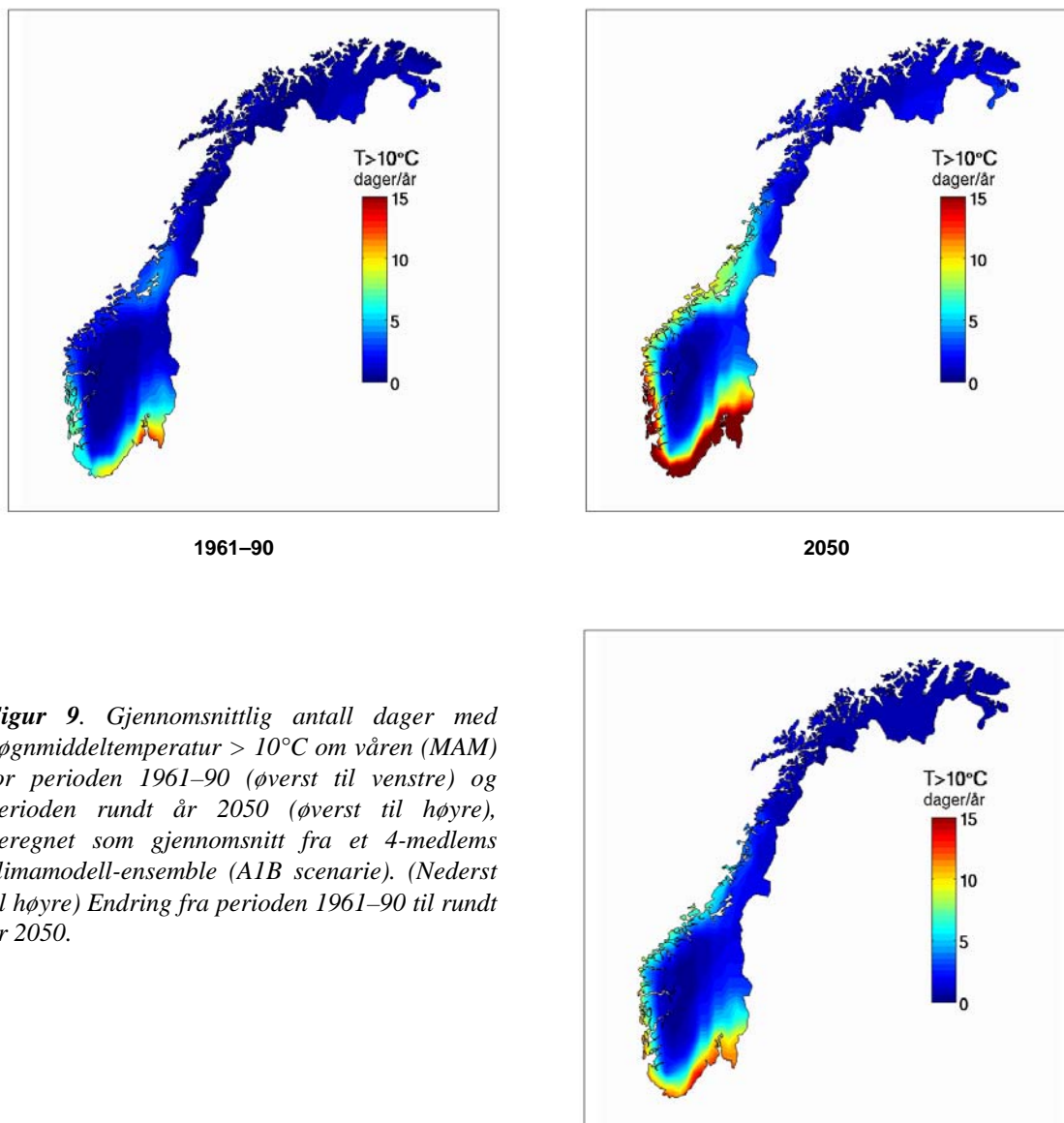
Figur 8 på følgende side illustrerer differanser mellom mønstrene beregnet fra 4 individuelle modellnedskaleringer. Det viser at noen modeller (for eksempel CCSM3) gir større endringer enn andre (GFDL), mønstrene er konsekvente blant alle modellene, som øker tillit i resultatene.



Figur 8. Endring i vekstsesonglengde (i antall dager per år) fra perioden 1961–90 til 2050, beregnet fra 4 individuelle modellnedskaleringer: (Øverst til venstre) ECHAM, (Øverst til høyre) GFDL, (Nederst til venstre) HADCM3, (Nederst til høyre) CCSM3. Alle benytter utslippsscenario A1B.

Tidlig vår varmeperioder

Forekomst av 'varmeperioder' sen vinter eller tidlig vår kan være av relevans for arealforvaltning i.f.m. jordbruk. Det er imidlertid ikke framlagt definisjon m.h.t. en temperaturterskel eller eksakt tidsramme. Her har vi testet flere formuleringer for minimum døgnmiddeltemperatur over forskjellige tidsperioder fra måned 2 (februar) t.o.m. måned 5 (mai). Figur 9 viser antall dager med døgnmiddeltemperatur > 10°C for måned 3–5 for 1961–90 og rundt år 2050. Det viser største økning (10–15 dager) i lavtliggende kyststrøk i Sør- og Sørvest-Norge, med +5–10 dager langs Vestlandskysten og nordover til Trøndelag. Det er relativt lav usikkerhet knyttet til framskrivningene for denne parameteren pga. sin temperaturbasis.

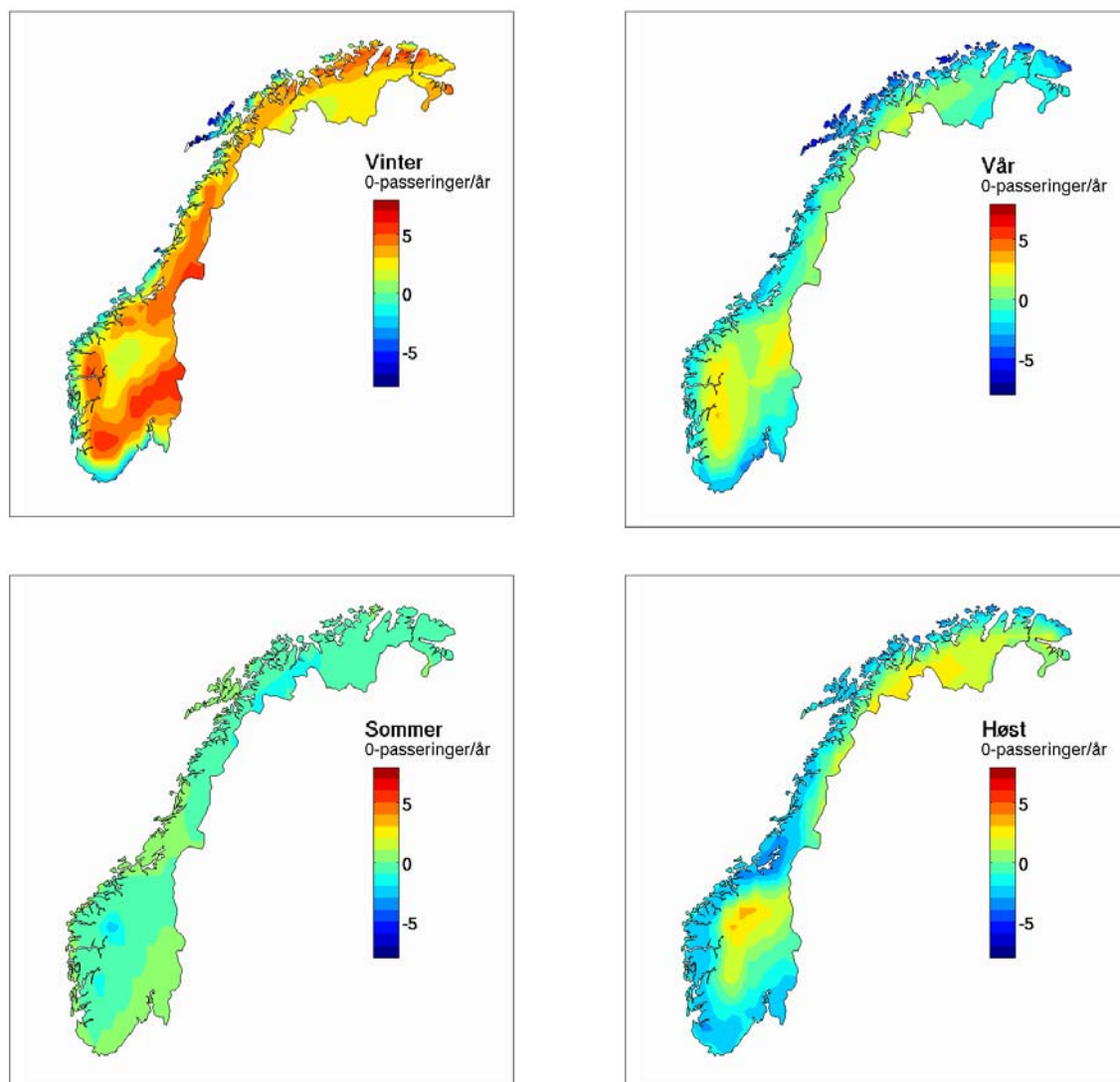


Figur 9. Gjennomsnittlig antall dager med døgnmiddeltemperatur $> 10^{\circ}\text{C}$ om våren (MAM) for perioden 1961–90 (øverst til venstre) og perioden rundt år 2050 (øverst til høyre), beregnet som gjennomsnitt fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie). (Nederst til høyre) Endring fra perioden 1961–90 til rundt år 2050.

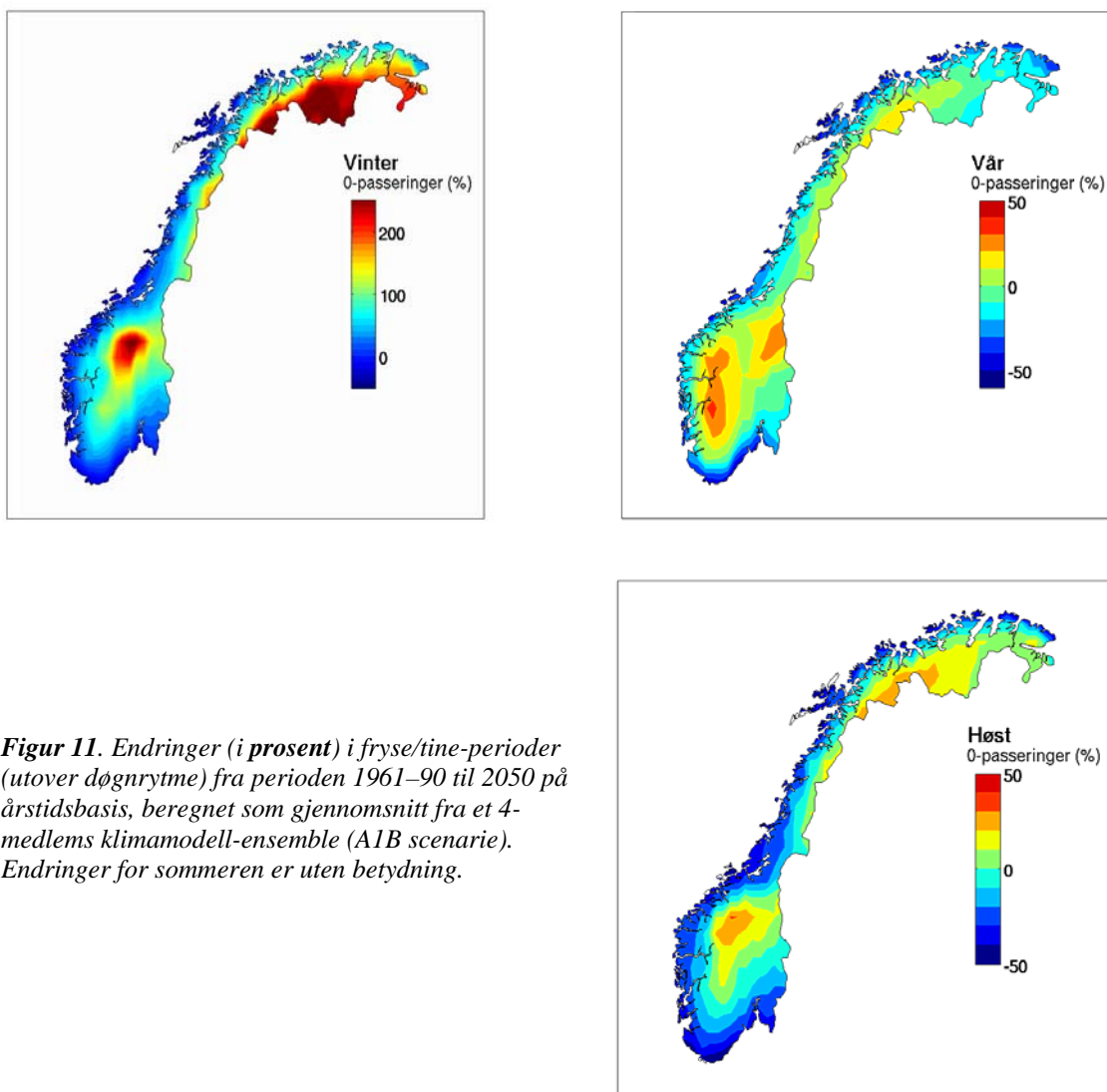
Fryse/tine-perioder

Eksisterende klimaframskrivninger for Norge omtalte i *Klima i Norge 2100* viser at antall kalde dager og antall frostdager vil avta i fremtida, men det har imidlertid vært spørsmål om hva som vil skje med antall dager da temperaturen krysser 0°C , dvs. 'null passeringer'. Det er vanskelig å få det ut av de fleste framskrivningene, fordi de angir døgn- eller månedsmiddeltemperatur. Det kan nevnes noen beregninger av Haugen og Iversen (2008) basert på dynamisk nedskalerte framskrivninger – 'i kystnære strøk ser det ut til at antall dager med nullgradspassering vil avta med 10 til 60 prosent. I innlandet og fjellområdene ser endringene ut til å ligge mellom -10% og $+10\%$ ' per årsbasis. På sesongbasis vil endringene ventelig være mye større, men regionale mønstre er ukjente. Her gjennomfører vi en sånn analyse basert på vår 4-modell ensemble for år 2050. Fordi basisverdiene er døgnmiddeltemperatur får vi ikke 0-passeringer i.f.m. døgnrytmen, men vi får indikasjoner for det som kan forkalles antall fryse-tine 'perioder'.

Figurene på de to følgende sidene viser endringer i fryse/tine-perioder fram til 2050 som antall ganger (figur 10) og prosentvis (figur 11). Det er klare mønstre hvor noen regioner vil øke (for eksempel høyliggende områder og Finnmarksvidda om vinteren og høsten) og andre vil få nedgang (kystnærrområder i alle 3 sesongene når 0-passeringer skjer).



Figur 10. Endringer (i antall dager) i fryse/tine-perioder (utover døgnrytme) fra perioden 1961–90 til 2050 på årstidsbasis, beregnet som gjennomsnitt fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie).

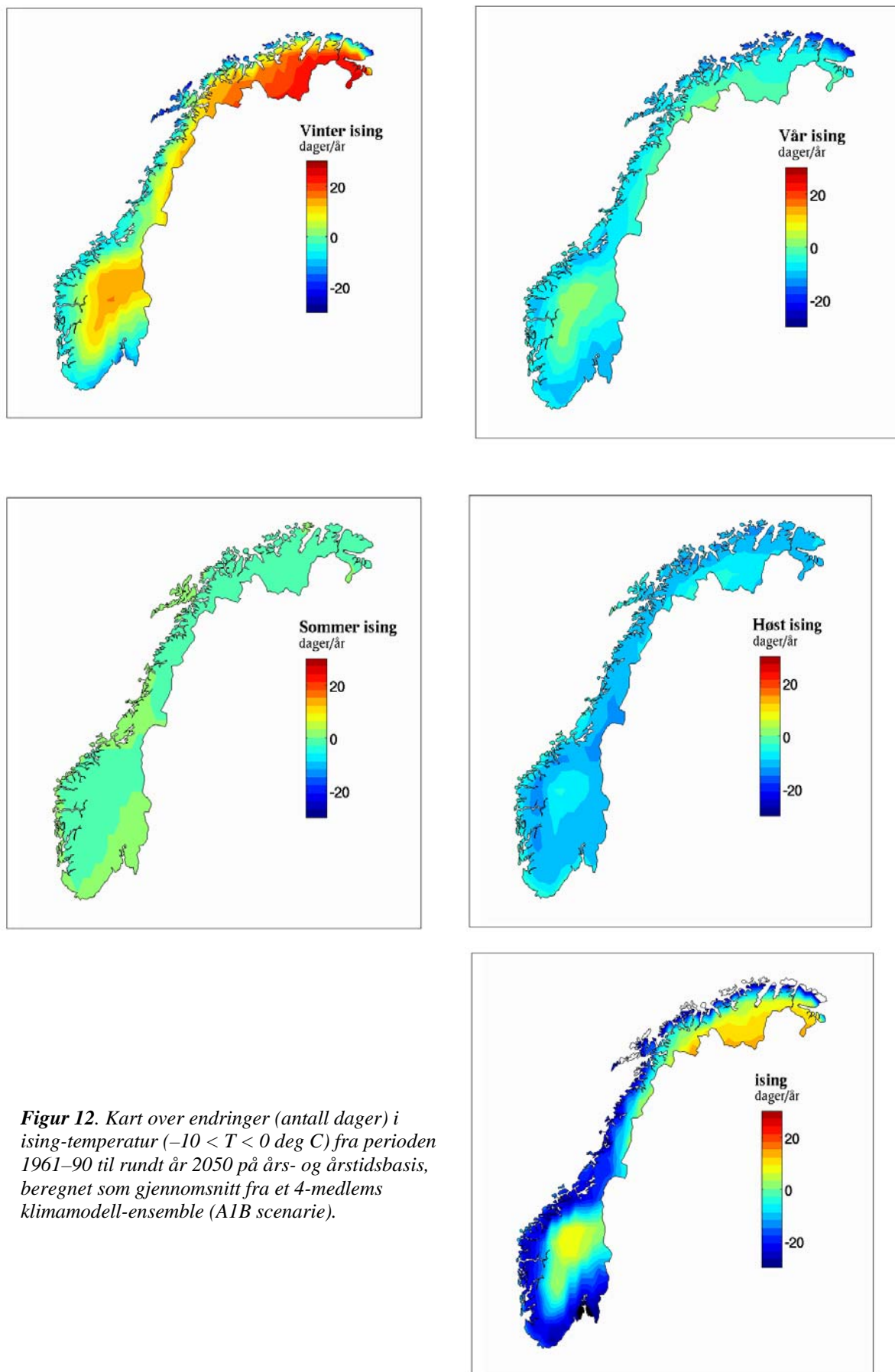


Figur 11. Endringer (i prosent) i fryse/tine-perioder (utover døgnrytme) fra perioden 1961–90 til 2050 på årstidsbasis, beregnet som gjennomsnitt fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie). Endringer for sommeren er uten betydning.

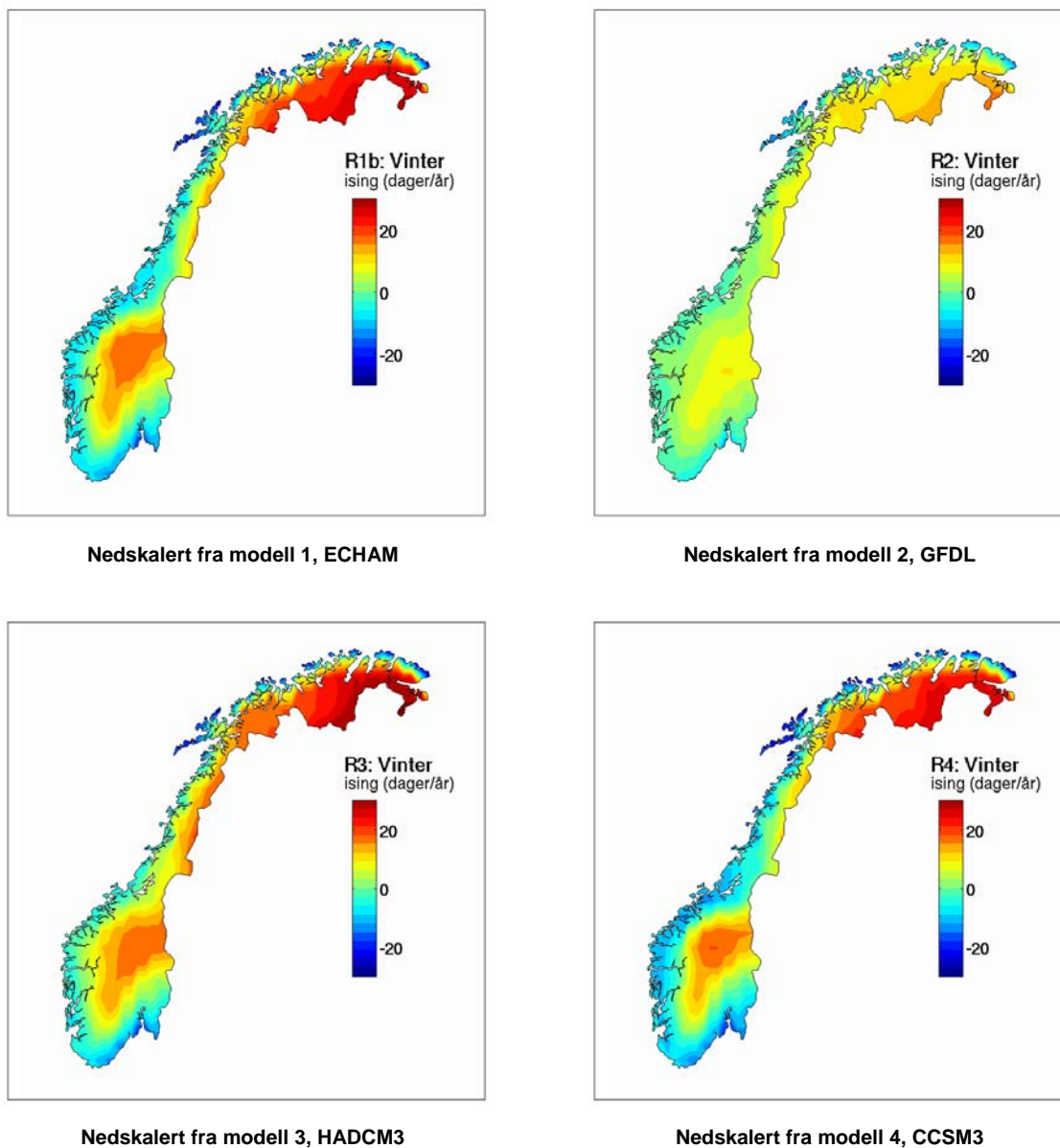
Ising

Ising er en komplisert værphenomen kan ikke simuleres med en klimamodell (eller meteorologisk modell). Ising opptrer under spesielle forhold som en kombinasjon av gunstige temperatur og synoptisk vær-situasjon og tilknyttet fuktighet og vindforhold. Den som kan modelleres med god sikkerhet er endringer i temperatur, slik at vi benytter modellkjøringer for å lage nye beregninger for temperaturspennet som gir gunstig forhold for dannelse av underkjølte vanndråper og ising: $-10^{\circ}\text{C} < T < 0^{\circ}\text{C}$. Da får man modellestimater for endringer i temperaturforhold som kan indikere fare for ising (figur 12 og 13).

Figur 12 viser at den største endringen er om vinteren. Beregningene viser en vesentlig nedgang i ising-temperatur over større områder i kystsonen og inntil 100 km innover Norge rundt. Derimot er forventning for vinter ising-temperatur viser største oppgang i indre strøk, særlig lang nord i temperaturregion 5, Finnmarksvidda, med > 20 flere dager enn i normalperioden 1961–90. Det kan lett tolkes som en økning i døgn-temperaturer fra lavere enn -10°C til 0 – 10°C . I 'overgangs' årstider (vår og høst) forventes en moderat (noen få dager) men jevnlig nedgang p.g.a. forventet oppvarming. Figur 13 viser resultatene fra de 4 individuelle modellkjøringer; mønstrene er konsekvente blant modellene og tallene er ganske like, bortsett fra modell 2 (GFDL) som gir en mindre endring.



Figur 12. Kart over endringer (antall dager) i ising-temperatur ($-10 < T < 0$ deg C) fra perioden 1961–90 til rundt år 2050 på års- og årstidsbasis, beregnet som gjennomsnitt fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie).



Figur 13. Endring i ising-temperatur ($-10 < T < 0$ deg C) fra perioden 1961–90 til 2050, beregnet fra 4 individuelle modellnedskaleringer: (Øverst til venstre) ECHAM, (Øverst til høyre) GFDL, (Nederst til venstre) HADCM3, (Nederst til høyre) CCSM3. Alle benytter utslippsscenario A1B.

Nedbør og avledede parametre

Nedbør mer generelt

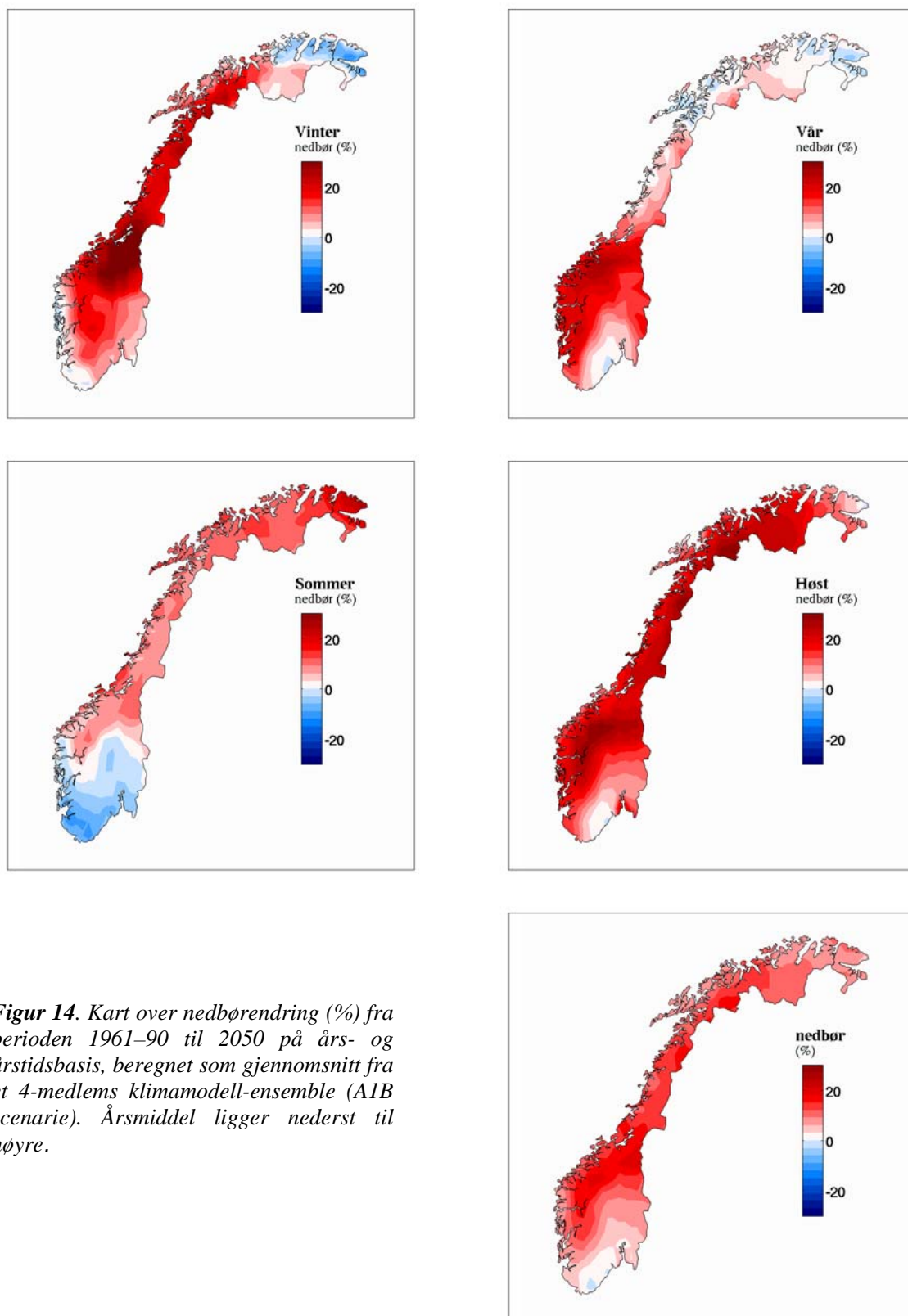
Nedbørsimulering er vanskeligere enn for temperatur – dette gjelder særlig for absoluttverdier. En grunn er at modellene ikke har oppløst den norske topografien godt nok, og det fører til at de har en tendens til å vise for lite nedbør på Vestlandet og for mye på Østlandet som nevnte tidligere. På tross av store forskjeller mellom framskrivningene gir resultatene fra ensemblene grunnlag for følgende konklusjoner når det gjelder nedbørutviklingen i Norge gjennom det 21. århundret. Fra *Klima i Norge 2100*: 'Det blir mer nedbør i hele landet. I gjennomsnitt for Norge beregnes årsnedbøren å øke med 5 til 30% mot slutten av århundret.'

Vinternedbøren kan øke med over 40 prosent i deler av Øst-, Sør- og Vestlandet mot slutten av århundret. Sommernedbøren på Sør- og Østlandet anslås å avta mot slutten av århundret. For øvrig beregnes nedbøren å øke for alle årstider og i alle regioner. Den store naturlige variabiliteten kan likevel føre til at man lokalt kan oppleve perioder fra noen år til noen tiår med redusert nedbør. Det blir flere dager med mye nedbør, og gjennomsnittlig nedbørmengde for disse dagene blir høyere i hele Norge og for alle årstider. '

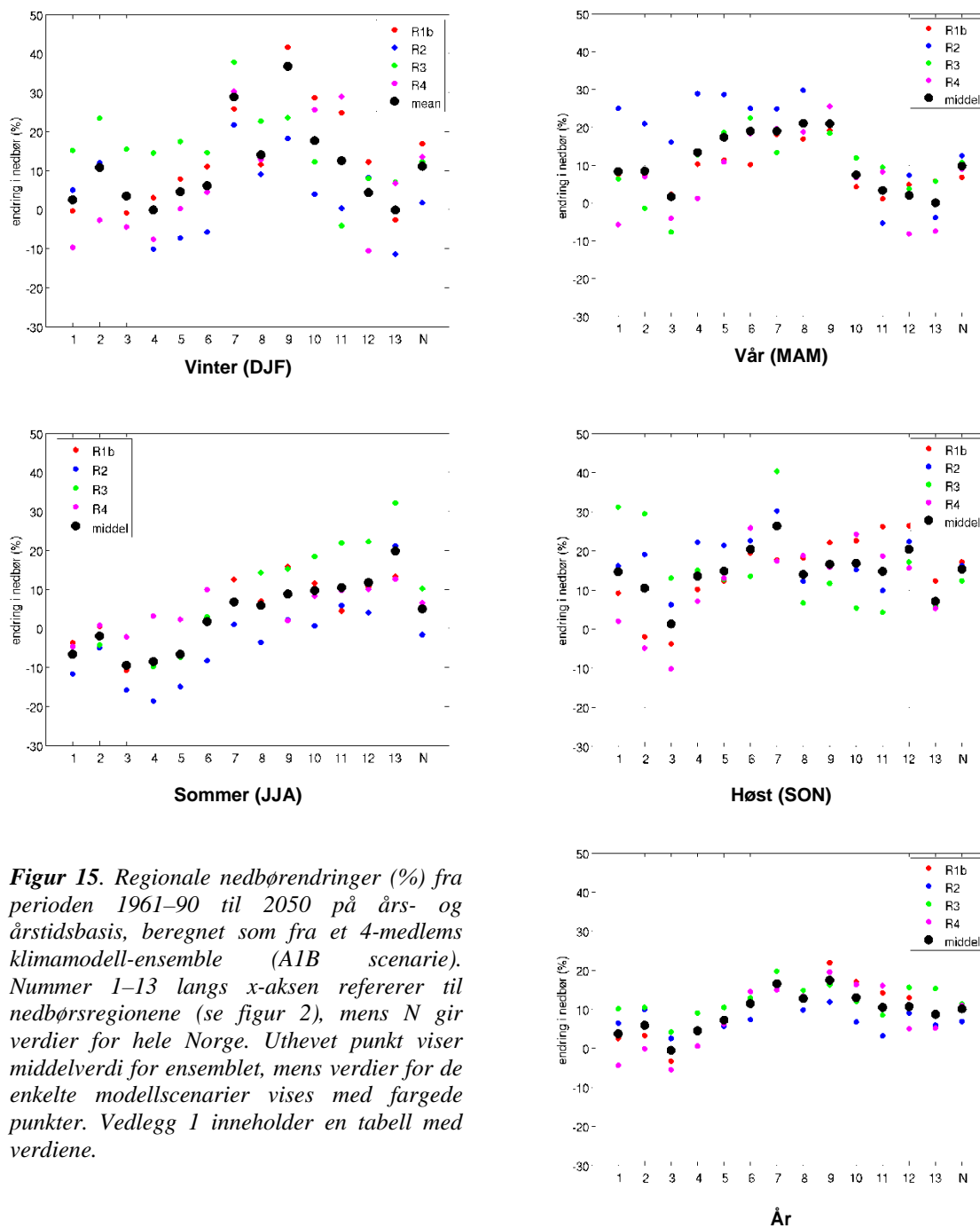
Vår analyse av nedbør for Norge vises i figur 14–18 på de følgende sidene. Figur 14 viser vår analyse av nedbørendring (%) fra perioden 1961–90 til 2050 på års- og årstidsbasis, beregnet som gjennomsnitt fra et 4-medlems klimamodell-ensemble.

Figur 15 og 16 viser modellspredning for hver region. Figur 17 og 18 illustrerer variasjoner blant de fire modellprognosene for nedbør i geografisk detalj. Det viser noen meget store forskjeller mellom modeller, for eksempel, mellom HadCM3 og CCSM3 for vinternedbør i både Sør- og Nord-Norge. Innenfor Nord-Norge (NR-11 Hålogaland, NR-12 Finnmarksvidda og NR-13 Varanger) viser to modeller (GFDL og HadCM3) nesten motsatt mønstre sammenlignet med to andre modeller (CCSM3 og ECHAM), mens for eksempel på Vestlandet (NR-4 Sørvestlandet, NR-5 Sunnhordland og Ryfylke, NR-6 Sogn og Fjordane og Nordhordland) viser GFDL-modellen endringer som er motsatt av resultater fra andre modeller – se figur 17.

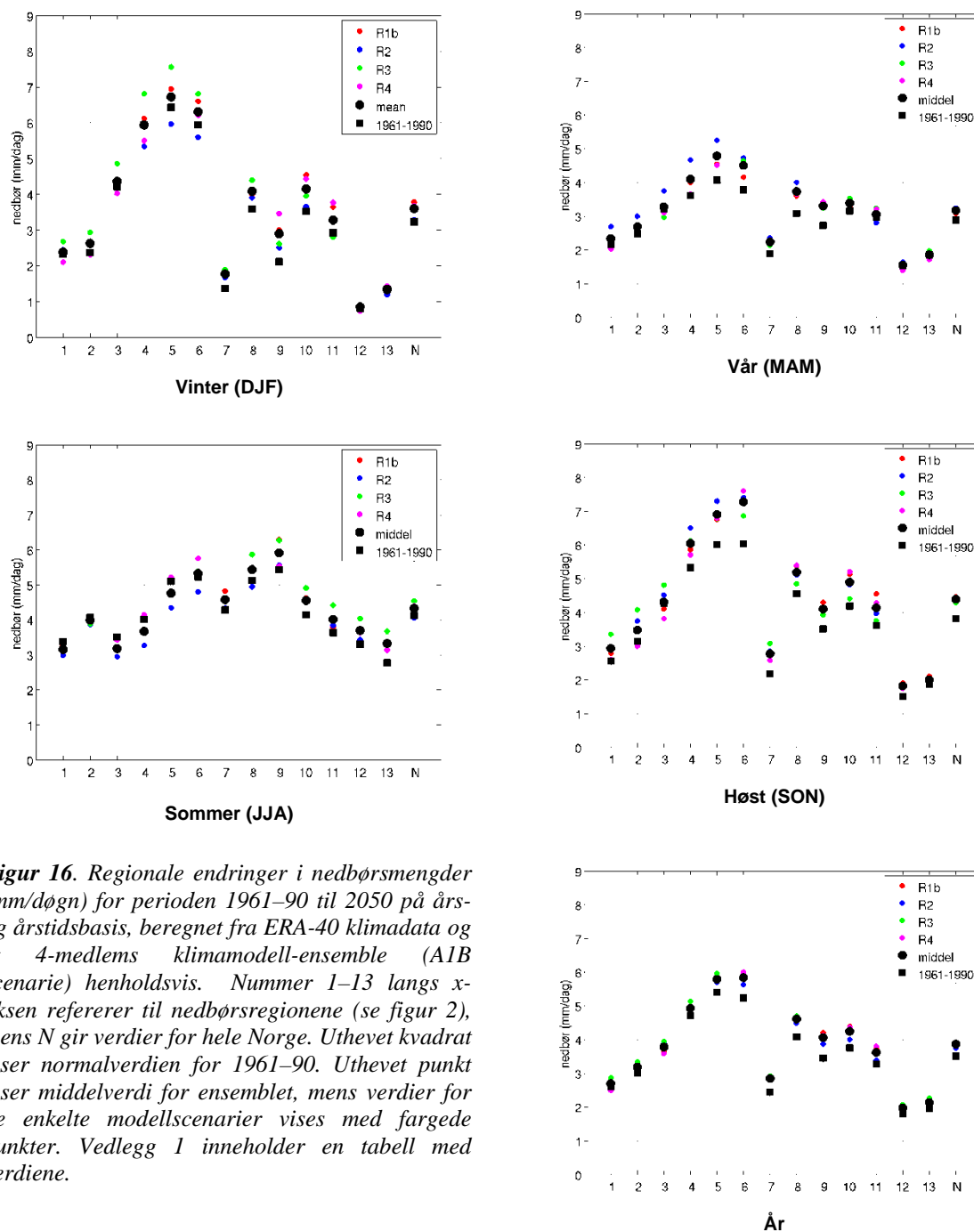
For sommernedbør er det forskjeller mellom modellerresultater for Sør- og Østlandet (figur 18).



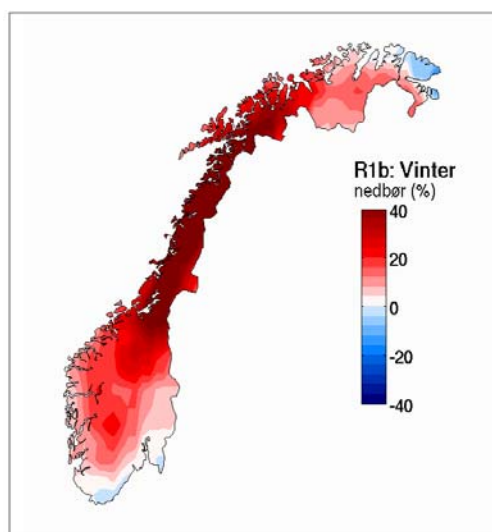
Figur 14. Kart over nedbørendring (%) fra perioden 1961–90 til 2050 på års- og årstidsbasis, beregnet som gjennomsnitt fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie). Årsmiddel ligger nederst til høyre.



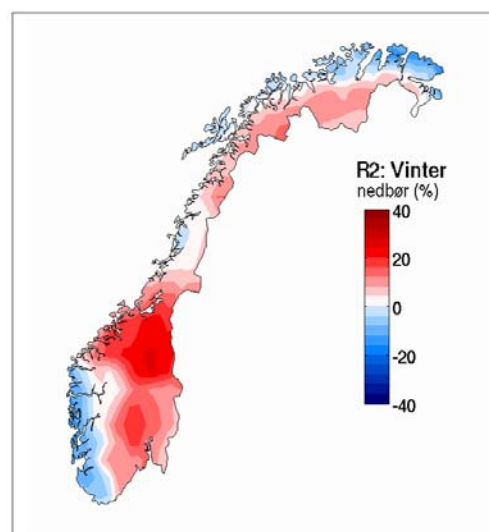
Figur 15. Regionale nedbørendringer (%) fra perioden 1961–90 til 2050 på års- og årstidsbasis, beregnet som fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie). Nummer 1–13 langs x-aksen refererer til nedbørsregionene (se figur 2), mens N gir verdier for hele Norge. Uthevet punkt viser middelverdi for ensemblet, mens verdier for de enkelte modellscenarier vises med fargede punkter. Vedlegg 1 inneholder en tabell med verdiene.



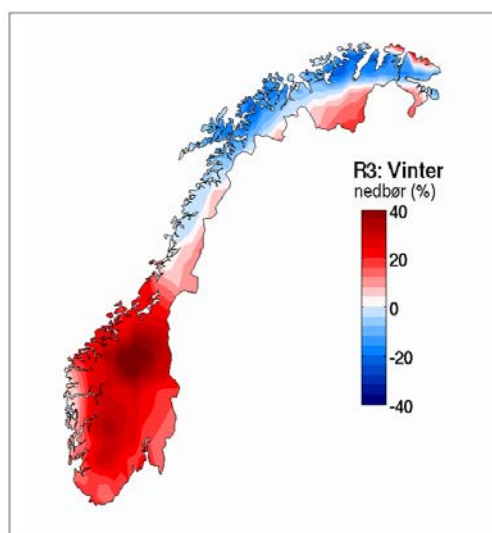
Figur 16. Regionale endringer i nedbørsmengder (mm/døgn) for perioden 1961–90 til 2050 på års- og årstidsbasis, beregnet fra ERA-40 klimadata og et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie) henholdsvis. Nummer 1–13 langs x-aksen refererer til nedbørsregionene (se figur 2), mens N gir verdier for hele Norge. Uthevet kvadrat viser normalverdien for 1961–90. Uthevet punkt viser middelverdi for ensemblet, mens verdier for de enkelte modellscenarier vises med fargede punkter. Vedlegg 1 inneholder en tabell med verdiene.



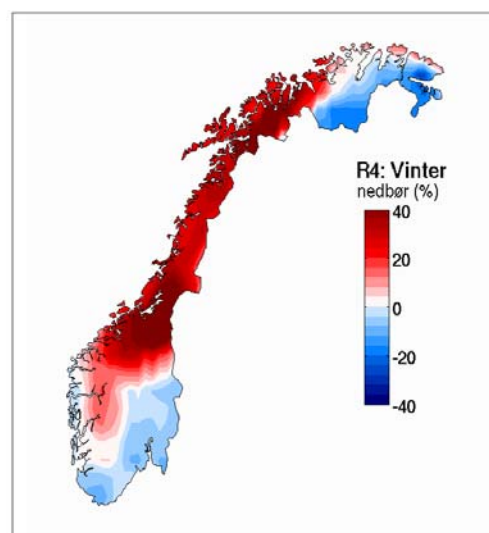
Nedskalert fra modell 1, ECHAM



Nedskalert fra modell 2, GFDL

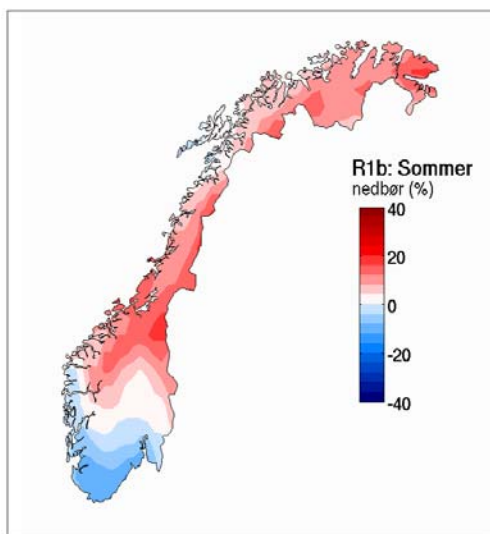


Nedskalert fra modell 3, HADCM3

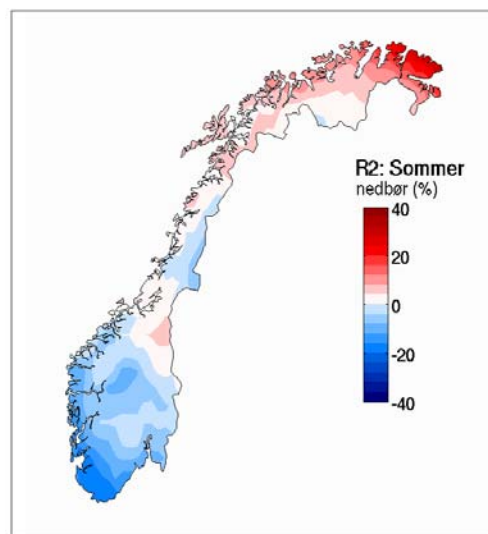


Nedskalert fra modell 4, CCSM3

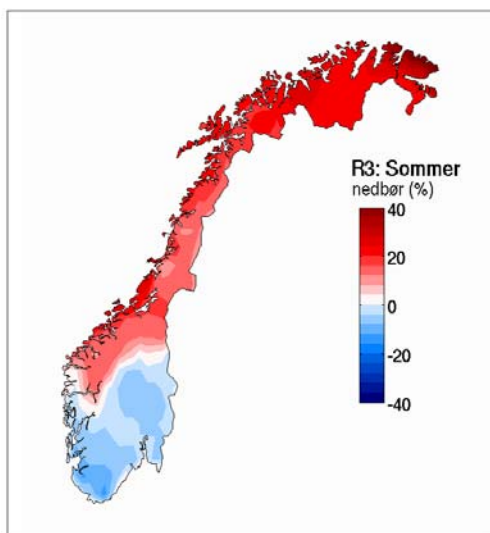
Figur 17. Nedbørendring (%) om vinteren fra perioden 1961–90 til 2050, beregnet fra 4 individuelle modellnedskaleringer: (Øverst til venstre) ECHAM, (Øverst til høyre) GFDL, (Nederst til venstre) HADCM3, (Nederst til høyre) CCSM3. Alle benytter utslippsscenario A1B.



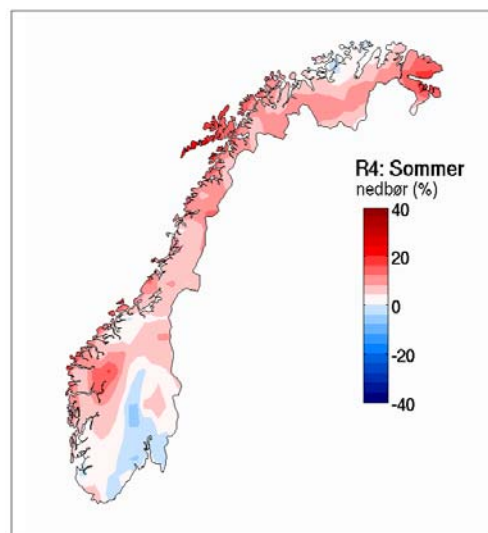
Nedskalert fra modell 1, ECHAM



Nedskalert fra modell 2, GFDL



Nedskalert fra modell 3, HADCM3



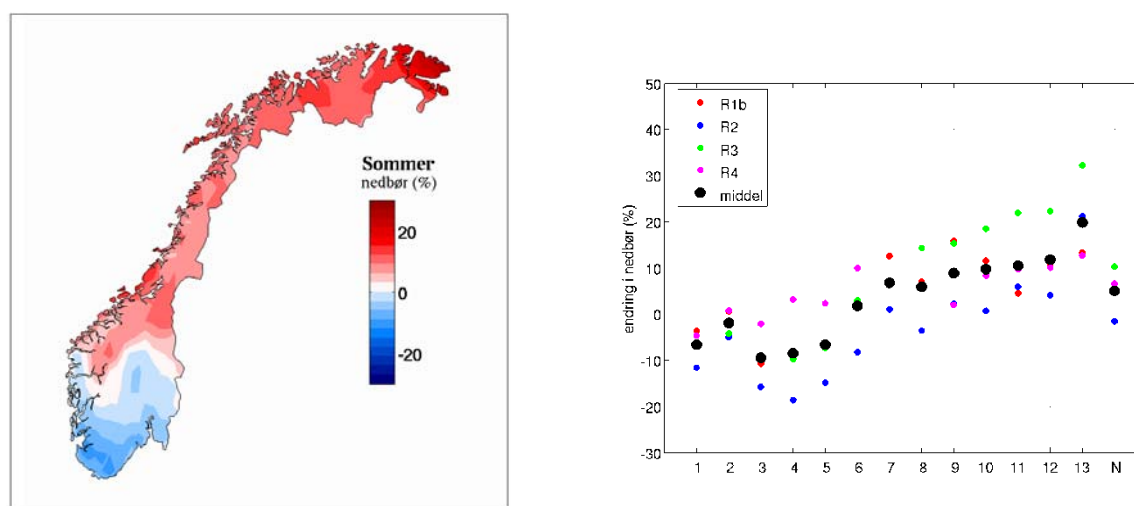
Nedskalert fra modell 4, CCSM3

Figur 18. Nedbørendring (%) om sommeren fra perioden 1961–90 til 2050, beregnet fra 4 individuelle modellnedskaleringer: (Øverst til venstre) ECHAM, (Øverst til høyre) GFDL, (Nederst til venstre) HADCM3, (Nederst til høyre) CCSM3. Alle benytter utslippsscenario A1B.

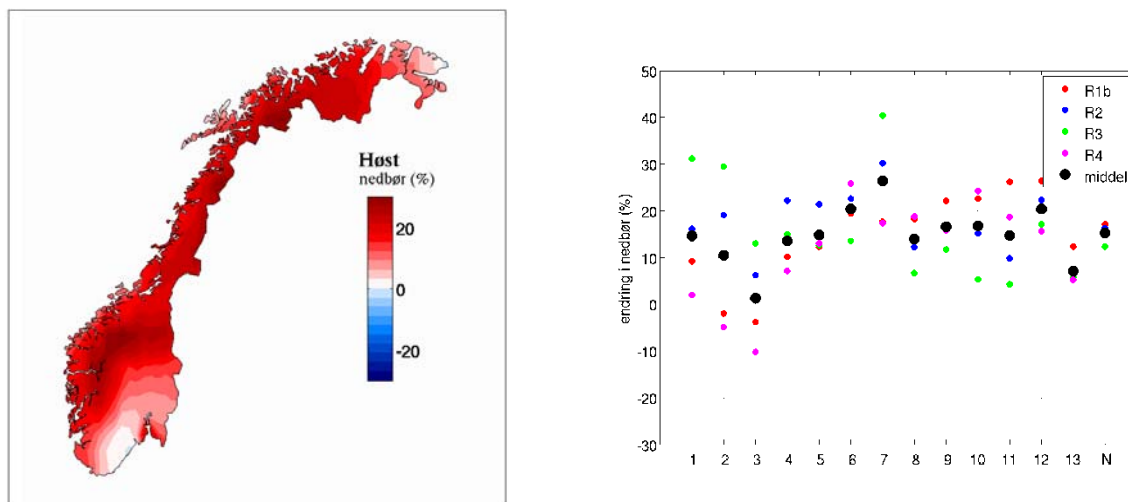
Sommertørke og høstnedbør

Mens framskrivninger for nedbør er mindre konsekvent enn for temperatur – særlig for absoluttverdier – er det noen regionale mønstre som stemmer generelt mellom noen framskrivninger i *Klima i Norge 2100*. Sommeren skiller seg ut som årstiden som viser noen nedgang i nedbør i noen regioner. Om sommeren tilsier et flertall av framskrivningene at nedbøren vil avta på Øst- og Sørlandet. En del modeller gir også redusert sommernedbør på Sørvest- og Vestlandet. Figur 19 viser våre klimaskrivninger for 2050. Nedbørregioner 2 og 3 (Øst- og Sørlandet) har største forventet nedgang (ca. 10 prosent) som indikerer økt fare for sommertørke, særlig Rogaland-Jæren området som allerede er tørrere enn Østlandet om sommeren, basert på klimatologisk normalverdier.

Sammenlignet med våre resultater viser 'middels' resultatene fra *Klima i Norge 2100* en mindre nedgang i sommernedbør i regioner 2 og 3 for begge tidsvinduer 2021–2050 og 2071–2100. Som nevnte tidligere er nedbørsframskrivninger mer usikkert enn for temperatur. I Sør-Norge, hvor faren for sommertørke er største, er de noenlunde god overensstemmelse mellom gjennomsnittverdier fra forskjellige metoder, men individuelle modellresultater viser noen forskjeller (jf figur 18). Høstnedbør (figur 20) forventes å øke mellom 10–30% bortsett fra regioner 3 (Sørlandet) og 13 (Varanger), med 0–10% økning; region 7 (Dovre/Nord Østerdal) viser største økning i høstnedbør.



Figur 19. Endringer i sommernedbør for Norge rundt år 2050, beregnet fra perioden 1961–90 til år 2050. (Venstre) Gjennomsnittlige endringer basert på et 4-medlems ensemble. (Høyre) Regionale endringer. Nummer 1–13 langs x-aksen refererer til nedbørregionene (se figur 2, høyre). Uthevet symbol viser middelvei for ensembles 4 medlemmer. De andre symbolene viser verdiene for de enkelte modellene – se også figur 18.

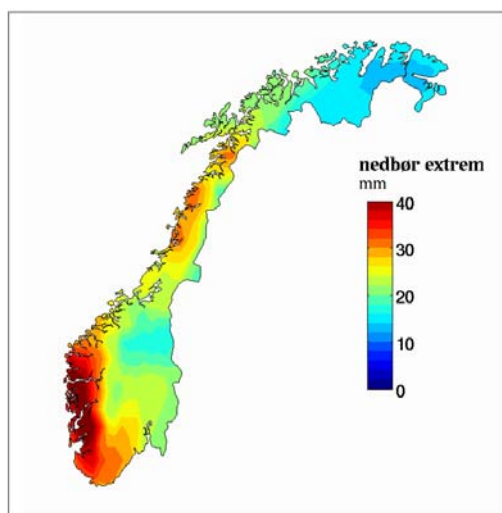


Figur 20. Endringer i høstnedbør for Norge rundt år 2050, beregnet fra perioden 1961–90 til år 2050. (Venstre) Gjennomsnittlige endringer basert på et 4-medlems ensemble. (Høyre) Regionale endringer. Nummer 1–13 langs x-aksen refererer til nedbørregionene (se figur 2, høyre). Forhevede symbolene viser middelerdi for ensemblets 4 medlemmer. De andre symbolene viser verdiene for de enkelte modellene.

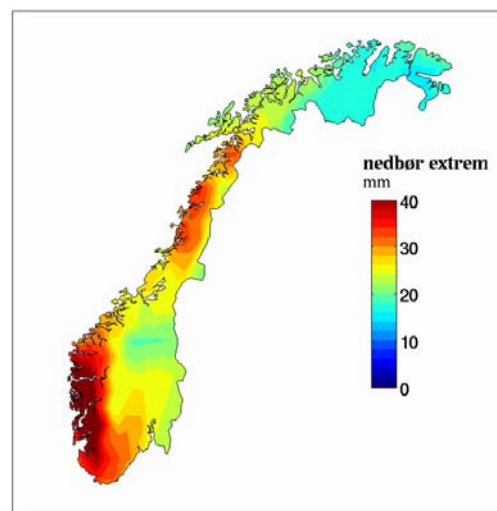
Ekstremnedbør

Analyse av ekstremnedbør fra modellkjøringer baseres vanligvis på prosentiler istedenfor absolutte verdier på grunn av modellbegrensninger. Følgende er utdrag av hovedresultatene fra to Bjerknessenter/met.no analyser av ekstremnedbør som ble rapporterte i *Klima i Norge 2100*. Nedbørframskrivningene ble benyttet til å vurdere endringer i hyppighet av dager med høye nedbørverdier, samt nedbørmengdene på slike dager i forskjellige norske regioner. Sorteberg og Haugen (2009) gjennomførte to forskjellige analyser. De bestemte '99,5-prosentilen' for døgnetnedbør for perioden 1961–90 (det vil si den døgnetverdien som ble overskredet ca. to ganger per år), og de så på hvor ofte denne ble overskredet i perioden 2071–2100. På lands- og årsbasis tilsier en middels framskrivning en økning i slike dager på 75 prosent. En økning i antall dager med store nedbørmengder samsvarer med resultatene til Haugen og Iversen (2008), som analyserte et ensemble med åtte framskrivninger. Det viser at vinter og høst gir 'middels'-framskrivning for Norge en dobling i antall dager med mye nedbør. Den gir generelt en økning i forekomsten av slike dager i alle regioner og årstider, selv sommerstid på Østlandet, der framskrivningene typisk gir reduksjon i gjennomsnittsnedbør i de fleste modellene. Sorteberg og Haugen (2009) undersøkte også endring i størrelsen på 0,5-prosentilen for døgnetnedbør fra 1961–90 til 2071–2100. Resultatene gir typisk økning på 10 til 25 prosent, og igjen ser vi at nedbørmengden på dager med mye nedbør har tendens til å øke.

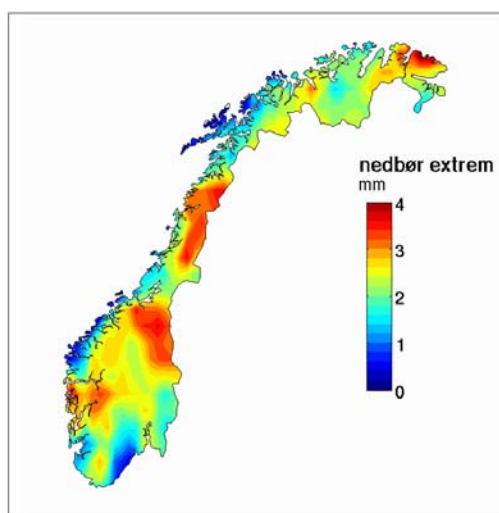
Vår egen analyse av ekstrem nedbør beregner endring i størrelsen på 1-prosentiler (her uttrykket som 99-prosentil) for døgnetnedbør fra 1961–90 til perioden rundt 2050 (figur 21). Beregning for absolutt differanse (figur 21, nederst til venstre) viser en tendens for nedbørmengden på dager med mye nedbør har tendens til å øke (0–4mm). Den relative differansen (figur 21, nederst til høyre) viser prosentvis endring som videre er inndelt i regioner og årstider (figur 22). Forventede økninger i 'ekstreme' nedbørsdager basert på prosentiler – ikke en bestemt nedbørs mengde – er ikke nødvendigvis vesentlig. Spredning mellom modellene er også såpass stor at vi vurderer resultatene som usikker på en regional og lokal basis.



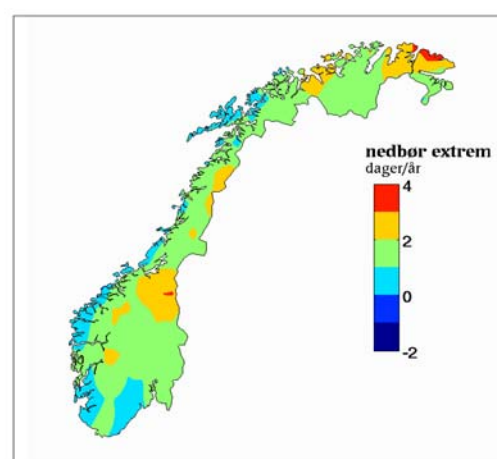
1961–90



2050

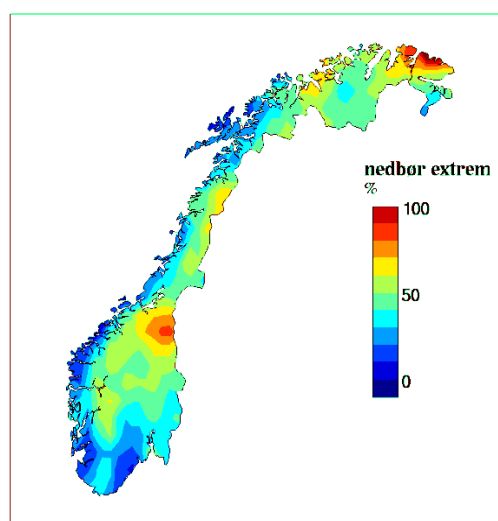


Differanse (millimeter) 2050 og 1961–90

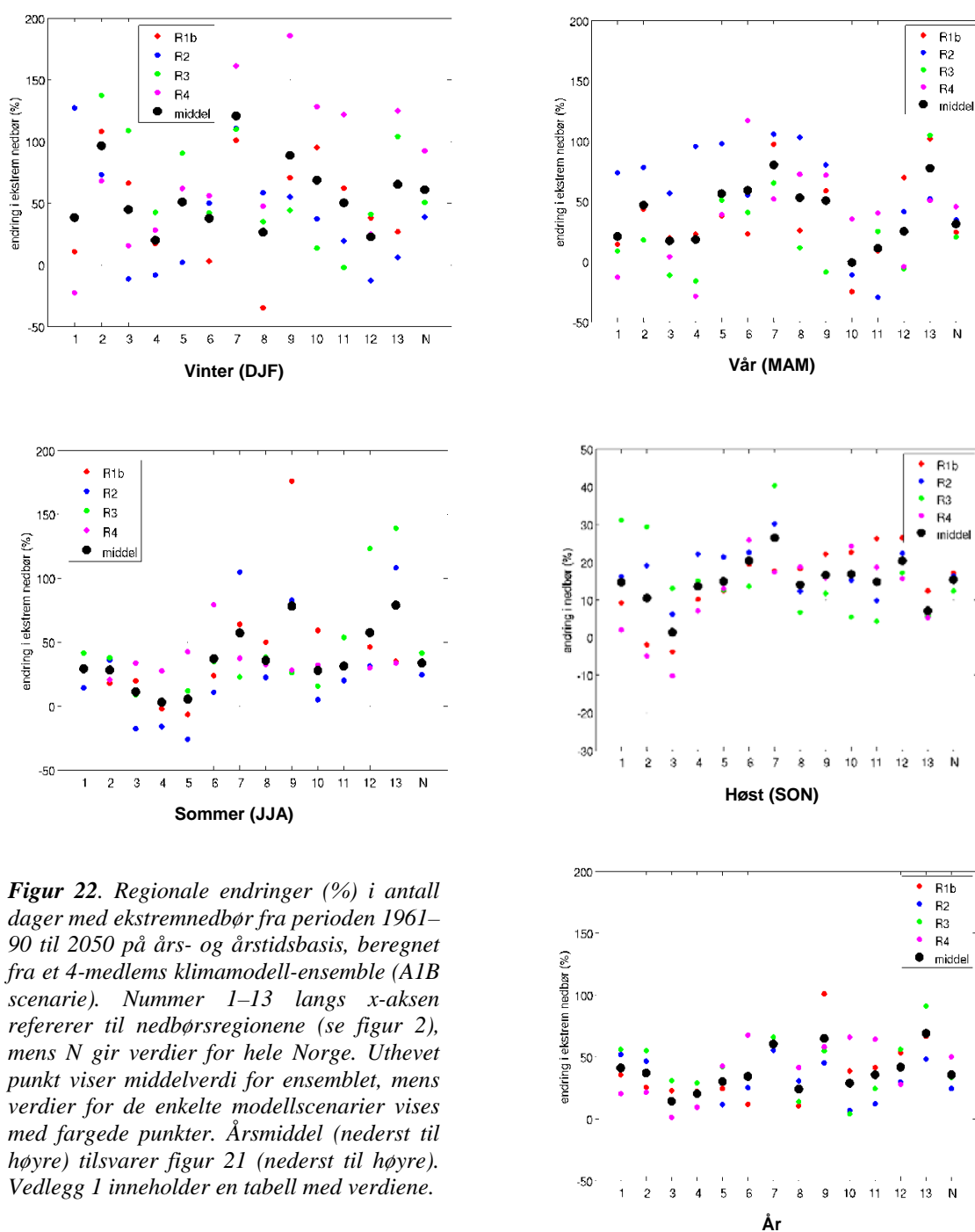


Differanse (antall dager) 2050 og 1961–90

Figur 21. Mengde (mm/døgn) 99-prosentil ekstremnedbør for perioden 1961–90 (Øverste til venstre) og perioden rundt år 2050 (Øverste til høyre) som gjennomsnitt fra et 4-medlems dynamisk-nedskalaert klimamodell-ensemble (A1B scenarie). Endring i ekstremnedbør fra perioden 1961–90 til rundt år 2050. Middel til venstre: Absolutt differanse i millimeter. Middel til høyre: Differanse i antall dager per år med 'ekstremnedbør' basert på 99%-verdien for 1961–90. Nederst til høyre: Relativ differanse (prosent) i antall dager med 'ekstremnedbør' basert på 99%-verdien for 1961–90.



Relativ differanse (% , antall dager) 2050 og 1961–90



Figur 22. Regionale endringer (%) i antall dager med ekstremnedbør fra perioden 1961–90 til 2050 på års- og årstidsbasis, beregnet fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie). Nummer 1–13 langs x-aksen refererer til nedbørsregionene (se figur 2), mens N gir verdier for hele Norge. Uthevet punkt viser middelerdi for ensemblet, mens verdier for de enkelte modellscenarier vises med fargede punkter. Årsmiddel (nederst til høyre) tilsvare figur 21 (nederst til høyre). Vedlegg 1 inneholder en tabell med verdiene.

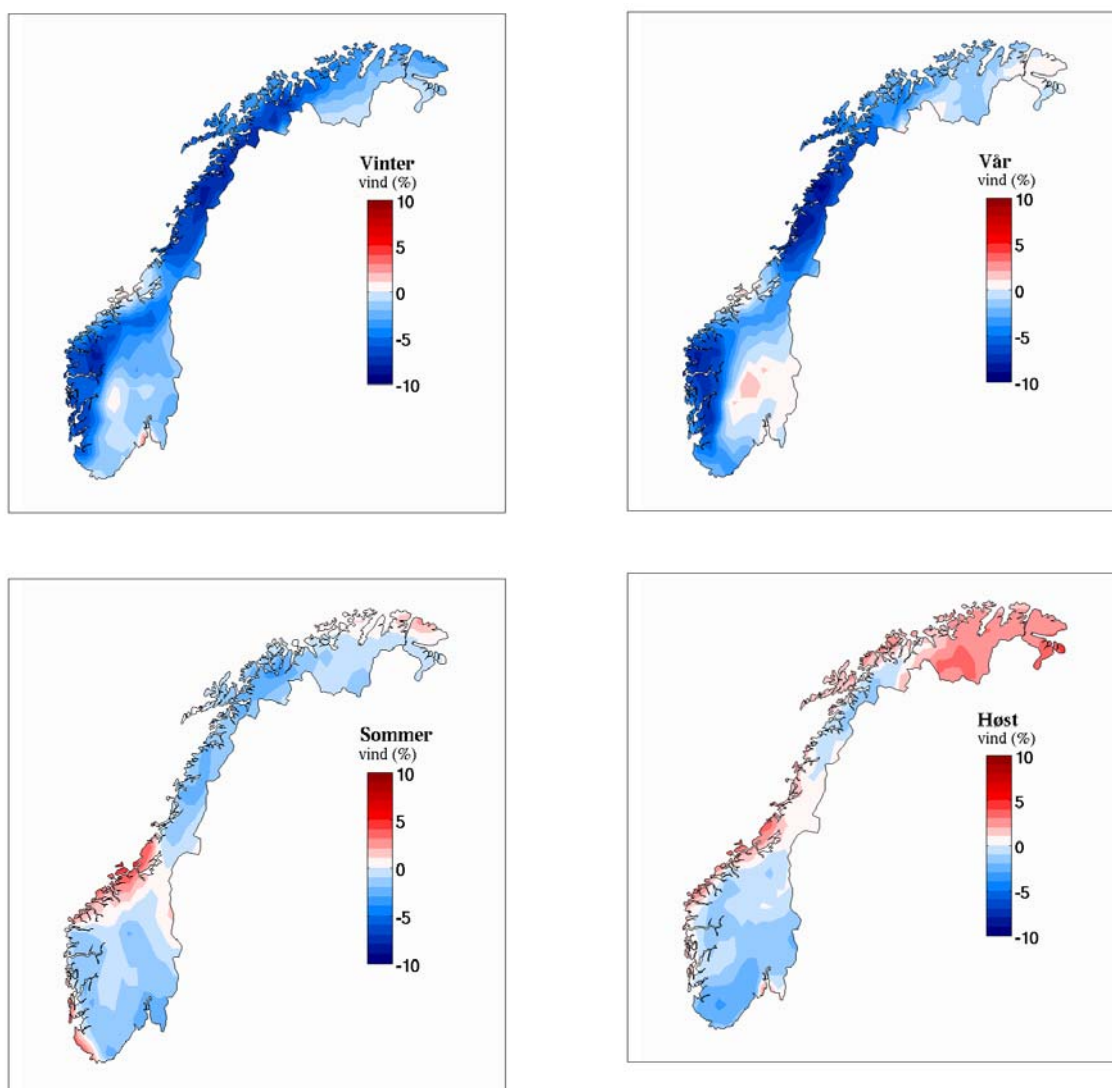
Vind

Kunnskapen om forventede endringer i vind er meget begrenset. I arbeidet for *Klima i Norge 2100* var det ikke gjort analyser av vind basert på de ensemblene som ble analysert for temperatur og nedbør. Årsaken er dels at det ikke ser ut til å være klare signaler i klimamodellene når det gjelder vind i våre områder. I tillegg er vinden nær bakken i utgangspunktet ikke godt modellert i klimamodellene. Ifølge *Klima i Norge 2100* viser klimamodellene viser 'liten eller ingen endring i midlere vindforhold i dette århundret. Hyppigheten av høyere vindstyrker kan øke, men grunnet systematiske svakheter i klimamodellene er det for tidlig å konkludere.' Rapporten nevner at Haugen og Iversen (2008) analyserte imidlertid et ensemble med åtte framskrivninger med hensyn til blant annet vind. De så på endringer fram mot midten av århundret

og konkluderte med at endringene i midlere vindforhold ifølge modellene blir små, men at endringene ser ut til bli større for høye vindhastigheter.'

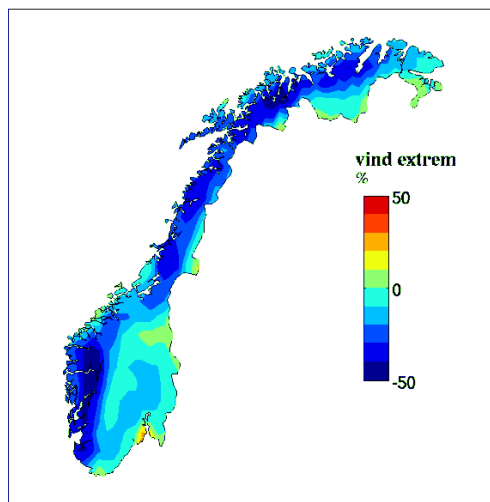
Andre nyere studier (Forland m.fl. 2009) har konkludert med at opptreden av polare lavtrykk langs kysten av Norge antagelig vil avta, fordi området med relativt høy sannsynlighet for polare lavtrykk flytter nordover ettersom sjøisgrensen flytter seg. Dette er i overensstemmelse med analyse av tretten klimaframskrivninger ledet av BS (Kolstad og Bracegridle, 2008) og en pågående modellanalyse av BS som forventer at stormbaner over de Nordiske av flytter seg nordover mot slutten av århundre. En gjennomgang av andre nyere resultater fra BS og andre forskning, både norsk og internasjonalt, gir heller ikke noen definitive konklusjoner om forventede endringer i vindforhold i Norge eller bredere tilstøttende områder.

Vår egen vindanalyse (figur 23) viser endringer i gjennomsnitt vindhastighet fra 1961–90 fram til 2050, beregnet som gjennomsnitt fra et 4-medlems ensemble og A1B scenariet. Det viser en nedgang om vinteren og våren som i større områder beregnes som ca –10%. Forventede trender for sommer og høsten er svakere. Vår analyse av 'ekstrem' vind beregner endring i størrelsen på 99-prosentil-vind for fra 1961–90 til perioden rundt 2050. Figur 24 på neste side viser prosentvis endring i ekstrem vind basert på den 99-prosentil hastighet for 1961–90. Til tross for at våre og noen andre beregninger viser en nedgang i vind over Norge, spriker andre forskningsresultater i motsatt retning. Vår vurdering p.t. er at det er fortsatt ikke mulig å si noen mer enn at det kan være en tendens for mindre vind og mindre ekstremvind mot 2050.



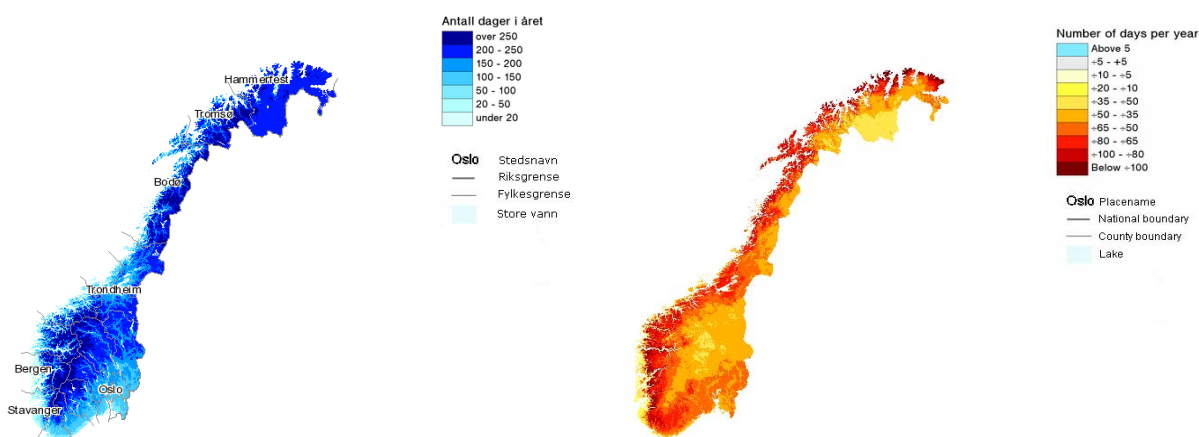
Figur 23. Kart over endring (%) i vindhastighet fra perioden 1961–90 til 2050 på årstidsbasis, beregnet som gjennomsnitt fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie).

Figur 24. Kart over endring (%) i ekstremvind (99-prosentil) fra perioden 1961–90 til 2050 på årstidsbasis, beregnet som gjennomsnitt fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie).



Snøvarighet

Snødekkeparametre kan modelleres med å kombinere klimamodellscenarier med hydrologisk beregninger. Ifølge *Klima i Norge 2100* viser det er forventet reduksjonen i maksimalt snømagasin for perioden 2030–49 og for perioden 2071–2100 (ECHAM4 B2). Framskrivningene av vinternedbøren viser en klar økning, 'noe som tilsier økt snøfall i høytliggende områder så lenge temperaturen ikke stiger for mye. Det viser en betydelig større reduksjon i snømagasinet i lavereliggende områder nær kysten som følge av senere start på akkumulasjonssesongen og tidligere avslutning av denne. Dette framgår også klart av kart som viser reduksjonen i antall dager per år med snødekke, dvs. lengde til snøsesongen. Det snømagasinet i lavereliggende områder nær kysten som følge av senere start på akkumulasjonssesongen og tidligere avslutning av denne.' Dette gjenspeiles i kart som viser reduksjonen i antall dager per år med snødekke. Et eksempel som viser endringer i snøvarighet fra ECHAM4 B2 for 2071-2100 (figur 25). Ifølge Klim2100 blir snøsesongen blir kortere i hele landet. Reduksjonen blir størst i lavlandet, hvor 2–3 måneders reduksjon beregnes mot 2100. Snøsesongen blir kortere i hele landet. Reduksjonen blir størst i lavlandet, hvor 2–3 måneders reduksjon beregnes mot slutten av århundret. Snødekke avhenger av både temperatur og nedbør som gir to måter å innføre usikkerhet. Det er vanskelig å fastsette usikkerheten basert på resultater som ikke er direkte sammenlignbare, men mindre snøvarighet er ganske sannsynlig.



Figur 25. (Venstre) Kart over gjennomsnittlig snøvarighet (antall dager per år) for normalperioden 1961–90. (Høyre) Kart over endringer i snøvarighet (antall dager per år) fra perioden 1961–90 til 2071–2100, basert på den globale klimamodellen ECHAM4/OPYC (scenarie B2) 3, den regionale klimamodellen HIRHAM (scenarie B2) og den hydrologiske modellen HBV. Kilde, *senorge.no*.

Avrenning og grunnvannstand

Grunnlaget for scenarier for avrenning finnes i klima- og hydrologisk modellering som er gjennomførte av bl.a. NVE og som presenterte i *Klima i Norge 2100* og på senorge.no. Her vi kort presenterer hovedresultatene fra eksisterende framskriver for avrenning og grunnvannstand som utdrag fra den omtalte rapporten.

Ifølge *Klima i Norge 2100* vil sommeren få redusert avrenning i store deler av landet. De største endringene beregnes i Troms og Finnmark, der avrenningen kan avta så mye som 40 til 60%. En viktig forskjell mellom de tre framskrivingene er at Hadley-modellen gir mer tilførsel av nedbør fra sørøst, mens ECHAM4-modellen (figur 26, neste side) gir forsterket vestavindsfelt og dermed økt nedbør og avrenning på vestsiden av Norge. Nedbørøkningen er betydelig mindre fra Midt-Norge og nordover i Hadley-framskrivingen enn i ECHAM4.

Med unntak av breområdene gir Hadley-A2-framskrivingen små endringer på det sentrale Østlandet, på Vestlandet og langs kysten i Nordland og Troms. I indre strøk i Telemark og Agderfylkene, i Akershus og Østfold, i de sentrale høyfjellsområdene i Sør- og Midt-Norge, nær vannskillet mot øst i Nordland og i Finnmark blir det tørrere. På sesongbasis er endringene ganske like de som er beskrevet for den kortere framskrivningsperioden, med våtere vinter, økt avrenning i fjellet og redusert avrenning i lavlandet om våren, tørrere sommer, men med et unntak på kysten av midt-Norge der alle tre framskrivingene gir økt avrenning på 10–50 prosent.

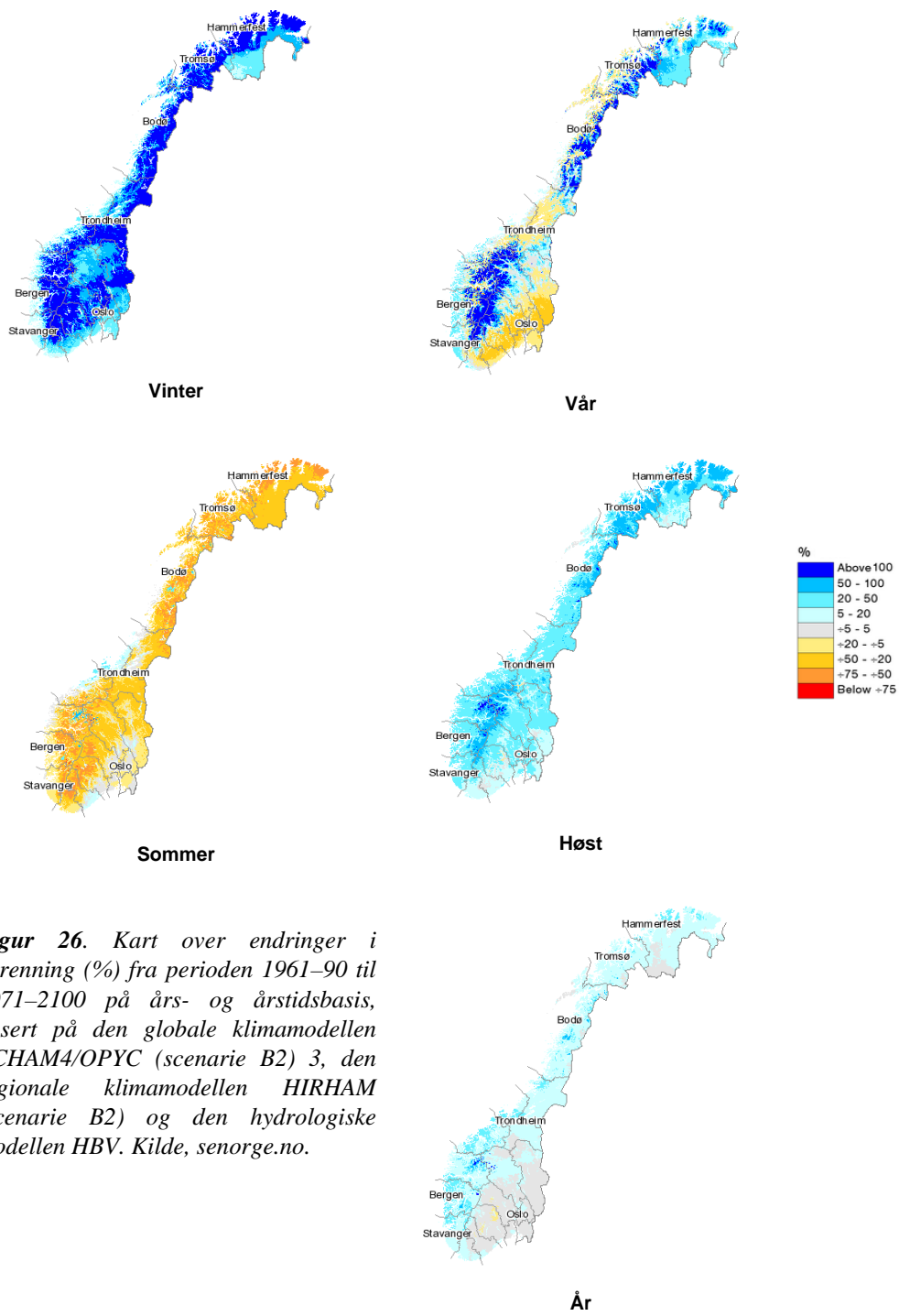
Om høsten forventes redusert avrenning fra Østfold til Rogaland, ytterst på kysten av Vestlandet og i dalførene nord på Østlandet i Hadley-A2-framskrivingen. Det forventes 'litt redusert avrenning nær kysten i Agderfylkene, i deler av Østfold og Akershus og i de sentrale dalstrøkene nord på Østlandet. For øvrig gir alle framskrivingene betydelig økt avrenning, særlig i Nord-Norge, men også i breområdene i Sør-Norge. Igjen er vår vurdering av usikkerheter vanskelig fordi avrenning er stor grad styret av nedbør som har visst seg å være avhengig av hvilken klimamodell man bruker for klimaframskrivingen.

Grunnlaget for scenarier for grunnvannstand finnes i klima- og hydrologisk modellering som er gjennomførte av NVE og tilgjengelige på senorge.no. Grunnvannstand er ikke med i *Klima i Norge 2100*. Resultatene fra senorge.no er for modellering for 2071–2100 på årstidsbasis (figur 27). Det forventes største økning om vinteren, med en moderat økning om høsten og våren. Om sommeren derimot forventes en nedgang.

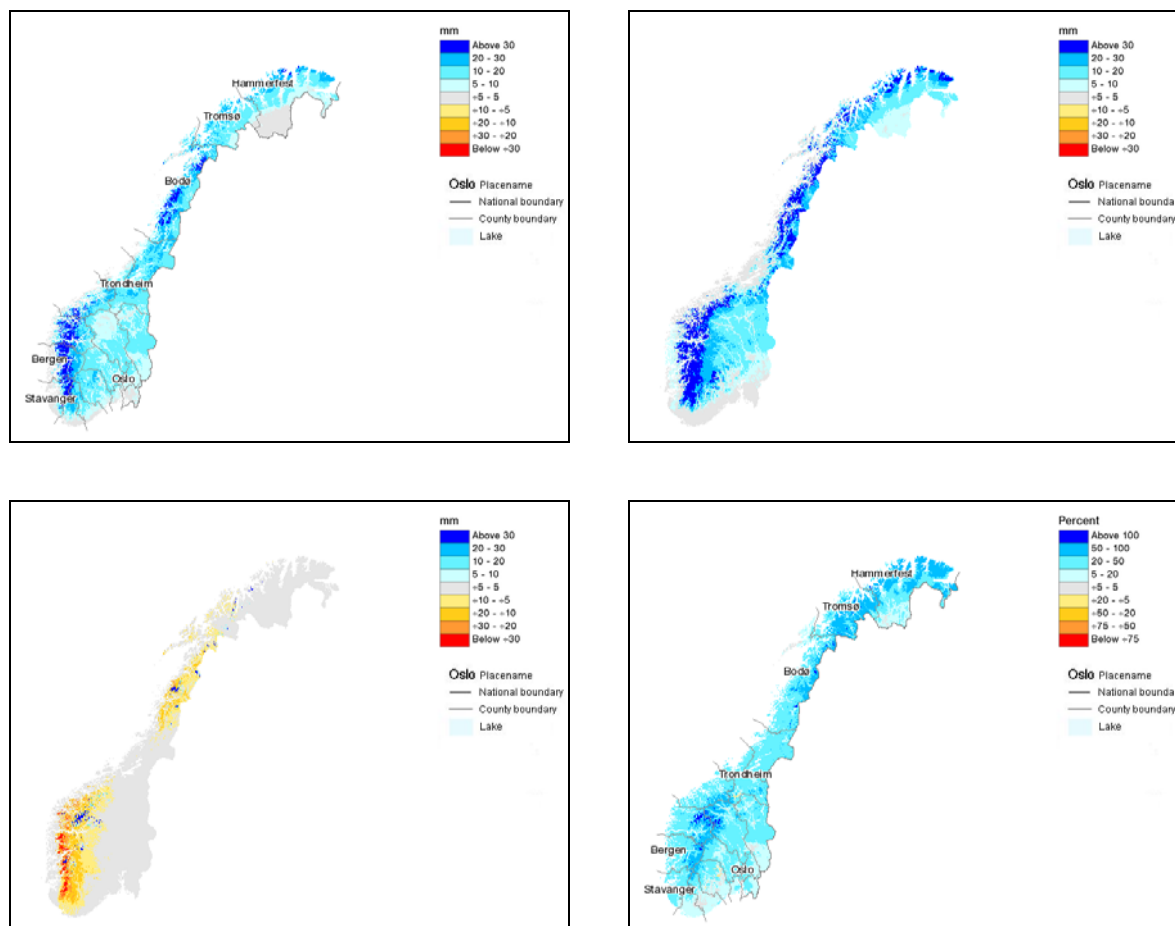
Havnivå og stormflo

Havnivå og stormflo er både 'effektvariabler' som krever metoder som går utover de som en klimamodell i seg selv kan levere. I den foreliggende klimaanalysen benytter vi nyere resultater som Bjerknessenteret har utarbeidet for havnivåstigning og mulig stormflo i alle norske kystkommuner for årene 2050 og 2100 (Drange, Marzeion m. fl., 2007, Vasskog 2007). Disse resultatene ble også tatt med i *Klima i Norge 2100*. Vasskog og andre har siden reviderte tallene i rapporten *Havnivåstigning* (2009). Her skal vi bringe utdrag fra disse publikasjonene og benytter *Havnivåstignings* reviderte tall for havnivåstigning og mulig stormflo for bestemte steder.

Framgangsmåte av Drange, Marzeion m. fl. (2007) hviler på disse forutsetningene: Global havnivåstigning i tråd med beregninger av Rahmstorf (2007), som bygger på en sammenheng mellom global temperaturøkning og global havnivåstigning fra 1880 og fram til i dag. Rahmstorfs studien ble publisert etter at arbeidet med IPCCs fjerde hovedrapport (IPCC 2007) ble avsluttet. Rahmstorfs modell, som beskriver historisk havnivåstigning langs norskekysten på en svært god måte (14 cm fra 1891 til 1990), innebærer høyere anslag for framtidig havnivå enn de IPCC har gått ut fra. Mens IPCC opererer med en global havnivåøkning på 18–51 cm mot slutten av dette hundreåret i forhold til perioden 1980–99, gir Rahmstorfs modell en økning på 55–110 cm fra 2000 til 2100. For 2025 svarer dette til en havnivåstigning på 10,8 cm (usikkerhet: $\pm 1,7$ cm) og tilsvarende for 2060 34,9 cm ($-4,8/+6,2$ cm). I tillegg til den globale havnivåstigningen vil havområdene langs norskekysten få en ekstra havnivåøkning på 10 cm i løpet av dette hundreåret. Når havnivået ikke stiger like mye over hele kloden henger dette sammen med varierende varmeopptak, påvirkning av framtidig endring i havsirkulasjonen og forskjellig tetthet på bergarter (ulikt sterk gravitasjon). Det antas lineær utvikling av denne komponenten, det gir 1,3 cm i 2025 og 4,4 cm i 2060.



Figur 26. Kart over endringer i avrenning (%) fra perioden 1961–90 til 2071–2100 på års- og årstidsbasis, basert på den globale klimamodellen ECHAM4/OPYC (scenarie B2) 3, den regionale klimamodellen HIRHAM (scenarie B2) og den hydrologiske modellen HBV. Kilde, senorge.no.



Figur 27. Kart over forventet grunnvannstandendring på års- og årstidsbasis, fra perioden 1961–90 til 2071–2100, basert på den globale klimamodellen ECHAM4/OPYC (scenarie B2) 3, den regionale klimamodellen HIRHAM (scenarie B2) og den hydrologiske modellen HBV. Kilde, senorge.no.

Havnivå og stormflo (fort.)

Landheving, som fremdeles foregår etter siste istid, varierer fra kommune til kommune. Vasskog (2007) presenterer tall for landheving i alle norske kystkommuner for 2050 og 2100. Også her kan vi gå ut fra lineær utvikling ved etablering av tall for 2025 og 2060. I tråd med Vasskog (2007) blir usikkerheten $\pm 0,8$ cm i 2025 og $\pm 1,8$ cm i 2060. Estimerte endringer (og tilsvarende usikkerheter) i havnivå og stormflo varierer rundt Norge. For å oppsummere resultatene, i løpet av det 21. århundret kan havnivået langs norskekysten forventes å stige med rundt 70 cm langs sør- og vestlandskysten, rundt 60 cm i Nord-Norge og rundt 40 cm innerst i Oslo- og Trondheimsfjorden. Grunnet usikkerheter knyttet til de ulike bidragene til framtidig havstigning, kan havstigningen bli fra 20 cm lavere til 35 cm høyere enn verdiene gitt over. Rapporten *Havnivåstigning* (2009) inneholder noen justeringer basert på mer nyanserte beregninger m.h.t. 'usikkerhet knyttet til værrets bidrag til flere av storflomtallene i forrige rapport. Spesielt fikk det betydning for beregninger av tidevann i store og små fjordsystemer'. Verdiene for casekommunene lagt inn i tilsvarende i følgende kapittel 'Forventede klimaendringer som kan påvirke kommunal fysisk infrastruktur: lokale analyse'. Vedlegg 3 inneholder tabeller med oppdaterte tall (*Havnivåstigning*, 2009) for havnivå og 100-års stormflo for hver kystkommune for år 2050 og 2100.

Forventede klimaendringer som kan påvirke kommunal fysisk infrastruktur: lokale analyse

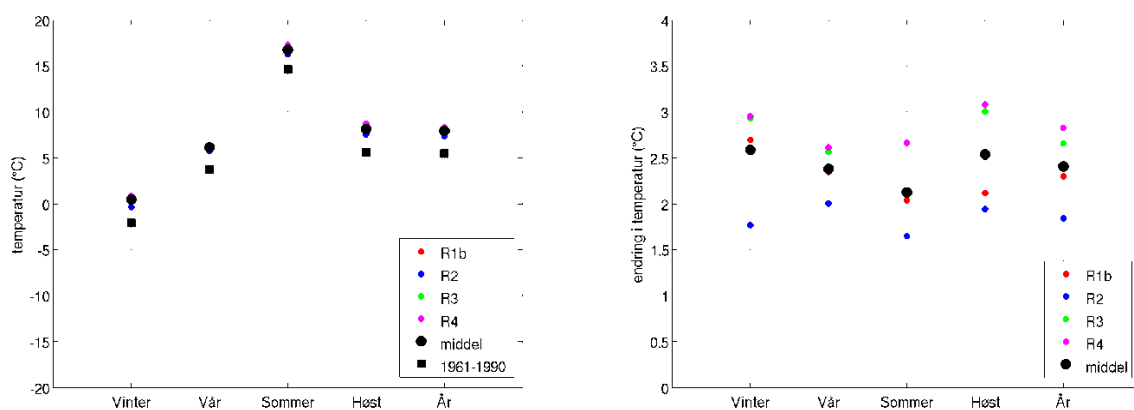
Innledning

Forventede endringer i utvalgte klimaparametre for hver av de 6 case kommuner her er basert på våre modellberegninger for tidsvindue rundt 2050. Grunnlaget for modellberegningene er det samme som benyttet for de nasjonale og regionale analysene i forrige kapitlet. Metoden for å avlede lokale forhold er basert på beregninger for 50km rundt kommunes nærmeste meteorologisk målestasjon (met.no). Resultatene er gitt i diagrammene og i tabeller i vedlegg 2. Opplysninger om klimaparametre som ikke inngår i vår modellkjøring hentes fra eksisterende kunnskap fra andre kilder.

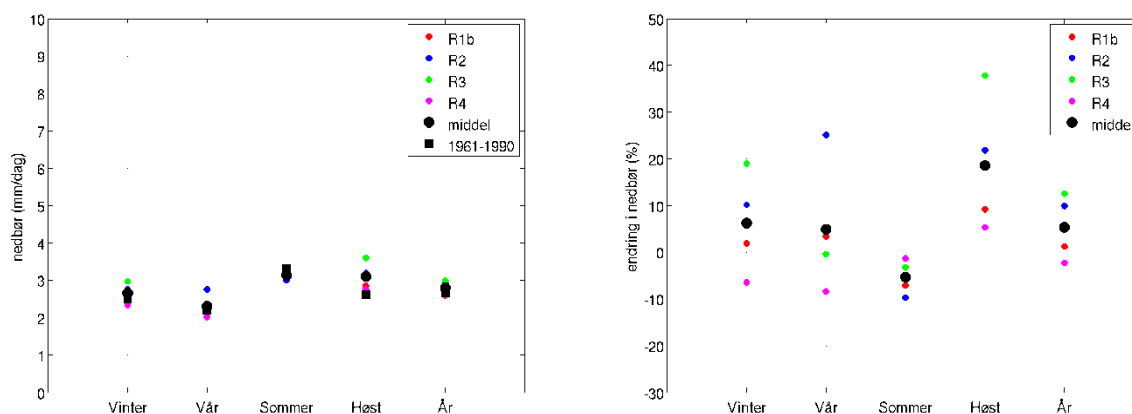
Kommune 1 – Fredrikstad

FREDRIKSTAD Koordinater: 59.23 N, 10.96 E. Beste representerte av målepunktet E FREDRIKSTAD (3030)

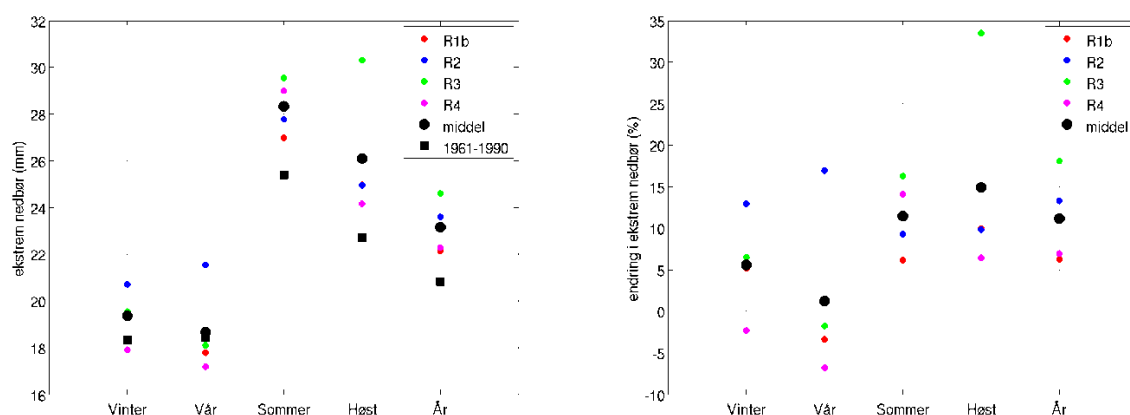
Temperatur og nedbør



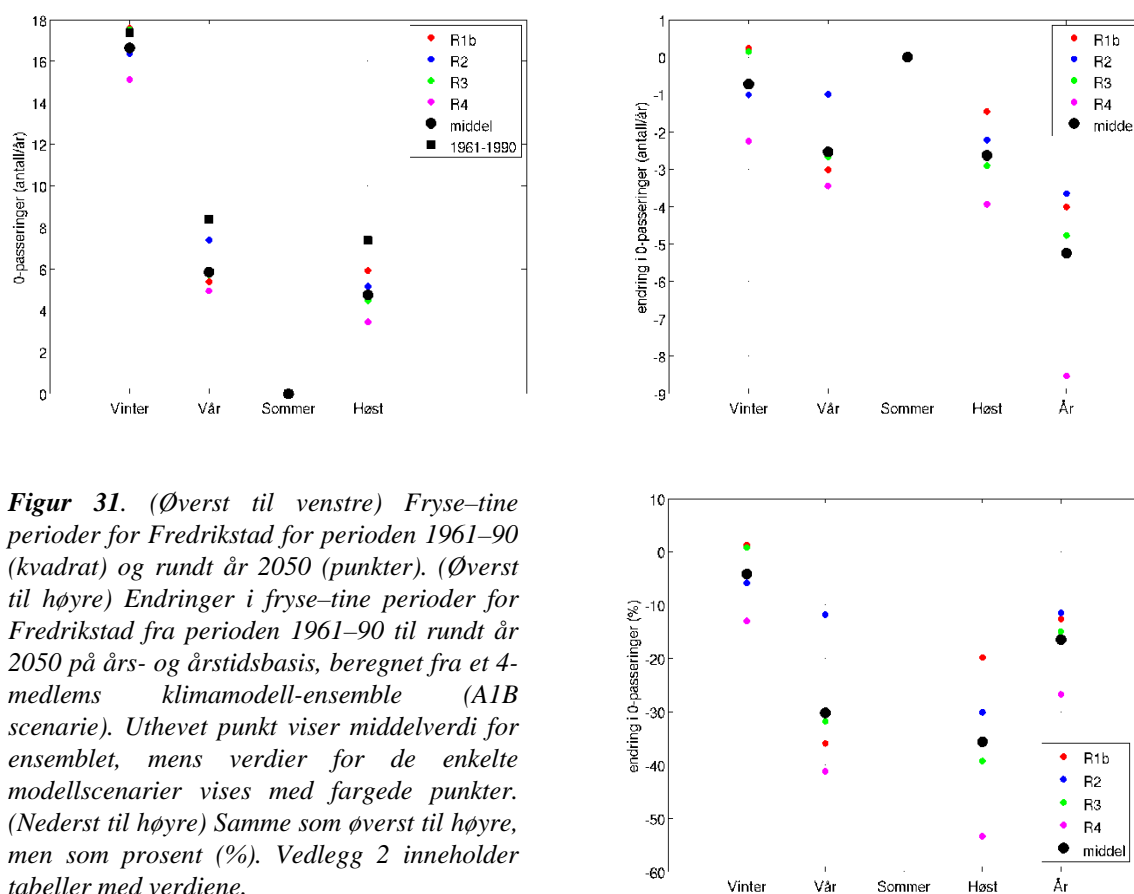
Figur 28. (Venstre) Temperatur for Fredrikstad for perioden 1961–90 (kvadrat) og år 2050 (punkter). (Høyre) Temperaturendringer for Fredrikstad fra perioden 1961–90 til rundt år 2050 på års- og årstidsbasis, beregnet fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie). Uthevet punkt viser middelerdi for ensemblet, mens verdier for de enkelte modellscenarier vises med fargede punkter.



Figur 29. (Venstre) Nedbør for Fredrikstad for perioden 1961–90 (kvadrat) og rundt år 2050 (punkter). (Høyre) Nedbørendringer for Fredrikstad fra perioden 1961–90 til rundt år 2050 på års- og årstidsbasis, beregnet fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie). Uthevet punkt viser middelerdi for ensemblet, mens verdier for de enkelte modellscenarier vises med fargede punkter. Vedlegg 2 inneholder en tabell med verdiene.



Figur 30. (Venstre) Ekstremnedbør for Fredrikstad for perioden 1961–90 (kvadrat) og rundt år 2050, basert på 99%-verdien (punkter). (Høyre) Endringer (%) i ekstremnedbør for Fredrikstad fra perioden 1961–90 til rundt år 2050 på års- og årstidsbasis, beregnet fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie). Uthevet punkt viser middelværdi for ensemblet, mens verdier for de enkelte modellscenarier vises med fargede punkter.

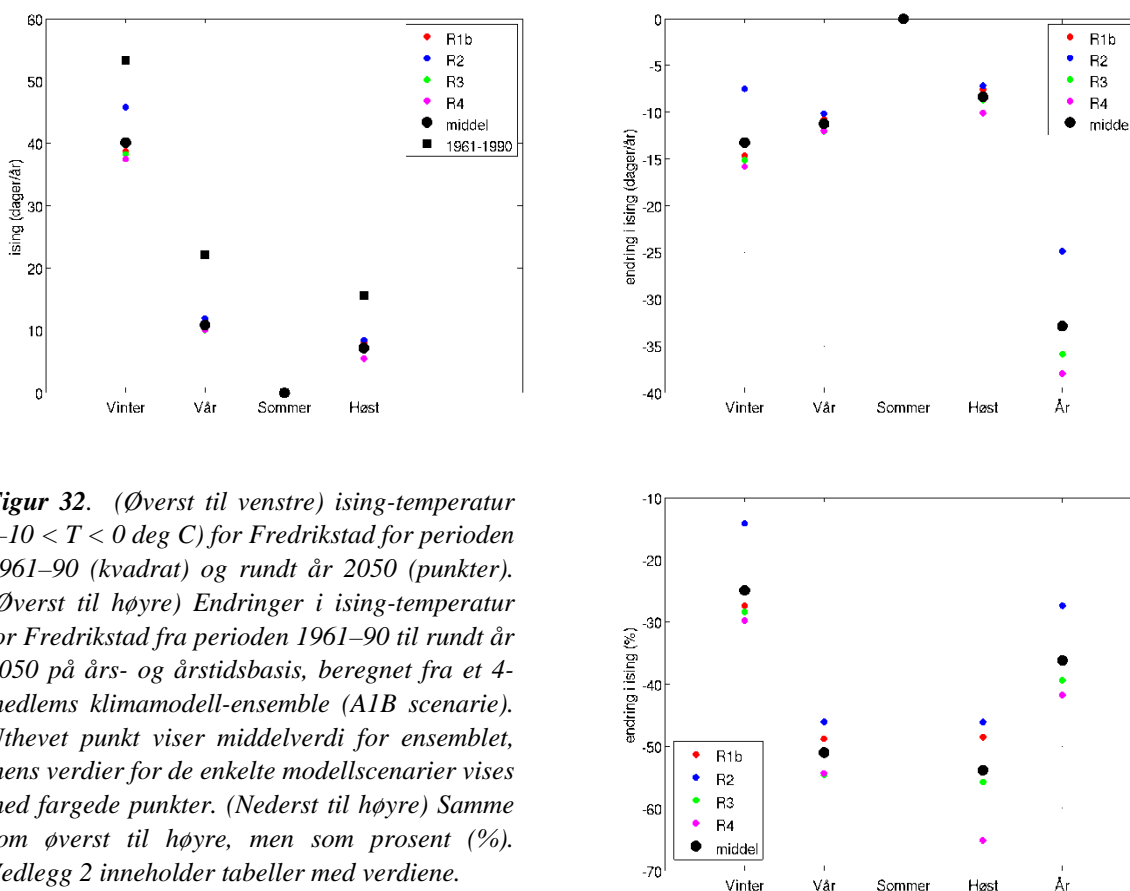


Figur 31. (Øverst til venstre) Fryse–tine perioder for Fredrikstad for perioden 1961–90 (kvadrat) og rundt år 2050 (punkter). (Øverst til høyre) Endringer i fryse–tine perioder for Fredrikstad fra perioden 1961–90 til rundt år 2050 på års- og årstidsbasis, beregnet fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie). Uthevet punkt viser middelværdi for ensemblet, mens verdier for de enkelte modellscenarier vises med fargede punkter. (Nederst til høyre) Samme som øverst til høyre, men som prosent (%). Vedlegg 2 inneholder tabeller med verdiene.

Fryse–tine perioder og ising-temperatur

Basert på vår analyse for år 2050 det forventes en 30–35% nedgang i antall fryse–tine perioder om våren og høsten henholdsvis, med en liten nedgang om vinteren (figur 31). Resultater for ising-temperatur (figur 32) viser en nedgang i antall dager med ising-temperatur. Som en temperaturparameter betraktes

sikkerheten som relativt høy, men om endringer i ising-gunstig temperatur fører tilsvarende isings hendelser er ikke forutsigbart fra denne analysen.



Vekstsesong

Basert på vår analyse for 2050 viser endringer i vekstsesong 41 dager som tilsvarer en 22% økning fra 1961–90.

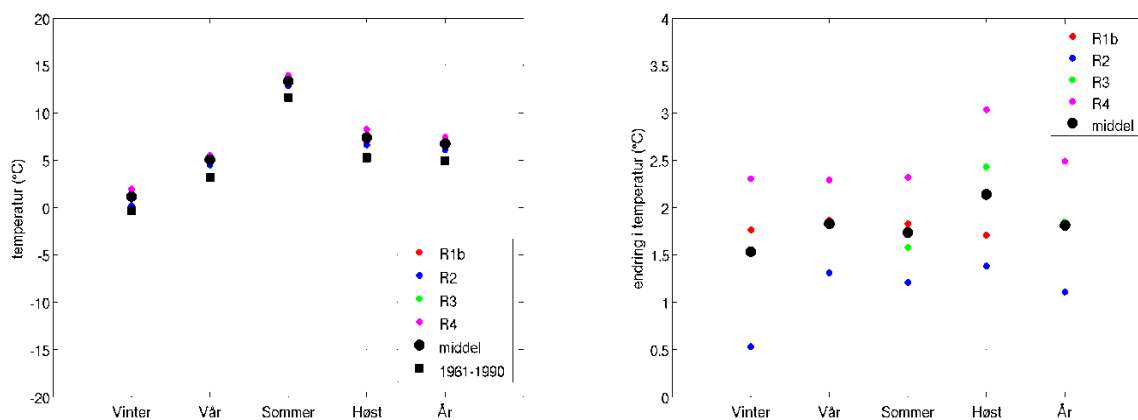
Havnivå og stormflo

Ifølge Havnivåstigningsrapporten (2009) er tallene for 2050 havnivåstigning og mulig stormflo 12 cm og 172 cm, henholdsvis, mens for 2100 er tallene 52 cm og 217 cm. Sarpsborg og Fredrikstad er to av kommunene som har hatt meste stormfloskader. Der er anslått at stormflonivået i 2100 der kan ligge på mellom 186–217 cm, mens høyeste registrerte stormflo i Fredrikstad var 138 cm over landkartnull (Groven, 2008).

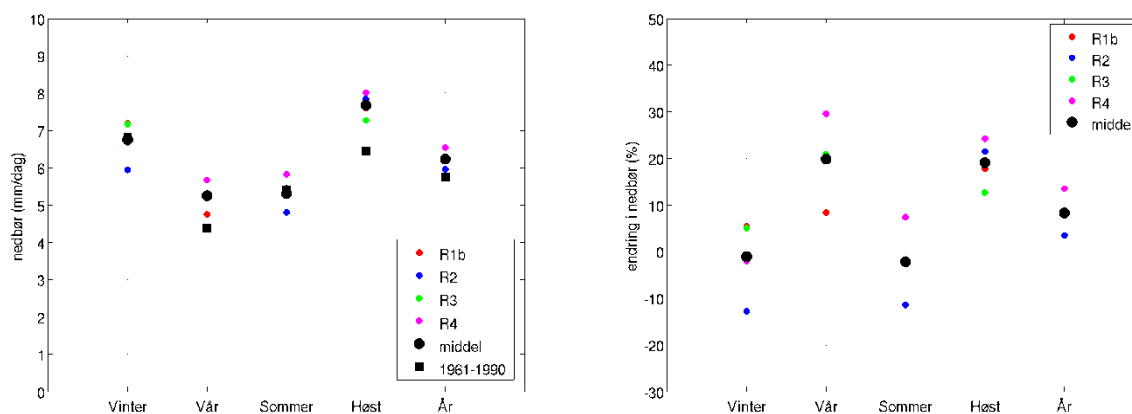
Kommune 2 – Bergen

Bergen 60.38 N 05.33 E BERGEN SENTRUM (50485)

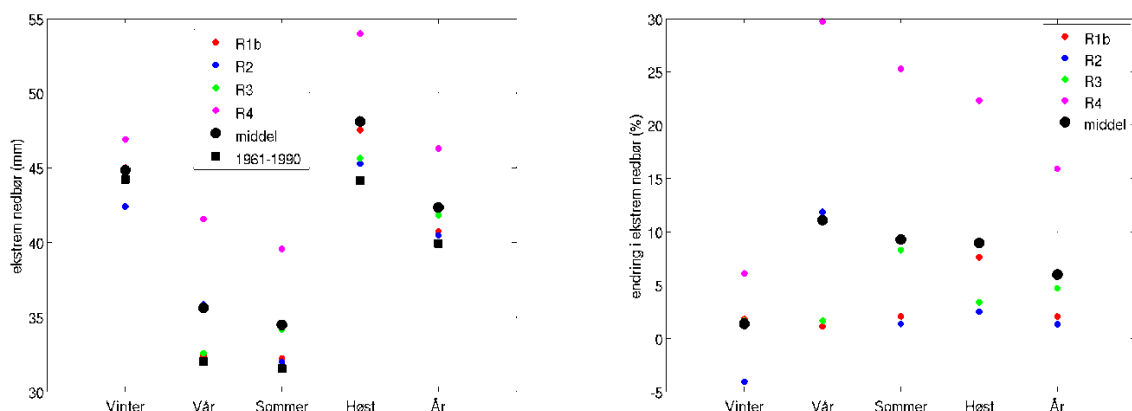
Temperatur og nedbør



Figur 33. (Venstre) Temperatur for Bergen for perioden 1961–90 (kvadrat) og rundt år 2050 (punkter). (Høyre) Temperaturendringer for Bergen fra perioden 1961–90 til rundt år 2050 på års- og årstidsbasis, beregnet fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie). Uthevet punkt viser middelvei for ensemblet, mens verdier for de enkelte modellscenarier vises med fargede punkter. Vedlegg 2 inneholder en tabell med verdiene.



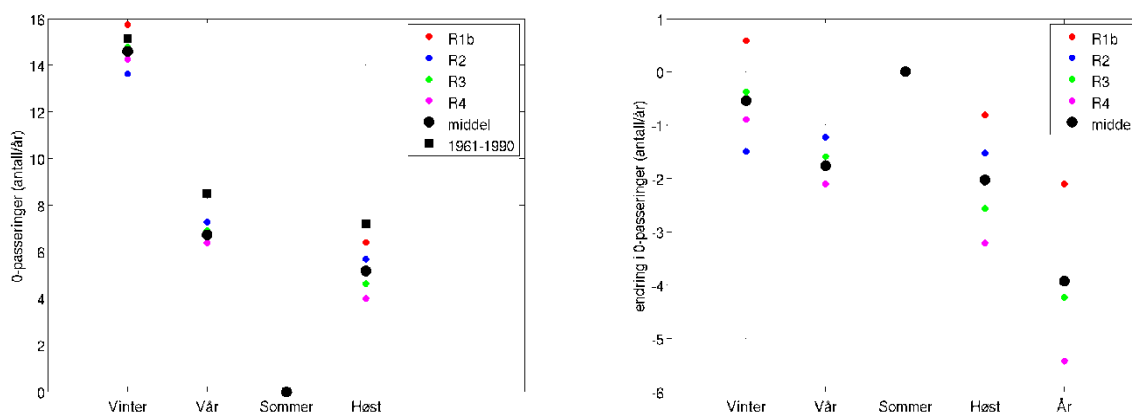
Figur 34. (Venstre) Nedbør for Bergen for perioden 1961–90 (kvadrat) og rundt år 2050 (punkter). (Høyre) Nedbørendringer for Bergen fra perioden 1961–90 til rundt år 2050 på års- og årstidsbasis, beregnet fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie). Uthevet punkt viser middelvei for ensemblet, mens verdier for de enkelte modellscenarier vises med fargede punkter. Vedlegg 2 inneholder en tabell med verdiene.



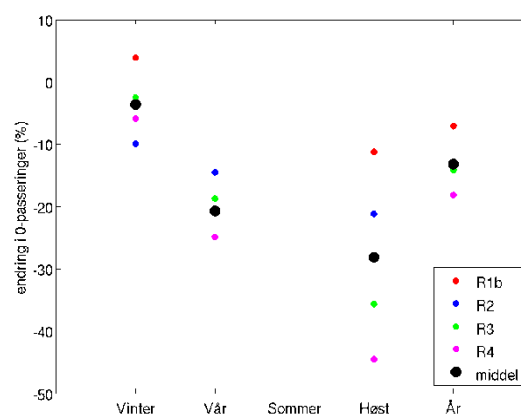
Figur 35. (Venstre) Ekstremnedbør for Bergen for perioden 1961–90 (kvadrat) og rundt år 2050, basert på 99%-verdien (punkter). (Høyre) Endringer (%) i ekstremnedbør for Bergen fra perioden 1961–90 til rundt år 2050 på års- og årstidsbasis, beregnet fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie). Uthevet punkt viser middelvei for ensemblet, mens verdier for de enkelte modellscenarier vises med fargede punkter.

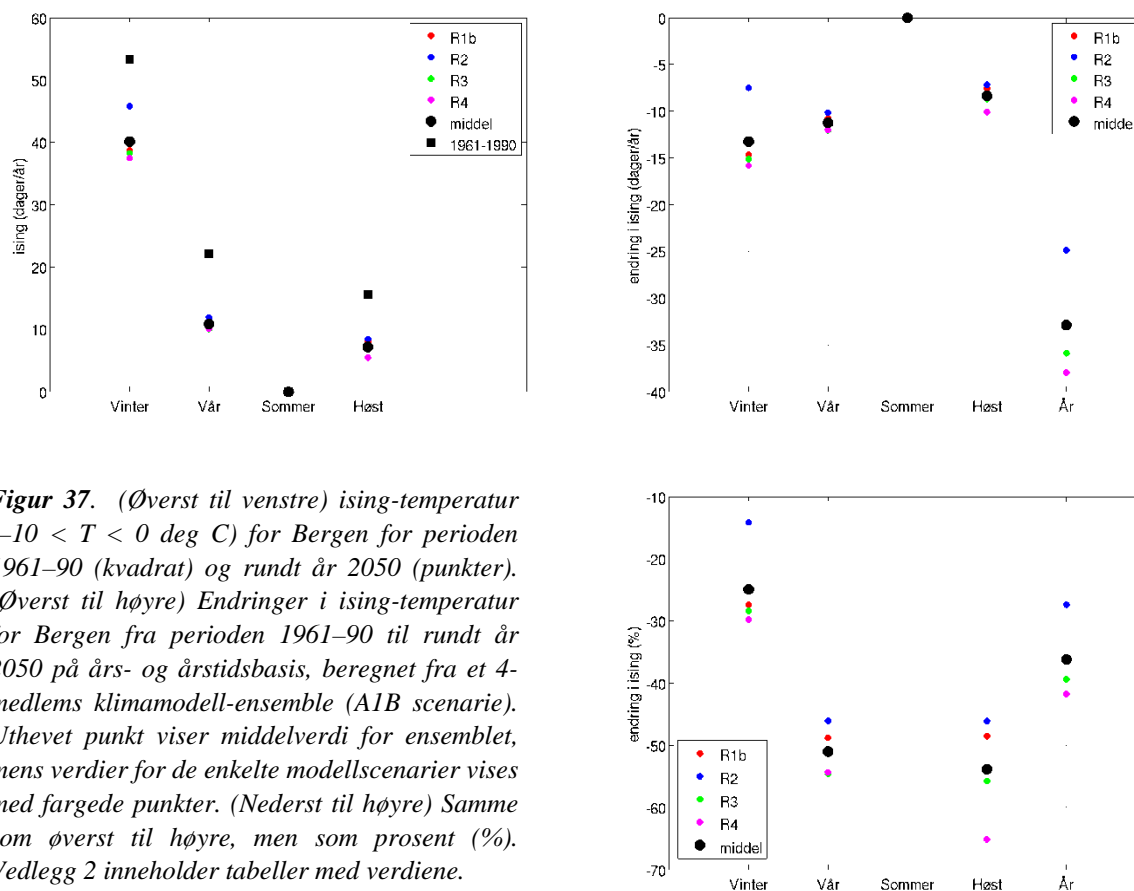
Fryse/tine-perioder og ising-temperatur

Basert på vår analyse for år 2050 det forventes en moderat nedgang i antall fryse/tine-perioder om høsten – fra 7 per i 1961–90 til 5 rundt år 2050 (tilsvarende nesten 30%), med en svakere nedgang om våren og vinteren (figur 36). Resultater for ising-temperatur (figur 37) for Bergen viser en vesentlig nedgang i antall dager med ising-temperatur, særlig om vinteren.



Figur 36. (Øverst til venstre) Fryse–tine perioder for Bergen for perioden 1961–90 (kvadrat) og rundt år 2050 (punkter). (Øverst til høyre) Endringer i fryse–tine perioder for Bergen fra perioden 1961–90 til rundt år 2050 på års- og årstidsbasis, beregnet fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie). Uthevet punkt viser middelvei for ensemblet, mens verdier for de enkelte modellscenarier vises med fargede punkter. (Nederst til høyre) Som Øverst til høyre, men som prosent (%). Vedlegg 2 inneholder tabeller med verdiene.





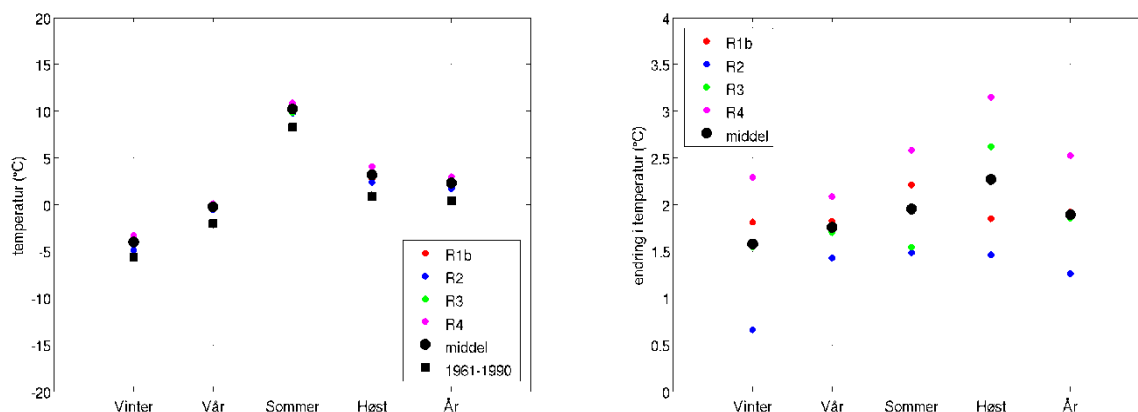
Havnivå og stormflo

Ifølge Havnivåstigningsrapporten (2009) er tallene for Bergen i 2050 havnivåstigning og mulig stormflo 23 cm og 186 cm, henholdsvis, mens for 2100 er tallene 73 cm og 241 cm.

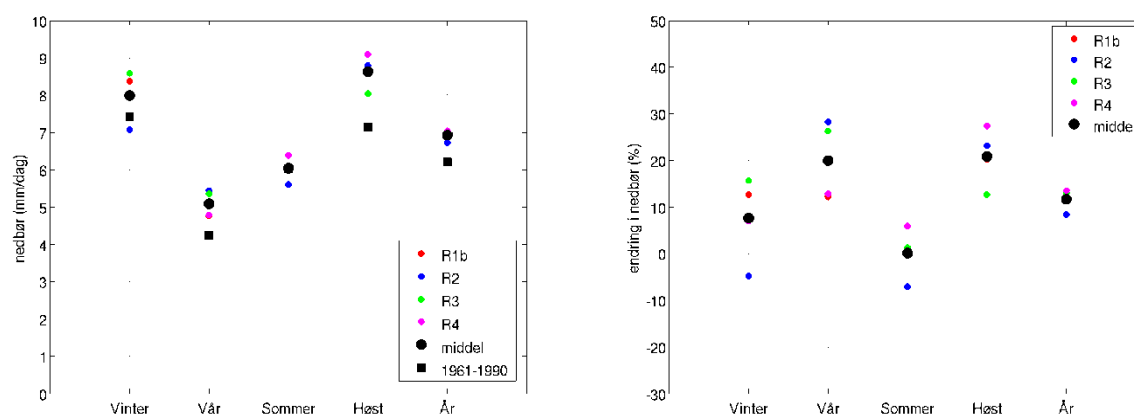
Kommune 3 – Voss

Voss 60.62 N 06.42 E VOSSEVANGEN (51530)

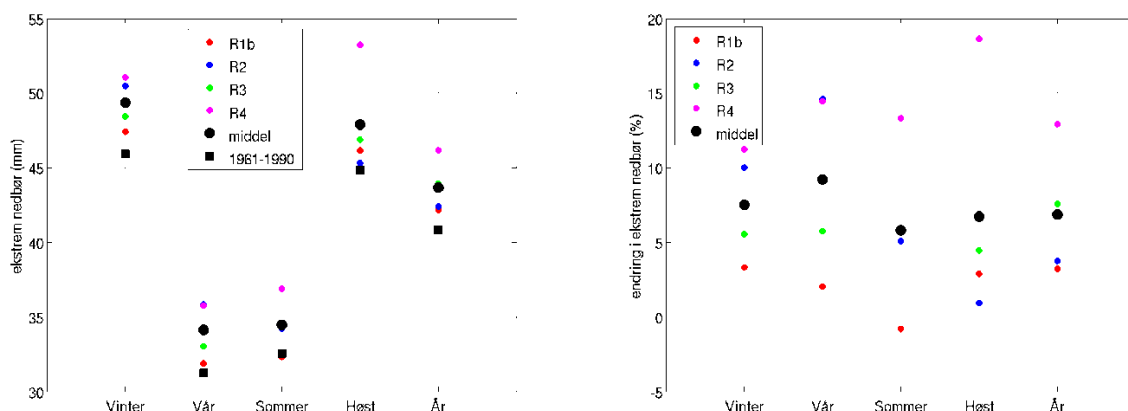
Temperatur og nedbør



Figur 38. (Venstre) Temperatur for Voss for perioden 1961–90 (kvadrat) og rundt år 2050 (punkter). (Høyre) Temperaturendringer for Voss fra perioden 1961–90 til rundt år 2050 på års- og årstidsbasis, beregnet fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie). Uthevet punkt viser middelverdi for ensemblet, mens verdier for de enkelte modellscenarier vises med fargede punkter. Vedlegg 2 inneholder en tabell med verdiene.



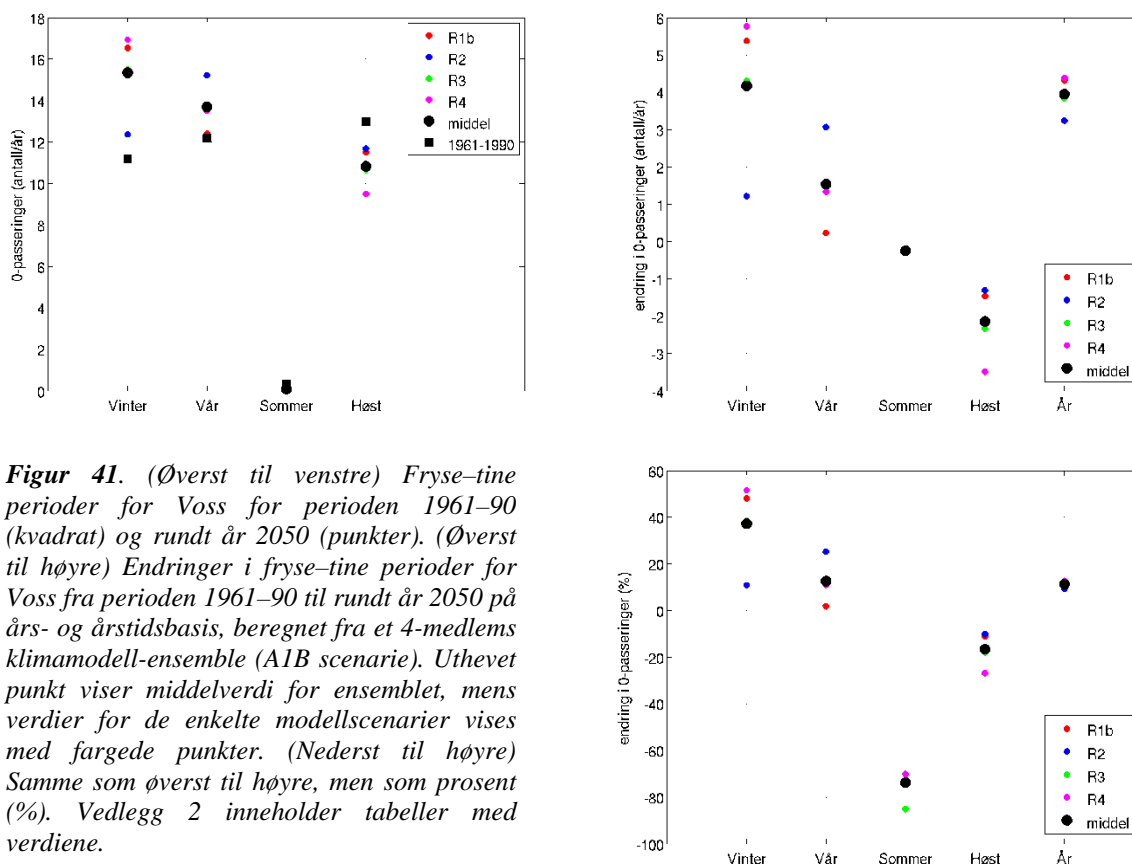
Figur 39. (Venstre) Nedbør for Voss for perioden 1961–90 (kvadrat) og rundt år 2050 (punkter). (Høyre) Nedbørendringer for Voss fra perioden 1961–90 til rundt år 2050 på års- og årstidsbasis, beregnet fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie). Uthevet punkt viser middelverdi for ensemblet, mens verdier for de enkelte modellscenarier vises med fargede punkter. Vedlegg 2 inneholder en tabell med verdiene.



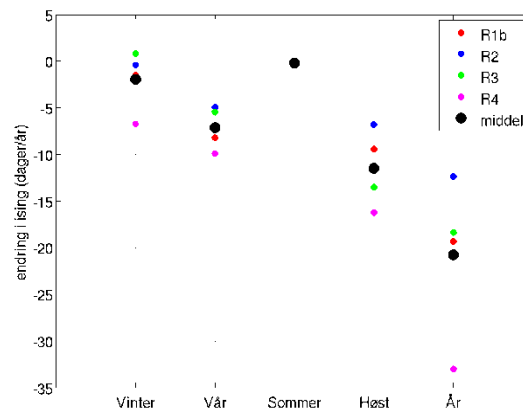
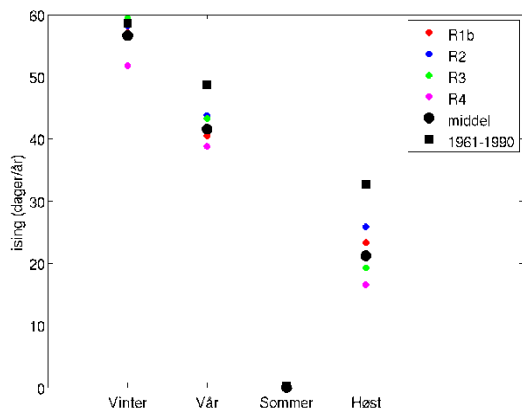
Figur 40. (Venstre) Ekstremnedbør for Voss for perioden 1961–90 (kvadrat) og rundt år 2050, basert på 99%-verdien (punkter). (Høyre) Endringer (%) i ekstremnedbør for Voss fra perioden 1961–90 til rundt år 2050 på års- og årstidsbasis, beregnet fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie). Uthevet punkt viser middelverdi for ensemblet, mens verdier for de enkelte modellscenarier vises med fargede punkter. Vedlegg 2 inneholder en tabell med verdiene.

Fryse-tine perioder og ising-temperatur

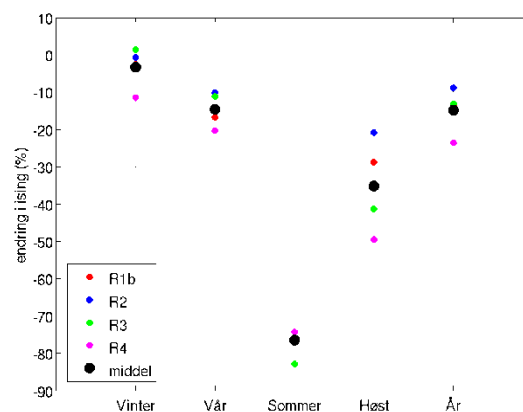
Basert på vår analyse for år 2050 viser endringer en stor økning i antall fryse-tine perioder om vinteren – fra 11 per vinter i 1961–90 til nesten 15 rundt år 2050 (som tilsvarer nesten 40%), med en svak oppgang om våren og en nedgang om sommeren og høsten (figur 41). Resultater for ising-temperatur (figur 42) for Voss viser en nedgang i antall dager med ising-temperatur, særlig om høsten.



Figur 41. (Øverst til venstre) Fryse-tine perioder for Voss for perioden 1961–90 (kvadrat) og rundt år 2050 (punkter). (Øverst til høyre) Endringer i fryse-tine perioder for Voss fra perioden 1961–90 til rundt år 2050 på års- og årstidsbasis, beregnet fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie). Uthevet punkt viser middelverdi for ensemblet, mens verdier for de enkelte modellscenarier vises med fargede punkter. (Nederst til høyre) Samme som øverst til høyre, men som prosent (%). Vedlegg 2 inneholder tabeller med verdiene.



Figur 42. (Øverst til venstre) ising-temperatur ($-10 < T < 0$ deg C) for Voss for perioden 1961–90 (kvadrat) og rundt år 2050 (punkter). (Øverst til høyre) Endringer i ising-temperatur for Voss fra perioden 1961–90 til rundt år 2050 på års- og årstidsbasis, beregnet fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie). Uthevet punkt viser middelerdi for ensemblet, mens verdier for de enkelte modellscenarier vises med fargede punkter. (Nederst til høyre) Samme som øverst til høyre, men som prosent (%).



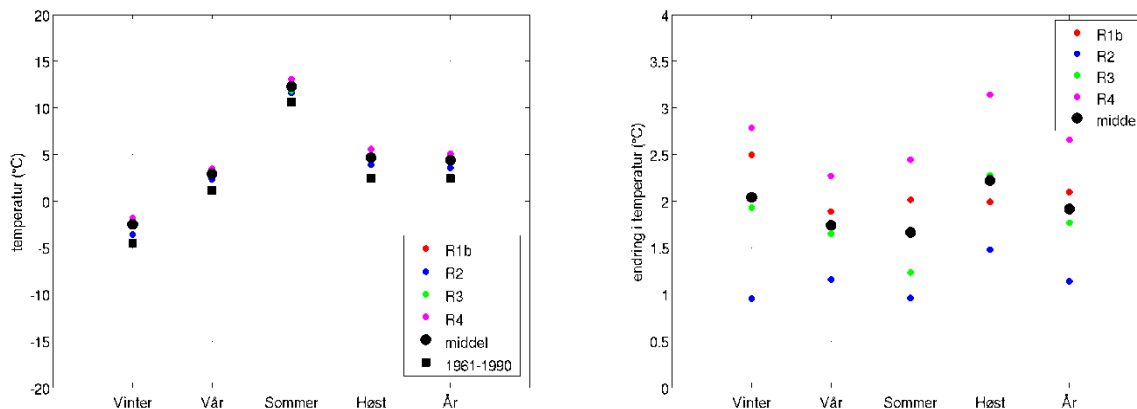
Vekstsesong

Basert på vår analyse for år 2050 blir endringen i vekstsesong 29 dager som tilsvarer en 27% økning.

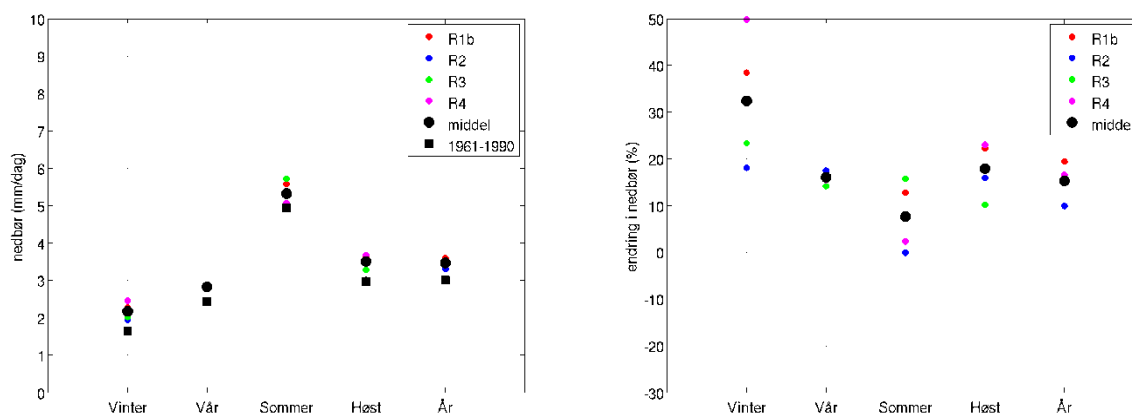
Kommune 4 – Melhus

Melhus 63.33 N 10.28 E LEINSTRAND (67150)

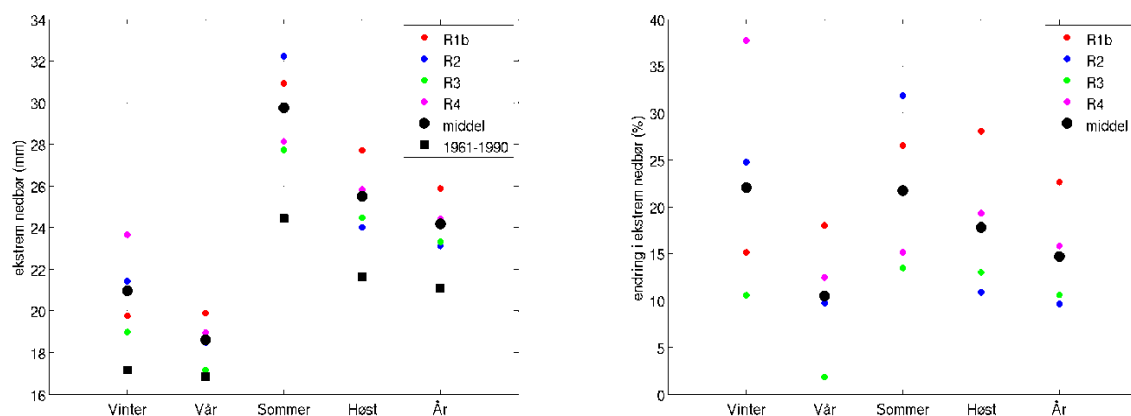
Temperatur og nedbør generelt



Figur 43. (Venstre) Temperatur for Melhus for perioden 1961–90 (kvadrat) og rundt år 2050 (punkter). (Høyre) Temperaturendringer for Melhus fra perioden 1961–90 til rundt år 2050 på års- og årstidsbasis, beregnet fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie). Uthevet punkt viser middelverdi for ensemblet, mens verdier for de enkelte modellscenarier vises med fargede punkter. Vedlegg 2 inneholder en tabell med verdiene.



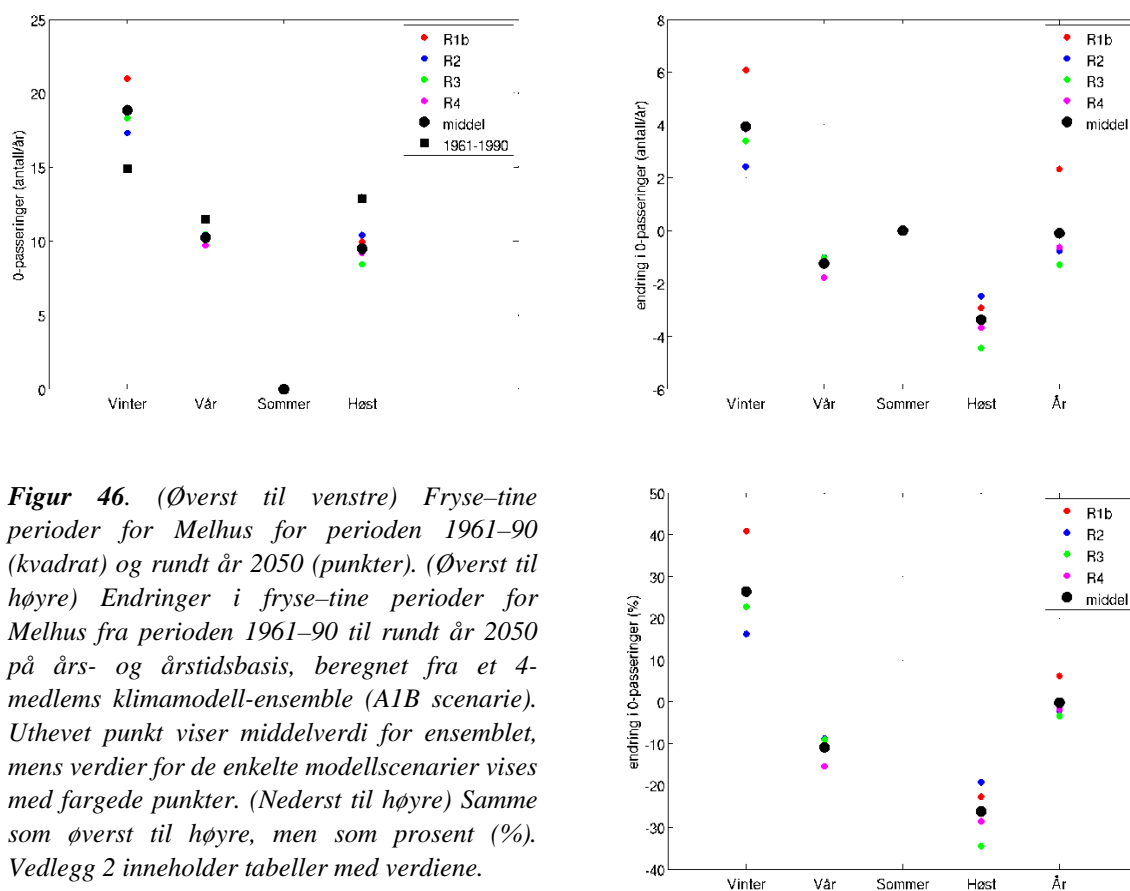
Figur 44. (Venstre) Nedbør for Melhus for perioden 1961–90 (kvadrat) og rundt år 2050 (punkter). (Høyre) Nedbørendringer for Melhus fra perioden 1961–90 til rundt år 2050 på års- og årstidsbasis, beregnet fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie). Uthevet punkt viser middelverdi for ensemblet, mens verdier for de enkelte modellscenarier vises med fargede punkter. Vedlegg 2 inneholder en tabell med verdiene.



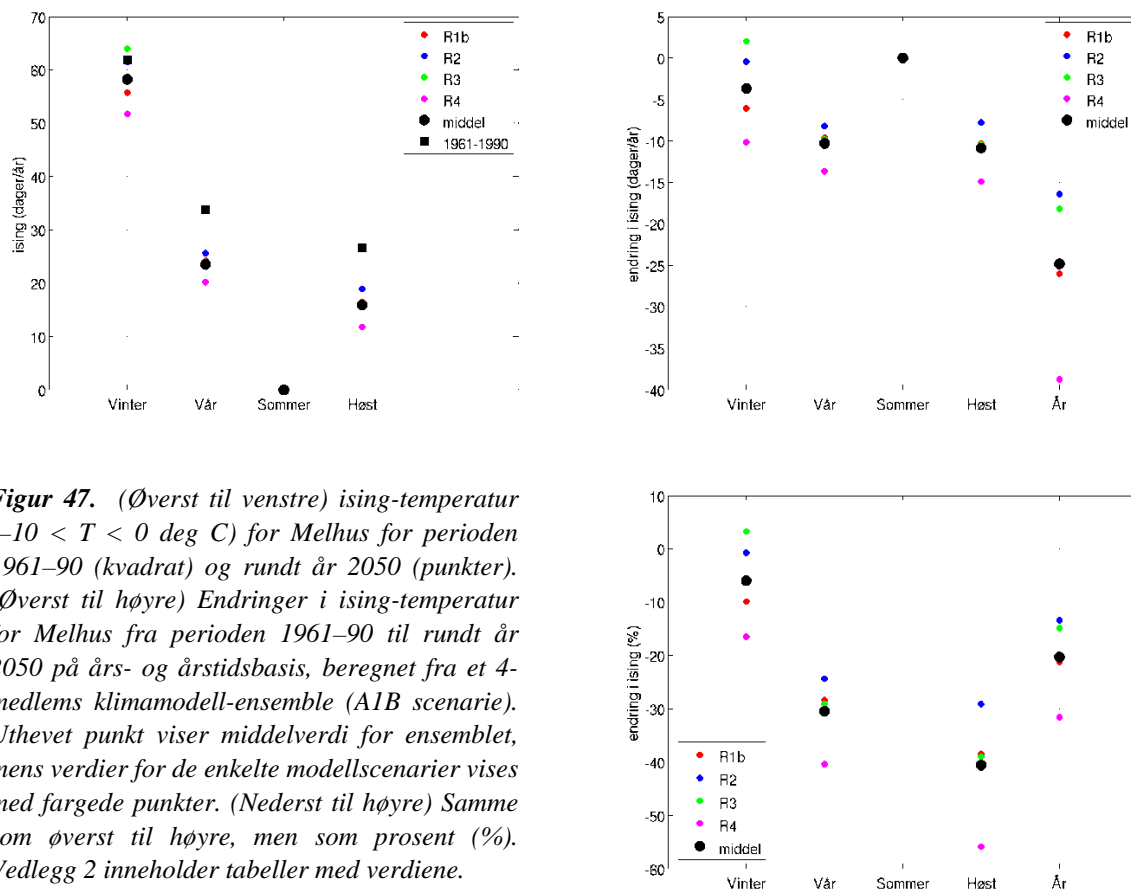
Figur 45. (Venstre) Ekstremnedbør for Melhus for perioden 1961–90 (kvadrat) og rundt år 2050, basert på 99%-verdien. (Høyre) Endringer (%) i ekstremnedbør for Melhus fra perioden 1961–90 til rundt år 2050 på års- og årstidsbasis, beregnet fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie). Uthevet punkt viser middelerdi for ensemblet, mens verdier for de enkelte modellscenarier vises med fargede punkter. Vedlegg 2 inneholder en tabell med verdiene.

Fryse–tine perioder

Basert på vår analyse for år 2050 viser endringer en moderat økning i antall fryse–tine perioder om vinteren – fra ca. 15 per vinter i 1961–90 til ca.19 rundt år 2050 (tilsvarer ca. 27%), med en 10% og 28% nedgang om våren og høsten, henholdsvis (figur 46). Resultater for ising-temperatur (figur 47) for Melhus viser en nedgang i antall dager med ising-temperatur, særlig om våren og høsten.



Figur 46. (Øverst til venstre) Fryse–tine perioder for Melhus for perioden 1961–90 (kvadrat) og rundt år 2050 (punkter). (Øverst til høyre) Endringer i fryse–tine perioder for Melhus fra perioden 1961–90 til rundt år 2050 på års- og årstidsbasis, beregnet fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie). Uthevet punkt viser middelerdi for ensemblet, mens verdier for de enkelte modellscenarier vises med fargede punkter. (Nederst til høyre) Samme som øverst til høyre, men som prosent (%). Vedlegg 2 inneholder tabeller med verdiene.



Figur 47. (Øverst til venstre) ising-temperatur ($-10 < T < 0$ deg C) for Melhus for perioden 1961–90 (kvadrat) og rundt år 2050 (punkter). (Øverst til høyre) Endringer i ising-temperatur for Melhus fra perioden 1961–90 til rundt år 2050 på års- og årstidsbasis, beregnet fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie). Uthevet punkt viser middelerdi for ensemblet, mens verdier for de enkelte modellscenarier vises med fargede punkter. (Nederst til høyre) Samme som øverst til høyre, men som prosent (%). Vedlegg 2 inneholder tabeller med verdiene.

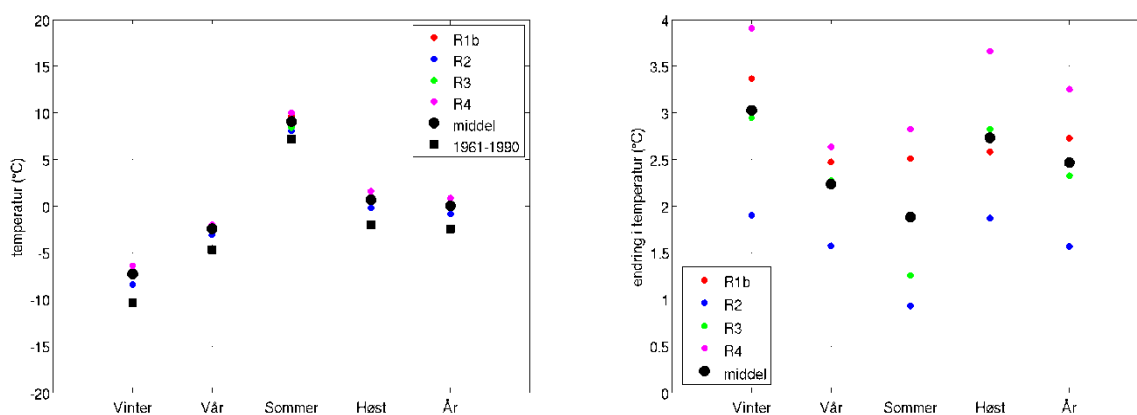
Havnivå og stormflo

Ifølge Havnivåstigningsrapporten (2009) er tallene for Melhus i 2050 havnivåstigning og mulig stormflo 8 cm og 251 cm, henholdsvis, mens for 2100 er tallene 43 cm og 292 cm.

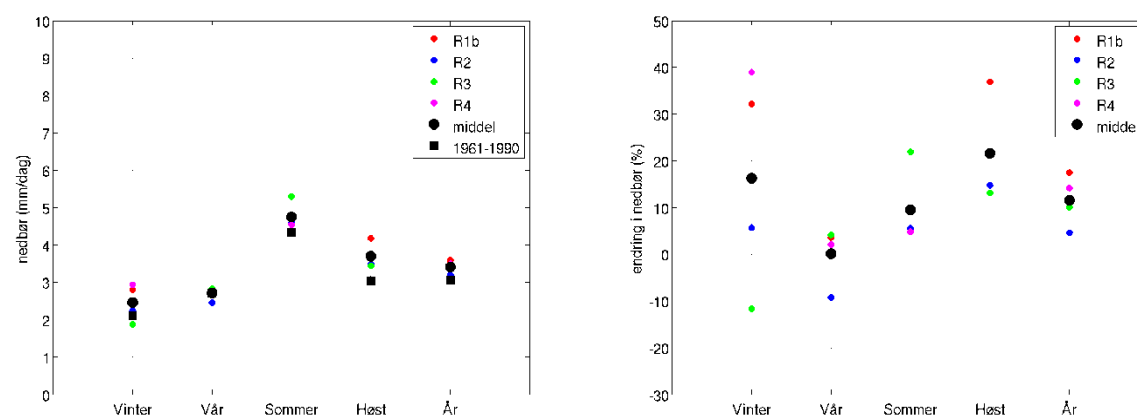
Kommune 5 – Lyngen

Lyngen 69.54 N 20.25 E LYNGSEIDET - KARNES (91270)

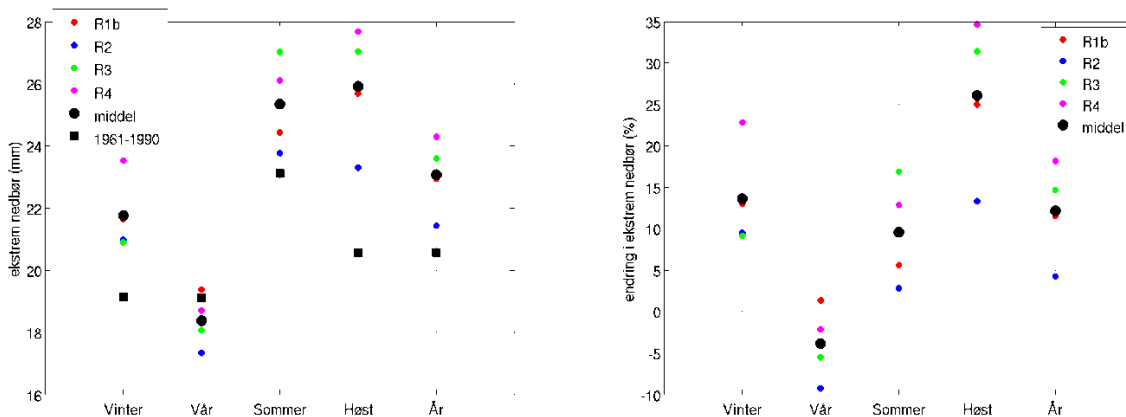
Temperatur og nedbør



Figur 48. (Venstre) Temperatur for Lyngen for perioden 1961–90 (kvadrat) og rundt år 2050 (punkter). (Høyre) Temperaturendringer for Lyngen fra perioden 1961–90 til rundt år 2050 på års- og årstidsbasis, beregnet fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie). Uthevet punkt viser middelverdi for ensemblet, mens verdier for de enkelte modellscenarier vises med fargede punkter. Vedlegg 2 inneholder en tabell med verdiene.



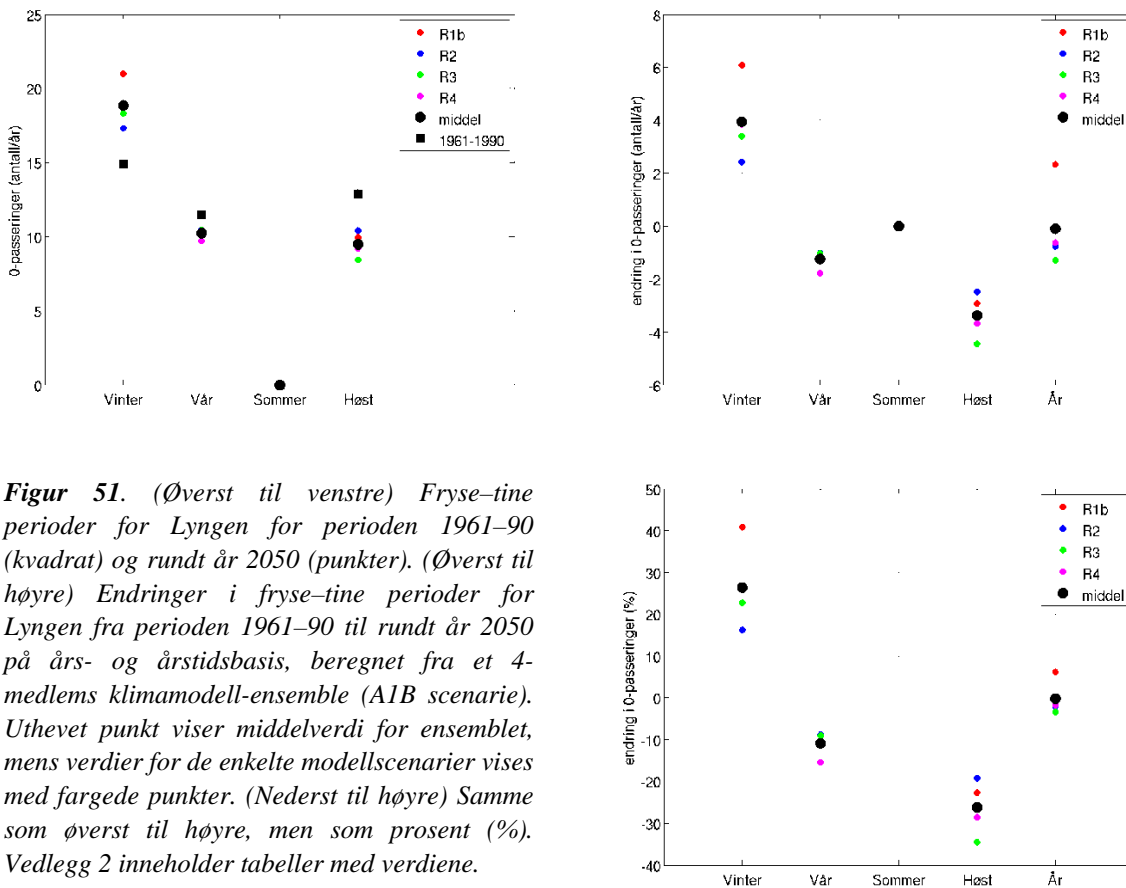
Figur 49. (Venstre) Nedbør for Lyngen for perioden 1961–90 (kvadrat) og rundt år 2050 (punkter). (Høyre) Nedbørendringer for Lyngen fra perioden 1961–90 til rundt år 2050 på års- og årstidsbasis, beregnet fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie). Uthevet punkt viser middelverdi for ensemblet, mens verdier for de enkelte modellscenarier vises med fargede punkter. Vedlegg 2 inneholder en tabell med verdiene.



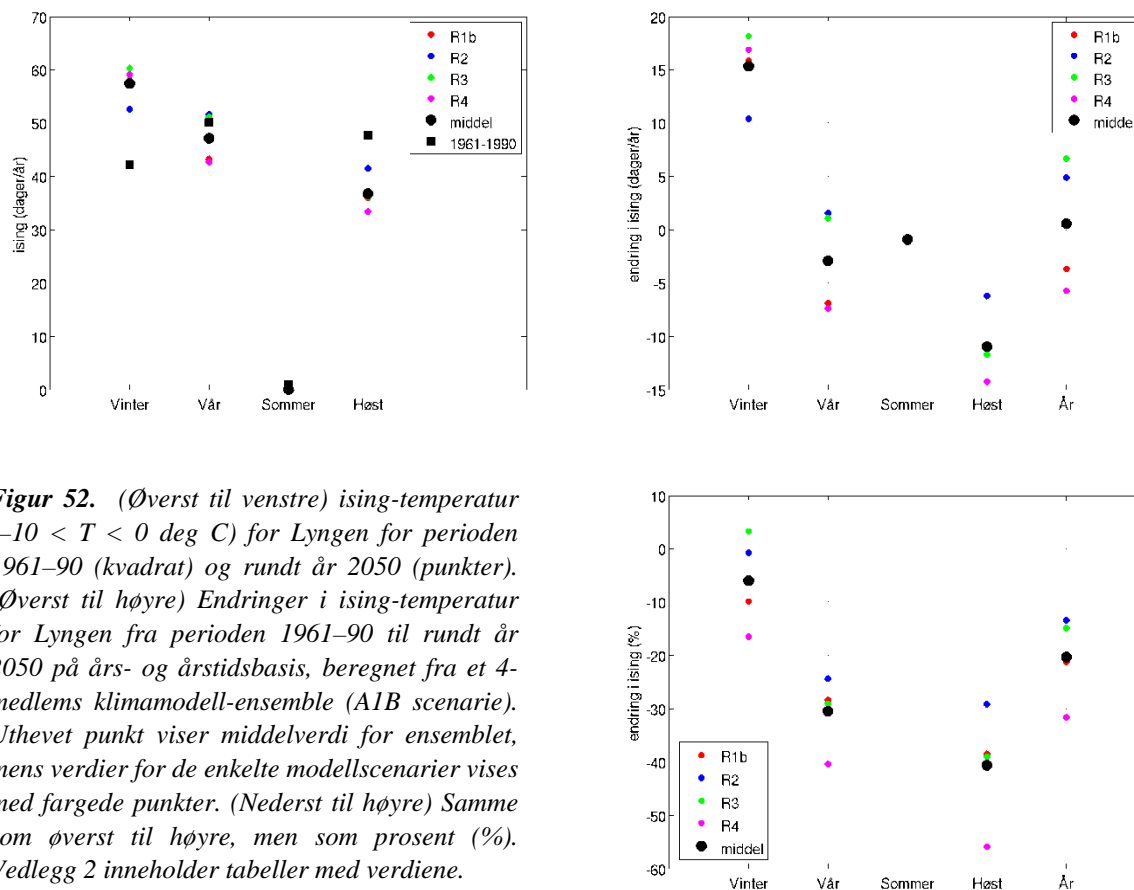
Figur 50. (Venstre) Ekstremnedbør for Lyngen for perioden 1961–90 (kvadrat) og rundt år 2050, basert på 99%-verdien (punkter). (Høyre) Endringer (%) i ekstremnedbør for Lyngen fra perioden 1961–90 til rundt år 2050 på års- og årstidsbasis, beregnet fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie). Uthevet punkt viser middelerdi for ensemblet, mens verdier for de enkelte modellscenarier vises med fargede punkter.

Fryse/tine-perioder og ising-temperatur

Basert på vår analyse for år 2050 viser endringer en stor økning i antall fryse/tine-perioder om vinteren – fra 3 per vinter i 1961–90 til nesten 7 rundt år 2050 (tilsvarende ca. 130%), med ingen vesentlig endring i andre årstider (figur 51).



Figur 51. (Øverst til venstre) Fryse-tine perioder for Lyngen for perioden 1961–90 (kvadrat) og rundt år 2050 (punkter). (Øverst til høyre) Endringer i fryse-tine perioder for Lyngen fra perioden 1961–90 til rundt år 2050 på års- og årstidsbasis, beregnet fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie). Uthevet punkt viser middelerdi for ensemblet, mens verdier for de enkelte modellscenarier vises med fargede punkter. (Nederst til høyre) Samme som øverst til høyre, men som prosent (%). Vedlegg 2 inneholder tabeller med verdiene.



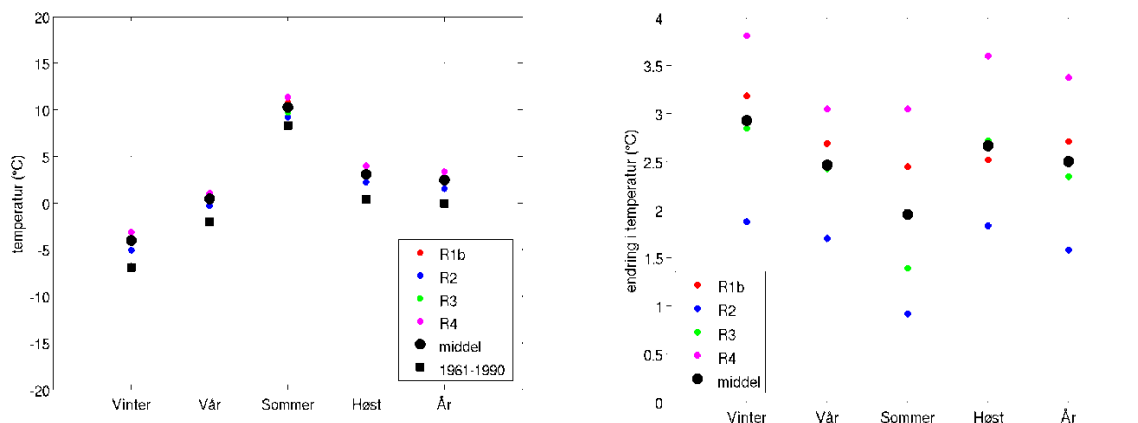
Havnivå og stormflo

Ifølge Havnivåstigningsrapporten (2009) er tallene for Lyngen i 2050 havnivåstigning og mulig stormflo 14 cm og 246 cm, henholdsvis, mens for 2100 er tallene 56 cm og 293 cm.

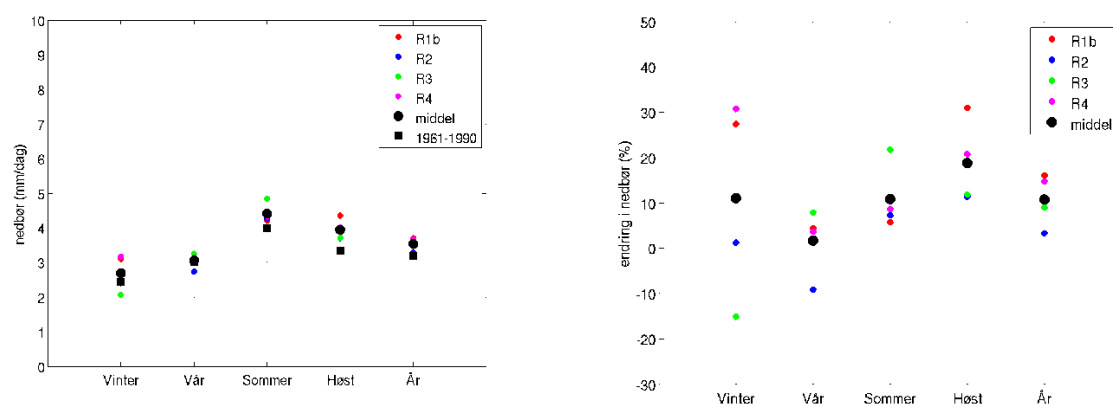
Kommune 6 – Tromsø

Tromsø 69.65 N 18.93 E TROMSØ (90450)

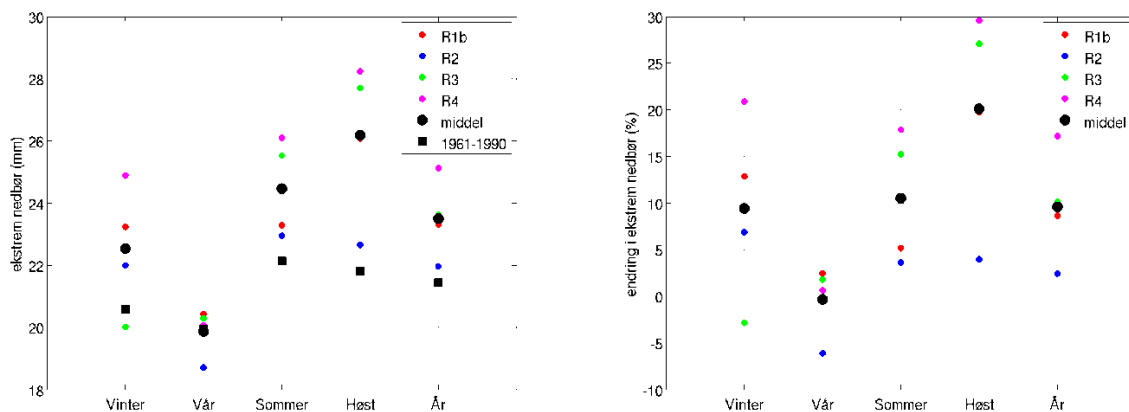
Temperatur og nedbør



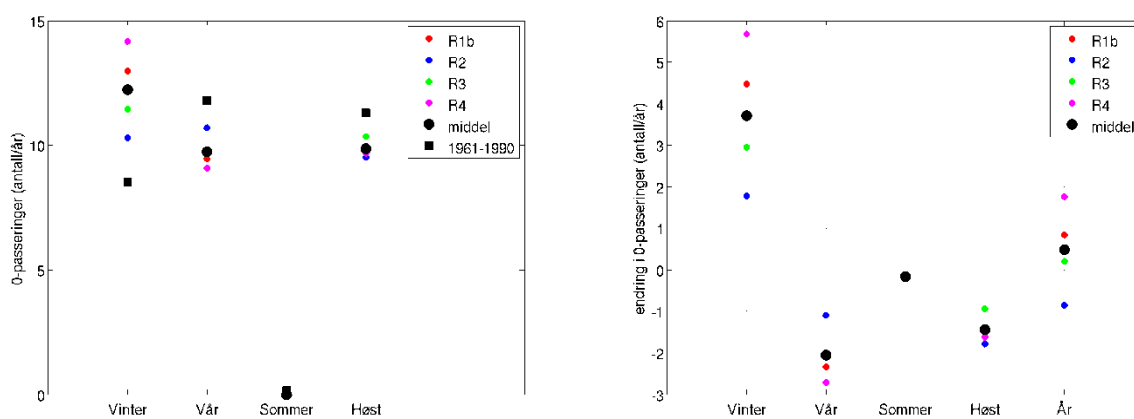
Figur 53. (Venstre) Temperatur for Tromsø for perioden 1961–90 (kvadrat) og rundt år 2050 (punkter). (Høyre) Temperaturendringer for Tromsø fra perioden 1961–90 til rundt år 2050 på års- og årstidsbasis, beregnet fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie). Uthevet punkt viser middelvei for ensemblet, mens verdier for de enkelte modellscenarier vises med fargede punkter. Vedlegg 2 inneholder en tabell med verdiene.



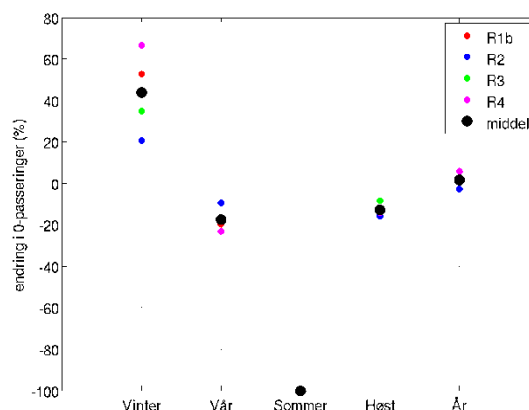
Figur 54. (Venstre) Nedbør for Tromsø for perioden 1961–90 (kvadrat) og rundt år 2050 (punkter). (Høyre) Nedbørendringer for Tromsø fra perioden 1961–90 til rundt år 2050 på års- og årstidsbasis, beregnet fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie). Uthevet punkt viser middelvei for ensemblet, mens verdier for de enkelte modellscenarier vises med fargede punkter. Vedlegg 2 inneholder en tabell med verdiene.

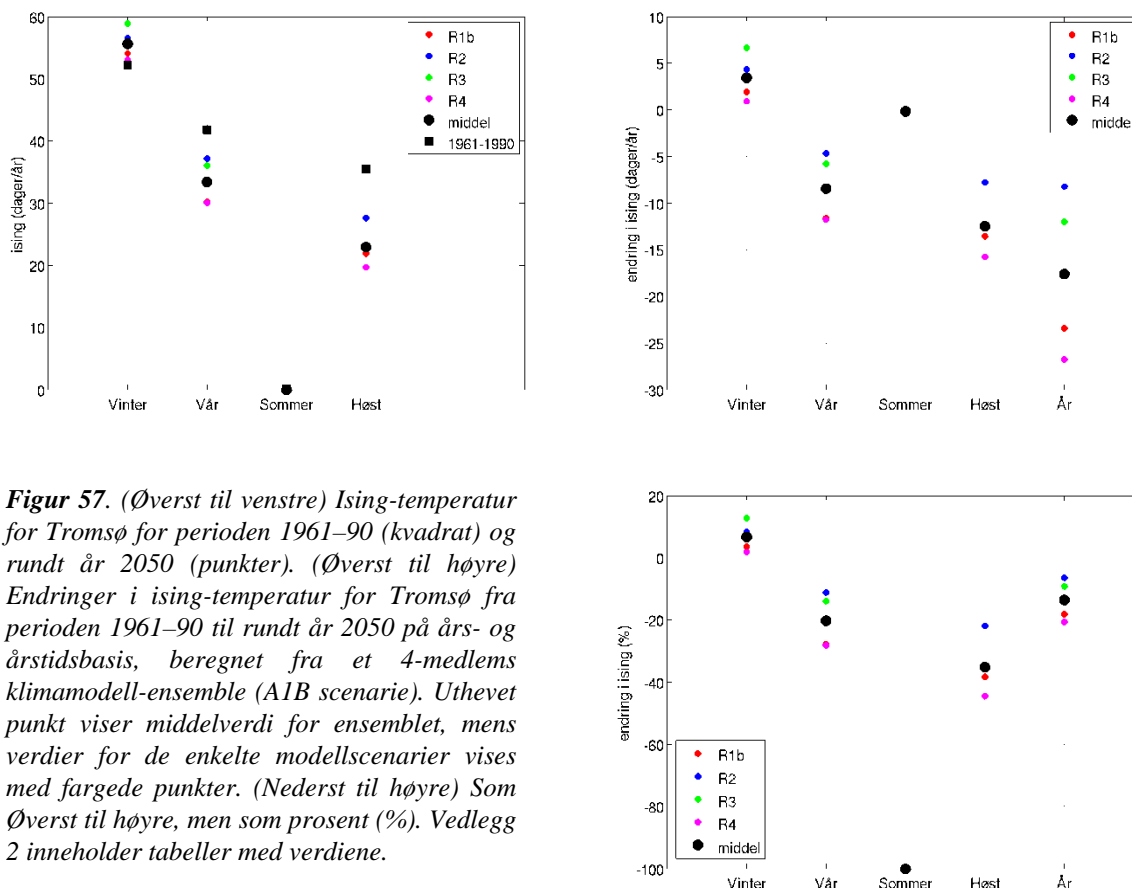


Figur 55. (Venstre) Ekstremnedbør for Tromsø for perioden 1961–90 (kvadrat) og rundt år 2050, basert på 99%-verdien (punkter). (Høyre) Endringer (%) i ekstremnedbør for Tromsø fra perioden 1961–90 til rundt år 2050 på års- og årstidsbasis, beregnet fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie). Uthevet punkt viser middelerdi for ensemblet, mens verdier for de enkelte modellscenarier vises med fargede punkter. Vedlegg 2 inneholder en tabell med verdiene.



Figur 56. (Øverst til venstre) Fryse-tine perioder for Tromsø for perioden 1961–90 (kvadrat) og rundt år 2050 (punkter). (Øverst til høyre) Endringer i fryse-tine perioder for Tromsø fra perioden 1961–90 til rundt år 2050 på års- og årstidsbasis, beregnet fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie). Uthevet punkt viser middelerdi for ensemblet, mens verdier for de enkelte modellscenarier vises med fargede punkter. (Nederst til høyre) Som Øverst til høyre, men som prosent (%). Vedlegg 2 inneholder tabeller med verdiene.





Figur 57. (Øverst til venstre) Ising-temperatur for Tromsø for perioden 1961–90 (kvadrat) og rundt år 2050 (punkter). (Øverst til høyre) Endringer i ising-temperatur for Tromsø fra perioden 1961–90 til rundt år 2050 på års- og årstidsbasis, beregnet fra et 4-medlems klimamodell-ensemble (A1B scenarie). Uthevet punkt viser middelverdi for ensemblet, mens verdier for de enkelte modellscenarier vises med fargede punkter. (Nederst til høyre) Som Øverst til høyre, men som prosent (%). Vedlegg 2 inneholder tabeller med verdiene.

Fryse/tine-perioder og ising-temperatur

Basert på vår analyse for år 2050 viser endringer en stor økning i antall fryse/tine-perioder om vinteren – fra ca. 8 per vinter i 1961–90 til nesten 12 rundt år 2050 (tilsvarende ca. 45%), med en nesten 20% nedgang om våren og høsten (figur 56).

Resultater for ising viser en liten økning (3–4 dager eller 8%) om vinteren og en 20% nedgang om våren og en nesten 40% nedgang om høsten (figur 57). På årsbasis kan Tromsø forvente en ca. 15% nedgang i antall dager med ising-temperatur. Som en temperaturparameter betraktes sikkerheten som relativt høy, men om endringer i ising-gunstig temperatur fører tilsvarende isings hendelser er ikke forutsigbart fra denne analysen.

Havnivå og stormflo

Ifølge Havnivåstigningsrapporten (2009) er tallene for Tromsø i 2050 for havnivåstigning og mulig stormflo 14 cm og 246 cm, henholdsvis, mens for 2100 er tallene 56 cm og 293 cm.

Forventede globale klimaendringer og deres påvirkning på den globale matvaresikkerheten

Klimaanalysen dreier seg hovedsakelig om forventede klimaendringer i Norge som kan påvirke kommunal fysisk infrastruktur. Det er imidlertid ikke bare klimaendringer i Norge, men endringer globalt, som kan påvirke kommunal fysisk infrastruktur. Forventede globale klimaendringer og deres evt. påvirkning på den globale matvaresikkerheten er et aktuelt tema både internasjonalt og nasjonalt.

Dette temaet blir omtalt kort under arealforvaltning i delrapport 1, sett i et samfunnsvitenskapelig perspektiv, med fokus på sårbarhet og tilpasning. I denne delrapporten (2) gir vi en kortfattet oppsummering utfra det naturvitenskapelige perspektiv, der det skal redegjøres for grunnlaget for til de globale klimaendringer som kan påvirke den globale matvaresikkerheten. Mekanismer for påvirkning av klimaendringer på matproduksjon kan inndeles i to typer: (1) endringer i klimatiske værforhold og (2) endringer i biosfæren selv.

Det er mange forskjellige endringer i klimatiske værforhold som kan påvirke vegetasjon, bl.a. høyere fordampning, endring i fuktighet, endringer i vindsystemer, økt tørke (hyppighet, varighet og intensitet) og generelt flytning av klimatiske soner. Det er også mange endringer i biosfæren som kan påvirke jordbruk og matvare produksjon. De viktigste endringer i biosfæren som forårsakes av endringer i klimatiske parametre er følgende: (1) frodigere plantevekst i høyere breddegrader, (2) plantearter flytter lengre oppover i høyde og breddegrad som fører til endret sammensetning av arter i naturlige habitater, (3) endringer i jordens egnethet for dyrkbare avlinger, beiting og lignende, (4) endringer i start og slutt i vekstsesongen, og (5) flytning av jordbruk-økologiske soner (FAO, 2008).

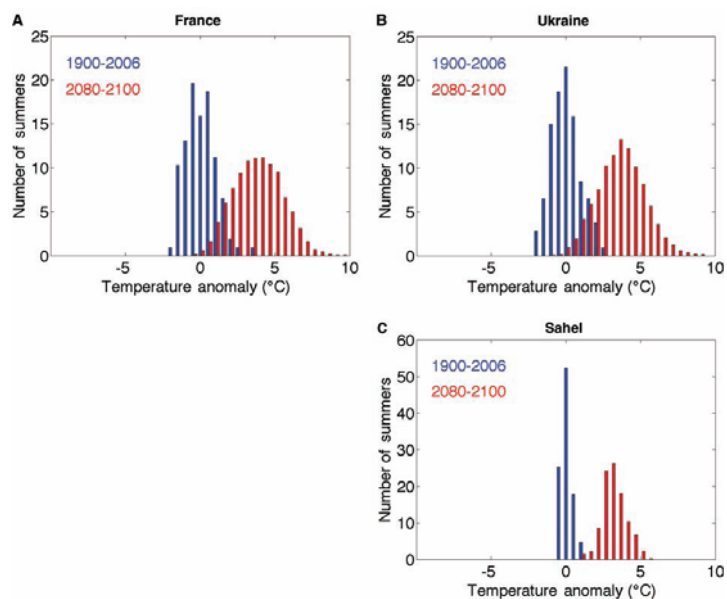
IPCC AR4 (2007) inneholder et kapittel av Easterling m.fl., (2007) som omtaler klimaendringer og global matvaresikkerhet både i et samfunnsvitenskapelig og naturvitenskap perspektiv. Hovedpoenget er som følger: Store regional klimaendringer tilknyttet global oppvarming kan føre til at viktige produksjonsområder for mat er utsatt for tørke eller flom som følge av klimaendringene. Resultatet ville være reduserte forsyninger av matvarer på verdensmarkedet.

I litteraturen skilles det ofte mellom jordbruk på lavere og midlere breddegrader. En vanlig hypotese som også er nevnt i IPCC AR4 (2007), er at jordbruk på tempererte breddegrader vil få fordel av økende temperatur og deretter kan motvirke en nedgang i lavere breddegrader. Her kan vi nevne positive trender i vekstsesonglengde (figur 7 og 8 på s. 19–21) for Norge som et eksempel.

Nyere analyser som er publisert siden IPCC AR4 (2007) viser en annen konklusjon, nemlig at på midlere breddegrader kan avlinger bli stresset av meget høy temperaturer. Høyere temperatur i vekstsesongen kan ha dramatiske effekter på produktiviteten i jordbruket og på matvaresikkerhet. I en artikkel i *Science* (Battisti og Naylor, 2009) presenteres resultater som viser at normal temperaturen i vekst sesongen i tropene og subtropene ved slutten av det 21 århundre vil overstige de mest ekstreme sesongtemperaturer som har blitt observert fra 1900 til 2006. Omkring halvdel av jordens befolkning bor i disse regionene, derfor vil konsekvensene av de globale klimaendringene bli enorme. I tempererte regioner vil de varmeste registrerte sesongene bli det normale i fremtiden mange steder.

Battisti og Naylor (2009) har analysert simuleringer fra 23 globale klimamodeller i arbeidet, i tillegg til observerte sesongtemperaturer. De har også brukt historiske eksempler for å illustrere omfanget av skade på matsystemene som følge av ekstremt varme perioder, og konkluderer med at slike hendelser forårsaket av kortvarig, ekstrem varme kan bli langsiktige trender hvis det ikke iverksettes tilpasninger. Deres forskning beviste at det er meget sannsynlig (>90 prosent) at vekstsesong-temperaturer i tropisk og subtropiske strøk mot slutten av det 21. århundre vil passere de mest ekstreme temperaturer observert fra 1900–2006 (figur 58 og figur 59 på følgende side).

Samtidig forventer IPCC modeller en ca. 10–30% nedgang i nedbør i store subtropiske soner som tyder på fare for delvis permanent tørke (IPCC 2007). Dette tyder på større risiko for en vesentlig nedgang i matproduksjon globalt som kan påvirke Norge og kan føre til endringer i arealforvaltning i Norge angående jordbruk; se 'Arealforvaltning' i andre delrapporter.



Figur 58. Fordeling av gjennomsnittlig sommertemperatur (JJA) (blå) observert i 1900–2006 og (rød) modell-predikerte for 2090 for (A) Frankrike, (B) Ukraina og (C) Sahel. Temperatur er plottet som avvik fra langtidsgjennomsnitt (1900–2006). For eksempel (A) viser at tidenes varmeste sommer er 3,6°C høyere enn gjennomsnittet, mens predikert gjennomsnittlig sommertemperatur er 3,7°C høyere enn langtidsgjennomsnittet (1900–2006) – og modellutslag strekker seg helt til 9,8°. Fra Battisti og Naylor (2009).

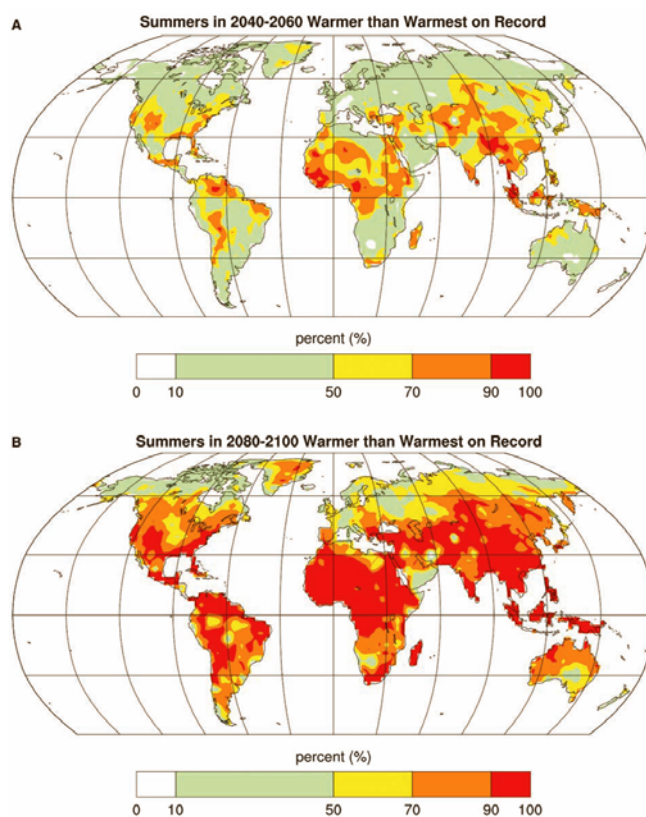


Fig. 59. Sommertemperaturer i 2050 og 2090. Sannsynlighet (prosent) for at fremtidige gjennomsnittlige sommertemperaturer blir høyere enn maksimumsverdiene som hittil er observert for (A) 2050 og (B) 2090. F.eks, røde områder indikerer mer enn 90 % sannsynlighet for at gjennomsnittstemperaturen om sommeren blir varmere enn høyeste observerte verdi (1900–2006).

Referanser

- Barstad I., A. Sorteberg, F. Flatøy og M. Deque (2009). Precipitation, temperature and wind in Norway – dynamical downscaling of ERA40. *Climate Dynamics* doi: 10.1007/s00382-008-0476-5.
- Battisti, D.S. og R.L. Naylor (2009). Historical warnings of future food insecurity with unprecedented seasonal heat. *Science* 232, 240-245.
- Benestad, R.E. (2009). Re-calculation of local climate scenarios. *met.no note* 15/2009, Oslo.
- Benestad, R.E., K. Harstveit og E.J. Førland (2007). "Kan vi forvente hyppigere tilløp til vind av storm styrke, dvs. mer enn 20,8 m/s?" i: Førland, E. J., H. Amundsen, m. fl. (2007). *Utviklingen av naturulykker som følge av klimaendringer: Utredning på oppdrag fra Statens landbruksforvaltning*. Oslo, CICERO Senter for klimaforskning; s. 28–30.
- Carter, T.R. (1998): Changes in the thermal growing season in Nordic countries during the past century and prospects for the future. *Agricultural and Food Science in Finland* 7(2): 161–179.
- Drange, H., B. Marzeion, m.fl. (2007). Opptil én meter havstigning langs Norskekysten innen år 2100. *Cicerone*(2): 29–31.
- Easterling, W.E., P.K. Aggarwal, P. Batima, K.M. Brander, L. Erda, S.M. Howden, A. Kirilenko, J. Morton, J.-F. Soussana, J. Schmidhuber og F.N. Tubiello (2007). Food, fibre and forest products. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 273-313.
- FAO (2008). Climate Change and Food Security, A Framework Document. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Førland, E.J., R.E. Benestad, F. Flatøy, I. Hanssen-Bauer, J.E. Haugen, K. Isaksen, A. Sorteberg og B. Ådlandsvik (2009). Climate development in North Norway and the Svalbard region during 1900–2100. Norsk Polarinstitutt Rapportserie nr. 128.
- Groven, K., H.H. Leivestad, m. fl. (2008). Naturskade i kommunene. Sluttrapport fra prosjekt for KS. Vestlandsforskning-rapport nr. 4/2008. Vestlandsforskning, Sogndal.
- Hanssen-Bauer, I., H. Drange, E.J. Førland, L.A. Roald, K.Y. Børsheim, H. Hisdal, D. Lawrence, A. Nesje, S. Sandven, A. Sorteberg, S. Sundby, K. Vasskog og B. Ådlandsvik (2009). Klima i Norge 2100. Bakgrunnsmateriale til NOU Klimatilplassing, Norsk klimasenter, september 2009, Oslo.
- Haugen, J.E. og T. Iversen (2008). Response in extremes of daily precipitation and wind from a downscaled multi-model ensemble of anthropogenic global climate change scenarios. *Tellus* 60A, 411–426.
- Havnivåstigning (2009). Rapport: Estimer av fremtidig havnivåstigning i norske kystkommuner. Utgitt av: Det nasjonale klimatilpasningssekretariatet ved Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap.
- IPCC (2000). Emission Scenarios. Summary for Policymakers. A Special Report of IPCC Working Group III, Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Klima i Norge 2100*, se også Hansen-Bauer m. fl. (2009).
- Kolstad, E.W. og T.J. Bracegirdle (2008). Marine cold-air outbreaks in the future: an assessment of IPCC AR4 model results for the Northern Hemisphere. *Climate Dynamics* 80, 891–885, doi: 10.1007/s00382-007-0331-0.
- Konsekvenser av klimaendringer, tilpasning og sårbarhet i Norge*. Rapport til Klimatilpasningsutvalget, Report 2009:04, CICERO Senter for klimaforskning, Oslo.
- Rahmstorf, S. (2007). A semi-empirical approach to projecting future sea-level rise. *Science* 315, 368–370.
- Skaugen, T.E. og O.E. Tveito (2004). Growing-season and degree-day scenarie in Norway for 2021 2050. *Climate Research* 26, 221–232.
- Sorteberg, A. and M.S. Andersen (2008). Regional Precipitation and Temperature Changes for Norway 2010 and 2025 - Results from 11 simulations using 8 different regional models. *BCCR Report No.28*, Bjerknes Centre for Climate Research. Bergen.
- Vasskog, K. (2007). Fremtidig havnivåstigning i norske kystkommuner. Bergen, Bjerknes Centre for Climate Research, Bergen.

Vedlegg 1: Tabellverdier for de nasjonale og regionale beregninger

Tabellene under inneholder verdiene fra figurene som viser resultatene fra temperatur- og nedbørregioner.

Temperatur

TEMPERATUR: change with respect to 1961-1990 in degC

Cf. R1b, R2, R3 og R4 er modell-ensemblemedlemer som bekrevet i innledningen.

annually

	R1b	R2	R3	R4	mean
1	2.04	1.46	2.14	2.54	2.05
2	1.9	1.16	1.86	2.56	1.87
3	2.1	1.16	1.85	2.74	1.96
4	2.46	1.44	2.21	3.17	2.32
5	2.93	1.87	2.73	3.31	2.71
6	3.01	2.04	3.01	3.52	2.9
N	2.23	1.39	2.12	2.84	2.15

winter (djf)

1	2.43	1.32	2.48	2.74	2.24
2	2	0.741	1.76	2.52	1.76
3	2.48	1.07	2.04	2.86	2.11
4	3.01	1.69	2.76	3.65	2.78
5	4.45	2.7	4.4	4.74	4.07
6	4.06	2.25	4.35	4.48	3.79
N	2.69	1.39	2.52	3.17	2.44

spring (mam)

1	1.92	1.5	1.92	2.17	1.88
2	1.77	1.25	1.69	2.17	1.72
3	1.92	1.19	1.75	2.37	1.81
4	2.37	1.55	2.2	2.81	2.23
5	2.72	2.01	2.59	2.79	2.53
6	3.06	2.53	2.98	3.21	2.95
N	2.11	1.48	2.01	2.46	2.02

summer (jja)

1	2.02	1.46	1.66	2.49	1.91
2	2.03	1.22	1.52	2.48	1.81
3	1.99	0.877	1.29	2.55	1.68
4	2.21	0.831	1.35	2.87	1.81
5	2.33	0.957	1.25	2.54	1.77
6	2.5	1.35	1.83	3.03	2.18
N	2.11	1.1	1.47	2.64	1.83

fall (son)

1	1.8	1.56	2.51	2.75	2.16
2	1.79	1.42	2.45	3.06	2.18
3	2.02	1.52	2.31	3.18	2.25
4	2.27	1.69	2.55	3.38	2.47
5	2.26	1.82	2.71	3.2	2.5
6	2.44	2.05	2.92	3.37	2.69
7	2.02	1.59	2.51	3.12	2.31

Nedbør

PRECIPITATION: change with respect to 1961-1990 in %

annually

	R1b	R2	R3	R4	mean
1	2.56	6.48	10.2	-4.34	3.71
2	3.29	9.92	10.5	-0.0782	5.91
3	-3.29	2.56	4.14	-5.45	-0.51
4	3.9	4.64	9.08	0.568	4.55
5	6.33	5.72	10.4	6.26	7.19
6	11.1	7.35	12.8	14.5	11.4
7	16.6	15.1	19.8	15	16.6
8	13	9.87	14.9	13.4	12.8
9	22	11.9	16.3	19.5	17.4
10	17.1	6.77	12	16.4	13.1
11	14.2	3.2	8.53	16.1	10.5
12	13	9.07	15.6	5.05	10.7
13	8.61	5.94	15.3	5.12	8.75
N	11.4	6.9	11.4	11.1	10.2

winter (djf)

	R1b	R2	R3	R4	mean
1	-0.315	5.07	15.1	-9.64	2.56
2	10.5	12	23.5	-2.68	10.8
3	-0.857	3.88	15.5	-4.41	3.52
4	3.03	-10.2	14.5	-7.57	-0.0506
5	7.91	-7.29	17.5	0.197	4.57
6	11	-5.79	14.7	4.48	6.1
7	25.8	21.7	37.9	30.3	28.9
8	11.6	9.05	22.8	12.9	14.1
9	41.6	18.2	23.5	63.5	36.7
10	28.7	3.95	12.3	25.6	17.6
11	24.8	0.337	-4.14	29	12.5
12	12.2	8.16	7.93	-10.6	4.44
13	-2.64	-11.4	7.02	6.8	-0.061
N	16.9	1.77	12.3	13.5	11.1

spring (mam)

	R1b	R2	R3	R4	mean
1	7.56	25	6.35	-5.74	8.3
2	7.42	20.9	-1.43	6.87	8.45
3	2.32	16	-7.68	-4.12	1.64
4	10.3	28.9	12.8	1.25	13.3
5	11.4	28.7	18.6	10.8	17.4
6	10.1	25	22.5	18.4	19
7	18.1	24.9	13.3	19.6	19
8	16.9	29.7	18.9	18.7	21.1
9	19.1	20.6	18.4	25.6	20.9
10	4.31	6.76	11.9	6.64	7.4
11	1.15	-5.35	9.44	8.15	3.35
12	4.86	7.37	3.69	-8.11	1.96
13	5.84	-3.9	5.67	-7.47	0.0353
N	6.8	12.4	10.7	9.02	9.73

summer (jja)

1	-3.66	-11.6	-6.58	-4.63	-6.62
2	0.601	-5.03	-4.22	0.829	-1.95
3	-10.7	-15.8	-9.01	-2.19	-9.43
4	-8.74	-18.6	-9.82	3.22	-8.5
5	-6.63	-14.9	-7.35	2.3	-6.63
6	2.31	-8.23	2.96	9.91	1.74
7	12.6	1.03	6.57	6.91	6.77
8	7.04	-3.56	14.3	5.68	5.88
9	15.8	2.25	15.3	1.95	8.84
10	11.5	0.725	18.5	8.28	9.75
11	4.51	5.91	21.9	9.76	10.5
12	10.8	4.07	22.3	10.1	11.8

13	13.3	21.2	32.2	12.7	19.8
N	4.95	-1.58	10.3	6.55	5.05

fall (son)

1	9.2	16.1	31.2	2	14.6
2	-1.92	19.1	29.5	-4.86	10.5
3	-3.77	6.25	13	-10.2	1.33
4	10.2	22.1	14.9	7.09	13.6
5	12.3	21.4	12.6	13	14.8
6	19.5	22.6	13.6	25.8	20.4
7	17.6	30.2	40.3	17.4	26.4
8	18.2	12.2	6.68	18.8	14
9	22.1	16.6	11.7	15.8	16.5
10	22.6	15.2	5.33	24.2	16.8
11	26.2	9.82	4.31	18.7	14.8
12	26.4	22.3	17.1	15.7	20.4
13	12.3	5.37	5.64	5.28	7.15
N	17.1	16.2	12.3	15.5	15.3

Ekstremnedbør

PRECIPITATION: change of 99% percentile (and absolute values) with respect to 1961-1990 in mm and %

anually (tilsvarende figur 15)

absolutte dataene for framtid og normalperioden i mm/dag

	R1b	R2	R3	R4	mean	1960-1990
1	22.1	22.5	23.8	21.2	22.4	20.2
2	25.2	25.9	26.8	24.2	25.5	23.3
3	32.1	30.1	32.6	30.4	31.3	30.2
4	35.5	34.9	35.6	34.5	35.1	33.5
5	40.6	39.2	41.7	43.4	41.2	38.5
6	35.8	37.2	37.1	41	37.8	35.2
7	20	20.6	20.5	19.9	20.2	17.2
8	28	29.2	28.2	29.9	28.8	27.3
9	27.9	25.6	25.3	25.5	26.1	22.9
10	28	26	25.7	29.7	27.4	25.6
11	24	22.4	22.9	24.5	23.5	21.8
12	17.1	15.8	17.5	15.8	16.6	14.4
13	16.8	16.3	17.9	17.5	17.1	14.1
N	26.7	26	26.5	27.4	26.6	24.6

absolutte endringer i mm/dag

	R1b	R2	R3	R4	mean
1	1.97	2.35	3.61	1.02	2.24
2	1.84	2.61	3.43	0.896	2.19
3	1.92	-0.118	2.35	0.175	1.08
4	1.96	1.35	2.09	0.957	1.59
5	2.14	0.768	3.22	4.92	2.76
6	0.588	1.91	1.88	5.73	2.53
7	2.78	3.31	3.21	2.67	2.99
8	0.685	1.88	0.841	2.58	1.5
9	5	2.73	2.44	2.62	3.2
10	2.46	0.407	0.173	4.15	1.8
11	2.21	0.605	1.07	2.67	1.64
12	2.66	1.34	3.12	1.4	2.13
13	2.66	2.22	3.78	3.37	3.01
N	2.05	1.39	1.86	2.81	2.03

endringer i %

	R1b	R2	R3	R4	mean
1	9.78	11.6	17.9	5.05	11.1
2	7.89	11.2	14.7	3.84	9.4
3	6.34	-0.39	7.79	0.579	3.58
4	5.86	4.03	6.23	2.85	4.74
5	5.56	2	8.36	12.8	7.18
6	1.67	5.43	5.33	16.3	7.17

7	16.1	19.2	18.6	15.5	17.3
8	2.51	6.86	3.08	9.43	5.47
9	21.9	12	10.7	11.5	14
10	9.64	1.59	0.675	16.3	7.04
11	10.1	2.77	4.9	12.2	7.51
12	18.4	9.29	21.6	9.71	14.8
13	18.9	15.8	26.8	23.9	21.3
N	8.34	5.67	7.57	11.4	8.25

vinter (djf)

absolutte dataene for framtid og normalperioden i mm/dag

	R1b	R2	R3	R4	mean	1960-1990
1	17.2	19.9	18	16.6	18	17.3
2	20.7	20	21.7	19.4	20.4	17.4
3	30.5	27.7	34.3	28.3	30.2	27.8
4	36.5	34.9	38.1	38.1	36.9	36.1
5	44.8	41.2	47.4	45.6	44.7	41.9
6	37.9	41.8	39.8	41.2	40.2	38.3
7	13.2	13.8	13.7	14	13.7	11.2
8	24.2	30.2	28.1	29.7	28	26.4
9	22.3	21.9	21.7	25.3	22.8	19.9
10	29.8	27.4	25.6	32.5	28.8	25
11	24.3	22.2	20.7	24.7	23	21.2
12	8.14	7.11	8.19	8.04	7.87	7.45
13	10.5	9.68	11.5	11.9	10.9	9.83
N	25.2	24.6	24.4	26.3	25.1	22.8

absolutte endringer i mm/dag

	R1b	R2	R3	R4	mean
1	-0.0207	2.68	0.739	-0.653	0.687
2	3.27	2.6	4.29	1.98	3.03
3	2.68	-0.136	6.52	0.535	2.4
4	0.322	-1.21	2.02	1.96	0.771
5	2.88	-0.686	5.46	3.74	2.85
6	-0.381	3.53	1.55	2.9	1.9
7	1.99	2.58	2.53	2.77	2.47
8	-2.21	3.83	1.68	3.28	1.64
9	2.47	2	1.8	5.47	2.93
10	4.77	2.35	0.603	7.46	3.8
11	3.15	0.984	-0.476	3.49	1.79
12	0.696	-0.34	0.745	0.589	0.423
13	0.666	-0.145	1.62	2.07	1.05
N	2.4	1.76	1.65	3.52	2.33

endringer i %

	R1b	R2	R3	R4	mean
1	-0.12	15.6	4.28	-3.78	3.98
2	18.8	14.9	24.7	11.4	17.4
3	9.63	-0.489	23.5	1.92	8.63
4	0.892	-3.36	5.58	5.43	2.13
5	6.86	-1.64	13	8.93	6.8
6	-0.996	9.22	4.06	7.59	4.97
7	17.8	23	22.6	24.7	22
8	-8.39	14.5	6.37	12.4	6.22
9	12.4	10.1	9.06	27.5	14.8
10	19.1	9.37	2.41	29.8	15.2
11	14.9	4.64	-2.25	16.5	8.44
12	9.35	-4.56	10	7.9	5.67
13	6.78	-1.47	16.5	21.1	10.7
N	10.5	7.72	7.24	15.4	10.2

%vår (mam)

absolutte dataene for framtid og normalperioden i mm/dag

	R1b	R2	R3	R4	mean	1960-1990
1	18.2	20	18.2	17.1	18.4	17.7
2	22.4	23.5	20.6	19.7	21.6	20

3	28.9	30.1	25.5	27.1	27.9	26.6
4	29.3	32	26.9	26.4	28.7	27.8
5	533.4	35.9	33.3	34.3	34.2	30.1
6	28.1	30.8	29.8	33.6	30.6	27.5
7	15.6	15.5	14.7	14.2	15	12.8
8	22.3	25	22	24	23.3	21.3
9	21.9	21.4	18.6	21.3	20.8	19.1
10	20.5	21.4	21.8	23.8	21.9	22.1
11	19.6	17.8	20.1	20.5	19.5	19.5
12	15.1	13.3	11.8	11.8	13	11.9
13	17.2	13.8	14.4	13.5	14.7	12.2
N	21.7	22	21.4	22.2	21.8	20.7

absolutte endringer i mm/dag

	R1b	R2	R3	R4	mean
1	0.51	2.3	0.511	-0.637	0.672
2	2.42	3.57	0.668	-0.232	1.61
3	2.33	3.54	-1.16	0.462	1.29
4	1.51	4.21	-0.891	-1.38	0.863
5	3.29	5.86	3.22	4.25	4.16
6	0.637	3.37	2.34	6.13	3.12
7	2.86	2.71	1.96	1.47	2.25
8	0.921	3.65	0.663	2.62	1.96
9	2.87	2.33	-0.446	2.28	1.76
10	-1.54	-0.703	-0.325	1.66	-0.228
11	0.0447	-1.69	0.556	0.993	-0.0248
12	3.17	1.37	-0.155	-0.134	1.06
13	4.96	1.56	2.13	1.25	2.47
N	1.01	1.35	0.664	1.5	1.13

endringer i %

	R1b	R2	R3	R4	mean
1	2.87	13	2.88	-3.59	3.79
2	12.1	17.9	3.35	-1.16	8.05
3	8.77	13.3	-4.35	1.73	4.86
4	5.42	15.2	-3.21	-4.95	3.11
5	10.9	19.5	10.7	14.1	13.8
6	2.32	12.3	8.51	22.3	11.4
7	22.4	21.2	15.4	11.5	17.6
8	4.31	17.1	3.11	12.3	9.21
9	15	12.2	-2.34	12	9.22
10	-6.99	-3.18	-1.47	7.51	-1.03
11	0.229	-8.66	2.84	5.08	-0.127
12	26.5	11.5	-1.3	-1.13	8.9
13	40.6	12.7	17.4	10.2	20.2
N	4.91	6.51	3.21	7.25	5.47

sommer (jja)

absolutte dataene for framtid og normalperioden i mm/dag

	R1b	R2	R3	R4	mean	1960-1990
1	27.4	26.5	28.2	28.1	27.5	25.5
2	29.8	31.5	31.7	30.3	30.8	28.3
3	33.6	26.9	30.3	33	30.9	29.7
4	29.9	27.5	29.6	32	29.8	29.6
5	32.5	29.9	34	37.2	33.4	33
6	31.9	31.4	33.5	35.4	33.1	30.5
7	29.1	32	26.8	26.7	28.6	24.3
8	32.4	30.9	31.8	31.1	31.5	28.7
9	36.4	35.1	28.6	30.6	32.7	26.7
10	29	25.5	25.6	26.8	26.8	25.2
11	23.4	23.2	24.7	23.8	23.7	21.9
12	24.5	23.3	28.7	23.4	25	21
13	20.6	25.3	27.2	20.5	23.4	18.5
N	28.1	27.5	28.4	28.1	28	25.7

absolutte endringer i mm/dag

	R1b	R2	R3	R4	mean
--	-----	----	----	----	------

1	1.97	1.06	2.7	2.6	2.08
2	1.51	3.23	3.4	1.97	2.53
3	3.9	-2.75	0.648	3.35	1.28
4	0.283	-2.11	-0.0465	2.4	0.133
5	-0.519	-3.13	1.05	4.21	0.405
6	1.45	0.912	3.03	4.9	2.57
7	4.72	7.69	2.44	2.35	4.3
8	3.71	2.2	3.04	2.37	2.83
9	9.65	8.44	1.87	3.91	5.97
10	3.83	0.325	0.431	1.64	1.56
11	1.43	1.23	2.78	1.84	1.82
12	3.42	2.23	7.69	2.35	3.92
13	2.14	6.86	8.76	2.01	4.94
N	2.44	1.76	2.72	2.39	2.33

endringer i %

	R1b	R2	R3	R4	mean
1	7.73	4.15	10.6	10.2	8.17
2	5.34	11.4	12	6.96	8.93
3	13.1	-9.29	2.18	11.3	4.33
4	0.954	-7.11	-0.157	8.1	0.447
5	-1.57	-9.47	3.19	12.8	1.23
6	4.76	2.99	9.96	16.1	8.45
7	19.4	31.6	10	9.64	17.7
8	12.9	7.67	10.6	8.26	9.85
9	36.1	31.6	7	14.7	22.4
10	15.2	1.29	1.71	6.51	6.17
11	6.5	5.62	12.7	8.38	8.3
12	16.3	10.6	36.6	11.1	18.6
13	11.6	37.2	47.5	10.9	26.8
N	9.47	6.86	10.6	9.3	9.05

høst (son)

absolutte dataene for framtid og normalperioden i mm/dag

	R1b	R2	R3	R4	mean	1960-1990
1	24.7	23.8	29.4	23.3	25.3	21.9
2	27.5	28	31.8	26.5	28.4	25.6
3	37.6	34.3	38.2	33.4	35.9	35.5
4	40	39.2	41.3	40.6	40.3	36
5	45.6	44.3	43.3	47.7	45.2	42.6
6	39.6	40.2	39.4	44.7	41	38.5
7	18.3	19.2	24	18.6	20	15.8
8	29.9	30	28.3	33	30.3	29.8
9	27.6	26.2	28.6	24.8	26.8	23.1
10	30.4	27.9	27.9	33.1	29.8	27.5
11	27.5	24	24.4	26.7	25.6	23
12	16.1	14.7	15.1	15.9	15.4	12.5
13	15.7	14.6	14.5	16.3	15.3	13.8
N	29.1	27.6	28.7	29.8	28.8	26.3

absolutte endringer i mm/dag

	R1b	R2	R3	R4	mean
1	2.81	1.83	7.45	1.34	3.36
2	1.91	2.39	6.22	0.918	2.86
3	2.12	-1.23	2.69	-2.14	0.36
4	3.93	3.19	5.25	4.61	4.24
5	3.08	1.71	0.755	5.14	2.67
6	1.07	1.63	0.853	6.13	2.42
7	2.53	3.4	8.21	2.77	4.23
8	0.0924	0.204	-1.55	3.2	0.485
9	4.52	3.17	5.56	1.74	3.75
10	2.83	0.324	0.372	5.61	2.28
11	4.5	1.01	1.42	3.73	2.67
12	3.59	2.21	2.64	3.41	2.96
13	1.86	0.836	0.678	2.53	1.48
N	2.82	1.39	2.46	3.54	2.55

endringer i %

	R1b	R2	R3	R4	mean
1	12.8	8.36	34	6.13	15.3
2	7.46	9.32	24.3	3.59	11.2
3	5.96	-3.46	7.59	-6.03	1.01
4	10.9	8.84	14.6	12.8	11.8
5	7.25	4.03	1.77	12.1	6.28
6	2.78	4.23	2.21	15.9	6.28
7	16	21.5	52	17.5	26.8
8	0.31	0.685	-5.2	10.7	1.63
9	19.6	13.7	24.1	7.54	16.3
10	10.3	1.18	1.35	20.4	8.29
11	19.6	4.38	6.19	16.3	11.6
12	28.8	17.7	21.2	27.4	23.8
13	13.5	6.06	4.92	18.4	10.7
N	10.7	5.3	9.37	13.5	9.72

PRECIPITATION: change in number of days with prec>99perc of precipitation in 1961-1990

annually

absolutte dataene for fremtid og normalperioden i dager/år

	R1b	R2	R3	R4	mean	1960-1990
1	4.95	5.55	5.7	4.4	5.15	3.65
2	4.58	5.35	5.67	4.43	5.01	3.65
3	4.49	3.7	4.79	3.7	4.17	3.65
4	4.47	4.39	4.7	4	4.39	3.65
5	4.55	4.07	5.19	5.22	4.76	3.65
6	4.08	4.57	4.84	6.13	4.91	3.65
7	5.8	5.68	6.06	5.91	5.86	3.65
8	4.03	4.76	4.16	5.17	4.53	3.65
9	7.34	5.3	5.66	5.78	6.02	3.65
10	5.07	3.89	3.8	6.07	4.71	3.65
11	5.16	4.1	4.55	6	4.95	3.65
12	5.6	4.74	5.71	4.67	5.18	3.65
13	6.09	5.41	6.99	6.21	6.18	3.65
N	4.94	4.54	4.88	5.47	4.96	3.65

absolutte endringer i dager/år

	R1b	R2	R3	R4	mean
1	1.3	1.9	2.05	0.748	1.5
2	0.925	1.7	2.01	0.782	1.35
3	0.833	0.0477	1.13	0.0477	0.516
4	0.819	0.733	1.05	0.348	0.737
5	0.898	0.418	1.54	1.57	1.11
6	0.427	0.919	1.19	2.48	1.25
7	2.15	2.03	2.4	2.26	2.21
8	0.379	1.11	0.51	1.52	0.879
9	3.69	1.65	2.01	2.13	2.37
10	1.42	0.241	0.143	2.41	1.05
11	1.51	0.443	0.894	2.35	1.3
12	1.95	1.09	2.05	1.02	1.53
13	2.43	1.76	3.33	2.56	2.52
N	1.29	0.889	1.23	1.82	1.31

endringer i %

	R1b	R2	R3	R4	mean
1	35.5	52	56.1	20.5	41
2	25.3	46.4	55.1	21.4	37.1
3	22.8	1.31	31	1.31	14.1
4	22.4	20.1	28.7	9.52	20.2
5	24.6	11.4	42.1	42.9	30.3
6	11.7	25.1	32.6	67.8	34.3
7	58.8	55.5	65.8	61.9	60.5
8	10.4	30.4	14	41.5	24.1
9	101	45.1	55	58.3	64.8
10	38.9	6.6	3.92	66.1	28.9
11	41.3	12.1	24.5	64.4	35.6

12	53.3	29.8	56.2	28	41.8
13	66.6	48.2	91.3	70.1	69.1
N	35.4	24.3	33.7	49.9	35.8

winter (djf)

absolutte dataene for framtid og normalperioden i dager/år

	R1b	R2	R3	R4	mean	1960-1990
1	1	2.05	1.25	0.7	1.25	0.902
2	1.88	1.56	2.14	1.52	1.77	0.902
3	1.5	0.8	1.89	1.04	1.31	0.902
4	1.06	0.829	1.29	1.16	1.08	0.902
5	1.35	0.92	1.72	1.46	1.36	0.902
6	0.929	1.35	1.28	1.41	1.24	0.902
7	1.81	1.9	1.89	2.36	1.99	0.902
8	0.588	1.43	1.22	1.33	1.14	0.902
9	1.54	1.4	1.3	2.58	1.71	0.902
10	1.76	1.24	1.02	2.06	1.52	0.902
11	1.46	1.08	0.882	2	1.36	0.902
12	1.25	0.787	1.27	1.13	1.11	0.902
13	1.14	0.957	1.84	2.03	1.49	0.902
N	1.46	1.25	1.36	1.74	1.45	0.902

absolutte endringer i dager/år

	R1b	R2	R3	R4	mean
1	0.0977	1.15	0.348	-0.202	0.348
2	0.975	0.659	1.24	0.614	0.872
3	0.598	-0.102	0.983	0.141	0.405
4	0.155	-0.0738	0.383	0.255	0.18
5	0.448	0.0177	0.818	0.558	0.46
6	0.0268	0.452	0.381	0.506	0.341
7	0.912	0.998	0.991	1.45	1.09
8	-0.315	0.529	0.316	0.429	0.24
9	0.638	0.498	0.398	1.68	0.803
10	0.861	0.337	0.122	1.16	0.619
11	0.562	0.173	-0.0208	1.1	0.454
12	0.344	-0.116	0.371	0.224	0.206
13	0.241	0.0548	0.941	1.13	0.591
N	0.563	0.349	0.456	0.835	0.551

endringer i %

	R1b	R2	R3	R4	mean
1	10.8	127	38.5	-22.4	38.5
2	108	73	138	68	96.6
3	66.2	-11.3	109	15.6	44.9
4	17.2	-8.17	42.5	28.2	19.9
5	49.6	1.96	90.6	61.8	51
6	2.97	50.1	42.2	56.1	37.8
7	101	111	110	161	121
8	-34.9	58.6	35.1	47.5	26.6
9	70.7	55.2	44.1	186	89
10	95.4	37.3	13.5	128	68.6
11	62.3	19.2	-2.3	122	50.3
12	38.2	-12.8	41.1	24.9	22.8
13	26.7	6.07	104	125	65.4
N	62.3	38.7	50.5	92.5	61

spring (mam)

absolutte dataene for framtid og normalperioden i dager/år

	R1b	R2	R3	R4	mean	1960-1990
1	1.05	1.6	1	0.8	1.11	0.92
2	1.32	1.64	1.09	1.37	1.35	0.92
3	1.1	1.44	0.814	0.957	1.08	0.92
4	1.13	1.8	0.771	0.657	1.09	0.92
5	1.27	1.82	1.39	1.28	1.44	0.92
6	1.13	1.43	1.3	2	1.46	0.92
7	1.81	1.89	1.52	1.4	1.66	0.92
8	1.16	1.87	1.02	1.59	1.41	0.92

9	1.46	1.66	0.84	1.58	1.39	0.92
10	0.689	0.82	0.9	1.24	0.913	0.92
11	1	0.646	1.15	1.29	1.02	0.92
12	1.56	1.3	0.867	0.88	1.15	0.92
13	1.86	1.4	1.89	1.39	1.63	0.92
N	1.15	1.24	1.11	1.34	1.21	0.92

absolutte endringer i dager/år

	R1b	R2	R3	R4	mean
1	0.13	0.68	0.08	-0.12	0.193
2	0.4	0.719	0.166	0.446	0.433
3	0.18	0.523	-0.106	0.0371	0.159
4	0.209	0.88	-0.149	-0.263	0.169
5	0.35	0.9	0.47	0.36	0.52
6	0.213	0.509	0.376	1.08	0.544
7	0.894	0.973	0.601	0.48	0.737
8	0.236	0.949	0.105	0.667	0.489
9	0.54	0.74	-0.08	0.66	0.465
10	-0.231	-0.1	-0.02	0.323	-0.00696
11	0.0815	-0.274	0.232	0.371	0.103
12	0.64	0.38	-0.0533	-0.04	0.232
13	0.937	0.48	0.966	0.466	0.712
N	0.225	0.317	0.188	0.418	0.287

endringer i

	R1b	R2	R3	R4	mean
1	14.1	73.9	8.7	-13	20.9
2	43.5	78.1	18.1	48.5	47
3	19.6	56.8	-11.5	4.04	17.2
4	22.7	95.7	-16.1	-28.6	18.4
5	38	97.8	51.1	39.1	56.5
6	23.2	55.3	40.9	117	59.1
7	97.2	106	65.4	52.2	80.1
8	25.7	103	11.4	72.6	53.2
9	58.7	80.4	-8.7	71.7	50.5
10	-25.1	-10.9	-2.17	35.2	-0.756
11	8.86	-29.8	25.3	40.3	11.2
12	69.6	41.3	-5.8	-4.35	25.2
13	102	52.2	105	50.6	77.4
N	24.5	34.5	20.4	45.5	31.2

summer (jja)

absolutte dataene for framtid og normalperioden i dager/år

	R1b	R2	R3	R4	mean	1960-1990
1	1.2	1.05	1.3	1.2	1.19	0.92
2	1.08	1.25	1.27	1.11	1.18	0.92
3	1.1	0.757	1	1.23	1.02	0.92
4	0.9	0.771	0.943	1.17	0.946	0.92
5	0.86	0.68	1.03	1.31	0.97	0.92
6	1.14	1.02	1.24	1.65	1.26	0.92
7	1.51	1.89	1.13	1.26	1.45	0.92
8	1.38	1.12	1.27	1.22	1.25	0.92
9	2.54	1.68	1.16	1.18	1.64	0.92
10	1.47	0.967	1.06	1.21	1.18	0.92
11	1.1	1.1	1.42	1.2	1.21	0.92
12	1.35	1.21	2.05	1.19	1.45	0.92
13	1.24	1.91	2.2	1.23	1.65	0.92
N	1.24	1.14	1.3	1.24	1.23	0.92

absolutte endringer i dager/år

	R1b	R2	R3	R4	mean
1	0.28	0.13	0.38	0.28	0.267
2	0.164	0.332	0.348	0.191	0.259
3	0.18	-0.163	0.08	0.309	0.101
4	-0.02	-0.149	0.0229	0.251	0.0264
5	-0.06	-0.24	0.11	0.39	0.05
6	0.217	0.101	0.318	0.73	0.341

7	0.587	0.966	0.209	0.344	0.526
8	0.461	0.205	0.349	0.299	0.328
9	1.62	0.76	0.24	0.26	0.72
10	0.545	0.0474	0.143	0.293	0.257
11	0.185	0.185	0.495	0.283	0.287
12	0.427	0.287	1.13	0.273	0.53
13	0.323	0.994	1.28	0.309	0.726
N	0.317	0.224	0.382	0.318	0.31

endringer i %

	R1b	R2	R3	R4	mean
1	30.4	14.1	41.3	30.4	29.1
2	17.8	36.1	37.8	20.8	28.1
3	19.6	-17.7	8.7	33.5	11
4	-2.17	-16.1	2.48	27.3	2.87
5	-6.52	-26.1	12	42.4	5.43
6	23.6	11	34.5	79.3	37.1
7	63.8	105	22.7	37.4	57.2
8	50.1	22.3	37.9	32.5	35.7
9	176	82.6	26.1	28.3	78.3
10	59.3	5.15	15.5	31.9	28
11	20.1	20.1	53.8	30.8	31.2
12	46.4	31.2	123	29.7	57.6
13	35.1	108	139	33.5	79
N	34.4	24.4	41.5	34.6	33.7

høst (son)

absolutte dataene for fremtid og normalperioden i dager/år

	R1b	R2	R3	R4	mean	1960-1990
1	1.4	1.3	2.25	1.15	1.52	0.91
2	1.22	1.44	2	1.09	1.44	0.91
3	1.11	0.757	1.17	0.7	0.936	0.91
4	1.36	1.27	1.64	1.26	1.38	0.91
5	1.14	1.1	1.1	1.42	1.19	0.91
6	1.1	1.16	1.15	1.67	1.27	0.91
7	1.51	1.76	2.74	1.86	1.97	0.91
8	0.944	0.919	0.713	1.44	1	0.91
9	1.64	1.5	1.88	1.36	1.59	0.91
10	1.32	0.98	0.974	1.77	1.26	0.91
11	1.74	1.19	1.2	1.76	1.47	0.91
12	1.83	1.47	1.6	1.77	1.67	0.91
13	1.46	1.01	1.07	1.39	1.23	0.91
N	1.4	1.21	1.39	1.55	1.39	0.91

absolutte endringer i dager/år

	R1b	R2	R3	R4	mean
1	0.49	0.39	1.34	0.24	0.615
2	0.306	0.533	1.09	0.181	0.526
3	0.204	-0.153	0.261	-0.21	0.0257
4	0.447	0.361	0.733	0.347	0.472
5	0.23	0.19	0.19	0.51	0.28
6	0.194	0.248	0.24	0.757	0.36
7	0.597	0.854	1.83	0.947	1.06
8	0.0337	0.00875	-0.198	0.527	0.0931
9	0.73	0.59	0.97	0.45	0.685
10	0.412	0.0704	0.0639	0.857	0.351
11	0.835	0.278	0.288	0.848	0.562
12	0.917	0.563	0.69	0.863	0.758
13	0.547	0.104	0.161	0.476	0.322
N	0.493	0.302	0.479	0.639	0.478

endringer i %

	R1b	R2	R3	R4	mean
1	53.8	42.9	147	26.4	67.6
2	33.6	58.6	119	19.9	57.8
3	22.4	-16.8	28.7	-23.1	2.83
4	49.1	39.7	80.5	38.1	51.9

5	25.3	20.9	20.9	56	30.8
6	21.3	27.3	26.4	83.2	39.5
7	65.6	93.9	201	104	116
8	3.71	0.962	-21.7	58	10.2
9	80.2	64.8	107	49.5	75.3
10	45.2	7.74	7.02	94.2	38.6
11	91.7	30.5	31.7	93.2	61.8
12	101	61.9	75.8	94.9	83.3
13	60.1	11.5	17.7	52.3	35.4
N	54.2	33.2	52.7	70.2	52.6

Vind

annually

absolutte dataene for framtid og normalperioden i m/s

	R1b	R2	R3	R4	mean	1960-1990
1	2.39	2.41	2.42	2.37	2.4	2.41
2	1.68	1.67	1.69	1.66	1.67	1.68
3	2.53	2.62	2.62	2.55	2.58	2.64
4	3.41	3.47	3.54	3.4	3.45	3.49
5	1.78	1.81	1.83	1.79	1.8	1.86
6	1.94	1.94	1.95	1.96	1.94	2.01
7	1.76	1.71	1.75	1.7	1.73	1.76
8	2.69	2.68	2.66	2.76	2.7	2.7
9	2.04	2.02	2.05	2	2.03	2.09
10	3.3	3.33	3.3	3.32	3.31	3.33
11	3.16	3.24	3.18	3.2	3.19	3.25
12	2.21	2.24	2.23	2.21	2.22	2.22
13	2.61	2.67	2.7	2.65	2.66	2.65
N	2.56	2.59	2.58	2.58	2.58	2.61

absolutte endringer i m/s

	R1b	R2	R3	R4	mean
1	-0.0158	0.00687	0.0117	-0.0357	-0.00824
2	-0.0082	-0.0139	0.00648	-0.027	-0.0106
3	-0.113	-0.0236	-0.0173	-0.0894	-0.0609
4	-0.0859	-0.0236	0.043	-0.0954	-0.0405
5	-0.076	-0.0548	-0.0264	-0.0712	-0.0571
6	-0.0711	-0.0694	-0.0628	-0.0492	-0.0631
7	0.00218	-0.0456	-0.0155	-0.0573	-0.0291
8	-0.00702	-0.0245	-0.0393	0.0577	-0.00327
9	-0.0429	-0.0647	-0.0401	-0.0845	-0.0581
10	-0.0277	0.000375	-0.0293	-0.00321	-0.0149
11	-0.0908	-0.00973	-0.0751	-0.0538	-0.0573
12	-0.0133	0.0125	0.00896	-0.0129	-0.00119
13	-0.0422	0.0196	0.0454	-0.000786	0.00552
N	-0.0466	-0.0183	-0.0309	-0.0328	-0.0321

endringer i %

	R1b	R2	R3	R4	mean
1	-0.658	0.285	0.487	-1.48	-0.342
2	-0.487	-0.824	0.385	-1.6	-0.632
3	-4.3	-0.894	-0.655	-3.38	-2.31
4	-2.46	-0.674	1.23	-2.73	-1.16
5	-4.09	-2.95	-1.42	-3.83	-3.07
6	-3.54	-3.45	-3.13	-2.45	-3.14
7	0.124	-2.59	-0.881	-3.25	-1.65
8	-0.26	-0.908	-1.45	2.14	-0.121
9	-2.06	-3.1	-1.92	-4.05	-2.78
10	-0.831	0.0113	-0.879	-0.0964	-0.449
11	-2.79	-0.299	-2.31	-1.65	-1.76
12	-0.599	0.562	0.403	-0.58	-0.0533
13	-1.59	0.739	1.71	-0.0296	0.208
N	-1.79	-0.7	-1.19	-1.26	-1.23

vinter (djf)

absolutte dataene for framtid og normalperioden i m/s

	R1b	R2	R3	R4	mean	1960-1990
1	2.66	2.63	2.73	2.68	2.67	2.67
2	1.86	1.83	1.91	1.87	1.87	1.88
3	2.89	3.1	3.09	3.04	3.03	3.07
4	3.95	3.88	4.05	3.95	3.96	4.1
5	2.17	2.16	2.25	2.2	2.19	2.3
6	2.45	2.35	2.43	2.47	2.43	2.57
7	2.01	1.89	1.99	1.95	1.96	2.03
8	3.47	3.27	3.35	3.55	3.41	3.5
9	2.58	2.51	2.57	2.57	2.56	2.7
10	4.09	3.97	4	4.13	4.05	4.15
11	3.87	3.84	3.84	3.9	3.87	4.04
12	2.38	2.27	2.35	2.44	2.36	2.4
13	2.88	2.82	3.02	3.05	2.94	3.03
N	3.08	3.02	3.07	3.12	3.07	3.17

absolutte endringer i m/s

	R1b	R2	R3	R4	mean
1	-0.0122	-0.039	0.0516	0.00485	0.00133
2	-0.0158	-0.0524	0.0263	-0.0121	-0.0135
3	-0.182	0.0303	0.0187	-0.0235	-0.0392
4	-0.147	-0.212	-0.0447	-0.148	-0.138
5	-0.13	-0.148	-0.0567	-0.106	-0.11
6	-0.121	-0.227	-0.142	-0.102	-0.148
7	-0.0272	-0.143	-0.0423	-0.0812	-0.0734
8	-0.0314	-0.234	-0.149	0.042	-0.0932
9	-0.12	-0.191	-0.135	-0.135	-0.145
10	-0.0569	-0.174	-0.148	-0.0189	-0.0996
11	-0.163	-0.197	-0.193	-0.136	-0.172
12	-0.0255	-0.127	-0.0473	0.0425	-0.0394
13	-0.147	-0.206	-0.001	0.0225	-0.0827
N	-0.089	-0.158	-0.102	-0.0582	-0.102

endringer i %

	R1b	R2	R3	R4	mean
1	-0.456	-1.46	1.93	0.182	0.0497
2	-0.843	-2.79	1.4	-0.643	-0.718
3	-5.94	0.987	0.61	-0.768	-1.28
4	-3.59	-5.18	-1.09	-3.61	-3.37
5	-5.65	-6.42	-2.46	-4.58	-4.78
6	-4.72	-8.82	-5.53	-3.94	-5.75
7	-1.34	-7.02	-2.08	-3.99	-3.61
8	-0.896	-6.69	-4.26	1.2	-2.66
9	-4.44	-7.06	-4.99	-4.98	-5.37
10	-1.37	-4.2	-3.58	-0.456	-2.4
11	-4.03	-4.87	-4.79	-3.37	-4.26
12	-1.06	-5.3	-1.97	1.77	-1.64
13	-4.85	-6.79	-0.0331	0.745	-2.73
N	-2.8	-4.98	-3.21	-1.83	-3.21

vår (mam)

absolutte dataene for framtid og normalperioden i m/s

	R1b	R2	R3	R4	mean	1960-1990
1	2.32	2.47	2.39	2.24	2.35	2.36
2	1.61	1.7	1.66	1.57	1.64	1.63
3	2.42	2.55	2.52	2.39	2.47	2.56
4	3.08	3.27	3.25	3.04	3.16	3.24
5	1.6	1.69	1.68	1.57	1.64	1.72
6	1.71	1.85	1.78	1.69	1.76	1.87
7	1.67	1.73	1.67	1.6	1.67	1.7
8	2.37	2.52	2.43	2.36	2.42	2.48
9	1.82	1.92	1.85	1.8	1.85	1.93
10	3	3.19	3.08	2.97	3.06	3.15
11	3.05	3.24	3.07	2.98	3.09	3.21
12	2.22	2.33	2.2	2.1	2.22	2.23
13	2.61	2.76	2.59	2.59	2.64	2.63
N	2.4	2.55	2.45	2.35	2.44	2.51

absolutte endringer i m/s

	R1b	R2	R3	R4	mean
1	-0.0395	0.114	0.0285	-0.119	-0.00387
2	-0.0151	0.073	0.0257	-0.0593	0.00606
3	-0.146	-0.00988	-0.0416	-0.174	-0.0929
4	-0.152	0.0373	0.0106	-0.2	-0.0758
5	-0.126	-0.0309	-0.0477	-0.152	-0.0892
6	-0.158	-0.0195	-0.0892	-0.182	-0.112
7	-0.0314	0.0294	-0.0298	-0.0977	-0.0324
8	-0.111	0.0385	-0.0543	-0.125	-0.063
9	-0.104	-0.0101	-0.0774	-0.122	-0.0783
10	-0.149	0.041	-0.0772	-0.183	-0.0923
11	-0.153	0.0319	-0.137	-0.229	-0.122
12	-0.0159	0.1	-0.0323	-0.131	-0.0198
13	-0.0264	0.123	-0.0398	-0.0453	0.00279
N	-0.106	0.0387	-0.0632	-0.156	-0.0717

endringer i %

	R1b	R2	R3	R4	mean
1	-1.68	4.85	1.21	-5.04	-0.164
2	-0.927	4.48	1.57	-3.64	0.372
3	-5.69	-0.386	-1.62	-6.79	-3.62
4	-4.68	1.15	0.327	-6.16	-2.34
5	-7.31	-1.79	-2.77	-8.83	-5.17
6	-8.46	-1.04	-4.77	-9.74	-6
7	-1.85	1.73	-1.75	-5.75	-1.9
8	-4.46	1.55	-2.19	-5.05	-2.54
9	-5.39	-0.522	-4.02	-6.34	-4.07
10	-4.74	1.3	-2.45	-5.82	-2.93
11	-4.77	0.993	-4.28	-7.13	-3.8
12	-0.713	4.48	-1.45	-5.85	-0.884
13	-1	4.66	-1.51	-1.72	0.106
N	-4.23	1.54	-2.52	-6.22	-2.86

sommer (jja)

absolutte dataene for framtid og normalperioden i m/s

	R1b	R2	R3	R4	mean	1960-1990
1	2.11	2.03	2.15	2.15	2.11	2.18
2	1.49	1.38	1.48	1.46	1.45	1.47
3	2.16	2.12	2.2	2.19	2.17	2.21
4	3.12	3.12	3.2	3.03	3.12	3.02
5	1.49	1.45	1.48	1.46	1.47	1.48
6	1.52	1.46	1.5	1.5	1.49	1.5
7	1.56	1.39	1.44	1.43	1.46	1.46
8	2.06	2.1	2.14	2.09	2.1	2.02
9	1.62	1.49	1.52	1.48	1.53	1.52
10	2.62	2.64	2.68	2.66	2.65	2.61
11	2.35	2.5	2.46	2.46	2.44	2.44
12	1.98	1.99	2.04	1.96	1.99	2.01
13	2.24	2.32	2.38	2.19	2.28	2.25
N	2.06	2.07	2.1	2.07	2.08	2.07

absolutte endringer i m/s

	R1b	R2	R3	R4	mean
1	-0.0687	-0.145	-0.0261	-0.0283	-0.0669
2	0.0213	-0.0886	0.00351	-0.0139	-0.0194
3	-0.0559	-0.0883	-0.0168	-0.0246	-0.0464
4	0.0982	0.0933	0.174	0.00625	0.0931
5	0.0121	-0.0317	-0.00425	-0.0229	-0.0117
6	0.0192	-0.0348	0.00115	-0.00129	-0.00393
7	0.0994	-0.063	-0.0139	-0.0329	-0.0026
8	0.0364	0.0729	0.117	0.0632	0.0724
9	0.0954	-0.0341	0.00206	-0.0412	0.00555
10	0.0121	0.0326	0.0723	0.0564	0.0433
11	-0.0894	0.0601	0.0175	0.0225	0.00267
12	-0.03	-0.0164	0.0354	-0.0423	-0.0133

13	-0.0138	0.0694	0.126	-0.0653	0.0291
N	-0.00638	0.00173	0.0334	0.00861	0.00934

endringer i %

	R1b	R2	R3	R4	mean
1	-3.15	-6.64	-1.2	-1.3	-3.07
2	1.45	-6.02	0.238	-0.944	-1.32
3	-2.52	-3.99	-0.761	-1.11	-2.1
4	3.25	3.08	5.77	0.207	3.08
5	0.818	-2.14	-0.286	-1.54	-0.788
6	1.28	-2.32	0.0769	-0.0859	-0.263
7	6.82	-4.32	-0.956	-2.25	-0.178
8	1.8	3.6	5.79	3.13	3.58
9	6.27	-2.24	0.135	-2.71	0.365
10	0.463	1.25	2.77	2.16	1.66
11	-3.67	2.47	0.716	0.923	0.11
12	-1.5	-0.819	1.76	-2.11	-0.665
13	-0.612	3.08	5.61	-2.9	1.29
N	-0.309	0.0839	1.62	0.417	0.452

høst (son)

absolutte dataene for framtid og normalperioden i m/s

	R1b	R2	R3	R4	mean	1960-1990
1	2.48	2.52	2.42	2.43	2.46	2.43
2	1.74	1.77	1.73	1.74	1.74	1.76
3	2.66	2.71	2.7	2.6	2.67	2.73
4	3.48	3.61	3.66	3.59	3.58	3.63
5	1.88	1.93	1.94	1.94	1.92	1.94
6	2.08	2.1	2.08	2.19	2.11	2.1
7	1.82	1.85	1.88	1.84	1.85	1.86
8	2.89	2.84	2.74	3.07	2.88	2.81
9	2.17	2.19	2.26	2.17	2.2	2.21
10	3.5	3.52	3.45	3.55	3.51	3.42
11	3.38	3.4	3.35	3.47	3.4	3.34
12	2.28	2.35	2.34	2.34	2.33	2.26
13	2.73	2.8	2.81	2.8	2.78	2.71
N	2.71	2.74	2.7	2.77	2.73	2.69

absolutte endringer i m/s

	R1b	R2	R3	R4	mean
1	0.058	0.097	-0.00642	0.000543	0.0373
2	-0.0234	0.012	-0.0295	-0.0222	-0.0158
3	-0.0706	-0.0254	-0.0288	-0.134	-0.0648
4	-0.145	-0.0161	0.0301	-0.0408	-0.0429
5	-0.0609	-0.01	0.00296	-0.0038	-0.0179
6	-0.024	0.00165	-0.0218	0.0889	0.0112
7	-0.0328	-0.0075	0.024	-0.0173	-0.00841
8	0.0783	0.0215	-0.0729	0.253	0.07
9	-0.0447	-0.0256	0.0491	-0.0403	-0.0154
10	0.0845	0.1	0.0349	0.135	0.0885
11	0.0422	0.0632	0.0115	0.128	0.0611
12	0.0184	0.0918	0.0798	0.0812	0.0678
13	0.0171	0.0883	0.096	0.0865	0.072
N	0.0152	0.0427	0.00705	0.0756	0.0352

endringer i %

	R1b	R2	R3	R4	mean
1	2.39	4	-0.265	0.0224	1.54
2	-1.33	0.685	-1.68	-1.26	-0.896
3	-2.59	-0.932	-1.05	-4.92	-2.37
4	-3.99	-0.444	0.831	-1.13	-1.18
5	-3.14	-0.516	0.152	-0.196	-0.924
6	-1.14	0.0787	-1.04	4.23	0.533
7	-1.77	-0.404	1.29	-0.934	-0.453
8	2.78	0.764	-2.59	8.99	2.49
9	-2.02	-1.16	2.22	-1.82	-0.696
10	2.47	2.93	1.02	3.94	2.59

11	1.26	1.89	0.346	3.82	1.83
12	0.816	4.07	3.53	3.6	3
13	0.631	3.26	3.54	3.19	2.65
N	0.565	1.59	0.262	2.81	1.3

Vedlegg 2: Tabellverdier for de lokale beregninger

Kommune 1 – Fredrikstad

```

-----Fredrikstad-----
change in temperature with respect to 1961-1990 in degC
      R1b      R2      R3      R4      mean
djf    2.69    1.77    2.93    2.95    2.58
mam    2.35     2    2.56    2.61    2.38
jja    2.03    1.65    2.14    2.66    2.12
son    2.12    1.94    3.01    3.08    2.54
ann     2.3    1.84    2.66    2.83    2.41

change in precipitation with respect to 1961-1990 in %
djf    1.89    10.2     19    -6.36    6.19
mam    3.43    25.1    -0.363 -8.35    4.95
jja   -7.04    -9.64    -3.28  -1.28   -5.31
son    9.19    21.8     37.8    5.35    18.5
ann    1.19    9.91    12.6    -2.31    5.34

change in 99% percentile of precipitation with respect
to 1961-1990 in degC
djf    5.17     13     6.54    -2.32    5.59
mam   -3.37     17    -1.74    -6.76    1.27
jja    6.15     9.31    16.3    14.1    11.5
son    9.93     9.86    33.5     6.43    14.9
ann    6.27    13.3    18.1     6.97    11.2

change in number of 0-passings with respect to 1961-1990 in %
djf     1.3    -5.83    0.844    -13    -4.16
mam   -35.9   -11.8   -31.9   -41.1   -30.2
jja     NaN     NaN     NaN     NaN     NaN
son   -19.8   -30.1   -39.3   -53.4   -35.6
ann   -12.6   -11.4   -14.9   -26.7   -16.4

change in number of days with icing with respect to 1961-1990 in %
djf   -27.4   -14.1   -28.4   -29.7   -24.9
mam   -48.8   -46.1   -54.6   -54.3    -51
jja     NaN     NaN     NaN     NaN     NaN
son   -48.5   -46.1   -55.7   -65.1   -53.9
ann   -36.2   -27.3   -39.4   -41.8   -36.2

change in length of growing seasons (number of days/yr with T>5degC)
ann    20.7    17.2    24.9    25.6    22.1 (in%)
ann    38.3    31.9    46.2    47.5     41 (in days)

```

Kommune 2 - Bergen

```

-----Bergen-----
change in temperature with respect to 1961-1990 in degC
      R1b      R2      R3      R4      mean
djf   1.76    0.531    1.54    2.3    1.53
mam   1.87    1.31    1.85    2.29    1.83
jja   1.83    1.21    1.58    2.32    1.73
son   1.71    1.38    2.43    3.03    2.14
ann   1.79    1.11    1.85    2.49    1.81

change in precipitation with respect to 1961-1990 in %
djf   5.52   -12.7    5.07    -2    -1.04
mam   8.43   20.5     21     29.6   19.9
jja   -2.01   -11.5    -2.5    7.43   -2.13
son   17.8   21.5    12.7    24.2   19.1
ann   7.73   3.49    8.46    13.6   8.32

change in 99% percentile of precipitation with respect
to 1961-1990 in degC
djf   1.81   -4.07    1.66    6.09    1.37
mam   1.14   11.8     1.67    29.7   11.1
jja   2.08   1.37     8.29    25.3   9.26
son   7.6    2.49     3.36    22.3   8.94
ann   2.06   1.33     4.72    15.9   6.01

change in number of 0-passings with respect to 1961-1990 in %
djf   3.88   -9.87    -2.47    -5.9   -3.59
mam  -24.8   -14.5    -18.7   -24.8  -20.7
jja   NaN    NaN      NaN      NaN    NaN
son  -11.2   -21.2    -35.6   -44.5  -28.1
ann  -7.05   -13.2    -14.2   -18.2  -13.1

change in number of days with icing with respect to 1961-1990 in %
djf  -19.9   -1.41   -12.3   -22.6  -14.1
mam  -32.9   -29.3   -37     -40.1  -34.8
jja   NaN    NaN      NaN      NaN    NaN
son  -37.6   -33.7   -54.6   -62.7  -47.1
ann  -27.1   -15.7   -27.6   -35.4  -26.5

```

Kommune 3 - Voss

-----Voss-----

change in temperature with respect to 1961-1990 in degC

	R1b	R2	R3	R4	mean
djf	1.81	0.659	1.55	2.29	1.58
mam	1.82	1.43	1.7	2.08	1.76
jja	2.21	1.48	1.54	2.58	1.95
son	1.85	1.47	2.62	3.15	2.27
ann	1.92	1.26	1.85	2.53	1.89

change in precipitation with respect to 1961-1990 in %

djf	12.7	-4.73	15.7	6.96	7.67
mam	12.2	28.3	26.3	12.9	19.9
jja	0.581	-7.02	1.29	5.9	0.186
son	20.1	23.1	12.6	27.4	20.8
ann	11.8	8.39	13.1	13.6	11.7

change in 99% percentile of precipitation with respect to 1961-1990 in degC

djf	3.32	10	5.54	11.2	7.53
mam	2.03	14.6	5.76	14.5	9.22
jja	-0.786	5.09	5.67	13.3	5.82
son	2.87	0.934	4.45	18.7	6.73
ann	3.21	3.79	7.58	12.9	6.88

change in number of 0-passings with respect to 1961-1990 in %

djf	48.2	10.8	38.6	51.6	37.3
mam	1.92	25.1	12.6	11	12.7
jja	-70	-70	-85	-70	-73.8
son	-11.2	-10.1	-18	-26.8	-16.5
ann	12.4	9.28	11	12.6	11.3

change in number of days with icing with respect to 1961-1990 in %

djf	-2.52	-0.683	1.41	-11.5	-3.32
mam	-16.8	-10.1	-11.1	-20.3	-14.6
jja	-74.3	-74.3	-82.9	-74.3	-76.4
son	-28.8	-20.9	-41.3	-49.5	-35.1
ann	-13.8	-8.83	-13.1	-23.5	-14.8

change in length of growing seasons (number of days/yr with T>5degC)

ann	27	16.8	26.4	38.4	27.1 (%)
ann	29	18.1	28.4	41.3	29.2 (in days)

Kommune 4 - Melhus

-----Melhus-----

change in temperature with respect to 1961-1990 in degC

	R1b	R2	R3	R4	mean
djf	2.49	0.958	1.93	2.79	2.04
mam	1.89	1.16	1.65	2.27	1.74
jja	2.02	0.964	1.23	2.44	1.66
son	1.99	1.48	2.27	3.14	2.22
ann	2.1	1.14	1.77	2.66	1.92

change in precipitation with respect to 1961-1990 in %

djf	38.4	18.1	23.4	49.8	32.4
mam	16.8	17.5	14.2	15.5	16
jja	12.8	-0.133	15.7	2.37	7.69
son	22.3	16	10.2	23	17.8
ann	19.4	9.9	15.1	16.5	15.2

change in 99% percentile of precipitation with respect to 1961-1990 in degC

djf	15.1	24.8	10.6	37.8	22.1
mam	18	9.75	1.83	12.5	10.5
jja	26.5	31.8	13.5	15.1	21.7
son	28	10.9	13	19.3	17.8
ann	22.7	9.61	10.6	15.8	14.7

change in number of 0-passings with respect to 1961-1990 in %

djf	40.8	16.2	22.7	25.9	26.4
mam	-10.2	-8.75	-9.04	-15.4	-10.9
jja	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
son	-22.6	-19.2	-34.5	-28.6	-26.2
ann	6.19	-2.04	-3.45	-1.68	-0.243

change in number of days with icing with respect to 1961-1990 in %

djf	-9.85	-0.718	3.3	-16.4	-5.93
mam	-28.4	-24.3	-29	-40.4	-30.5
jja	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
son	-38.5	-29.1	-39	-55.8	-40.6
ann	-21.2	-13.4	-14.9	-31.6	-20.3

Kommune 5 - Lyngen

-----Lyngen-----

change in temperature with respect to 1961-1990 in degC

	R1b	R2	R3	R4	mean
djf	3.36	1.9	2.94	3.9	3.03
mam	2.47	1.57	2.28	2.64	2.24
jja	2.51	0.929	1.26	2.83	1.88
son	2.58	1.87	2.83	3.66	2.74
ann	2.73	1.57	2.32	3.25	2.47

change in precipitation with respect to 1961-1990 in %

djf	32.2	5.7	-11.6	39	16.3
mam	3.6	-9.24	4.14	2.13	0.156
jja	5.49	5.6	21.9	4.82	9.46
son	36.9	14.7	13.1	21.5	21.6
ann	17.4	4.57	10	14.2	11.6

change in 99% percentile of precipitation with respect to 1961-1990 in degC

djf	13	9.51	9.13	22.8	13.6
mam	1.38	-9.23	-5.48	-2.14	-3.87
jja	5.63	2.83	16.9	12.9	9.56
son	25	13.3	31.4	34.6	26.1

ann	11.5	4.25	14.7	18.1	12.2
-----	------	------	------	------	------

change in number of 0-passings with respect to 1961-1990 in %

djf	191	56	50	222	130
mam	7.61	6.09	-6.09	8.88	4.12
jja	-100	-87.8	-100	-100	-96.9
son	22.2	2.31	13.7	14.2	13.1
ann	34.3	8.86	7.02	35.6	21.5

change in number of days with icing with respect to 1961-1990 in %

djf	37.6	24.6	43.1	40	36.3
mam	-13.7	3.15	2.15	-14.8	-5.79
jja	-100	-91.9	-100	-100	-98
son	-24.6	-13	-24.4	-29.9	-23
ann	-2.6	3.49	4.73	-4.05	0.393

Kommune 6 - Tromsø

-----**Tromsø**-----

change in temperature with respect to 1961-1990 in degC

	R1b	R2	R3	R4	mean
djf	3.19	1.88	2.85	3.81	2.93
mam	2.69	1.71	2.43	3.05	2.47
jja	2.45	0.916	1.39	3.05	1.95
son	2.52	1.84	2.72	3.6	2.67
ann	2.71	1.58	2.34	3.38	2.5

change in precipitation with respect to 1961-1990 in %

djf	27.4	1.2	-15.1	30.7	11.1
mam	4.43	-9.13	7.88	3.59	1.69
jja	5.7	7.23	21.7	8.63	10.8
son	31	11.4	11.8	20.7	18.7
ann	16	3.29	8.93	14.7	10.7

change in 99% percentile of precipitation with respect to 1961-1990 in degC

djf	12.8	6.85	-2.81	20.8	9.43
mam	2.45	-6.13	1.78	0.652	-0.311
jja	5.2	3.64	15.3	17.9	10.5
son	19.7	3.96	27.1	29.6	20.1
ann	8.68	2.45	10.1	17.2	9.61

change in number of 0-passings with respect to 1961-1990 in %

djf	52.6	20.8	34.7	66.7	43.7
mam	-19.8	-9.27	-17.4	-23	-17.4
jja	-100	-100	-100	-100	-100
son	-12.4	-15.8	-8.32	-14.3	-12.7
ann	2.81	-2.84	0.687	5.87	1.63

change in number of days with icing with respect to 1961-1990 in %

djf	3.64	8.35	12.8	1.76	6.63
mam	-27.8	-11.2	-13.8	-28.1	-20.2
jja	-100	-100	-100	-100	-100
son	-38.3	-22	-35.9	-44.5	-35.2
ann	-18.1	-6.36	-9.25	-20.6	-13.6

Vedlegg 3: Tabellverdier for lokale havnivå- og stormfloendringer

Havnivåstigning for år 2050 og 2100 relativt år 2000, samt stormflo

Kilde, Havnivåstigning (2009) Rapport: Estimater av fremtidig havnivåstigning i norske kystkommuner.

Fylkesvis presentasjon i tabeller.

Kolonne 1:

Kommunenummer.

Kolonne 2:

Navn på kommune.

Kolonne 3:

Relativ havstigning år 2050. Beregnet middel havstigning år 2050, regnet ut som: eustatisk havstigning – absolutt landheving.

Kolonne 4:

100 års stormflo 2050 (cm).

Kolonne 5:

Relativ havstigning år 2100. Beregnet middel havstigning år 2100, regnet ut som: eustatisk havstigning – absolutt landheving.

Kolonne 6:

100 års stormflo 2100 (cm).

Finmark

Kommunenr.	Kommunenavn	År 2050		År 2100	
		Havnivåstigning (cm)	Mulig stormflo (cm over NN1954)	Havnivåstigning (cm)	Mulig stormflo (cm over NN1954)
2030	Sør-Varanger	16	247	60	296
2027	Nesseby	18	259	65	310
2003	Vadsø	18	251	64	302
2002	Vardø	20	240	68	293
2028	Båtsfjord	20	232	67	284
2024	Berlevåg	20	2227	67	279
2025	Tana	19	242	66	293
2023	Gamvik	21	241	70	296
2022	Lebesby	19	240	65	292
2019	Nordkapp	20	247	67	301
2020	Porsanger	16	256	58	305
2018	Måsøy	18	233	65	285
2017	Kvalsund	18	232	63	283
2004	Hammerfest	19	236	64	287
2015	Hasvik	18	235	63	286
2012	Alta	16	239	60	287
2014	Loppa	16	239	60	287

Troms

Kommunenr.	Kommunenavn	År 2050		År 2100	
		Havnivåstigning	Mulig stormflo	Havnivåstigning	Mulig stormflo
		(cm)	(cm over NN1954)	(cm)	(cm over NN1954)
1943	Kvænangen	15	247	58	295
1942	Nordreisa	14	245	56	292
1941	Skjervøy	15	247	57	295
1940	Kåfjord	13	247	54	292
1939	Storfjord	14	246	55	293
1938	Lyngen	14	246	56	293
1936	Karlsøy	17	246	62	296
1902	Tromsø	18	237	63	287
1933	Balsfjord	14	243	56	290
1924	Målselv	15	210	58	258
1931	Lenvik	15	212	58	262
1929	Berg	17	212	63	262
1928	Torsken	18	210	64	261
1927	Tranøy	15	213	57	261
1925	Sørreisa	14	212	56	259
1926	Dyrøy	15	213	57	260
1923	Salangen	11	210	50	254
1920	Lavangen	11	210	49	253
1919	Gratangen	10	209	48	253
1917	Ibestad	14	213	56	260
1913	Skånland	14	222	56	269
1915	Bjarkøy	18	214	65	265
1901	Harstad	17	216	63	267
1911	Kvæfjord	17	213	61	263

Nordland

Kommunenr.	Kommunenavn	År 2050		År 2100	
		Havnivåstigning	Mulig stormflo	Havnivåstigning	Mulig stormflo
		(cm)	(cm over NN1954)	(cm)	(cm over NN1954)
1871	Andøy	19	212	66	264
1868	Øksnes	19	213	65	266
1870	Sortland	18	213	64	264
1867	Bø	19	214	66	266
1866	Hadsel	19	214	65	265
1865	Vågan	18	288	64	339
1860	Vestvågøy	19	287	66	339
1859	Flakstad	19	230	64	282
1874	Moskenes	20	264	67	317
1857	Værøy	19	256	66	307
1856	Røst	20	247	69	300
1851	Lødingen	14	294	57	341
1852	Tjeldsund	14	222	56	269

1853	Evenes	11	300	49	344
1805	Narvik	9	302	46	344
1854	Ballangen	11	298	51	343
1850	Tysfjord	12	292	52	338
1849	Hamarøy	13	295	55	341
1848	Steigen	13	281	54	327
1845	Sørfold	8	258	44	299
1804	Bodø	13	257	54	303
1841	Fauske	10	197	48	240
1840	Saltdal	8	195	43	235
1842	Skjerstad*	11	197	50	241
1839	Beiarn	10	255	48	298
1838	Gildeskål	12	254	50	298
1837	Meløy	9	250	46	292
1836	Rødøy	11	251	50	295
1833	Rana	4	247	37	284
1835	Træna	16	252	59	301
1834	Lurøy	11	247	50	291
1828	Nesna	9	247	46	289
1822	Leirfjord	9	248	47	291
1832	Hennes	5	247	39	286
1824	Vefsn	8	252	44	293
1827	Dønna	11	246	50	290
1818	Herøy	9	249	46	291
1820	Alstahaug	9	249	46	291
1815	Vega	10	252	48	295
1816	Vevelstad	8	250	45	291
1813	Brønnøy	8	249	44	290
1812	Sømna	8	250	44	291
1811	Bindal	6	248	39	287

* Skjerstad kommune ble slått sammen med Bodø kommune 01.01.2005.

Nord-Trøndelag

Kommunenr.	Kommunenavn	År 2050		År 2100	
		Havnivåstigning	Mulig stormflo	Havnivåstigning	Mulig stormflo
		(cm)	(cm over NN1954)	(cm)	(cm over NN1954)
1755	Leka	7	248	43	288
1751	Nærøy	8	245	43	286
1743	Høylandet	5	250	37	287
1750	Vikna	10	245	48	288
1748	Fosnes	8	241	44	282
1703	Namsos	8	235	43	276
1749	Flatanger	10	235	48	278
1725	Namdalseid	9	233	45	275
1724	Verran	8	287	43	327
1702	Steinkjer	5	277	39	315
1729	Inderøy	6	269	39	307

1718	Leksvik	7	262	42	302
1723	Mosvik	6	267	40	306
1721	Verdal	6	268	39	306
1719	Levanger	5	266	37	303
1717	Frosta	6	255	40	294
1714	Stjørdal	5	253	38	291

Sør-Trøndelag

Kommunenr.	Kommunenavn	År 2050		År 2100	
		Havnivåstigning	Mulig stormflo	Havnivåstigning	Mulig stormflo
		(cm)	(cm over NN1954)	(cm)	(cm over NN1954)
1633	Osen	11	232	50	276
1632	Roan	11	230	51	274
1630	Åfjord	11	225	49	269
1627	Bjugn	12	234	52	279
1620	Frøya	17	235	61	284
1621	Ørland	12	250	53	295
1624	Rissa	11	251	49	294
1617	Hitra	16	237	59	285
1613	Snillfjord	13	232	54	278
1622	Agdenes	11	255	51	299
1612	Hemne	15	235	58	283
1638	Orkdal	10	253	48	296
1657	Skaun	8	252	45	293
1653	Melhus	8	251	43	292
1601	Trondheim	7	254	42	294
1663	Malvik	4	251	36	288

Møre og Romsdal

Kommunenr.	Kommunenavn	År 2050		År 2100	
		Havnivåstigning	Mulig stormflo	Havnivåstigning	Mulig stormflo
		(cm)	(cm over NN1954)	(cm)	(cm over NN1954)
1573	Smøla	18	220	63	271
1576	Aure	17	222	61	271
1571	Halsa	16	221	61	271
1566	Surnadal	14	219	57	267
1503	Kristiansund	18	219	64	270
1556	Frei	18	219	64	270
1560	Tingvoll	16	220	61	269
1563	Sunndal	15	221	57	268
1554	Averøy	18	218	65	269
1557	Gjemnes	18	223	65	274
1543	Neset	17	216	61	265

1551	Eide	19	219	65	270
1548	Fræna	20	219	67	272
1502	Molde	19	221	67	274
1539	Rauma	17	218	63	269
1547	Aukra	20	221	67	273
1546	Sandøy	20	219	68	272
1545	Midsund	20	220	69	273
1535	Vestnes	19	222	66	274
1534	Haram	21	217	69	270
1529	Skodje	21	217	69	270
1523	Ørskog	20	217	68	270
1526	Stordal	20	217	68	252
1524	Norddal	18	217	65	268
1532	Giske	22	220	71	274
1504	Ålesund	22	220	71	274
1528	Sykkylven	21	219	70	273
1525	Stranda	20	218	67	270
1516	Ulstein	22	217	72	272
1517	Hareid	22	218	72	273
1531	Sula	22	220	72	275
1520	Ørsta	22	217	72	272
1515	Herøy	22	215	72	269
1519	Volda	22	216	72	271
1514	Sande	22	213	72	268
1511	Vanylven	22	209	71	264

Sogn og Fjordane

Kommunenr.	Kommunenavn	År 2050		År 2100	
		Havnivåstigning	Mulig stormflo	Havnivåstigning	Mulig stormflo
		(cm)	(cm over NN1954)	(cm)	(cm over NN1954)
1441	Selje	22	211	71	265
1439	Vågsøy	22	201	71	255
1443	Eid	22	208	71	263
1449	Stryn	21	212	69	266
1438	Bremanger	21	194	70	248
1445	Gloppen	20	207	69	260
1401	Flora	21	193	70	247
1433	Naustdal	19	191	67	243
1426	Luster	18	194	64	245
1428	Askvoll	21	189	70	243
1432	Førde	19	190	66	242
1429	Fjaler	21	189	69	243
1430	Gaular	19	188	67	240
1418	Balestrand	20	194	67	247
1419	Leikanger	19	194	67	246
1420	Sogndal	19	194	65	246
1424	Årdal	17	193	62	242

1412	Solund	22	187	71	241
1413	Hyllestad	21	187	70	241
1416	Høyanger	19	192	67	245
1417	Vik	20	194	67	248
1421	Aurland	19	196	66	247
1422	Lærdal	18	194	63	245
1411	Gulen	22	189	72	244

Hordaland

Kommunenr.	Kommunenavn	År 2050		År 2100	
		Havnivåstigning	Mulig stormflo	Havnivåstigning	Mulig stormflo
		(cm)	(cm over NN1954)	(cm)	(cm over NN1954)
1265	Fedje	22	186	72	2341
1264	Austrheim	22	188	72	243
1266	Masfjorden	22	188	71	243
1252	Modalen	22	187	72	241
1260	Radøy	22	185	72	240
1263	Lindås	22	186	73	241
1251	Vaksdal	22	187	73	242
1235	Voss	22	187	73	242
1259	Øygarden	22	185	73	241
1256	Meland	23	186	73	241
1253	Osterøy	22	187	73	243
1246	Fjell	23	181	73	237
1247	Askøy	23	186	73	241
1201	Bergen	23	186	73	241
1242	Samnanger	22	168	73	224
1238	Kvam	21	162	72	232
1234	Granvin	20	165	69	230
1233	Ulvik	20	165	67	228
1245	Sund	23	160	73	231
1244	Austevoll	23	173	74	229
1243	Os	23	171	74	227
1241	Fusa	23	170	74	225
1227	Jondal	22	176	73	232
1231	Ullensvang	21	178	70	231
1232	Eidfjord	19	175	68	228
1223	Tysnes	23	172	75	228
1219	Bømlo	24	169	76	226
1222	Fitjar	24	173	76	202
1221	Stord	24	170	76	229
1224	Kvinnherad	23	168	74	227
1228	Odda	22	183	73	224
1216	Sveio	25	163	78	221
1211	Etne	24	172	75	228

Rogaland

Kommunenr.	Kommunenavn	År 2050		År 2100	
		Havnivåstigning	Mulig stormflo	Havnivåstigning	Mulig stormflo
		(cm)	(cm over NN1954)	(cm)	(cm over NN1954)
1106	Haugesund	26	155	80	214
1160	Vindafjord	24	172	76	229
1135	Sauda	23	144	74	200
1151	Utsira	26	1153	80	212
1149	Karmøy	26	148	80	207
1146	Tysvær	25	147	78	205
1134	Suldal	23	145	74	201
1145	Bokn	26	149	79	207
1141	Finnøy	25	143	77	205
1133	Hjelmeland	24	147	76	204
1144	Kvitsøy	26	150	80	208
1142	Rennesøy	25	149	79	203
1127	Randaberg	25	151	79	209
1103	Stavanger	25	151	78	209
1130	Strand	25	151	77	208
1124	Sola	25	147	79	206
1102	Sandnes	25	152	78	210
1129	Forsand	24	153	77	211
1120	Klepp	26	141	79	199
1122	Gjesdal	26	156	79	215
1119	Hå	26	142	80	201
1101	Eigersund	27	133	81	192
1111	Sokndal	27	135	81	194

Vest-Agder

Kommunenr.	Kommunenavn	År 2050		År 2100	
		Havnivåstigning	Mulig stormflo	Havnivåstigning	Mulig stormflo
		(cm)	(cm over NN1954)	(cm)	(cm over NN1954)
1004	Flekkefjord	27	137	81	196
1037	Kvinesdal	26	137	81	197
1003	Farsund	26	140	80	199
1032	Lyngdal	25	139	79	198
1029	Lindesnes	25	142	78	200
1002	Mandal	25	144	77	201
1018	Søgne	24	149	76	205
1001	Kristiansand	23	152	74	208

Aust-Agder

Kommunenr.	Kommunenavn	År 2050		År 2100	
		Havnivåstigning	Mulig stormflo	Havnivåstigning	Mulig stormflo
		(cm)	(cm over NN1954)	(cm)	(cm over NN1954)
0926	Lillesand	21	160	70	214
0904	Grimstad	20	163	68	216
0906	Arendal	19	158	66	209
0914	Tvedestrand	19	164	65	216
0901	Risør	18	170	64	221

Telemark

Kommunenr.	Kommunenavn	År 2050		År 2100	
		Havnivåstigning	Mulig stormflo	Havnivåstigning	Mulig stormflo
		(cm)	(cm over NN1954)	(cm)	(cm over NN1954)
0815	Kragerø	18	175	64	226
0814	Bamble	16	181	60	230
0805	Porsgrunn	15	181	58	229

Vestfold

Kommunenr.	Kommunenavn	År 2050		År 2100	
		Havnivåstigning	Mulig stormflo	Havnivåstigning	Mulig stormflo
		(cm)	(cm over NN1954)	(cm)	(cm over NN1954)
0709	Larvik	16	182	58	230
0706	Sandefjord	17	181	56	228
0723	Tjøme	17	171	57	218
0720	Stokke	18	170	54	216
0722	Nøtterøy	13	170	53	216
0704	Tønsberg	13	170	54	216
0701	Horten	12	169	52	214
0716	Re	11	168	50	212
0702	Holmestrand	11	168	50	212
0713	Sande	10	167	48	211
0711	Svelvik	10	167	48	211

Buskerud

Kommunenr.	Kommunenavn	År 2050		År 2100	
		Havnivåstigning	Mulig stormflo	Havnivåstigning	Mulig stormflo
		(cm)	(cm over NN1954)	(cm)	(cm over NN1954)
0602	Drammen	9	166	45	208
0626	Lier	9	166	45	208
0627	Røyken	9	181	45	222
0628	Hurum	10	167	48	210

Oslo

Kommunenr.	Kommunenavn	År 2050		År 2100	
		Havnivåstigning	Mulig stormflo	Havnivåstigning	Mulig stormflo
		(cm)	(cm over NN1954)	(cm)	(cm over NN1954)
0301	Oslo	7	197	41	236

Akershus

Kommunenr.	Kommunenavn	År 2050		År 2100	
		Havnivåstigning	Mulig stormflo	Havnivåstigning	Mulig stormflo
		(cm)	(cm over NN1954)	(cm)	(cm over NN1954)
0220	Asker	8	186	44	227
0219	Bærum	7	192	42	232
0216	Nesodden	7	191	42	231
0217	Oppegård	8	183	44	224
0215	Frogn	9	174	46	216
0214	Ås	8	177	44	218
0211	Vestby	11	170	51	214

Østfold

Kommunenr.	Kommunenavn	År 2050		År 2100	
		Havnivåstigning	Mulig stormflo	Havnivåstigning	Mulig stormflo
		(cm)	(cm over NN1954)	(cm)	(cm over NN1954)
0104	Moss	12	170	51	214
0136	Rygge	12	171	52	216
0135	Råde	12	171	52	217
0106	Fredrikstad	12	172	52	217
0105	Sarpsborg	10	171	49	214
0111	Hvaler	12	173	53	219
0101	Halden	10	171	48	214