

CICERO Report 2012:01

NORADAPT

Community Adaptation and Vulnerability in Norway

Sluttrapport

Bob van Oort, Grete K. Hovelsrud, Halvor Dannevig, Stine Rybråten.

October 2012

CICERO

Center for International Climate
and Environmental Research - Oslo
P.O. Box 1129 Blindern
N-0318 Oslo, Norway
Phone: +47 22 85 87 50
Fax: +47 22 85 87 51
E-mail: admin@cicero.uio.no
Web: www.cicero.uio.no

CICERO Senter for klimaforskning

P.B. 1129 Blindern, 0318 Oslo
Telefon: 22 85 87 50
Faks: 22 85 87 51
E-post: admin@cicero.uio.no
Nett: www.cicero.uio.no

Titel: NORADAPT – Community Adaptation and Vulnerability in Norway

Forfatter(e):

CICERO Report 2012:01

115 sider

Finansieringskilde: Norges Forskningsråd
(prosjektnummer 178620)

Prosjekt: NORADAPT

Prosjektleder: Grete K. Hovelsrud

Kvalitetsansvarlig: Solveig Glomsrød

Nøkkelord: Norge, Kommuner, klimaendringer, klimascenarier, klimatilpasning, sårbarhet

Sammendrag: I NORADAPT har forskere fra CICERO senter for klimaforskning, Vestlandsforskning, Østlandsforskning og Meteorologisk Institutt gjennom tett samarbeid med 8 utvalgte projektkommuner gjennomført en studie der målet var at kommunene selv skulle utrede sin sårbarhet overfor klimaendringer og utvikle tilpasningsstrategier i samarbeid med forskergruppen.

Denne rapporten samler klimascenariene til alle projektkommunene og tolker de forventede endringene ut fra figurene som er utarbeidet til hver kommune. Rapporten refererer til samfunnsscenarioene som ble utviklet som del av prosjektet, beskriver prosjektets fremgang over hele prosjektperioden og oppsummerer hovedfunnene i prosjektet gjennom et sammendrag fra sluttkonferansen på Losby Gods 24-25 oktober 2011.

Prosjektet har vist at kommunene evner å sette klimatilpasning på dagsorden, utnytte vitenskapelig kunnskap og implementere klimatilpasningstiltak, men at dette avhenger av flere faktorer, som kapasitet, kunnskap og engasjement i kommunene, tilgang på relevant kunnskap og virkemidler, og tydelige føringer og oppfølging fra regionale og nasjonale myndigheter.

Språk: Norsk

Rapporten kan bestilles fra:
CICERO Senter for klimaforskning
P.B. 1129 Blindern
0318 Oslo

Eller lastes ned fra:
<http://www.cicero.uio.no>

Title: NORADAPT – Community Adaptation and Vulnerability in Norway

Author(s):

CICERO Report 2012:01

115 pages

Financed by: Norwegian Research Council
(project number 178620)

Project: NORADAPT

Project manager: Grete K. Hovelsrud

Quality manager: Solveig Glomsrød

Keywords: Norway, Municipalities, climate change, climate change scenarios, climate change adaptation, vulnerability

Abstract: In NORADAPT, researchers from CICERO Center for Climate Research, Western Norway Research Institute, Eastern Norway Research Institute and the Norwegian Meteorological Institute worked in close cooperation with 8 selected municipalities, with the aim to help municipalities assess their vulnerability to climate change and develop adaptation strategies in collaboration with the research group.

This report presents climate scenarios for all project municipalities and interprets the expected changes from the figures produced for each municipality. The report refers to socioeconomic scenarios which were developed as part of the project, describes progress throughout the project period and summarizes the main findings of the project through a summary of the final conference at Losby Gods 24-25 October 2011. The project has shown that municipalities are able to put climate change on the agenda, utilize scientific knowledge and implement adaptation measures, but that this depends on several factors, such as capacity, knowledge and involvement in local government, access to relevant knowledge and policy measures, and clear guidance and supervision from regional and national authorities.

Language of report: Norwegian

The report may be ordered from:
CICERO (Center for International Climate and Environmental Research – Oslo)
PO Box 1129 Blindern
0318 Oslo, NORWAY

Or be downloaded from:
<http://www.cicero.uio.no>

Innhold

1	Sammendrag.....	1
2	Prosjektets bakgrunn	1
2.1	PROSJEKTETS MÅL.....	4
3	Klima i vente	5
3.1	FREMGANGSMÅTE.....	5
3.2	BERGEN.....	8
3.3	FLORA	10
3.4	FREDRIKSTAD.....	12
3.5	HAMMERFEST.....	13
3.6	HØYLANDET	16
3.7	UNJÁRGA/NESSEBY.....	18
3.8	STAVANGER	20
3.9	VOSS	22
4	Samfunnsscenarioene	23
5	Prosjektgjennomføring	24
5.1	GJENNOMFØRING AV SÁRBARHETSANALYSER OG IMPLEMENTERING AV KLIMATILPASNINGSPOLITIKK I KOMMUNENE	26
5.2	FAKTORER SOM PÁVIRKER IMPLEMENTERING	28
5.3	TILBAKEMELDINGER FRA KOMMUNENE PÁ PROSJEKTET	29
6	Konklusjon	31
7	Referanser.....	33
8	Vedlegg	34
8.1	FIGURTEKSTENE.....	34
8.2	BERGEN KLIMAFRAMSKRIVINGER.....	37
8.3	FLORA KLIMAFRAMSKRIVINGER	46
8.4	FREDRIKSTAD KLIMAFRAMSKRIVINGER.....	55
8.5	HAMMERFEST KLIMAFRAMSKRIVINGER.....	64
8.6	HØYLANDET KLIMAFRAMSKRIVINGER.....	73
8.7	UNJÁRGA/NESSEBY KLIMAFRAMSKRIVINGER	84
8.8	STAVANGER KLIMAFRAMSKRIVINGER	93
8.9	VOSS KLIMAFRAMSKRIVINGER	102
8.10	PROGRAM FOR AVSLUTNINGSKONFERANSE PÁ NORADAPT PROSJEKTET.....	111

Forfatterne ønsker å takke prosjektkommunene og kolleger på Meteorologisk Institutt, Vestlandsforskning og Østlandsforskning for sine bidrag i prosjektet, hyggelige møter og godt samarbeid. Takk også til Norges forskningsråd for finansiering og interesse i prosjektet.

1 Sammendrag

NORADAPT-prosjektet startet i 2007 og har pågått til slutten av 2011. Prosjektet hadde som hovedmål å kartlegge hvordan samspillet mellom projiserte endringer i klimaet og endringer i sosioøkonomiske og institusjonelle prosesser ligger til grunn for sårbarhet og tilpasningsprosesser på lokalt nivå i Norge.

Et mål i NORADAPT-prosjektet har vært å gjøre klimaendringer og klimascenarier tydelige for kommunene og gjøre det enklere å bruke disse som verktøy og forankring for lokalt tilpasningsarbeid i kombinasjon med lokale samfunnsscenarioer. Denne rapporten er ett ledd i dette arbeidet. Som sluttprodukt tar rapporten sikte på å gi en oppsummering av prosjektarbeidet og en forenklet og forståelig oversikt over de klimaendringene som kan forventes å inntreffe i hver av de åtte deltagerkommunene. Klimaframskrivingene som rapporten baseres på er utarbeidet av Meteorologiske Institutt i forbindelse med dette prosjektet. For mer generelle og utfyllende forklaringer knyttet til tolkningen av klimaframskrivingene, refereres det i denne rapporten til Engen-Skaugen, 2009, bakgrunns materialet til NOU 2010:10 - Tilpassing til eit klima i endring (Hanssen-Bauer et al., 2009) og til selve NOU (2010). Klimaframskrivingene er tolket for hver kommune for seg, og vedlagt i sin helhet i siste del av rapporten.

Samfunnsscenarioer er i løpet av prosjektarbeidet utarbeidet for den enkelte kommune. Dette er beskrevet i Selstad 2010: «Lokalsamfunn og klimatilpasning – et fremtidsperspektiv». Hovedtrekkene i Selstads arbeidet er gjengitt i denne rapporten. Ved å se de lokale klimaframskrivingene i lys av de mulige samfunnsmessige endringene Selstad har skissert for hver av kommunene, kan den enkelte kommune vurdere potensielle framtidige muligheter og utfordringer der både klimaendringer og samfunnsendringer er tatt med i betraktningen.

Siste del av rapporten beskriver forløpet i arbeidet med NORADAPT-prosjektet. Her viser vi hvilke prosesser som har ført til fremdrift i klimatilpasningsarbeidet i de enkelte kommunene, og hva som eventuelt har vært til hinder for dette arbeidet. Rapporten avsluttes med et sammendrag av prosjektets avslutningskonferanse på Losby Gods 24-25 oktober 2011 og en presentasjon av prosjektets hovedfunn.

NORADAPT er et NORKLIMA-prosjekt finansiert av Norges Forskningsråd og ble ledet av CICERO Senter for klimaforskning. I tillegg til deltakere fra CICERO besto forskergruppen i prosjektet av samarbeidspartnere fra Vestlandsforskning, Østlandsforskning og Meteorologisk Institutt.

2 Prosjektets bakgrunn

Norske kommuner kan stå overfor store utfordringer når klimaet endres. Gjennom samarbeid mellom forskning og forvaltning har forskningsprosjektet NORADAPT siden 2007 kartlagt åtte kommuners sårbarhet for klimaendringer og arbeidet med tilpasningsstrategier for hver av disse kommunene. Følgende åtte kommuner har deltatt i NORADAPT-prosjektet: Bergen, Flora, Fredrikstad, Hammerfest, Høylandet, Unjárga/Nesseby, Stavanger og Voss. Kommunene ble valgt ut med tanke på variasjoner i geografi, næringsaktivitet, folketall og naturgrunnlag. Figur 2.1 og tabell 2.1 nedenfor viser plasseringen av de ulike kommunene på kartet og gir en oversikt over den enkelte kommunes innbyggertall, hovednæringsgrunnlag og naturtype.

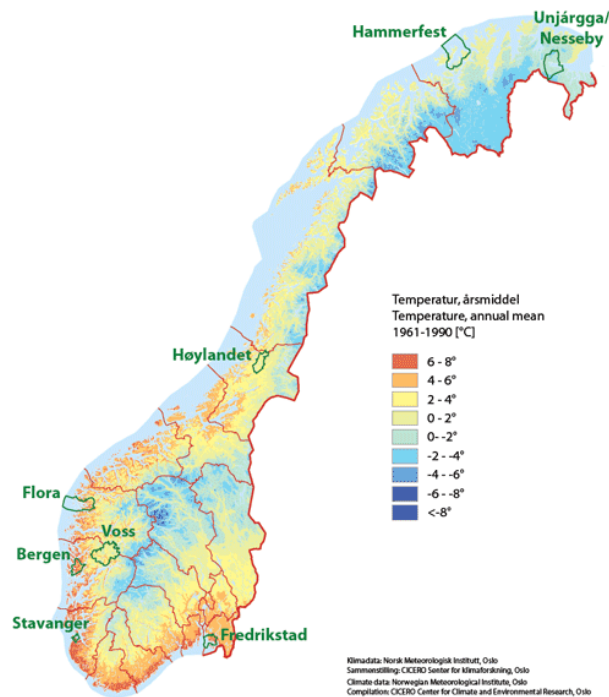
De åtte deltagerkommunene identifiserte selv fokus for klimatilpasning i egen kommune, og fikk så innspill til dette arbeidet fra forskere i form av klima- og samfunnsframskrivinger. Mange kommuner er opptatt av å tilpasse seg til klimaendringene, men opplever stor usikkerhet i forhold til hvilke utslag klimaendringene vil kunne få lokalt. Klimaet er imidlertid ikke den eneste faktoren som påvirker endringer i kommunene; lokalsamfunnet er

også i kontinuerlig endring. Planleggere og beslutningstakere i kommunene ønsker naturlig nok mest mulig kunnskap før de utarbeider planer og reguleringer som legger føringer på utviklingen i kommunen langt fremover i tid. Et gjennomgående ønske hos kommunene var å kunne få klimaframskrivninger for et tidsrom som lå nærmere i tid enn de som var tilgjengelige ved prosjektstart; perioden 2071-2100. Videre var kommunene interesserte i klimaframskrivninger med så god geografisk oppløsning som mulig, for lettere å kunne forankre disse lokalt.

I samarbeid med kommunene og forskergruppen i NORADAPT-prosjektet utviklet Meteorologiske Institutt detaljerte og lokalt nedskalerte klimaframskrivninger basert på SRES A1B scenarioet, med fokus på perioden 2021-2050. Nedskaleringene Meteorologiske Institutt har laget er såkalte empirisk-statistisk nedskalering, som estimerer hvordan lokale klimavariabler blir påvirket av storskala klimatiske forhold. Ved hjelp av en slik justering av klimaframskrivingene har det blitt mulig å produsere framskrivninger for temperatur og nedbør i form av kart med en oppløsning på 1 km² (Benestad, 2011). Dette gjør det for eksempel mulig å vise hvordan en framtidig endring i nedbør vil kunne slå ut forskjellig i ulike deler av kommunen.

Målet med dette arbeidet var å lage relevante og forståelige beskrivelser av framtidens klimautvikling som kan brukes til lokale klimasårbarhetsanalyser og til utvikling av kommunale tilpasningsstrategier. Samarbeidet mellom representanter fra kommunene, samfunnsforskerne på CICERO og Vestlandsforskning samt klimaforskerne på Meteorologisk Institutt ga grunnlaget for å utvikle framskrivninger som i størst mulig grad speiler de behovene brukerne i kommunene har.

Resultatene i NORADAPT-prosjektet er basert på ca. 40 intervjuer med representanter fra de 8 utvalgte deltakerkommunene (fig. 2.1), tre årlige spørreundersøkelser, 1-3 årlige besøk i hver kommune, tre workshops og tilgjengelig materiale fra kommunene (rapporter, planer og vedtak).



Figur 2.1. NORADAPT-kommunene og den årlige middeltemperaturen for kontrollperioden 1961-1990.

Tabell 2.1. Kommunene i NORADAPT prosjektet

Kommune	Antall innbyggere	Landsdel	Kommunetype ¹	Naturtype ²
Bergen kommune	257 000	Vestlandet	Sentral tjenesteytingskommune	Kyst
Flora kommune	11 300	Vestlandet	Mindre sentral, blandet tjenesteytings- og industrikommune	Kyst
Fredrikstad kommune	72 000	Østlandet	Sentral, blandet tjenesteytings- og industrikommune	Ferskvann, kyst
Hammerfest kommune	9 500	Nord-Norge	Mindre sentral tjenesteytingskommune	Kyst
Høylandet kommune	1 300	Midt-Norge	Primærnæringskommune	Kulturlandskap, ferskvann, skog
Unjárgga/Nesseby kommune	900	Nord-Norge	Mindre sentral, blandet tjenesteytings- og industrikommune	Kyst, fjell
Stavanger kommune	93 300	Vestlandet	Sentral, blandet tjenesteytings- og industrikommune	Kyst
Voss kommune	14 000	Vestlandet	Mindre sentral, blandet tjenesteytings- og industrikommune	Innland, fjell, kulturlandskap

Tabell 2.2 gir en oversikt over de klimaelementene (for eksempel regn, snø, eller vind) hver enkelt kommune ønsket å få inkludert i de lokale klimaframskrivingene. Mens mange av de ønskede klimaelementene kunne inngå i de nedskalerte framskrivingene, er det noen forhold dagens klimamodeller ikke kan gi gode lokale framskrivinger for. Vindretning, solforhold og ekstremnedbør over korte tidsperioder er eksempler på klimaelementer som er så usikre at det er vanskelig eller umulig å lage framskrivinger av dem. Vind inngår i temperaturmodellene men selve vindmodellene er ikke gode nok til å tolke eventuelle lokale retningsendringer i for eksempel fjorder, eller langs kysten. Videre er vindmodellene avhengige av å inkludere lavtrykksbaner som på sikt kan endre seg. Det var altså ikke alle de ønskede klimaelementer som lot seg nedskalere. Ekstremnedbør ble det, til tross for utfordringer knyttet til stor usikkerhet, likevel laget framskrivinger av (fig. 8.x.15). Med de begrensningene som er nevnt tok Meteorologisk Institutt utgangspunkt i kommunenes behov og utarbeidet en standardpakke med framskrivinger til alle kommunene. I tillegg ble det utarbeidet noen spesialframskrivinger til enkelte kommuner med særskilte behov (se for eksempel fig. 8.6.17^{b-d}).

De lokale klimaframskrivingene ble gjenstand for vurdering og diskusjon blant samfunnsforskerne og brukere i kommunene for å sikre at fremstillingene av dem var forståelige. Brukerne i kommunen ønsket ofte konkrete tall å forholde seg til, for eksempel for nedbørintensitet i forhold til dimensjonering av avløpsrør. Det var også ønske om «worst case»-framskrivinger, til bruk i planlegging. For forskerne var det samtidig viktig å få fram usikkerheten som framskrivingene er beheftet med. Prosjektet sitter nå på en katalog med over 30 forskjellige utviklingsscenarier avledet av nedskalerte klimaframskrivinger.

¹Etter SSBs standard for kommuneklassifisering

²Etter Direktoratet for naturforvaltnings inndeling i hovednaturtyper: Håndbok 13 2. utgave 2006 (Oppdatert 2007) Kartlegging av naturtyper -verdisetting av biologisk mangfold (<http://www.dirnat.no/content.ap?thisId=500031188&language=0>)

Meteorologisk Institutt har dokumentert alle figurer og tabeller som er utarbeidet i en egen rapport (Engen-Skaugen et al., 2009).

Tabell 2.2 Klimaelementene etterspurt av NORADAPT kommuner.

Klimaframskriving	Bergen	Flora	Fredrikstad	Hammerfest	Høylandet	Nesseby	Stavanger	Voss	Total
Ekstremvær/Storm	1	0	1	0	0	0	1	0	3
Havnivåstigning	1	1	1	1	0	0	1	0	5
Isforhold vann/elver, vinter	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Lavtrykksbane	0	0	0	1	0	0	1	0	2
Luftfuktighet	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Nedbør - Ekstremverdier, Nedbørsform (snø - sludd - regn)	1	0	1	1	1	0	1	1	6
Nedbør - Middelverdier per måned (volumer og volumer per tidsenhet)	0	0	1	0	1	0	0	1	3
Nedbør - Regn og snøsmelting når det er tele i bakken	0	0	0	1	1	0	0	1	3
Nedbør - Sesongvise endringer	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Nedbør - Snøforhold + snømengde, vinter	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Nedbør - Timesnedbør (volumer og volumer per tidsenhet)	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Polare lavtrykk	0	0	0	1	0	1	0	0	2
Solforhold	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Stormflo, Bølgehøyde	1	0	1	1	0	1	1	0	5
Temperatur - Antall dager med temperaturer over x °C, inndelt i for eksempel 5 °C grupper	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Temperatur - Ekstremverdier	0	0	0	0	1	1	1	0	3
Temperatur - fryse/tine perioder, nullpasseringer	0	0	1	0	1	1	0	1	4
Temperatur - Middeltemperatur per måned/døgn	0	0	1	0	0	0	0	1	2
Temperatur - Sesongvise endringer	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Temperatur - Sjøtemperatur	0	1	0	1	0	1	0	0	3
Temperatur - Tropedøgn	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Vekstsesong/Varmesum	0	0	0	0	1	1	0	1	3
Vind - Ekstremverdier	0	0	0	1	0	1	1	1	4
Vind og høye bølger sammen med kuldegrader	0	0	0	1	0	1	0	0	2
Vindstyrke/retning - Sesongvise endringer	0	1	1	1	0	1	0	0	4

2.1 Prosjektets mål

Prosjektets hovedmål var å bidra til identifisering av hvordan projiserte endringer i klima kombinert med endringer i sosioøkonomiske og institusjonelle forhold påvirker sårbarhet og tilpasning til klimaendringer på kommunalt nivå i Norge.

Overordnede spørsmål i dette prosjektet har vært:

- Hvilke faktorer fremmer og hemmer en effektiv arbeid med klimatilpasning i norske kommuner?
- Hvordan henger klimaendringer sammen med samfunnsendringer generelt?
- Hvordan påvirker slike sammenhenger kommuners framtidige tilpasningskapasitet til klimaendringer?
- Hvordan skal det utvikles tilpasningsstrategier til framtidige klimaendringer og andre former for endringer i samfunnet?

Underordnede spørsmål har fokusert på hvilke typer usikkerhet og utfordringer som knytter seg til det å gjøre lokale klimasårbarhetsanalyser og utvikle kommunale klimatilpasningsstrategier, på hvilke politikk- og sektorområder er det tilstrekkelig institusjonell kapasitet til å gjøre lokale klimasårbarhetsanalyser og utvikle kommunale klimatilpasningsstrategier, og på hvilke områder slik kapasitet mangler. Videre så prosjektet på hvilken rolle kommuner kan spille innenfor en 'flernivå- forvaltningsmodell for klimatilpasning', og hvordan kommunenes rolle kan styrkes i arbeidet med klimatilpasning.

Prosjektets delmål i disse spørsmålene var å:

- Identifisere hvor følsomme kommunene er for den kombinerte effekten av endringer i klima, sosioøkonomiske og institusjonelle forhold
- Identifisere hvordan disse forholdene er ventet å endre seg over tid
- Identifisere historiske tilpasningsstrategier
- Vurdere de utvalgte kommuners evne til å håndtere varierende forhold
- Vurdere hvordan tilpasningsevnen til de utvalgte kommunene kan forbedres
- Sammenligne hvordan de institusjonelle forholdene i de utvalgte kommuner bestemmer og skaper sårbarhet og håndterer tilpasningsbehov

3 Klima i vente

3.1 Fremgangsmåte

Lokalt klimatilpasningsarbeid har typisk vært basert på tilgjengelige klimascenarier som antas å være relevante for kommunen. Vanligvis får en slik ovenfra-og-ned tilnærming ikke sett hvor lokalsamfunnet har behov for spesielt fokus. I motsetning til denne metoden har NORADAPT-prosjektet involvert kommunene i å peke ut relevante områder hvor en endring i klima kan få konsekvenser; en såkalt nedenfra-og-opp tilnærming. Disse fokusområdene ble deretter karakterisert ved spesifikke klimaelementer i samarbeid med Meteorologisk Institutt. Kommunerepresentantene jobbet seg frem til de ulike klimaelementene ved å fremheve viktige lokale sektorer og områder som ville kunne påvirkes spesielt, positivt så vel som negativt (forenklet oversikt i tabell 3.1). Klimaelementer som ble ansett som vesentlige i denne sammenhengen ble så skilt ut og markert som viktige. De ulike kommunenes valg av klimaelementer var relatert til den enkelte kommunes lokalisering, næringstype og naturforhold. I flere tilfeller bidro likheter mellom kommunes fysiske eller næringsmessige struktur til ønske om nedskalering av de samme klimaelementene. I andre tilfeller kunne kommuner med tilsynelatende likheter ha vidt forskjellige fokusområder, noe som igjen førte til ulike nedskaleringsbehov.

Tabell 3.1. Bakgrunn for ønsker om klimaframskrivninger.

Klimaframskrivingsønske	Begrunnelse
Ekstremvær/Storm	<ul style="list-style-type: none"> • Arealplanlegging, infrastruktur, havnebebyggelse • Bygningsmasse, sikkerhet • Sikkerhet for fiskere på sjøen
Havnivåstigning	<ul style="list-style-type: none"> • Arealplanlegging, infrastruktur, bygningsmasse • Fiskeoppdrett, ROS
Isforhold vann/elver	<ul style="list-style-type: none"> • Flytting av rein og mennesker • Springflo, flom
Lavtrykksbane	<ul style="list-style-type: none"> • Hyppighet av ekstremvær/storm og vind og regn generelt
Luftfuktighet	<ul style="list-style-type: none"> • Bygningsmasse, problemer med råte • Tørrfiskproduksjon
Nedbør - Ekstremverdier, Nedbørsform (snø - sludd - regn)	<ul style="list-style-type: none"> • Flom; vann, avløp, veier, ledningsnett. Arealplanlegging • Kraftig regn etter perioder med mye og vedvarende regn kan utløse ras; Snøskred, kvikkleireskred, stein- og jordskred • Vedvarende nedbør sommer og høst kan gi problemer med innhøstning • Vekstvilkår i landbruket, skogbruk, gardsturisme; lokal mat
Nedbør - Middelverdier per måned (volumer og volumer per tidsenhet)	<ul style="list-style-type: none"> • Nye muligheter for landbruket, forskjeller innad i kommunene • Vekstvilkår i landbruket, skogbruk, gardsturisme; lokal mat • Skred og ras • Drikkevann, vann til vegetasjon
Nedbør - Regn og snøsmelting når det er tele i bakken	<ul style="list-style-type: none"> • Vinterflom, skred • Kan skape islag som ødelegger spirene eller forhold for spiring i landbruket
Nedbør - Sesongvise endringer	<ul style="list-style-type: none"> • Arealplanlegging, infrastruktur, bygningsmasse • Risiko og Sårbarhets analyse (ROS), Helse • Innføring nye arter, biologisk mangfold; jordbruk og naturforvaltning
Nedbør - Snøforhold + snømengde	<ul style="list-style-type: none"> • Beiteforhold for rein
Nedbør - Timesnedbør (volumer og volumer per tidsenhet)	<ul style="list-style-type: none"> • Flom: vann, avløp, veier, ledningsnett • Arealplanlegging
Polare lavtrykk	<ul style="list-style-type: none"> • Ising og sterk vind, farlig for fiskere på sjøen
Stormflo, Bølgehøyde	<ul style="list-style-type: none"> • Arealplanlegging, infrastruktur, bygningsmasse • Farlig for fiskere på sjøen
Temperatur - Ekstremverdier	<ul style="list-style-type: none"> • Døgnverdier med temp < -10°C gir tele i bakken, bruk av skogsmaskiner i skogen. • Kuldeperiode >3 dager med < -35°C nødvendig for at egg fra lauvmakk (bjørkemåler og liten høstmåler) ikke skal overleve; innvirkning på bjørkeskog og bunnvegetasjon • Innføring nye arter, biologisk mangfold, jordbruk

	<ul style="list-style-type: none"> • Økning av temperatur reduserer myr- og vannareal og mat til reinsdyr – påvirker helse til rein • Helse til reinsdyr (ved høyere temperatur søker rein til snøflekker og dens kulde kan gi lungebetennelse) • Insekter og larver som er skadelig for helsen til rein og som skader vegetasjon
Temperatur - Fryse/tine perioder, nullpasseringer	<ul style="list-style-type: none"> • Slitasje veier, strøingsbehov, bruddulykker med mer. • Kan danne islag i snødekket eller is på bakken som gjør det vanskelig for reinen å beite • Skaper islag på jordene som igjen ødelegger for spiring • Vekstvilkår i landbruket, Gardsturisme/ lokal mat
Temperatur - Middeltemperatur per måned/døgn	<ul style="list-style-type: none"> • Jordbruk og naturforvaltning • Problemer med tørrfiskproduksjon i forbindelse med temperaturendringer • Vekstvilkår i jord- og skogbruk, gardsturisme, betydning for våronna • Hele bindeleddet mellom sesong-mennesker-dyr-vegetasjon for mat(tilgang), transport, sosiale forhold, skred. • Økt temperatur minsker perioden av frossen jord, elver og vann • Tap av rein pga. rovdyr som trekker nordover
Temperatur - Sesongvise endringer	<ul style="list-style-type: none"> • ROS, Helse • Innføring nye arter, biologisk mangfold; jordbruk og naturforvaltning
Temperatur - Sjøtemperatur	<ul style="list-style-type: none"> • Oppdrett • Endring i fiskeslag, bestander, sammensetning og utbredelse • Endret vandringsmønster for fisk
Temperatur – Vedvarende dager over/under x°C	<ul style="list-style-type: none"> • Lengre varmeperioder om sommer gjør det vanskelig å samle rein; tap av dyr på tundraen • Lauvmakk / Annet grunn
Vekstsesong / Varmesum	<ul style="list-style-type: none"> • Nye arter og muligheter for landbruket – vekstgraddager • Vekstvilkår i landbruket, skogbruk, gardsturisme/ lokal mat
Vind - Ekstremverdier	<ul style="list-style-type: none"> • Bygningsmasse, sikkerhet; fare for skade på folk og hus • Stormfelling av skog • Sikkerhet for fiskere på sjøen • Blåser insekter vekk • Sterk vind kan skade/drepe dyr og ødelegge eiendom
Vind og høye bølger sammen med kuldegrader	<ul style="list-style-type: none"> • Gir ising på båter og utstyr, farlig for fiskere på sjøen
Vindstyrke/retning - Sesongvise endringer	<ul style="list-style-type: none"> • ROS • Fare for skade på folk og hus • Bestemmer mengde fisk • Bestemmer værtypen, påvirker tørrfiskproduksjon • Sikkerhet for fiskere på sjøen
Vær på sjøen generelt - kombinasjon av vindhastighet, bølgehøyde, temperatur, nedbør og sikt	<ul style="list-style-type: none"> • Avgjør hvor mange dager kystfiskere kan fiske

I følgende oversikt blir klimascenariene og de forventede endringene presentert for hver enkelt prosjektkommune. Dette medfølger nødvendigvis en del gjentakelser mellom

kommune avsnittene, men blir til gjengjeld enklere å lese for hver kommune. Tolkningene er basert på klimaframskrivingene i figurene som er utarbeidet til hver kommune, og vedlagt i sin helhet i siste del av rapporten (figurene 8.x.x i vedlegget). De generelt forklarende figurtekstene til de ulike figurer, som er likt for hver kommune, er samlet foran i vedlegget. Denne rapporten skal ikke være en ren gjentakelse av allerede publiserte rapporter fra det Meteorologiske Instituttet men gjøre dem lettere forståelige for hver kommune, som var også en av CICEROs generelle oppgaver i prosjektet. For en detaljert beskrivelse og omtale av de forskjellige modeller klimaframskrivingene er basert på, og for utfyllende forklaringer knyttet til tolkningen av klimaframskrivingene, refereres det derfor til Engen-Skaugen, 2009, bakgrunns materialet til NOU 2010:10 - Tilpassing til eit klima i endring (Hanssen-Bauer et al., 2009) og til selve NOU (2010).

3.2 Bergen

Hva slags vær og klima var Bergen opptatt av og hva var fokusområdet?

Bergen kommune var den første kommunen som fikk egen klimaplan i 1999, og i mai 2008 opprettet de stillingen klimasjef. Kommunen har i senere år gjennomført en omfattende Risiko og Sårbarhetsanalyse (ROS) og kartlegging av fare for skred, flom, kraftig vind, kraftig nedbør, høy vannstand og bølgehøyde, elementer som spesielt står i fokus i Bergen, noe som også kan avledes fra tabell 3.1. Alle klimaelementene som Bergen ønsket nedskaleringer av eller flere detaljer i kunne leveres. Som alle prosjektkommuner fikk Bergen en standardpakke med scenarier i tillegg til kommunens spesifikke ønsker. Scenariene er presentert i vedlegget og i rapportene som ble publisert tidligere i prosjektarbeidet (Engen-Skaugen et. al 2009).

Hva slags klima har Bergen i vente?

Figurene 8.2.1 t.o.m. 8.2.8 viser trenden i framtidig temperatur slik de er nedskalert for Bergen. Figurene viser en temperaturøkning mot 2021-2050 på 1-1,5°C om vinteren og 0,5-1,0°C om våren og høsten. Om sommeren ser det ut til at temperaturen vil holde seg omtrent på dagens nivå. I absolutte tall går antall dager med temperatur rundt null og under null °C ned for alle årstider, og det blir ingen eller få perioder med -10°C eller lavere. I samsvar med dette indikerer figur 8.2.8 at varmesummen går opp, men den gir ingen detaljer for hvordan varmedagene er fordelt over året; en høyere varmesum kan skyldes flere varmedager, men det kan også bety samme fordeling av varmedager men med høyere temperatur. I dette tilfellet forventes det litt varmere år totalt sett, der temperaturøkningen i liten grad er forventet å finne sted om sommeren (fig. 8.2.7). I stedet kan det forventes høyere temperaturer både vår og vinter (fig. 8.2.3-5). En økning i temperatur om våren og vinteren betyr også at veksts sesongen kan bli lengre (fig. 8.2.17), muligens flere uker.

Nedbørsmønsteret, som er av spesiell interesse for Bergen, vil kunne endre seg og gi en våtere vinter, noe som henger sammen med den forventede økningen i temperatur vinterstid. Vinternedbøren vil kunne øke og i tillegg kan den i større grad falle som regn (fig. 8.2.9 – 8.2.12 og 8.2.14). Også sommeren kan bli litt våtere, men ikke i samme grad som vinteren. Vår og høst forblir omtrent som i dag eller får en minimal økning i nedbørmengde. Fordelingen av nedbøren gjennom året er forventet å endre seg i Bergen i framskrivingsperioden. Antall dager med oppholdsvær blir færre både om vinteren og sommeren, og figur 8.2.15 viser en forventet økning i antall dager med ekstremnedbør. Her viser persentilfigurene at mot 2020-2050 (de røde søylene) vil mengden av regulær nedbør over perioder med ulik varighet (1-10 døgn) gå opp. I ekstremnedbørsperioder (99% figur, 4 døgn per år) kan det falle over 300 mm over en 10 dagers periode, og (95% figur, 18 døgn per år) nært 250 mm over en 10 dagers periode, som er nesten 50 mm mer enn i kontrollperiodene og i dag.

Når det gjelder bølgehøyde, stormflo og havnivå refereres det til Vasskog et al. (2009), Hanssen-Bauer et al. (2009), Drange et al. (2007) og Engen-Skaugen et al. (2009). For Bergen forventes mot 2050 en havnivåstigning på rundt 23cm (maks 37 cm) og stormflostigning på 186cm (maks 200cm). Mot 2100 ser disse ut til å øke med 73cm (maks 108cm) og 241cm (maks 276cm) for havnivå og stormflo, sett i forhold til nivået for år 2000.

Hvor sikre er disse resultater?

For havnivå- og stormflodata kommer usikkerheten fra flere kilder. Valg av scenarier kan bety en del, men ifølge Hanssen-Bauer (2009) er det ikke mye forskjell mellom scenario A1B og A2 som tallene her er basert på. En stor del av variasjonen og usikkerheten kommer fra klimamodellene selv, mens landheving (som kompenserer for havnivåstigning) også står for en del usikkerhet (se Engen-Skaugen 2009 for detaljer). Tallene gitt ovenfor inkluderer de ulike kildene til usikkerhet. En annen usikkerhet som Bergen må regne med (Drange et al., 2007; Engen-Skaugen, 2009) er at grunnmassene til Bryggen vil sige ned 60-80 cm mot 2100, som betyr at den kommer til å stå under vann ved enhver flo mot 2050. Det anbefales å lese Engen-Skaugen (2009) og Hanssen-Bauer (2009) for ytterligere beskrivelser av spredning og usikkerhet i framskrivingsdata.

Figurene 8.2.18 og 8.2.19 viser usikkerhet og spredning i temperatur og nedbørsdata i Bergen. Skraveringen angir med 90% sannsynlighet det området hvor temperatur eller nedbør vil befinne seg. Ved siden av hvilken trend, er det viktig å notere seg, er at den lyseblå skraveringen i nedbørsfiguren (fig. 8.2.19) og den rosa skraveringen i temperaturfiguren blir bredere jo lengre mot 2100 man kommer. I tillegg finnes det forskjeller i bredden av skraveringene per sesong. Jo bredere skraveringen, eller jo større spredningen av resultatene av framskrivingen, jo større er usikkerheten i framskrivingen. Dette betyr at usikkerheten rundt trenden i klimavariabelen øker fram mot slutten av dette århundret, særlig når det gjelder resultatene for nedbør for høst og vinter. For temperaturdataene er spredningen og dermed usikkerheten mindre, selv om usikkerheten om sommeren er litt større enn for de andre sesonger. Figurene viser også hvordan middelverdien for temperatur og nedbør øker per sesong mot 2100. Vær igjen oppmerksom på forskjell i skala på grafene.

Det finnes flere modeller av klimavariabler, som er basert på forskjellige utslippsscenarioer, og på forskjellig geografisk skala (dvs., grad av nedskalering). Hver modell gir litt annerledes resultater ved en ny kjøring av modellen. ENSEMBLES prosjektet slo sammen flere modeller for å lage detaljerte klimaframskrivinger for Europa. Hvordan forholder den valgte modellen seg til andre modeller? Dette er vist i figur 8.2.18, der den valgte framskrivingen er indikert med et svart kryss på figuren. Framskrivningen gir et høyere anslag for nedbør enn de fleste andre modellene, særlig om vinteren (den ligger høyere i grafikken enn de fleste andre modeller). Dette betyr at det er en del usikkerhet knyttet mot disse vinternedbørsverdiene, som derfor kan komme til å ligge litt lavere enn beskrevet ovenfor. Det er viktig å huske at framskrivingen som ble brukt er en nedskalering, noe de andre modellene ikke er, og at forskjellene dermed kan forklares gjennom ulik topografi (flere detaljer), domene (mindre areal) og at den er nyere enn de fleste øvrige modeller. Figuren kan altså tolkes til å vise at nedskaleringen gir et bedre resultat, selv om den er forskjellig fra de andre modellene, men det kan også være at nedbørsendringen overvurderes i nedskaleringen.

For temperatur viser samme figur at framskrivingen gir et litt lavere anslag i temperaturøkning enn de andre modeller (krysset ligger til venstre for de fleste modellene), særlig sommer og høst. Dette gjenspeiler igjen en del usikkerhet og viser at temperaturene kan komme til å ligge litt høyere enn det som ble beskrevet ovenfor. Samtidig kan det også bety at verdiene er mer riktige i nedskaleringen enn fra de andre modeller.

3.3 Flora

Hva slags vær og klima var Flora opptatt av og hva var fokusområdet?

Flora er en av kommunene i vest som først satte klimasårbarhet og tilpasning på dagsorden. I 2007-8 fikk de innført krav til byggehøyde over havnivå. Gjennom deltakelse i ulike klimaprosjekter har Flora nedsatt en klimagruppe under ledelse av en koordinator. Ønskene mht. klimaelementer i Flora var ganske like de i Bergen, men Flora var i forhold litt mindre opptatt av detaljer om nedbør, og litt mer interessert i havtemperatur og vindstyrke (tabell 3.1). Som alle prosjektkommuner fikk Flora en standardpakke med scenarier i tillegg til kommunens spesifikke ønsker om klimaelementer.

Hva slags klima har Flora i vente?

Temperaturscenariene for Flora viser en forventet økning i temperatur mot 2020-2050, der økningen er litt høyere om vinteren (0,5-1,5°C) enn resten av året (0-1,0°C) (fig. 8.3.1 og 8.3.2). Det blir færre nullpasseringer om vinteren og våren, og færre dager med temperaturer under 0°C, ned mot omtrent 12 dager per vinter mot 2020-2050. Dager med temperatur under -10°C forblir likt og veldig få, som i dag. Graddagssummen går opp (fig. 8.3.8), som betyr enten flere varmedager, eller samme fordeling av varmedager men hvor dagene har høyere temperatur. For Flora forventes det særlig varmere vintre, men siden antall dager over 25°C ikke øker (fig 8.3.7) er det mer sannsynlig at det blir en økning i temperatur fordelt over flere dager.

Nedbørsendringene er beskrevet i figurene 8.3.9-8.3.16. Figurene viser at nedbøren kommer til å øke med 20-30 % av dagens verdier, spesielt om vinteren og i kystsonen. Sesongnedbøren er projisert til å bli mellom 1500 og drøyt 2000 mm de fleste steder. Det vil spesielt bli våtere i månedene januar, februar og september (fig. 8.3.16). De andre årstidene forventes å bli omtrent 10-20 % våtere enn i dag (fig. 8.3.10). Dette gjenspeiles også i en nedgang av antall oppholdsdager om vinteren, høsten og sommeren (fig. 8.3.11). Om våren, der nedgangen i oppholdsdager er minimal mens det ventes en økning i nedbør, vil nedbøren komme i større mengder enn dag. Variasjonen og usikkerheten i modellene er likevel såpass stor at dette ikke kan sies med sikkerhet. Når det gjelder kombinasjonen av nedbør og temperatur, så viser figurene at nedbørsformen endres og vil gi mindre snø og sludd og mer regn (fig 8.3.13-8.3.14). Til slutt framskriver modellene at det ventes noen, men ikke store, endringer i antall ekstremnedbørsdager: Persentilfigurene (fig. 8.3.15) viser at mot 2020-2050 (de røde søylene) vil nedbørsmengden som faller over perioder med ulik varighet (1-10 døgn) gå opp, og i ekstremnedbørsperioder (99 % figur, 4 døgn per år) kan det falle litt over 250 mm over en 10 dagers periode, og (95 % figur, 18 døgn per år) 200 mm over en 10 dagers periode, men dette er ikke mye mer enn for kontrollperiodene.

En økning i temperatur om vår og vinter (fig. 8.3.3-8.3.4) betyr også at vekstsesongen blir lengre (fig. 8.3.17). Særlig på grunn av en tidligere start på vårsesongen vil vekstsesongen kunne forlenges med flere uker.

Når det gjelder bølgehøyde, stormflo og havnivå, refereres det til Hanssen-Bauer et al. (2009), Drange et al. (2007) og Engen-Skaugen et. al (2009). Mot 2050 forventes det i Flora en havnivåstigning rund 21cm (maks 35 cm) og stormflostigning på 193cm (maks 207cm), mens for 2100 ser disse ut til å øke med 70cm (maks 105cm) og 247cm (maks 282cm) for havnivå og stormflo relativt til år 2000. Havtemperaturrendringer, også etterspurt av Flora, er ikke presentert her, figurene og beskrivelse i Hanssen-Bauer et al (2009) viser en økning på 1,5-2,5 grader i overflatetemperatur om våren og sommeren, mens temperaturen projiseres til å øke på 0,5-1,5 grader om høst og vinter fra perioden 1986-2000 mot 2051-2065.

Vinddata ble også levert til kommunen, men det mangler lange tidsserier, blant annet fordi det ikke finnes mange modeller for vind. Vindforhold nær bakkenivå må justeres og nedskaleres fra klimamodellene for å få lokal mening, men fordi det ikke finnes klare signaler i

klimamodellene når det gjelder vindforhold, har det ikke vært mulig å vurdere utviklingen i vindforhold så langt. De analysene som har blitt gjort hittil viser stort sett at det blir ingen eller kun små endringer i framtidige vindforhold (Haugen og Iversen, sitert i Engen-Skaugen et al., 2009).

Hvor sikre er disse resultater?

For en beskrivelse av sikkerheten omkring havnivå og stormflo data refereres det til seksjon 3.2 om Bergen, og til Engen-Skaugen (2009), Drange et al. (2007) og Hanssen-Bauer (2009) om ytterlige beskrivelser av spredning og usikkerhet i framskrivinger.

Figurene 8.3.18 og 8.3.19 viser usikkerhet og spredning i temperatur og nedbørsdata i Flora. Skraveringen angir med 90% sannsynlighet det området hvor temperatur eller nedbør vil befinne seg. Ved siden av hvilken trend, er det viktig å notere seg, er at den lyseblå skraveringen i nedbørsfiguren (fig. 8.3.19) og den rosa skraveringen i temperaturfiguren blir bredere jo lengre mot 2100 man kommer. Noter også at skalaene er forskjellige på de grafene, og at det finnes variasjoner i bredden over hele perioden 1900-2100 per sesong. Dette betyr økt usikkerhet mot slutten av dette århundret og særlig for resultatene for høst- og vinternedbør. For temperaturdataene er spredningen og dermed usikkerheten mindre, selv om usikkerheten om sommeren er litt større enn for de andre sesongene. Framskrivningen som er brukt til nedskaleringene (blå heltrukket linje) holder seg rimelig godt innenfor øvre og nederste grense til skraveringen. Det betyr at det er en 90 % sjans for at den er korrekt og følger modellen. Modellkjøringen for høstens nedbør som er brukt på kartene (fig. 8.3.1-8.3.2) ligger lavt i forholdt til middelverdien for modellkjøringene (den tykke linjen midt i grafikken), som betyr at kartene kan gi en underestimert høstnedbøren. Figurene (i 8.3.19) viser også hvordan middelverdien for temperatur og nedbør øker per sesong mot 2100. Vær igjen oppmerksom på forskjell i skala på grafene.

Det finnes flere modeller av klimavariabler, som er basert på forskjellige utslippsscenarioer, og på forskjellig geografisk skala (dvs., grad av nedskalering). Hver modell gir litt annerledes resultater ved en ny kjøring av modellen. ENSEMBLES prosjektet slo sammen flere modeller for å lage detaljerte klimaframskrivinger for Europa. Figur 8.3.18 viser 'våre' resultater (svart kryss) i forhold til resultater i andre modeller. Framskrivningen gir et høyere anslag for nedbør en de fleste andre modellene, særlig om vinteren, våren og på årsbasis. Dette betyr at det er en del usikkerhet knyttet mot disse periodenes nedbørsverdier, og at nedbørsframskrivingene som er beskrevet ovenfor kan være en overestimert. Det er imidlertid viktig å huske at framskrivningen som ble brukt er en nedskalering, ulikt de andre modeller, og forskjellene kan dermed forklares gjennom ulik topografi (flere detaljer), domene (mindre) og at den er nyere en de fleste øvrige modellene. Det er med andre ord mulig at nedskaleringene gir et bedre resultat, selv om de skiller seg noe fra de andre modellene, men det er også mulig at avviket fra de øvrige modellene representerer en overestimert nedbørsendring.

For temperatur viser samme figur at framskrivningen gir et litt lavere anslag i temperaturøkning en de andre modellene (den ligger til venstre for de fleste modeller). Dette betyr igjen en del usikkerhet og at temperaturene muligens kan komme til å ligge litt høyere en det som er beskrevet ovenfor. Men, siden den valgte modellen er en nedskalering, i motsetning til de andre modeller i sammenligningen, kan det også bety at denne framskrivningen er mer finstemt og gir et riktigere bilde enn de øvrige modellene.

3.4 Fredrikstad

Hva slags vær og klima var Fredrikstad opptatt av og hva var fokusområdet?

Fredrikstad kommune er en foregangskommune på flere måter i miljøsammenheng. Kommunen var vertskap for den såkalte Fredrikstadkonferansen i 1998 og har deltatt i en rekke større utviklingsprosjekt på miljøområdet opp gjennom årene. Kommunen deltar også i Miljøverndepartementets satsing «Fremtidens byer», som blant annet arbeider med klimatilpasning. Fredrikstad har et bredt fokus i sitt miljøarbeid og ønsket å få innspill på de fleste klimaelementer. I tillegg til basispakken ønsket Fredrikstad framskrivninger over endring i antall tropedøgn og endring i solforhold (tabell 3.1). Det siste er vanskelig å modellere, men har en viss sammenheng med figurene som viser endring i antall oppholdsdager (fig. 8.4.11).

Hva slags klima har Fredrikstad i vente?

Som hos de fleste andre kommuner forventes det i Fredrikstad særlig varmere vintre, med en økning i temperatur på 1-1,5°C ved kysten og 2°C litt inn i landet. Dette vil med andre ord medføre gjennomsnittstemperaturer på rundt 0-1°C vinterstid, en økning fra dagens -3 til 0°C. Også de andre sesongene forventes å bli varmere, med en økning på 0,5-1°C (fig. 8.4.1 og 8.4.2). Antall dager rund 0°C blir færre vår og høst, mens vinteren får færre kuldedager (fig. 8.4.3-8.4.5). Det forventes ikke flere varmedager med temperatur over 25°C i Fredrikstad, men den gjennomsnittlige temperaturen går opp. Stigningen i graddagssum (fig. 8.4.8) vil mest sannsynlig komme av en reduksjon i antall dager med kuldegrader gjennom året og høyere temperaturer vinterstid, i stedet for en økning i antall varme enkeltdager sommerstid.

Det er ikke forventet store endringer i nedbøren i Fredrikstad i forhold til dagens situasjon Nedbøren (figur 8.4.9-10). Figur 8.4.11-13 viser at det heller ikke i særlig stor grad er forventet en økning av antall oppholdsdager per sesong eller absolutt mengde nedbør. Samtidig vil stigende temperaturer føre til endring i nedbørstype, der det vil kunne komme mindre snø og mer regn i Fredrikstad vinterstid. Figur 8.4.14 viser at det i framtiden forventes flere varme nedbørsdager med minst 1 mm nedbør. Når det gjelder eventuelle endringer i ekstremnedbør, så viser figur 8.4.15 at de nedskalerte ekstremnedbørframskrivningene (de røde søylene) tilsvarer søylene for kontrollperiodene og historiske verdier. Det er altså ikke forventet store endringer i ekstremnedbør i framskrivingsperioden.

Også i Fredrikstad vil en økning i temperatur om våren og høsten (fig. 8.4.3-8.4.4) kunne føre til at vekstsesongen blir lengre (fig. 8.4.17). Dette vil særlig komme av at vårsesongen forlenges ved å inntreffe tidligere. Det ser likevel ikke ut til at økningen i Fredrikstad blir like stor som forventet i noen av kommunene på Vestlandet.

Havnivå og stormflo for Fredrikstad er beskrevet i Hanssen-Bauer et al. (2009), Drange et al. (2007) og Engen-Skaugen et al. (2009), og viser en økning også i Fredrikstad. Økningen er likevel forventet å bli mindre her enn i de fleste andre kystbyer i Norge. Mot 2050 er det forventet en havnivåstigning på rundt 12 cm (maks 26 cm) og en stormflostigning på 172 cm (maks 186 cm). For 2100 ser havnivået ut til å øke med 52 cm (maks 87 cm) og stormflostigningen er forventet å utgjøre 217 cm (maks 252 cm) Økningen i antall cm er sett i forhold til nivået for år 2000).

Som nevnt ved Flora (seksjon 3.3) er det vanskelig å lage framskrivninger for vindstyrke, siden det blant annet mangler lange tidsserier her. Ifølge Haugen og Iversen (ref. i Engen-Skaugen et al., 2009) kommer ikke vindstyrken til å endre seg så mye for Norgeskysten mot 2050.

Hvor sikre er disse resultatene?

For en ytterligere beskrivelse av spredning og usikkerhet i framskrivingsdata for havnivå og stormflo refereres det til seksjon 3.2 om Bergen, og til Engen-Skaugen (2009), Drange et al. (2007) og Hanssen-Bauer (2009).

Usikkerhet og spredning i temperatur og nedbørsdata i Fredrikstad presenteres i figurene 8.4.18 og 8.4.19 i vedlegget. Skraveringen angir med 90% sannsynlighet det området hvor temperatur eller nedbør vil befinne seg. Ved siden av hvilken trend, er det viktig å notere seg, er at den lyseblå skraveringen i nedbørsfiguren (fig. 8.4.19) og den rosa skraveringen i temperaturfiguren blir bredere jo lengre mot 2100 man kommer, særlig for nedbørsscenarioene (noter også at skalaene er forskjellige på disse grafene!). Dette betyr økt usikkerhet mot slutten av dette århundre, særlig når det gjelder resultatene for nedbør. For temperaturdataene er spredningen og dermed usikkerheten mindre, selv om usikkerheten om sommeren er litt større en for de øvrige sesongene. Framskrivningen som er brukt til nedskaleringene (blå heltrukket linje) holder seg rimelig godt innenfor øvre og nedre grense i skraveringene, noe som betyr at det er stor sannsynlighet for at dette er området hvor temperaturen vil befinne seg. Modellkjøringen for temperatur om vår og høst som er brukt på kartene (fig. 8.4.1-8.4.2) ligger likevel litt lavt i forhold til middelværdien for modellkjøringene (den tykke linjen midt i grafikken). Dette kan bety at kartene gir en underestimert av temperaturøkningen for disse periodene. Figurene viser også hvordan middelværdien for temperatur og nedbør øker (eller går ned for nedbør om sommer!) per sesong mot 2100. Vær igjen oppmerksom på forskjell i skala på grafene.

Det finnes flere modeller av klimavariabler, som er basert på forskjellige utslippsscenarioer, og på forskjellig geografisk skale (dvs., grad av nedskalering). Hver modell gir litt annerledes resultater ved en ny kjøring av modellen. ENSEMBLES prosjektet slo sammen flere modeller for å lage detaljerte klimaframskrivninger for Europa. Figur 8.4.18 viser 'våre' resultater (svart kryss) i forhold til resultater i andre modeller. Framskrivningen gir et høyere anslag for nedbør en de fleste andre modeller for sommer, og kan være en overestimert for denne periodens nedbørsverdier. Det er imidlertid viktig å huske at framskrivningen som ble brukt er en nedskalering, noe de andre modellene ikke er, og forskjellene kan dermed forklares gjennom ulikt topografi (flere detaljer), domene (mindre) og at den er nyere en de fleste modeller. Det er altså mulig at nedskaleringen gir et bedre resultat, når den avviker fra de andre modeller, men det er også mulig at avviket representerer en overestimert av forventet nedbørsendring.

For temperatur viser samme figur at framskrivningen gir et litt lavere anslag i temperaturøkning en de andre modellene om sommeren og høsten. Dette betyr igjen en del usikkerhet og at temperaturene kan komme til å ligge litt høyere en det som ble beskrevet ovenfor i disse periodene, men siden den valgte modellen er en nedskalering, i motsetning til de andre modeller i sammenligningen, kan det imidlertid også bety at denne framskrivningen er mer finstemt og gir et riktigere bilde enn de øvrige modellene.

3.5 Hammerfest

Hva slags vær og klima var Hammerfest opptatt av og hva var fokusområdet?

Hammerfest har lang erfaring i å tilpasse seg et tøft klima. Kommunen har tidligere deltatt i flere forskningsprosjekter hvor det bl.a. har vært fokus på naturskade og ekstremvær. I NORADAPT fokuserte Hammerfest på klimatilpasning relatert til bygningsmasse og kommunal infrastruktur, da andre sektorer (fiskeri og olje og gass) dekkes av kommunens deltakelse i CICERO's CAVIAR-prosjekt. NORADAPT bidro likevel med framskrivninger som inkluderte klimaelementer med betydning for også disse sektorene, slik som ekstremvær, polare lavtrykk, stormflo og bølgehøyde (tabell 3.1).

Hva slags klima har Hammerfest i vente?

Temperaturframskrivingene for Hammerfest er presentert i figur 8.5.1-2 og viser en forventet økning i temperatur for alle årstider. Den største økningen vil antagelig inntreffe vinterstid, med en temperaturstigning på 1,5-2°C ved kysten og 2-2,5°C i innlandet. Om sommeren forventes temperaturen å øke minst, med opp til 1°C økning i forhold til sesongens

middeltemperatur for perioden 1981-2010. At det blir varmere, særlig om vinter ser vi også i økningen i antall dager med nullpasseringer, at det vil bli færre dager under null grader (fig. 8.5.4) og færre dager med temperaturer under -10°C (fig. 8.5.5). Også om høsten er det forventet færre nullpasseringer (fig. 8.5.3), og det vil også bli færre dager med temperaturer under null om høsten og våren (fig. 8.5.4). Det framskrives ingen varme dager med temperatur over 25°C i Hammerfest, men den gjennomsnittlige årstemperaturen går opp, noe som også gjenspeiles i stigning av graddagssum (fig. 8.5.8). Denne stigningen vil sannsynligvis komme av stigende vintertemperaturer og færre kuldedager gjennom året og ikke som følge av flere spesielt varme enkeltdager.

Samtidig som vintrene i Hammerfest blir varmere, blir de også våtere, med en antatt 10-30% økning i nedbør i denne sesongen (fig. 8.5.10). Også våren blir våtere, med en forventet 10-20 % økning i nedbør. Denne trenden med flere varme nedbørsdager er også tydelig i figur 8.5.14. Mens framskrivningene i figurene 8.5.11-13 for høst og sommer muligens gir et litt tørrere bilde enn nedbørskartene for disse sesonger, bekrefter figurene trenden mot noen flere oppholdsdager om sommeren og en økning i nedbør (men ikke nedbørsdager) om vinteren. Siden framskrivningene gir høyere temperaturer om vinteren og våren, med flere nullpasseringer særlig om vinteren, ventes det også endringer i nedbørsform. Mindre nedbør vil falle som snø og det vil bli mer nedbør i form av regn om våren og vinteren (fig. 8.5.11). Antall dager med nedbør i form av snø vil gå ned fra over 30 dager til nær 20 dager per vintersesong.

Til tross for en økning i temperaturen vår og høst (fig. 8.5.3-8.5.4) forventes det etter disse framskrivninger ingen store endringer i vekstsesongen (fig. 8.5.17). Vårsesongen vil likevel kunne forlenges litt ved å inntreffe noe tidligere.

Det forventes ikke store endringer i antall dager med ekstremnedbør (figur 8.5.15), med mulig unntak at det mot 2050 kan bli 4 døgn per år med ekstremnedbør på 150 mm som faller over en periode på 1-10 døgn (se også forklaring hvordan å lese denne figuren i seksjon 8.1 figurtekstene). Dette vil være en økning av slikt ekstremvær med 30 mm siden 1981-2010. Variasjonen og usikkerheten i modellene, særlig i nedbørsmodellene, er likevel såpass stor at dette ikke kan sies med sikkerhet. Når det gjelder polare lavtrykk, som ble spesielt etterspurt av Hammerfest, så beskriver Engen-Skaugen et al. (2009) og Førland et al. (2009) at hyppigheten av disse antagelig vil avta, ettersom sjøisgrensen og dermed området med høy hyppighet av polare lavtrykk vil flytte seg nordover. For nyere forskning på polare lavtrykk se bl.a. McInnes et al. (2011).

Havnivå og stormflo for Hammerfest er beskrevet i Hanssen-Bauer et al. (2009), Drange et al. (2007) og Engen-Skaugen et al. (2009), og disse studiene viser en forventet økning også i Hammerfest. Mot 2050 forventes det en havnivåstigning rundt 19 cm (maks 33 cm) og en stormflostigning på 236 cm (maks 250 cm). For 2100 er de tilsvarende tallene 65 cm (maks 100 cm) og 287 cm (maks 322 cm) for henholdsvis havnivå og stormflo. Økningen i antall cm er sett i forhold til nivået for år 2000. Selv om IPCC (2007) forventer et tøffere «bølgeklime» mot 2100, så blir ikke bølgehøyden ved Hammerfest nevneverdig høyere enn den er i dag, ifølge Debernard & Roed (i Engen-Skaugen et al. 2009). Størst økning i bølgehøyde i norske hav er projisert rundt Svalbard, der havisen forsvinner. Sjøtemperaturrendringer, også etterspurt av Hammerfest, er ikke presentert i form av figurer i denne rapporten, men figurer og beskrivelser i Hanssen-Bauer et al. (2009) viser en forventet økning på 0,5-1,5 grader i overflatetemperatur fra perioden 1986-2000 mot 2051-2065. Scenariet projiserer også en nedkjøling av det sentrale Barentshavet om sommeren.

Hvor sikre er disse resultater?

For en ytterlige beskrivelse av spredning og usikkerhet i framskrivingsdata for havnivå og stormflo refereres det til seksjon 3.2 om Bergen, og til Engen-Skaugen (2009), Drange et al. (2007) og Hanssen-Bauer (2009). Projiseringen for havtemperaturen er rimelig sannsynlig, på

grunn av havets varmekapasitet og den langsomme men sikre oppvarming av havet. Framskrivningene er likevel avhengig av utviklingen i viktige variabler som for eksempel is, som kommer til å forsvinne fra Barentshavet og gi en betydelig økning i havtemperatur, men se også diskusjon om det østlige Barentshavet i Engen-Skaugen et al. 2009 hvor oppvarmingen er urealistisk pga. modellfeil i beskrivelsen av nåtidsklimaet.

Figurene 8.5.18 og 8.5.19 viser usikkerhet og spredning i temperatur og nedbørsdata i Hammerfest. Skraveringen angir med 90% sannsynlighet det området hvor temperatur eller nedbør vil befinne seg. Ved siden av hvilken trend, er det viktig å notere seg, er at den lyseblå skraveringen i nedbørsfiguren (fig. 8.5.19) og den rosa skraveringen i temperaturfiguren blir bredere jo lengre mot 2100 man kommer. I tillegg finnes det forskjeller i bredden av skraveringene per sesong. Jo bredere skraveringen, eller jo større spredningen av resultatene av framskrivningen, jo større er usikkerheten i framskrivningen. Dette betyr at usikkerheten rundt trenden i klimavariabelen øker fram mot slutten av dette århundret, særlig for resultatene for nedbør. For temperaturdataene er spredningen og dermed usikkerheten mindre, selv om usikkerheten om sommeren er litt større en for de øvrige sesongene. Framskrivningen som er brukt til nedskaleringene (blå heltrukket linje) holder seg rimelig godt innenfor øvre og nedre grense i skraveringene, noe som betyr at det er stor sannsynlighet for at dette er området hvor temperaturen vil befinne seg. Framskrivningen for temperatur vår og høstens slik den er presentert på kartene (fig. 8.5.1-8.5.2) ligger litt lavt i forhold til middelveiden for modellkjøringene (den tykke linjen midt i grafikken), noe som kan bety at kartene viser en underestimering av temperaturøkningen for disse årstidene. Også for nedbør er det mye variasjon i framskrivningen. Dette vises ved at framskrivningen, den blå linjen, regelmessig kommer utenfor det skraverete området, noe som betyr økt usikkerhet i modellen og dermed i nedbørsprosjiseringene. Figurene viser også hvordan middelveiden for temperatur og nedbør øker eller minsker per sesong mot 2100. Vær igjen oppmerksom på forskjell i skala på grafene. Det ser ut til å bli en nedgang i nedbøren om vinteren mot slutten av dette århundret, og en kraftig stigning i temperatur på 4,5-5°C.

Det finnes flere modeller av klimavariabler, som er basert på forskjellige utslippsscenarioer, og på forskjellig geografisk skale (dvs., grad av nedskalering). Hver modell gir litt annerledes resultater ved en ny kjøring av modellen. ENSEMBLES prosjektet slo sammen flere modeller for å lage detaljerte klimaframskrivinger for Europa. Figur 8.5.18 viser 'våre' resultater (svart kryss) i forhold til resultater i andre modeller. Framskrivningen gir et lavere anslag for nedbør en de fleste andre modeller om sommeren og litt høyere om vinter. Dette betyr at framskrivningen kan være en underestimering av sommerens nedbørsverdier og overestimere vinterens nedbør. Det er imidlertid viktig å huske at framskrivningen som ble brukt er en nedskalering, noe de andre modellene ikke er, og at forskjellene dermed kan ha sammenheng med ulikt topografi (flere detaljer), domene (mindre) og at den er av nyere dato enn de fleste andre modeller. I avviket fra de andre modellene er det altså mulig at nedskaleringen gir et bedre resultat, men det er også mulig at avviket representerer en overestimering av forventet nedbørsendring.

For temperatur viser samme figur at framskrivningen gir et litt lavere anslag i temperaturøkning enn de andre modellene (den ligger til venstre for de fleste modeller) om sommeren og høsten. Dette betyr at temperaturene kan komme til å ligge litt høyere en det som ble beskrevet ovenfor i disse periodene. Samtidig kan det hende at verdiene er mer riktige med nedskaleringen enn resultatene fra de andre modellene. På årlig basis (siste vindu i figuren) gjør framskrivningen det ganske likt de andre modellene, noe som betyr at projiseringene fra nedskaleringen og de andre regionale modeller gir samme resultat for Hammerfest på årsbasis. Sammen gir de et bilde av et varmere og våtere klima, med en temperaturøkning på omtrent 1,5°C og en nedbørsøkning på omtrent 10 %.

3.6 Høylandet

Hva slags vær og klima var Høylandet opptatt av og hva var fokusområdet?

Høylandet er en liten landbrukskommune i Indre Namdalsregionen i Nord-Trøndelag. Kommunen ser det som en utfordring å opprettholde innbyggertallet. Næringsgrunnlaget er basert på jord- og skogbruk. Det er også et par reindriftsgrupper i kommunen, hvorav den ene er sør-Samisk. Som landbrukskommune ønsket Høylandet fokus på klimaelementer som påvirker landbruket: nedbørmengder, ekstremvær, temperatur, vekstsesong og fryse-tine episoder (tabell 3.1).

Hva slags klima har Høylandet i vente?

Figurene 8.6.1-2 viser temperaturframskrivingene for Høylandet, og indikerer at det kan ventes en økning i temperatur gjennom året, men særlig om vinteren og våren. I noen områder forventes en temperaturøkning på opp til 2°C. Om høsten og våren ventes det noe færre dager med nullpasseringer, som betyr at det vil bli færre fryse-tine perioder (fig. 8.6.3). Det projiseres også færre dager med temperaturer under 0°C over hele året, og en reduksjon av antall kuldedager med temperaturer under -10°C om vinteren (fig. 8.6.5). Om sommeren er det projisert en økning i antall dager med temperatur over 25°C. Den årlige varmesummen (som vist i graddagssum fig. 8.6.7) er forventet å øke, men figuren sier ikke noe om hvordan varmedagene blir fordelt over året. En høyere varmesum kan skyldes flere varmedager (som forventet om sommeren, beskrevet i forrige figur), men det kan også bety samme fordeling av varmedager men med høyere temperaturer. I dette tilfelle er det sannsynlig at årlig varmesum øker som følge av en generell økning i temperatur om vinteren, høsten og våren, med økt antall varmedager i overgangen mellom vår-sommer og sommer-høst, i tillegg til noen flere enkeltdager med varme gjennom året.

Som i de andre kommunene projiserer framskrivingene at det blir våtere i Høylandet (fig. 8.6.9-10), med økning i nedbør vinter, vår og sommer (10-20 % økning) og til dels høst (0-10% økning). Nedbørmengder om vinteren kan lokalt bli opp til 1250 mm. Økningen ser ut til å komme i form av flere dager med nedbør, og ikke nødvendigvis en intensivering av nedbøren. Dette er vist i figur 8.6.11, der antall oppholdsdager ser ut til å minke gjennom året. Med en økning i temperatur særlig om vinter og vår vil nedbøren i større grad komme til å falle som regn enn som snø. Framskrivningene mot 2020-2050 viser minimalt med snø om våren og høsten (fig. 8.6.12-13). Også disse figurene indikerer en økning i total mengde regn for vinter, vår og sommer, og en økning i antall regndager for alle sesonger. Total mengde nedbør om vinteren kan bli opp mot 550 mm (middelverdi) over Høylandet kommune (fig. 8.6.12 og 8.6.16) – men med som nevnt lokalt mye høyere verdier enn det (fig. 8.6.9). Figur 8.6.14 viser at det forventes flere varmere nedbørsdager mot 2020-2050 enn i perioden 1981-2010. Antall dager med ekstremnedbør (figur 8.6.15) ser ikke ut til å øke nevneverdig – alle søyler har omtrent lik fordeling per periode og persentilfigur. Det vil altså fortsatt kunne ventes ekstremperioder av 4 døgn per år med omtrent 160mm nedbør som faller over en 10 døgns periode (som indikert av rød søyle ved 10 døgn i 99 persentilfigur), likt situasjonen i dag (se også forklaring hvordan å lese denne figuren i seksjon 8.1 figurtekstene).

Høylandet har etterspurt noen ekstra figurer vedrørende vekstsesong. Figur 8.6.17 indikerer at vekstsesongen ikke ser ut til å øke betraktelig, men en nærmere analyse av antall vekstsesongdager bestående av minst 4 dager i strekk med temperatur over 5 °C (fig. 8.6.17^b) viser imidlertid at det kan ventes en liten økning fra dagens middelverdi på rundt 148 dager til rundt 155 dager mot 2020-2050. En god del av variasjonen rundt disse verdiene kan forklares av den naturlige årlige variasjon i antall vekstsesongdager, men kan også reflektere usikkerhet i modellen). Den akkumulerte varmesummen i løpet av vekstsesongen (fig. 8.6.17^c) projiseres til å bli omtrent 100-125 grader varmere enn i dag, og graddagssum per sesong (fig. 8.6.17^d) viser at det kan ventes en økning over alle månedene i vekstsesongen. Om denne varmeøkningen er spredt over dagene i samme fordeling som i dag eller om det vil bli flere

enkelt dager med varme er usikkert, og den store variasjonen (standardavvik) ved både historisk-/kontrollperiode og framskrivingene viser at forskjellen fra i dag ikke blir signifikant og at framskrivingene kan være usikre eller variere fra år til år.

Høylandet kom også med ønske om en sammenligning av framtidens klima på Høylandet med lokaliteter som har denne type klima i dag. Dette ble presentert i form av en figur fra RegClim prosjektet som gir en indikasjon på hvilke "breddegrad" en del norske byer kommer til å ligge på i forhold til dagens klimatiske forhold (figur 15 i brosjyren i http://regclim.met.no/presse/download/regclim_brosjyre2005.pdf).

Hvor sikre er disse resultater?

Usikkerhet og spredning i temperatur og nedbørsdata i Høylandet presenteres i figurene 8.6.18 og 8.6.19 i vedlegget. Skraveringen angir med 90% sannsynlighet det området hvor temperatur eller nedbør vil befinne seg. Ved siden av hvilken trend, er det viktig å notere seg, er at den lyseblå skraveringen i nedbørsfiguren (fig. 8.6.19) og den rosa skraveringen i temperaturfiguren blir bredere jo lengre mot 2100 man kommer. I tillegg finnes det forskjeller i bredden av skraveringene per sesong. Jo bredere skraveringen, eller jo større spredningen av resultatene av framskrivingen, jo større er usikkerheten i framskrivingen. Dette betyr at usikkerheten rundt trenden i klimavariabelen øker fram mot slutten av dette århundret, særlig for resultatene for nedbør. For temperaturdataene er spredningen og dermed usikkerheten noe mindre, selv om usikkerheten om sommeren er litt større enn for de øvrige sesongene. Framskrivingen som er brukt til nedskaleringene (blå heltrukket linje) holder seg rimelig godt innenfor øvre og nedre grense i skraveringene, noe som betyr at det er stor sannsynlighet for at dette er området hvor temperaturen vil befinne seg. Modellkjøringen for vårens og høstens temperatur som er brukt på kartene (fig. 8.6.1-8.6.2) ligger likevel under middelverdien for modellkjøringene (den tykke linjen midt i grafikken). Dette kan bety at kartene gir en underestimert temperaturøkning for disse periodene. Figuren viser også at middelverdien til temperaturen mot 2100 kan komme til å øke med +2°C om vinter, og stige fra 4,5°C til 8°C om høsten. En stor økning med omtrent 3°C er også ventet om våren, noe som vil komme til å påvirke vekstsesongen mot slutten av dette århundre. Figurene viser også noe økt nedbør mot slutten av dette århundre, men stor variasjon i framskrivingen betyr økt usikkerhet i modellen, og dermed i nedbørsframskrivingene.

Det finnes flere modeller av klimavariabler, som er basert på forskjellige utslippsscenarioer, og på forskjellig geografisk skale (dvs., grad av nedskalering). Hver modell gir litt annerledes resultater ved en ny kjøring av modellen. ENSEMBLES prosjektet slo sammen flere modeller for å lage detaljerte klimaframskrivinger for Europa. Figur 8.6.18 viser 'våre' resultater (svart kryss) i forhold til resultater i andre modeller. Framskrivingen gir en litt høyere anslag for nedbør om vinter og på årsbasis enn de fleste andre modeller og det betyr at den kan gi en overestimert vinterens nedbør. For de øvrige sesonger ligger den midt i spredningen til de andre modellene. Det er viktig å huske at framskrivingen som ble brukt er en nedskalering, noe de andre modellene ikke er, og at eventuelle forskjeller dermed kan forklares gjennom ulikt topografi (flere detaljer), domene (mindre), samtidig som den er av nyere dato enn de fleste modeller. Nedskaleringen kan altså gi et mer nøyaktig resultat, selv om den er forskjellig fra de andre modellene, mens store forskjeller, som ved nedbørsmengde om vinter og på årsbasis, kan også innebære at nedskaleringen overestimerer forventet nedbørsendring.

For temperatur viser samme figur at framskrivingen gir et litt lavere anslag i temperaturøkning enn de andre modellene (den ligger til venstre for de fleste modeller) om vår, sommer og høst. Dette betyr igjen en del usikkerhet og temperaturene kan komme til å ligge litt høyere enn det som ble beskrevet ovenfor i disse periodene. Samtidig kan det også hende at verdiene er mer riktige i nedskrivningen enn i de andre modellene. På årsbasis (siste vindu i figuren) viser framskrivingen en økning på omtrent 1°C, likt de andre modellene, og et litt høyere anslag (omtrent 10 %) for økning i nedbør per år mot 2020-2050.

3.7 Unjárga/Nesseby

Hva slags vær og klima var Unjárga/Nesseby opptatt av og hva var fokusområdet?

Unjárga/Nesseby er en samisk kommune som har lange tradisjoner knyttet til naturbruk og flerbruksnæring. Reindrift, jordbruk og fiske utgjør fortsatt et viktig næringsgrunnlag i kommunen, sammen med blant annet servicenæring og offentlige tjenester. Samtidig er det mye friluftsliv i denne kystkommunen, og i NORADAPT har Unjárga/Nesseby kommune valgt å fokusere på landbaserte aktiviteter som jordbruk/sauehold, reindrift, reiseliv og bruk av utmark i forbindelse med matauk og friluftsliv. Samtidig har kommunen også vært opptatt av klimaelementer som kan påvirke fiskeriet og mulighetene til å være ut på havet samt infrastruktur i kystsonen (tabell 3.1).

Hva slags klima har Unjárga/Nesseby i vente?

Figurene 8.7.1-2 i vedlegget viser temperaturframskrivninger mot 2020-2050 i Unjárga/Nesseby og indikerer en økning i temperatur gjennom året. Størst økning forventes vinterstid hvor det kan bli opp til 2,5°C varmere enn for perioden 1981-2010. Også om våren, og i noe mindre grad sommer og høst, forventes det å bli varmere. Det projiseres færre dager med temperaturer rundt 0°C vinter og høst (fig. 8.7.3), noe som betyr færre fryse-tine perioder i disse sesongene. Samtidig er det ventet færre dager under 0°C vår og høst (fig. 8.7.3). Også antall kuldedager blir det færre av. Framskrivningene indikerer færre dager under -10°C og -30°C, spesielt om vinteren. Om sommeren er det ventet en økning i antall varme dager og til og med enkelte dager over 25°C (fig. 8.7.7). Graddagssummen (fig. 8.7.8), som er en summering av grader Celsius over 5°C per døgn over hele året, viser en økning mot 2020-2050. Figur 8.7.1 indikerer at denne stigningen i årlige temperaturer over 5°C særlig vil skyldes flere varmegrader per dag eller flere varmegrader på enkeltdager i løpet av sommeren og høsten. Vekstsesongens lengde forventes å øke noe, særlig pga. en framskyving av sesongen om våren (fig. 8.7.17).

I motsetning til de fleste kommuner ventes det i Unjárga/Nesseby færre dager med nedbør (fig. 8.7.10-11 og 8.7.13), særlig om sommeren og høsten, mens det projiseres en økning i antall nedbørsdager om vinteren. Vinterstid er det forventet at nedbøren oftere vil falle som sludd og at det vil komme mindre nedbør i form av snø om vår og høst (fig. 8.7.12). Antall oppholdsdager er forventet å gå litt opp for alle sesonger bortsett fra vinteren (fig. 8.7.11), mens total mengde nedbør (fig. 8.7.12) forblir lik (vår, sommer, høst) eller øker noe (vinter). Framskrivningene indikerer altså lik mengde nedbør over færre dager for vår, sommer og høst og mer nedbør over likt antall dager om vinteren. Dette indikerer litt flere dager med mye nedbør, men figur 8.7.15 tilsier ingen endring i antall ekstremnedbørsdager, der søylene per persentilfigur og periode ligger på omtrent samme høyde. Den eneste mulige unntak er i 99 persentilfiguren som indikerer en liten nedgang i ekstremnedbørsmengder om vinter som faller til kun 4 dager i en 10 døgns periode (fra omtrent 70mm i periode 1981-2008, mørkgrå til framskrivingsperioden 2020-2050, rød søyle - se også forklaring hvordan å lese denne figuren i seksjon 8.1 figurtekstene). Variasjon og usikkerhet i modellene særlig når det gjelder nedbørsmodellene er likevel såpass stor at dette ikke kan sies med sikkerhet.

Når det gjelder polare lavtrykk, også etterspurt av Nesseby, så beskriver Engen-Skaugen et al. (2009) og Førland et al. (2009) at hyppigheten av disse antagelig vil avta, ettersom sjøisgrensen og dermed området med høy hyppighet av polare lavtrykk vil flytte seg nordover. For nyere forskning på polare lavtrykk se bl.a. McInnes et al. (2011).

Havnivå og Stormflo for Unjárga/Nesseby er beskrevet i Hanssen-Bauer et al. (2009), Drange et al. (2007) og Engen-Skaugen et al. (2009). Mot 2050 forventes det en havnivåstigning på rundt 18cm (maks 32cm) og en stormflostigning på 259cm (maks 273cm). For 2100 ser disse tallene ut til å øke til 65cm (maks 100cm) og 310cm (maks 345cm) for henholdsvis havnivå og stormflo, sett i forhold til 2000-nivå. Selv om IPCC (2007) forventer et tøffere

«bølgeklima» mot 2100, så blir ikke bølgehøyden nær Unjárga/Nesseby nevneverdig høyere enn i dag. Her henvises det til beskrivelsen for Hammerfest over. Sjøtemperaturrendringer, også etterspurt av Unjárga/Nesseby, er ikke beregnet spesielt for dette området. Det vises igjen til gitte verdier for Hammerfest, samtidig som det bør nevnes at det er forventet en høyere temperaturøkning i grunnere områder. Hanssen-Bauer et al (2009) og Engen-Skaugen et al. (2009) mener at en sterk økning i havets overflatetemperatur mot 2051-2065 i det østre Barentshavet er lite sannsynlige.

Hvor sikre er disse resultater?

For en beskrivelse av sikkerheten omkring havnivå og stormflodata refereres det til seksjon 3.2 om Bergen, seksjon 3.5 om Hammerfest, og til Engen-Skaugen (2009), Drange et al. (2007) og Hanssen-Bauer (2009) som ytterligere beskriver spredning og usikkerhet i framskrivingene. Det gjentas her at projiseringen for havtemperatur er rimelig sannsynlig, grunnet havets varmekapasitet og den langsomme men sikre oppvarmingen av havet. Scenariene er likevel avhengige av forskjellige parametere som for eksempel is, og disse slår ikke alltid riktig ut i kontrollkjøringene (se diskusjon om det østre Barentshavet i Engen-Skaugen et al. 2009 hvor oppvarmingen vurderes som urealistisk pga. modellfeil i beskrivelsen av nåtidsklimaet).

Usikkerhet og spredning i temperatur og nedbørsdata i Unjárga/Nesseby presenteres i figurene 8.7.18 og 8.7.19 i vedlegget. Skraveringen angir med 90% sannsynlighet det området hvor temperatur eller nedbør vil befinne seg. Ved siden av hvilken trend, er det viktig å notere seg, er at den lyseblå skraveringen i nedbørsfiguren (fig. 8.7.19) og den rosa skraveringen i temperaturfiguren blir bredere jo lengre mot 2100 man kommer. I tillegg finnes det forskjeller i bredden av skraveringene per sesong. Jo bredere skraveringen, eller jo større spredningen av resultatene av framskrivingen, jo større er usikkerheten i framskrivingen. Dette betyr at usikkerheten rundt trenden i klimavariabelen øker fram mot slutten av dette århundret, særlig for resultatene for nedbør. For temperaturdataene er spredningen og dermed usikkerheten mindre, selv om usikkerheten om sommeren er noe større enn for de øvrige sesongene. Framskrivingen som er brukt til nedskaleringene (blå heltrukket linje) holder seg rimelig godt innenfor øvre og nedre grense i skraveringene, noe som betyr at det er stor sannsynlighet for at dette er området hvor temperaturen vil befinne seg. Modellkjøringen for temperatur om vår og høst som er brukt på kartene (fig. 8.7.1-8.7.2) ligger litt lavt i forholdt til middelveiden for modellkjøringene (den tykke linjen midt i grafikken). Dette kan bety at kartene gir en underestimering av temperaturøkningen for disse periodene. Også for nedbør er det stor variasjon i framskrivingen, særlig vinterstid. Dette vises ved at linjen regelmessig faller utenfor det skravererte området. Dette betyr økt usikkerhet i modellen, og dermed i nedbørsprojiseringene. I tillegg viser figurene hvordan middelveiden for temperatur og nedbør øker per sesong frem mot 2100. Vær igjen oppmerksom på forskjellig skala på grafene.

Det finnes flere modeller av klimavariabler, som er basert på forskjellige utslippsscenarioer, og på forskjellig geografisk skala (dvs., grad av nedskalering). Hver modell gir litt annerledes resultater ved en ny kjøring av modellen. ENSEMBLES prosjektet slo sammen flere modeller for å lage detaljerte klimaframskrivinger for Europa. Figur 8.7.18 viser 'våre' resultater (svart kryss) i forhold til resultater i andre modeller. Framskrivingen gir et lavere anslag for nedbør enn de fleste andre modellene, bortsett fra vinteren. Dette betyr at framskrivingen kan underestimere nedbørsverdiene for de fleste sesonger og overestimere vinterens nedbør. Det er imidlertid viktig å huske at framskrivingen som ble brukt er en nedskalering, noe de andre modellene ikke er, og at forskjellene dermed kan forklares gjennom ulikt topografi (flere detaljer), domene (mindre) og at framskrivingen er av nyere dato enn de fleste modellene. Nedskaleringen kan altså gi et mer nøyaktig resultat, selv om den er forskjellig fra de andre modellene, men den store forskjellen i nedbørsmengde kan også innebære at nedskaleringen overestimerer forventet nedbørsendring. For temperatur viser samme figur at framskrivingen

viser en temperaturøkning som sammenfaller med de andre modellene (den ligger i midten av spredningen av de fleste modeller). Dette betyr at det er litt mindre usikkerhet omkring temperatur og at projiseringene av nedskaleringen og de andre regionale modeller er likt for Unjárga/Nesseby på sesong- og årsbasis, der alt peker mot et varmere klima mot 2050 (omtrent 2°C), og et nedbørs klima med mindre nedbør om vår, sommer og høst, men mer nedbør om vinteren.

3.8 Stavanger

Hva slags vær og klima var Stavanger opptatt av og hva var fokusområdet?

Stavanger kommune er en foregangskommune på mange måter. Kommunen vedtok en klima- og energiplan allerede i 2001 og en miljøplan i 1997 med svært ambisiøse mål. NORADAPT prosjektet ble knyttet opp mot arbeidet med å rullere disse planene. Randaberg, Sola og Sandnes kommune har også inngått i NORADAPT-prosjektet. Stavanger er i tillegg med i prosjektet «Fremtidens byer» og har i samarbeid med Sandnes kommune, Sintef, NTNU og Meteorologisk Institutt utviklet klimaverktøyet KlimaGIS, som visualiserer framtidige endringer i bl.a. havnivå. Kommunen har vurdert at det er nødvendig med denne type analyseverktøy i tillegg til de nedskalerte klimaframskrivingene fra Meteorologisk Institutt, og en viktig problemstilling i klimatilpasningsarbeidet i Stavanger er å gjøre teknologien mest mulig åpen og tilgjengelig for andre kommuner. Kommunen er i tillegg opptatt av å kunne ta riktige beslutninger i arealdisponering i plan- og byggesaker, særlig i kystsonen og andre utsatte områder. Stavanger var mest interessert i klimaelementer knyttet til havnivå, stormflo, nedbør, og ekstremvær (tabell 3.1).

Hva slags klima har Stavanger i vente?

Stavanger mottok standardpakken med klimascenarier på samme måte som de andre prosjektkommunene. Temperaturscenariene for Stavanger viser en forventet økning i temperatur, primært om vinteren. Middeltemperaturøkningen i denne sesongen er forventet å stige meg med opp til 1,5°C. For resten av året ligger økningen på sesongens middeltemperatur på 0,5-1°C (fig. 8.8.1-2). At de største temperaturendringer ventes om vinteren viser også figurene 8.8.3-5, der antall dager *rundt* 0°C, antall dager *under* 0°C og spesielt antall dager under -10°C går ned. Tilsvarende forhold for vår og høst viser en fordeling som er ganske lik den Stavanger har i dag. Om sommeren kan det forventes noen flere varmedager over 25°C enn for kontrollperioden 1961-1990. Som hos de fleste andre kommuner går graddagssummen (fig. 8.8.8), som er en summering av grader Celsius over 5°C per døgn over hele året, mot varmere år mot perioden 2020-2050. For Stavanger er det ikke klart om denne stigningen i årlige temperaturer over 5°C ventes som følge av flere varmegrader per dag eller gjennom enkeltdager med høyere temperaturer. Siden det ikke er ventet noe økning i ekstrem varmedager i Stavanger mens det ventes en nedgang i kuldedager om vinteren forventes det at økningen i antall dager over 5°C kan delvis komme til å skje om vinteren, som generelt får den største oppvarmingen, mens det ellers, og sannsynligvis mest, kan skyldes en generell økning i antall dager med temperaturer over 5°C resten av året. En økning i temperatur betyr også at vekstsesongen blir lengre (fig. 8.8.17), spesielt som følge av en framskyving av vårsesongen som på den måten kan forlenges med flere uker.

Nedbørsscenariene for Stavanger framskriver til dels store endringer i nedbør, med opp til 20-30 % økning i vinternedbøren, samtidig som også sommeren og høsten blir våtere (fig. 8.8.10). Denne tendensen blir bekreftet i figur 8.8.11 der antall oppholdsdager går ned og antall nedbørsdager øker (fig. 8.8.13) for disse tre sesonger i forhold til perioden 1981-2010. Nedbørmengden forventes å være høyest om høsten med drøyt 500mm nedbør for denne sesongen. Den største økning får vi imidlertid om vinteren, der nedbøren er forventet å øke fra omtrent 450mm til 550mm (fig. 8.8.12). Ekstremnedbørsdager er også forventet å øke for

Stavanger (fig. 8.8.15). Det kan ventes 4 dager per år med omtrent 150mm nedbør som faller over en 10 døgns periode (som indikert av rød søyle ved 10 døgns i 99 persentilfigur), og 18 dager per år med nær 120mm som faller over en 10 døgns periode. Dette er en økning på nesten 20mm (som indikert av rød søyle ved 10 døgns i 95 persentilfigur).

Når det gjelder bølgehøyde, stormflo og havnivå, refereres det til Hanssen-Bauer et al. (2009), Drange et al. (2007) og Engen-Skaugen et al. (2009). Det kan imidlertid sies at Stavanger mot 2050 kan forvente en havnivåstigning på rundt 25cm (maks 39 cm) og en stormflostigning på 151cm (maks 165cm). For 2100 ser disse tallene ut til å øke til 78cm (maks 113cm) og 209cm (maks 244cm) for henholdsvis havnivå og stormflo, sett i forhold til 2000-nivå.

Hvor sikre er disse resultater?

For en beskrivelse av sikkerheten omkring havnivå og stormflo data refereres det til seksjon 3.2 om Bergen, og til Engen-Skaugen (2009), Drange et al. (2007) og Hanssen-Bauer (2009) som ytterligere beskriver spredning og usikkerhet i framskrivningene.

Usikkerhet og spredning i temperatur og nedbørsdata i Stavanger presenteres i figurene 8.8.18 og 8.8.19 i vedlegget. Skraveringen angir med 90% sannsynlighet det området hvor temperatur eller nedbør vil befinne seg. Ved siden av hvilken trend, er det viktig å notere seg, er at den lyseblå skraveringen i nedbørsfiguren (fig. 8.8.19) og den rosa skraveringen i temperaturfiguren blir bredere jo lengre mot 2100 man kommer. I tillegg finnes det forskjeller i bredden av skraveringene per sesong. Jo bredere skraveringen, eller jo større spredningen av resultatene av framskrivningen, jo større er usikkerheten i framskrivningen. Dette betyr at usikkerheten rundt trenden i klimavariabelen øker fram mot slutten av dette århundret, særlig for resultatene for nedbør. For temperaturdataene er spredningen og dermed usikkerheten noe mindre, selv om usikkerheten om sommeren er litt større enn for de øvrige sesongene. Framskrivningen som er brukt til nedskaleringene (blå heltrukket linje) holder seg rimelig godt innenfor øvre og nedre grense i skraveringene, noe som betyr at det er stor sannsynlighet for at dette er området hvor temperaturen vil befinne seg. Figurene viser også hvordan middelverdien for temperatur og nedbør øker per sesong mot 2100. Vær igjen oppmerksom på forskjellen på grafene.

Det finnes flere modeller av klimavariabler, som er basert på forskjellige utslippsscenarioer, og på forskjellig geografisk skale (dvs., grad av nedskalering). Hver modell gir litt annerledes resultater ved en ny kjøring av modellen. ENSEMBLES prosjektet slo sammen flere modeller for å lage detaljerte klimaframskrivninger for Europa. Figur 8.8.18 viser 'våre' resultater (svart kryss) i forhold til resultater i andre modeller. Framskrivningen gir et høyere anslag for nedbør enn de fleste andre modeller for vår og vinter (den ligger høyere i grafikken enn de fleste andre modeller). Dette betyr at det er en del usikkerhet knyttet mot disse sesongenes nedbørsverdier, som derfor kan komme til å ligge litt lavere enn over beskrevet. Det er imidlertid viktig å huske at framskrivningen som ble brukt er en nedskalering, noe de andre modellene ikke er. Forskjellene kan dermed forklares gjennom ulikt topografi (flere detaljer), domene (mindre) og at framskrivningen er av nyere dato enn de fleste modeller. Nedskaleringen kan altså gi et mer nøyaktig resultat, selv om den er forskjellig fra de andre modellene, men den store forskjellen i nedbørsmengde kan også innebære at nedskaleringen overestimerer forventet nedbørsendring.

For temperatur viser samme figur at framskrivningen gir et litt lavere anslag i temperaturøkning for sommer og høst enn de andre modellene (krysset ligger til venstre for de fleste modeller). Dette betyr igjen en del usikkerhet og at temperaturene kan komme til å ligge litt høyere enn det som ble beskrevet ovenfor, men det kan også bety at verdiene i framskrivningen er mer riktige enn fra de andre modellene, fordi det er en nedskalering og tar flere variabler (som f.eks. lokaltopografi) i betraktning.

3.9 Voss

Hva slags vær og klima var Voss opptatt av og hva var fokusområdet?

Voss kommune har en klima- og energiplan fra 2004. NORADAPT prosjektet ble knyttet opp mot arbeidet med å rullere denne planen. Voss er en kommune med stor aktivitet innen landbruk og turisme, og ønsket derfor fokus på klimaelementer som påvirker disse sektorer. I sin bestilling la Voss vekt på blant annet vekstsesong, fryse-tine perioder, nedbør og temperaturverdier (tabell 3.1).

Hva slags klima har Voss i vente?

Temperaturframskrivingene representert som kart i figur 8.9.1-2, viser en forventet økning i middeltemperatur mot 2020-2050 for hele året. Temperaturøkningen vil særlig finne sted om vinteren, opp til 1,5°C økning, og i noen områder vil sommertemperaturen kunne stige med opp til 2-2,5°C. Middeltemperaturen projiseres til å øke fra -5 til -3°C i dag til -3 til 0°C om vinteren i 2020-2050. Om våren er det forventet at middeltemperaturen ikke vil gå lengre ned enn -3°C. Antall dager mellom -1 og 1°C går ned, særlig høst og vinter (fig. 8.9.3). Dermed er det ventet færre fryse-tine perioder. Både vår, høst og vinter er forventet å få færre dager under 0°C (fig. 8.8.4) og vintrene får færre kuldedager med temperaturer på -10°C (fig. 8.9.5). I motsetning til det som kan tolkes ut fra figur 8.9.2 viser figur 8.9.7 at det blir færre dager med temperaturer over 25°C om sommeren. Også i Voss øker graddagssummen (fig. 8.9.8), en summering av grader Celsius over 5°C per døgn over hele året, og Voss går mot varmere årstemperatur mot perioden 2020-2050. Det er uvisst om denne stigningen i årlig temperatur over 5°C vil komme av flere varmegrader per dag eller flere enkeltdager med høye temperaturer. Siden det ser ut til å bli færre ekstremtemperaturer i Voss (færre dager over 25°C) er det nærliggende å knytte stigende årstemperatur til en generell økning i antall dager over 5°C over den varmere delen av året i stedet for flere enkelte ekstremvarme dager. En økning i temperatur betyr også at vekstsesongen blir lengre (fig. 8.9.17), i hovedsak som følge av en liten framskyving av vårsesongen.

Nedbøren i Voss er forventet å øke med 10-20% over det hele året (fig. 8.9.10). Dette reflekteres også i figur 8.9.11 som viser en nedgang i antall oppholdsdager for alle sesonger unntatt vår, og figur 8.9.13 som viser en økning i antall nedbørsdager (med mer regn og mindre snø) for alle sesonger. Den totale mengden nedbør kan gå opp fra 600mm til 700mm om vinteren (fig. 8.9.12) mens forskjellene vil være mindre for de øvrige sesongene. Figur 8.9.14 viser at det ventes en økning av varme nedbørsdager, der særlig dager med temperaturer på 3°C eller mer får økt nedbør. Det projiseres ingen spesiell økning av ekstremnedbør i Voss, der søylene per persentilfigur og periode ligger på omtrent likt høyde (fig. 8.9.15).

Hvor sikre er disse resultatene?

Usikkerhet og spredning i temperatur og nedbørsdata i Voss presenteres i figurene 8.9.18 og 8.9.19 i vedlegget. Skraveringen angir med 90% sannsynlighet det området hvor temperatur eller nedbør vil befinne seg. Ved siden av hvilken trend, er det viktig å notere seg, er at den lyseblå skraveringen i nedbørsfiguren (fig. 8.9.19) og den rosa skraveringen i temperaturfiguren blir bredere jo lengre mot 2100 man kommer. I tillegg finnes det forskjeller i bredden av skraveringene per sesong. Jo bredere skraveringen, eller jo større spredningen av resultatene av framskrivingen, jo større er usikkerheten i framskrivingen. Dette betyr at usikkerheten rundt trenden i klimavariabelen øker fram mot slutten av dette århundret, særlig for resultatene for nedbør. For temperaturdataene er spredningen og dermed usikkerheten noe mindre, selv om usikkerheten om sommeren er litt større enn for de øvrige sesongene. Framskrivningen som er brukt til nedskaleringene (blå heltrukket linje) holder seg rimelig godt innenfor øvre og nedre grense i skraveringene, noe som betyr at det er stor sannsynlighet for at dette er området hvor temperaturen vil befinne seg. Figurene viser også hvordan

middelverdien for temperaturen øker mot 2100 (med opp mot 4-5°C for høst og vinter), og at nedbøren øker per sesong mot 2100. Vær igjen oppmerksom på forskjellen mellom grafene.

Det finnes flere modeller av klimavariabler, som er basert på forskjellige utslippsscenarioer, og på forskjellig geografisk skale (dvs., grad av nedskalering). Hver modell gir litt annerledes resultater ved en ny kjøring av modellen. ENSEMBLES prosjektet slo sammen flere modeller for å lage detaljerte klimaframskrivninger for Europa. Figur 8.9.18 viser 'våre' resultater (svart kryss) i forhold til resultater i andre modeller. Framskrivningen gir et høyere anslag for nedbør enn de fleste andre modeller for vår og sommer (den ligger høyere i grafikken enn de fleste andre modeller). Dette betyr at det er en del usikkerhet knyttet mot disse sesongenes nedbørsverdier, som derfor kan ligge litt lavere enn beskrevet over. Det er imidlertid viktig å huske at framskrivningen som ble brukt er en nedskalering, noe de andre modellene ikke er. Forskjellene kan dermed forklares gjennom ulik topografi (flere detaljer), domene (mindre) og at den er av nyere dato enn de fleste modeller. Nedskaleringen kan altså gi et mer nøyaktig resultat, selv om den er forskjellig fra de andre modellene, men den store forskjellen i nedbørsmengde kan også innebære at nedskaleringen overestimerer forventet nedbørsendring.

For temperatur viser samme figur at framskrivningen gir et litt lavere anslag i temperaturøkning om vår, sommer og høst enn de andre modellene (krysset ligger til venstre for de fleste modeller). Dette betyr igjen en del usikkerhet og at temperaturene kan komme til å ligge litt høyere enn det som er beskrevet ovenfor, men det kan også bety at verdiene er mer riktige enn fra de andre modellene. På årsbasis er det kun nedbøren som ligger høyere i nedskaleringen enn i de regionale modeller, der den projiserer 15 % mer nedbør per år, og omtrent 1°C økning i temperatur, ganske jevnt over hele året.

4 Samfunnsscenarioene

En viktig del av NORADAPT er å beskrive den lokale klimasårbarheten i tre ledd: 1) mulige konsekvenser av klimaendringer, 2) mulige konsekvenser av samfunnsendringer, og 3) mulige samlede effekter av disse to. Som en del av punkt 2 har Østlandsforskning utviklet samfunnsscenarioer for prosjektkommunene, for å gjøre det mulig å se forventede klimaendringer i sammenheng med endringer i samfunnet (Selstad, 2010). Mens det er utarbeidet klimaframskrivninger for å hjelpe kommuner og sektorer å tilpasse seg kommende klimaendringer, så vil det ofte være endringer i *samfunnet* og ikke nødvendigvis *klimaet* som gjør at tilpasningsevnen hos kommuner, sektorer eller individer svekkes. Rapporten til Selstad beskriver derfor mulige samfunnsscenarioer for hver prosjektkommune, med tanke på at kommunene selv kan ta det med i vurderingene sine om hvordan best koble disse mot klimascenariene for å finne ut hvor det finnes problemer med tilpasning i nåtid og framtid til klimaendringene.

De lokale samfunnsscenarioene er blitt utviklet ved hjelp av statistiske data, lokale observasjoner og innspill fra kommunene. Mens klimascenariene opererer med en framskrivningsperiode for 2020-2050 og i noen tilfeller opp mot 2100, ble 2040 valgt som mål for samfunnsscenariene. Dette er et kompromiss mellom det klimapolitiske perspektivet som strekker seg frem mot siste halvdel av århundret, og den kommunale planleggingens langtidsperspektiv som går 10-15 år frem i tid. For at samfunnsanalysen skal ha en viss nytteverdi er det derfor valgt et tidsperspektiv som imøtekommer kommunenes planperspektiv.

Samfunnsscenarioene angir mulige framtidbilder av den enkelte kommune basert på dagens situasjon, og er ment som inspirasjon for kommuneplanleggere når de arbeider med å visualisere hvordan det framtidige lokalsamfunnet vil være når det rammes av forventede klimaendringer. Lokale tilpasningsbehov har dannet utgangspunkt for samfunnsscenarioene

ved at lokal datainnsamling har foregått i samarbeid med kommunens planleggere og representanter for ulike etater. Dersom det er ønskelig – og mulig – fra kommunalt hold vil det være mulig å koble klima- og samfunnsframskrivingene systematisk sammen i kommunens klimatilpasningsarbeid.

For mange kommuner er det ikke bare *framtidens klima* som byr på utfordringer - det er flere som heller ikke er tilpasset dagens klima. Dette erfares blant annet gjennom stadige oversvømmelser av avløpsrør ved for mye nedbør, og i form av overvann eller høy vannstand i havet. Det bygges også stadig i kystsonene, områder som er attraktive men samtidig utsatte i forhold til stigende havnivå og økninger i stormflohendelser. Hvorvidt vi bygger oss til større sårbarhet i fremtiden vil tiden vise. Det som derimot er sikkert, er at det er flere utfordringer, i tillegg til klimaendringene, som vil kreve kommunalpolitisk oppmerksomhet og oppfølgende tiltak i årene fremover, og samfunnsscenarioene illustrerer at samfunnsutvikling er avgjørende for lokal sårbarhet.

For en beskrivelse av samfunnsscenarioene for den enkelte kommune viser vi til Selstad 2010: Lokalsamfunn og klimatilpasning – et samfunnsperspektiv. Rapporten beskriver samfunnsendringer langs en rekke dimensjoner eller sektorer, som inkluderer

- 1) **Demografien**, som omfatter viktige prosesser som naturlig tilvekst, nettoflytting og nettoinnvandring
- 2) **Næringsøkonomien** som antakelig også i stor grad dimensjoneres etter demografiske tilganger, folk generelt, men spesielt personer med kompetanse.
- 3) **Bosetting og lokalisering**, som er vesentlig for å forstå de geografiske og regionale mønstrene som vil oppstå, og som langt på vei vil sortere samfunn som dynamiske eller stagnerende
- 4) **Samferdsel og mobilitet**, essensielle faktor i det moderne samfunn, og en stor del av klimaproblemet kan føres tilbake til den høyt oppdrevne mobiliteten.
- 5) **Mentalitet, kultur** - stikkord som samler opp immaterielle trekk i samfunnet, den rådende tenkemåte nasjonalt og lokalt.

Scenariene tar utgangspunkt i en nasjonal fortelling, som er omgjort til regionale fortellinger som dekker de åtte kommunene. Blant annet forventes det en endring i forvaltningsenhetene (for eksempel gjennom kommunesammenslåinger), i innbyggertall og befolkningsstruktur og i næringsliv og sysselsetting. Det er meningen at kommunaliseringen – nedskaleringen – er en oppgave der kommunene trekkes inn i scenarioutformingen. Ved å knytte de nedskalerte klimaframskrivingene opp mot de kommunale samfunnsscenarioene, vil den enkelte kommune kunne vurdere klimautfordringene i lys av forventede samfunnsendringer og med dette se nøyer på de utfordringene og mulighetene kommunen vil kunne møte i tiden fremover. Med andre ord vil samfunnsscenarioene enten kunne brukes instrumentelt, ved å slå samfunnsscenarioene og klimaframskrivingene sammen til ett bilde, eller mer som en inspirasjon for å se på overordnede sammenhenger mellom samfunn og klimasårbarhet.

5 Prosjektgjennomføring

I løpet av 2007 ble det holdt flere møter mellom forskningsinstitusjonene hvor bl.a. utvelgelse av kommuner ble avklart. Kommunene ble valgt ut fra geografi, kommunetype, og naturtype. Alle de åtte kommunene som ble spurt om de var interessert i å delta i prosjektet ble med; Bergen, Flora, Fredrikstad, Hammerfest, Høylandet, Unjárga/Nesseby, Stavanger og Voss.

Gjennom prosjektets periode 2007-2011 har det vært felles møter mellom forskerne og kommunene, i Fredrikstad, på Høylandet, i Trondheim, i Bergen og et sluttseminar på Losby

Gods i Lørenskog kommune nær Oslo. Ikke alle kommunene kunne være med på alle møtene, men flere var aktive deltagere som kom med bidrag i form av presentasjoner og i diskusjonene. I forkant av seminarene ble det sendt ut spørreskjemaer omkring organisering av prosjektet, koblinger til beredskaps-, energi-, og klimaområdet, tematisk innretning, sektorinnretning og spesielle problemstillinger for hver enkelt kommune. I løpet av prosjektperioden ble spørsmålene mer rettet mot fremgang, ROS analysene, erfaringer fra kommunenes klimatilpasningsarbeid, bruk av klimascenariene og samfunnsscenarioene, og tilbakemeldinger på hvor nyttig materialet var.

Siden oppstartsmøtene har det i samarbeid med Meteorologisk Institutt vært fokus på å utvikle nedskalerte klimaframskrivninger etter spesielle ønsker fra kommunene ut fra tema og områder de selv har utpekt som viktige for byens/kommunens framtidige utvikling. En oversikt over bestillingene finnes i tabell 2.2, mens tabell 3.1 beskriver grunnen for bestillingene. Alle klimaframskrivings bestillinger som det var mulig å modellere ble sendt ut i 2009. Noen av de ønskede klimaelementene kunne ikke nedskaleres enten fordi de er for kompliserte eller fordi data til modellering foreløpig ikke er tilgjengelige. Ved å kombinere det tilgjengelige materialet kunne noen av de spesielle ønsker likevel estimeres, selv om det ikke ble så detaljert som ønsket til formålet. Klimaframskrivingene er mottatt med delt entusiasme - mens noen mener de er brukbare, at nedskaleringen konkretiserer de lokale problemstillinger, er en del av en bevisstgjøringsprosess og at de gir god generell informasjon om retningen klimaendringene tar, så har andre erfart at figurene er vanskelige å forstå, og at de krever mer forklaring og tolkning av praktiske konsekvenser. Etter å ha blitt ferdig med alle etterspurte framskrivninger har Meteorologisk Institutt laget en rapport om disse klimaframskrivingene frem til 2050 som danner grunnlag for sårbarhetsanalyse i de utvalgte kommuner (Engen-Skaugen, 2009). Denne rapporten ble sendt ut tidlig 2010. Noen av kommunene har brukt klimaframskrivingene aktivt i tilpasningsarbeidet, mest med fokus på arealplanlegging.

Parallelt med utviklingen i klimaframskrivingene ble det inngått en avtale med Tor Selstad v/ Østlandsforskning om å bistå kommunene til å lage samfunnsscenarioer som kombinert med klimaframskrivingene skulle lage basis for arbeidet med sårbarhetsanalyser. Scenariene har i møteserien med kommunene blitt presentert som utfordringer og lokale fremtidsbilder fra de respektive kommunene. Scenarier ble levert gjennom hele 2010, mens kun ”proaktive” kommuner fikk dette i 2009. Den endelige rapporten, Lokalsamfunn og klimatilpasning – et framtidsperspektiv (Selstad, 2010) ble sendt kommunene i mai 2010, og inneholdt samfunnsscenarioene utarbeidet til hver kommune. Rapporten har gjennomgått en del endringer etter samtaler med kommunene, og gjort mer klimarelevant da dette ble oppfattet som en mangel.

Fremdriften i NORADAPT har variert gjennom prosjektiden, og det har vært forsinkelser i leveransene av klimascenariene og samfunnsscenarioene. Også hos kommunene selv var fremdrift avhengig av om kommunen hadde andre klimaprojekter på gang (som «Fremtidens byer» eller KlimaROS og KlimaGIS prosjektene i Stavanger), om de hadde kapasitet til å jobbe med klimasårbarhetsanalyser eller hadde ildsjeler som pådrivere klimaarbeidet, men etter hver framskrivings leveranse eller prosjektmøte kom drivet tilbake igjen. Mens administrativ behandling av sårbarhetsanalyser (eller konsekvensutredninger, skred- og flomrapporter hvor også framtidig klima er vurdert) skjer i kun et fåtall av kommunene, utvikler samtlige kommuner tilpasningsstrategier (inkluderer reaktiv tilpasning – altså tilpasning til hendelser som har vært). I de fleste kommunene er klimatilpasning en del av kommuneplanen.

Mens det i noen tilfeller ble gjort forsøk på å integrere samfunnsscenarioene og klimaframskrivingene ble dette arbeidet ikke gjort i de fleste kommunene pga. forsinkelser i leveransen av samfunnsscenarioer. Samfunnsscenarioene har ved prosjektets avslutning blitt brukt i fire kommuner, to kommuner synes det var vanskelig å bruke disse, og to kommuner

har ikke fått sett på dem enda. Ikke alle har kommet så langt i tilpasningsarbeidet at det er gjort konkrete tiltak. De største hindringer i arbeidet med klimatilpasning ellers er begrenset kapasitet til å jobbe med prosjektet. Mens de fleste kommuner har relativt brukbar kompetanse eller kan leie inn ekstern kompetanse, er det begrenset hva de har av tid til å jobbe med sårbarhetsanalysene og tilpasningsarbeidet.

5.1 Gjennomføring av sårbarhetsanalyser og implementering av klimatilpasningspolitikk i kommunene

Det er stor variasjon mellom kommunene når det gjelder hvilken grad den enkelte kommune har gjennomført klimasårbarhetsanalyser og implementert lokale klimatilpasningstiltak.. Vi presenterer her en kort gjennomgang av status for kommunenes arbeid med sårbarhetsanalyser og implementering av klimatilpasningstiltak i planlegging og drift i kommunen ved NORADAPT prosjektslutt. Dette er oppsummert i tabell 5.1.

Tabell 5.1 Oversikt over grad av implementering av tilpasning til klimaendringer i de ulike prosjektkommunene pr .01.01.2012

	Identifisert behov for å analysere sårbarhet for klimaendringer	Kvalitative sårbarhetsvurderinger utført og/eller tilpasningstiltak identifisert i planverk	Kvantitative sårbarhetsvurderinger utført og tilpasningstiltak identifisert i planverk	Strukturelle tiltak (ikke reaktive) og/eller tilpasning innarbeidet i planleggingsprosesser
Bergen	X	X	X	
Flora	X			
Fredrikstad	X	X	X	
Hammerfest	X	X	X	
Høylandet	X	X		
Unjárga/Nesseby	X			
Stavanger	X	X	X	x
Voss	X	X		

Bergen

Bergen kommune var den første kommunen som fikk egen klimaplan i 1999, og i mai 2008 opprettet de en klimasjefstilling. Kommunen har i de senere år gjennomført omfattende ROS-analyser og kartlagt fare for skred, flom, kraftig vind, kraftig nedbør, høy vannstand og bølgehøyde. Tilpasning til klimaendringer inkludert i flere plandokumenter. Hensyn til havnivåstigning er implementert i planbestemmelser, og det gjøres et arbeid i flere bydeler for å øke evnen til overvannshåndtering ved ekstremnedbør. Klimatilpasning håndteres både av planavdelingen, vann og avløp og av beredskapsavdelingen. Kommunen har etablert nye rutiner for saksbehandling av arealplaner for å kunne identifisere utsatte områder ved hjelp av digitale kartverktøy. Bergen kommune er også med i Miljøverndepartementets satsing «Fremtidens byer» der klimatilpasningsarbeid er inkludert.

Flora

Flora er en av kommunene i vest som først satte klimasårbarhet og tilpasning på dagsorden og fikk i 2007-2008 oppmerksomhet for å ha innført krav til byggehøyde over havnivå. I forbindelse med deltakelse i ulike klimaprojekt har Flora nedsatt en klimagruppe under ledelse av en koordinator. Denne koordinatoren sluttet i 2008, og siden har ikke Flora hatt

kapasitet til å videreføre arbeidet med å utrede sårbarhet for klimaendringer eller tiltak for klimatilpasning.

Fredrikstad

Fredrikstad kommune er en foregangskommune på flere måter i miljørammen. Kommunen deltar også i Miljøverndepartementets satsing «Fremtidens byer. Kommunen har vært aktiv i forhold til å finne måter å vurdere konsekvensene av klimaendringer og gjennomføre tilpasningstiltak på. Fredrikstad har også gjennomført en omfattende sårbarhetsanalyse som skisserer tilpasningsbehov og tiltak. Dette arbeidet har i hovedsak vært initiert og koordinert av kommunens miljørådgiver. Vurderingen er basert på kvalitative tolkninger av nedskalerte klimaframskrivninger, sosioøkonomiske scenarier og innspill fra de ulike kommunale sektorene. Resultatet er implementert i kommuneplanen under avsnittet om samfunnsutviklingen.

Hammerfest

Hammerfest har lang erfaring i å tilpasse seg et tøft klima. Det å ta hensyn til mulige konsekvensene av klimaet (og klimaendringene) har vært et gjennomgående tema i langsiktig byplanlegging. Kommunen har tidligere deltatt i flere forskningsprosjekter hvor det bl.a. har vært fokus på naturskade og ekstremvær. Tilpasning til klimaendringer er i dag inkludert i arealplanleggingsdelen av kommuneplanen. Planene understreker behovet for å ta hensyn til havnivåstigning og for beskyttelse mot snøskred i bratte områder som er utsatt for slike hendelser. Kommunen har gjennom årene investert tungt i snøskredsikring. Kommunen har også nylig besluttet å øke minste avstand fra havet for nye byggeprosjekter for å kunne møte framtidig havnivåstigning. Kommunen har benyttet prosjektets nedskalerte klimaframskrivninger for å vurdere behovet for å gjennomføre disse tiltakene. Arbeidet med klimatilpasning i Hammerfest har nytt godt av en miljørådgiver som har vært ivrig med å få tilpasning på agendaen.

Høylandet

Høylandet gjennomførte en rullering av kommuneplanen i deler av prosjektperioden, og en analyse av sårbarhet og tilpasning til klimaendringer har blitt inkludert i kommuneplanens beredskapsdel. Kommunen har brukt de nedskalerte klimaframskrivingene som grunnlag for analysene. I tillegg har kommunen fått NVE til å gjøre en flomsonekartlegging. Tiltak for å tilpasse seg klimaendringer har ikke blitt implementert. Arbeidet rundt klimatilpasning har så langt dreid seg om å analysere tilpasningsbehov for ulike deler av kommunens virksomhet. Nye planbestemmelser er vurdert foreslått, som mer informasjon om konsekvenser av klimaendringer til grunneiere og endrede retningslinjer for utbyggere. Fysiske tiltak som økt sikring mot elveerosjon, økning av dimensjoner på avløpsrør er også foreslått.

Unjárga/Nesseby

I Unjárga/Nesseby var NORADAPT-arbeidet tilknyttet teknisk virksomhet og sektor for samfunnsutvikling. I tillegg ble det opprettet en kommunalt basert styringsgruppe og en utvidet arbeidsgruppe/referansegruppe med deltakere fra kommunen og representanter for reindrift, landbruk og reiseliv. Arbeidet med klimasårbarhetsanalyser og klimatilpasning ble koblet opp mot kommunens klima- og miljøplan og rullering av kommunens ROS-analyse. Mangelen på tid og ressurser gjorde det imidlertid vanskelig for kommunen å gjennomføre klimasårbarhetsanalysene. I stedet har kommunen foretatt en vurdering av de nedskalerte klimaframskrivingene og kommet frem til at konsekvensene, slik de er vurdert så langt, ikke er så store at kommunen som organisasjon vil være nødt til å gripe inn. Klimatilpasning inngår imidlertid i samfunnsdelen i kommuneplanen, som var under utarbeidelse ved NORADAPT prosjektslutt. Ut over dette peker ansatte i kommuneadministrasjonen på at manglende kapasitet hindrer videre klimatilpasningsarbeid.

Stavanger

Stavanger kommune er en foregangskommune på mange måter. Kommunen vedtok en klima- og energiplan allerede i 2001 og en Miljøplan i 1997, med svært ambisiøse mål. Nå har arbeidet startet med å rullere disse planene og NORADAPT prosjektet er knyttet opp til denne prosessen. I tillegg deltar Stavanger i «Fremtidens byer». Tilpasning til klimaendringer er en oppgave tildelt kommunens beredskapsseksjon som koordinerer strategier og tilpasning på tvers av alle kommunale enheter og sektorer. Tilpasning til klimaendringer er allerede tatt inn i kommuneplanen, og tilpasningstiltak er skissert i kommunens økonomiske handlingsplan og vann- og sanitærplan. Kommunen har utviklet analyseverktøy for å vurdere vannansamling etter ekstremnedbør, stormflo og havnivåstigning. To regulatoriske tiltak er implementert: 1) økt minimum byggeavstand fra havet mht. havnivåstigning og 2) at nye utbyggingsprosjekter ikke får øke mengden av vann i dreneringssystemet, for å sikre at dreneringssystemet skal kunne håndtere forventet økning i framtidige ekstreme nedbørshendelser. Som organisatorisk tiltak skal kommunen videre satse på kompetanseoppbygging for kommunale saksbehandlere i klimatilpasning, opplæring i bruk av GIS verktøyet og metoder for å vurdere klimarisiko og klimasårbarhet (ROS). Fra 2012 igangsettes arbeidet med detaljanalyser av kommunale klimatilpasningstiltak. Her vil også samarbeidspartnere som nabokommuner, infrastruktureiere og næringslivet trekkes inn.

Voss

Voss har gjennomført en kvalitativ vurdering av konsekvenser av klimaendringene i kommunen med vekt på landbruk. I vurderingen har kommunen benyttet de nedskalerte klimaframskrivingene fra NORADAPT-prosjektet. Resultatene fra dette arbeidet inngår i kommuneplanens landbruksseksjon. Videre har kommunens retningslinjer for ROS blitt oppdatert til å inkludere parametere for konsekvenser av klimaendringer. Ut fra ROS-analysen jobbes det nå med en utarbeidelse av en tilpasningsstrategi som er inndelt i fire deler: 1) analyse og kartlegging, 2) effektinnrettet tilpasning, 3) årsaksinnrettet tilpasning og 4) indirekte virkninger. Kommunen jobber mot å være best mulig rustet for å møte framtidige utfordringer.

5.2 Faktorer som påvirker implementering

Våre kommuner påpeker mangelen av nasjonale forskrifter vedrørende klimatilpasning. Selv om tilpasningsprosessen skal drives både lokalt, regionalt og i sektorene, gir kommunerepresentantene en klar melding om at nasjonal tilpasningsstrategi er nødvendig. Kommunenes ønske om en nasjonal strategi betyr imidlertid ikke at de har klimatilpasning på sin kommunale dagsorden. Motivasjonen for kommunene til å jobbe med tilpasning varierer, og arbeide på dette området er nært knyttet til størrelsen på kommunen og kommunens økonomiske kapasitet og arbeidskapasitet. Kommunalt ansatte som er tildelt ansvar for håndtering av tilpasning i de mindre kommunene vier i hovedsak sin kapasitet til oppgaver som de er lovpålagt å gjøre. Så lenge lover og forskrifter ikke krever tilpasning, blir dette nødvendigvis nedprioritert i forhold til andre oppgaver.

Samarbeidspartnere i prosjektet i noen av de mindre kommunene med dårlig kapasitet oppgir at forskerengasjementet gjennom NORADAPT er den viktigste forklaringen på at de har fått tilpasning på dagsordenen i sin kommune. Deltakelsen i prosjektet har økt forståelsen om klimaendringene og klimatilpasning i kommunene og har løftet vitenskapelig kunnskap og klimaframskrivinger fra noe abstrakt til å være et nyttig verktøy. For disse kommunene har det å delta i forskningsprosjektet vært avgjørende. En partner i Unjárga/Nesseby, for eksempel, uttalte at "uten NORADAPT ville vi ikke ha jobbet med tilpasning", noe som også ble uttalt i Voss og på Høylandet. For Flora var den avgjørende faktoren å ha en engasjert person i kommunen som drev tilpasningsprosessen.

I de andre prosjektkommunene har forskernes engasjement også hatt en innvirkning, men bare som en tilleggsfaktor til flere andre faktorer som påvirker deres arbeid med klimatilpasning. De har tilstrekkelige ressurser, kapasitet til å søke ekstern ekspertise, engasjement i kommunale nettverk knyttet til klimaspørsmål, og engasjerte personer med dedikerte stillinger for å håndtere miljø- og sikkerhetsproblemer. Størrelse framstår med andre ord som en viktig faktor. Det er de større kommunene som har mer enn «ett ben å stå på» i sin klimatilpasningsarbeid. I tillegg til å ha en større administrasjon og dedikert personell er de større bykommunene sterkere knyttet til det sentrale styringsnivået gjennom ulike nettverk, slik som «Fremtidens byer». Dette nettverket har også bidratt betydelig til det lokale klimatilpasningsarbeidet: i dette prosjektet har noen utvalgte byer fått midler og har dermed kunne avsette dedikerte personer til å jobbe med klimatilpasning.

Historisk erfaring med ekstremvær eller ekstreme hendelser er en faktor som påvirker gjennomføringen av klimatilpasningstiltak. Hammerfest er et typisk eksempel på dette.

Vi konkluderer med at arbeid med og implementering av klimatilpasning i kommuner bestemmes av en rekke faktorer, der deltakelse i forskningsprosjekter framstår som viktig særlig for de mindre kommunene. Andre fremtredende faktorer omfatter innsatsen til enkeltpersoner innen kommunal organisering, nettverkdeltakelse, tilgang til ressurser, bruk av ekstern kompetanse og tidligere erfaring med ekstremvær. Hvor mange av disse faktorene som er til stede i hver enkelt kommune påvirker hvor langt i implementeringsprosessen kommunen har kommet.

5.3 Tilbakemeldinger fra kommunene på prosjektet

Denne delen presenterer konklusjonene fra sluttseminaret på Losby Gods, 24. og 25. oktober 2011. Program til seminaret er lagt ved (vedlegg 8.10).

På bakgrunn av presentasjoner fra deltagerkommunene og forskningsgruppa, paneldebatt og åpne diskusjoner kan lærdommen fra prosjektarbeidet i NORADAPT oppsummeres i følgende punkter:

- I årene hvor NORADAPT-prosjektet har pågått har tilpasning til klimaendringer gått fra å være et ukjent fenomen til et selvsagt tema i prosjektkommunenes planlegging.
- Gjennom prosjektarbeidet er det identifisert fire hoveddrivere for hvorvidt den enkelte kommune setter klimatilpasning på dagorden: 1) Lokale ildsjeler, 2) ekstreme hendelser som gir fokus, 3) observasjoner av virkelige hendelser og 4) kontakt og samarbeid med forskere.
- Kommunene er «på ballen» når det gjelder tilpasning, men det er stor variasjon mellom de ulike kommunene når det gjelder hvor langt de har kommet i dette arbeidet.
- Kommunenes tilpasningsarbeid påvirkes av en rekke faktorer;
 - kommunens størrelse og tilgang på ressurser, noe som henger nøye sammen
 - den interne kapasiteten til å ta på seg ikke-pålagte oppgaver
 - pådrivere som kan sørge for kommunikasjon på tvers av kommunens avdelinger
 - bruk av ekstern ekspertise
 - deltakelse i nettverksarbeid, som for eksempel «Fremtidens Byer»
 - forskermedvirkning

For de fleste deltagerkommunene utgjør ikke det å få klimatilpasning inn i kommunens handlingsplaner den største utfordringen, med det at man har begrensede midler til å prioritere klimatilpasningsarbeid. Representanter for kommunene opplever at det pågår en stadig kamp for hva man skal bruke pengene på lokalt. Fordi kommunene til enhver tid står overfor en rekke utfordringer som må løses, er det ønskelig med tydelige føringer fra nasjonalt hold for å sikre at klimatilpasningsarbeidet blir utført.

Deltakelse i forskningsprosjekter eller nettverkssamarbeid oppleves av kommunene som en klar styrke, ved at det gir organisasjonen kunnskap og tyngde innad samtidig som det bidrar til at kommunen holder fokus på dette arbeidet.

De største kommunene har kommet lengst i å iverksette klimatilpasningstiltak, men deltakelsen i NORADAPT-prosjektet har vært viktig for alle kommunene. For de minste kommunene har prosjektdeltakelsen vært viktig for å sette klimatilpasning på dagsorden, og for å økte den lokale bevisstheten, det lokale engasjementet og tilgangen til informasjon.

- De lokalt nedskalerte klimaframskrivingene har bidratt til at klimaendingsproblematikken har blitt mer konkretisert ved å gi kunnskap om forventede effekter lokalt. De fleste deltagerkommunene opplyser at dette har ført til økt bevissthet og lokalt engasjement. Prosessen med å definere lokalt relevante klimaelementer og muligheten for tilbakemelding på presentasjonene av nedskaleringene underveis har gjort kommunene delaktige i arbeidet og sikret lokal relevans og nytteverdi.
- Samfunnsscenarioene har vært med på å illustrere hvordan samfunnsendringer virker inn på kommunenes klimasårbarhet og tilpasningsevne. Til tross for at samfunnsscenarioene ikke har blitt brukt direkte i klimatilpasningsarbeidet i prosjektkommunene, mener halvparten av kommuner at de har vært nyttige. Spesielt deltakelsen i arbeidet med utarbeidelsen av framskrivingene har utgjort en interessant prosess der kommunene har blitt mer oppmerksomme på å se klimaendringer og tilpasning i sammenheng med til samfunnsendringer. En av kommunene har også brukt samfunnsscenarioene i annen planlegging. At kommunene ikke har kunnet benytte seg av samfunnsscenarioene slik det i utgangspunktet var tenkt er et resultat av at kommunene mottok scenarioene sent i prosjektarbeidet, at scenarioene ikke viser eksplisitt hvordan samfunnsendringer kan føre til økt eksponering for klimaendringer, at det er opp til kommunene å lage alternative/spissede scenarioer og at det er opp til kommunene å lage koblinger mellom samfunnsscenarioene og klimaframskrivingene.
- Hva så? Hva nå? Klimaendringene slår ut forskjellig og kommunene har ansvar for å gjennomføre forebyggende og avbøtende tiltak. Samtidig er ikke dette bare en kommunal oppgave men også en stor statlig oppgave. Staten må ta ansvar for å stille med føringer for beslutningsgrunnlag, verktøy og finansiell bistand. Det må være en overensstemmelse mellom ansvar og kapasitet i klimatilpasningsarbeidet. På nåværende tidspunkt er ikke ansvarsforholdet innen og mellom forvaltningsnivåene avklart. Det vil derfor være viktig med en avklaring på hva som er kommunens ansvar og hva som *ikke* er det.

Informasjonsutveksling mellom kommuner er viktig. Når det gjelder foregangskommuner er det viktig at disse kommunenes kunnskaper og verktøy kan gå fra de få til de mange. Kommunene i prosjektet opplever det som problematisk og skulle ha det fuklle og hele ansvaret for klimatilpasning. Det blir derfor viktig at det legges til rette fra statlig hold at nødvendige midler og grunnlagsdata er tilgjengelige dersom alle kommunene i Norge skal tilpasse seg klimaendringene.

6 Konklusjon

Målsetningene i prosjektet har blitt nådd gjennom at forskerne i NORADAPT har kunnet studere prosessene rundt arbeidet med klimasårbarhetsanalyser og tilpasning i de ulike prosjektkommunene, og ved at erfaringene fra prosjektarbeidet i deltakerkommunene har overføringsverdi for andre kommuner. Prosjektet har utarbeidet klima- og samfunnsframskrivninger, og kartlagt hva det er som hemmer og fremmer klimatilpasning. Det har også kommet tydelig fram at klimasårbarheten henger sammen med hvordan samfunnet takler andre endringer.

Prosjektet har oppnådd resultater på flere nivå:

- Utarbeidelsen av lokalt nedskalerte klimaframskrivninger har gitt verdifull kunnskap om hvordan klimaframskrivninger kan utvikles og benyttes i lokal klimatilpasning.

- Lokalt har kommunene fått tilført kunnskap og prosessrådgivning som har bidratt til klimatilpassingsarbeidet.

- Nasjonalt har lærdommene fra hvordan en kommune kan arbeide med klimatilpasning blitt overført fra flere av NORADAPT-kommunene til andre kommuner gjennom nettverk som «Fremtidens byer». Videre har prosjektet underveis kunne bidra med innsikt og kunnskap til NOU om klimatilpasning (NOU, 2010) blant annet ved at prosjektlederen i NORADAPT deltok i utredningen. Slik sett har prosjektet bidratt til å heve kompetansen på klimatilpasning på lokalt og nasjonalt nivå utover de åtte prosjektkommunene.

Prosjektet har identifisert fire drivere som er viktige faktorer i kommunenes arbeid med klimatilpasning: 1) Ildsjeler, 2) Ekstreme hendelser som gir fokus, 3) Observasjoner av virkelige hendelser, og 4) Kontakt og samarbeid med forskere.

Det er imidlertid store forskjeller mellom kommunene i tilgangen på ressurser og tid til å arbeide med klimatilpasning. De små kommunene har minst ressurser, men kan lettere utnytte lokal kunnskap og komme med inngrep i lokale sektorinteresser. De små og mellomstore kommuner har mindre kapasitet til å stable på beina planer og tiltak for klimatilpasning. Det ofte disse kommunene som også har de virkelig store klimatilpassingsutfordringene.

Prosjektet har identifisert et generelt problem med tilstrekkelig institusjonell kapasitet når det gjelder å utarbeide lokale klimasårbarhetsanalyser og utvikle kommunale klimatilpassingsstrategier. Det viser seg at kommuner ofte er bedre rustet når det gjelder mer avgrensede tekniske spørsmål. Kommuner kan spille en avgjørende rolle innenfor en flernivå forvaltningsmodell for klimatilpasning, men det betinger et langt mer forpliktende samarbeid fra statens side. Kommunenes rolle i arbeidet med klimatilpasning har blitt styrket gjennom omfattende drøftinger og konkrete innspill til NOU om klimatilpasning.

Prosjektet har vært instrumentelt i utviklingen av relevante nedskaleringer av klimaframskrivninger. Disse ble utarbeidet i tett samarbeid med alle involverte kommuner, samt forskerne på CICERO og Vestlandsforskning og Meteorologisk Institutt. Metoden for utviklingene av lokalt nedskalerte klimaframskrivninger har vært en to-trinns tolkningsprosess. Det første trinnet har vært å omsette de av kommunens ønsker til klimaelementer som det lar seg gjøre å produsere framskrivninger for. Trinn to har vært å komme fram til framskrivninger det er mulig for brukerne å benytte seg av. Dette er en ressurskrevende metode som i første omgang ikke kan anvendes på alle kommuner. I fremtiden ønsker derfor Meteorologisk Institutt å utvikle mer automatiserte web baserte verktøy for produksjon av klimaframskrivninger, som baserer seg på forskningsresultatene fra NORADAPT-prosjektet. Metoden og prosessene beskrevet her ligger derfor til grunn for den nye kunnskapen vi nå har om hvordan kommuner vurderer lokal tilpasning til klimaendringer og hvilke framskrivninger som er relevante for brukere i kommunene. Videre fremover blir det viktig å få mer kunnskap

om mulighetene og begrensningene for bruk av nedskalerte klimaframskrivninger i kommunal planlegging.

NORADAPT har bidratt til å initiere klimatilpasningsarbeid i samtlige av prosjektkommunene. I flere av kommunene har prosjektet vært vesentlig for at klimatilpasning har kommet på dagsorden og at kommunen fremdeles arbeider med klimatilpasning. I tillegg har forskerne i prosjektet fungert som prosessrådgivere og har bidratt med kunnskap gjennom uformell kontakt på telefon og epost. Datainnsamling har foregått gjennom to runder med intervjuer, referater fra workshops, årlige spørreundersøkelser angående fremdriften i kommunene, loggbok over kontakt med kommunepartnerne og gjennomgang av kommunale planer og referat fra kommunestyremøter.

Forskergruppen har gjennom de beskrevne prosessene kunnet studere hvordan ny kunnskap, i dette tilfellet klimakunnskap, tilegnes og anvendes i en organisasjon. Dette er dokumentert gjennom en rekke intervjuer med nøkkelpersoner i prosjektkommunene. Evnen til å tilegne seg og anvende ny kunnskap er en viktig faktor for å kunne organisere og gjennomføre klimatilpasning. Våre funn tyder på at både formelle strukturer i kommuneorganisasjonen og organisasjonskulturen legger viktige premisser på evnen til å tilegne seg kunnskap og organisere anvendelsen av den, men at også enkeltpersoners initiativ er en avgjørende nøkkelfaktor.

Prosjektet har vist at kommunene evner å sette klimatilpasning på dagsorden, utnytte vitenskapelig kunnskap og implementere klimatilpasningstiltak, men at dette avhenger av flere faktorer, som kapasitet, kunnskap og engasjement i kommunene, tilgang på relevant kunnskap og virkemidler, og tydelige føringer og oppfølging fra regionale og nasjonale myndigheter. Flere av kommunene har gjennomført klimasårbarhetsanalyser og fortsatt arbeidet med klimatilpasning gjennom egne eller andre nasjonale prosjekter. Særlig kommunesektorene arealplanlegging og vann og avløpsetaten har hatt nytte av resultatene fra NORADAPT-arbeidet. Resultatene fra de åtte kommunene gir informasjon om sårbarhet for klimaendringer og tilpasningsmuligheter på landsbasis.

Neste steg blir for samfunnsforskerne å evaluere hvordan klimaframskrivningene faktisk blir brukt rundt om i de forskjellige prosjektkommunene og hvordan disse kan kombineres med lokale samfunnsscenarioer. Det blir også viktig å danne et nettverk der kommunene og FoU kan dele erfaringene for å opprettholde fremdriften i klimatilpasningsarbeidet.

7 Referanser

- Benestad RE (2011) A new global set of downscaled temperature scenarios. *J. Climate*, 24, 2080–2098. doi: <http://dx.doi.org/10.1175/2010JCLI3687.1>
- Debernard, J. and L.P. Røed, 2008: Future wind, wave and storm surge climate in the Northern Seas: a revisit. *Tellus A* (60):427-438
- Drange H, B Marzeion, A Nesje og A Sorteberg (2007) Opptil én meter havstigning langs norskekysten innen år 2100. *Cicerone* 2/2007:29-31
- Engen-Skaugen T, EJ Førland, HO Hygen og R Benestad (2009) Klimaprojeksjoner frem til 2050. Grunnlag for sårbarhetsanalyse i utvalgte kommuner. Met.no report no 4/2009 Klima. Nedlastbar fra: http://met.no/Forskning/Vare_forskere/Hans_Olav_Hygen/filestore/metnoRapport4-2010.pdf
- Førland EJ, RE Benestad, F Flatøy, I Hanssen-Bauer, JE Haugen, K Isaksen, A Sorteberg og B Ådlandsvik (2009) Climate development in North Norway and the Svalbard region during 1900-2100. Rapportserie nr.128, Norsk Polarinstitutt. Nedlastbar fra: <http://www.dirnat.no/multimedia/2184/Climate-development.pdf&contentdisposition=attachment>
- Hanssen-Bauer I (ed.) (2009) Klima i Norge 2100. Bakgrunnsmateriale til NOU Klimatilpasing, Norsk Klimasenter. Nedlastbar fra: http://www.dirnat.no/multimedia/1780/Klima_Norge_2100_fUR-M.pdf&contentdisposition=attachment
- Heiberg E, C Aall, H Amundsen, H Storm, KG Høyser, LO Næss, SP Solstad, GK Hovelsrud (2008) Indikatorer for lokale klimasårbarhetsanalyser. Kunnskapsstatus og skisse til en metode for utprøving i norske kommuner. Vestlandsforskningsrapport nr. 5/2008. Nedlastbar fra: <http://www.vestforsk.no/filearchive/vf-rapport-5-08-na-indikatorrapport-endig.pdf>
- NOU (2010) Tillpassing til eit klima i endring. Servicesenteret for departementa informasjonsforvaltning. Nedlastbar frå <http://www.regjeringen.no/upload/MD/Kampanje/klimatilpasing/Bilder/NOU/NOU-rapport/NOU201020100010000DDDPDFS.pdf>
- Selstad T (2010) Lokalsamfunn og klimatilpasing – et fremtidsperspektiv. ØF-rapport nr.: 07/2010. Østlandsforskning, pp156. ISBN nr.: 78-82-7356-667-6
- Kvalvik I, S Dalmannsdottir, H Dannevig, G Hovelsrud, L Rønning og E Uleberg (2011) Climate change vulnerability and adaptive capacity in the agricultural sector in Northern Norway. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B - Soil and Plant Science* 61: Supplement 1: 27-37. Available online: 08 Nov 2011.
- McInnes H, Kristiansen J, Kristjánsson JE og Schyberg H (2011) The role of horizontal resolution for polar low simulations. *Q.J.R. Meteorol. Soc.*, 137: 1674–1687. doi: 10.1002/qj.849
- Vasskog K, H Drange og A Nesje (2009) Havnivåstigning - Estimer av framtidig havnivåstigning i norske kystkommuner. Det nasjonale klimatilpasingsssekretariatet ved Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, Revidert utgave. Pp. 33. Nedlastbar fra: <http://www.regjeringen.no/upload/MD/Kampanje/klimatilpasing/Bilder/Bjerknessenteret/Havnivaastigning-rapp.pdf>

8 Vedlegg

8.1 Figurtekstene

Figurtekst samlet for like scenarier for de forskjellige kommuner. Figur 8.x.1 beskriver tekst tilhørende figurene 8.1.1; 8.2.1; 8.3.1, osv. Det gjøres oppmerksomt på at alle disse figurene er sendt til de respektive kommuner i prosjektperioden, og at de fleste av disse figurer også er publisert i met.no rapporten no. 4/2009 ved Engen-Skaugen et al (2009). Grunnen for at de samles her igjen er fordi Engen-Skaugen (2009) ikke inkluderer alle, men kun eksempler på hver figur, og fordi denne rapporten ønsker å gi alle kommuner, ikke kun de som er med i prosjektet, en forenklet forklaring hvordan å lese og tyde scenariene.

- **Figur 8.x.1** Middeltemperatur sesongvis for perioden 1981 – 2010 (venstre) og 2021 – 2050 (høyre). Global modell: ECHAM4/OPYC3 GSDIO utslippsscenario IS92a. Nedskalert med regional klimamodell HIRHAM 25 km², empirisk tilpasset til 1 km².
- **Figur 8.x.2** Endring i sesongvis temperatur fra perioden 1981 – 2010 til 2021 -2050. Global modell: ECHAM4/OPYC3 GSDIO utslippsscenario IS92a. Nedskalert med regional klimamodell HIRHAM 25 km², empirisk tilpasset til 1 km².
- **Figur 8.x.3** Sesongvis fordeling av antall dager med døgnmiddeltemperatur mellom -1 °C og 1°C. Den grønne søyle representerer normalperioden (1961-1990), den blå søylen viser modellens kontrollperiode (1981-2010) og den røde søylen viser projiseringen (2020-2050).
- **Figur 8.x.4** Sesongvis fordeling av antall dager med døgnmiddeltemperatur under 0 °C. For farger og søylebenevnelser se ovenfor ved forrige figur.
- **Figur 8.x.5** Sesongvis fordeling av antall dager med døgnmiddeltemperatur under -10 °C. For farger og søylebenevnelser se ovenfor ved forrige figur.
- **Figur 8.x.6** Sesongvis fordeling av antall dager med vedvarende under -30 °C. For farger og søylebenevnelser se ovenfor ved forrige figur.
- **Figur 8.x.7** Sesongvis fordeling av antall dager med døgnmiddeltemperatur over 25 °C. For farger og søylebenevnelser se ovenfor ved forrige figur.
- **Figur 8.x.8** Graddagssum i kommunesentrum. Figuren viser avviket av den årlige normalverdien av summert antall dager over 5 °C hvert år. Grå er basert på observasjoner, blå er kontrollperioden og rød er framskrivningen. Varmesummen sier ikke hvordan varmedager er fordelt over året; en høyere varmesum kan skyldes flere varmedager, men det kan også bety samme fordeling av varmedager men med høyere temperatur.
- **Figur 8.x.9** Nedbørsum sesongvis for perioden 1981 – 2010 (venstre) og 2021 -2050 (høyre). Global modell: ECHAM4/OPYC3 GSDIO utslippsscenario IS92a. Nedskalert med regional klimamodell HIRHAM 25 km², empirisk tilpasset til 1 km².
- **Figur 8.x.10** Relativ sesongvis endring i nedbør fra perioden 1981 – 2010 til 2021 -2050. Global modell: ECHAM4/OPYC3 GSDIO utslippsscenario IS92a. Nedskalert med regional klimamodell HIRHAM 25 km², empirisk tilpasset til 1 km².
- **Figur 8.x.11** Sesongvis fordeling av antall oppholdsdager. Den grønne søyle representerer normalperioden (1961-1990), den blå søylen viser modellens kontrollperiode (1981-2010) og den røde søylen viser projiseringen (2020-2050).
- **Figur 8.x.12** Fordeling av mengde nedbør per sesong ut fra nedbørtype. Hvit er snø (dager med temperatur ≤ -1 °C), grå er sludd (dager med temperatur mellom -1 °C og 1°C), og blå

er regn (dager med temperatur $\geq 1^\circ\text{C}$). Fordelingen er per sesong, der Vår er indikert med en grønn strek under søylene, Sommer med er gul, Høst er rød og Vinter er blå. De tre ulike søyler per sesong viser fordelingen for normalperiode (Hist = 1961-1990), kontrollperiode (MPIP2 = 1981-2010) og framskrivingsperioden (MPIS2 = 2020-2050)

- **Figur 8.x.13** Fordeling av dager ut fra type nedbør. For farger og søylebenevnelser se ovenfor ved forrige figur.
- **Figur 8.x.14** Døgnmiddeltemperatur fordelt på dager med nedbør. De grønne søyler representerer normalperioden (1961-1990), de blå søyler viser modellens kontrollperiode (1981-2010) og de røde søyler viser projiseringen (2020-2050).
- **Figur 8.x.15** Figuren viser dager med ekstremnedbør. De forskjellige søyler henviser til historiske perioden (svart – 1961-1990), en til historiske perioden (mørkgrå – 1981-2008), kontrollperioden (lysgrå – 1981-2010) og framskrivingsperioden (rød – 2020-2050). Tidsperioder med ulike varighet (1, 3, 5, 10 døgn) med nedbør er indikert. De forskjellige persentilfigurer viser til antall dager som har denne nedbørsmengde: 99 % betyr at 1 % av dagene over den indikerte tidsperioden har denne verdien med nedbør eller høyere. Det kan også sies at 4 dager per år (for framskrivingsperioden) har denne nedbørsverdien eller høyere. En viss nedbørsmengde som faller over eksempelvis en 5 døgn varighet i 25 % av dagene, kan i ekstreme nedbørsperioder (99 persentil eller 3-4 døgn per år) falle over kun ett døgn. Tabellen oversetter persentilene til antall dager per år for de forskjellige perioder:

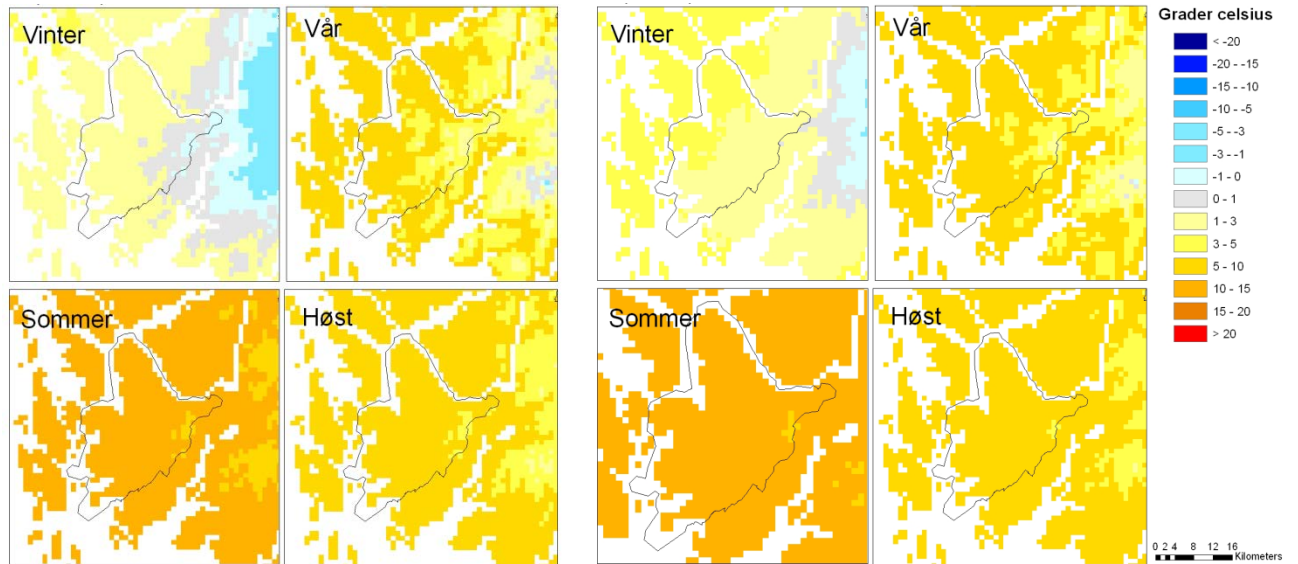
periode	antall år	antall dager	persentil > antall dager per år			
			75 %	90 %	95 %	99 %
1961-1990	29	10585	91	37	18	4
1981-2008	27	7155	66	27	13	3
1981-2010	29	7685	66	27	13	3
2020-2050	30	10950	91	37	18	4

- **Figur 8.x.16** Gjennomsnittsnedbør per måned (venstre) og sesong (høyre) for kontrollperiode (1981-2010, svart – NB skrivefeil på grafikken) og framskrivingsperiode (2020-2050, rød).
- **Figur 8.x.17** Vekstsesonglengde i kommunesentrum. Start er nedre heltrukket linje, slutt er øvre heltrukket linje. Alle dager med døgnmiddeltemperatur $> 5^\circ\text{C}$ er tegnet inn i figuren. Grå er basert på observasjoner, blå er kontrollperioden og rød er framskrivingen. Figuren viser også antall dager med døgnmiddeltemperatur over 5°C gjennom vår og vinter perioden (utenfor vekstsesong) og hvordan vekstsesong spesielt om vår kan bli avbrutt av dager med døgnmiddeltemperatur under 5°C .
- **Figur 8.x.18** Resultater fra ENSEMBLES prosjektet for endringer i sesongs- eller årstemperatur (delta TAM) og prosentvis endring i nedbør (delta P). Figuren viser hvordan de regionale modeller som er brukt til videre lokal nedskalering forholder seg til andre modeller. Spredning mellom NorClim (svart kryss) og RegClim (svart punkt), de to regionale modeller brukt av Meteorologisk Institutt, viser variasjon mellom modellkjøringer nedskalert fra akkurat samme globale modellkjøring (ECHAM4/OPYC3 GSDIO utslippsscenario IS92a). Spredningen reflekterer usikkerhet i forbundet med selve nedskalering, mellom forskjellige kjøring, men også variasjoner i topografi, og andre faktorer (se met.no rapport 2009:4).
- **Figur 8.x.19** Empirisk-statistisk nedskalert (ESD) temperatur (øverst) og nedbør (nederst) scenarier basert på 42 tilgjengelige globale klimamodellkjøringer med utslippsscenario A1B. Den blå og røde fanen markerer området der 95 % av modellkjøringene ligger. Den

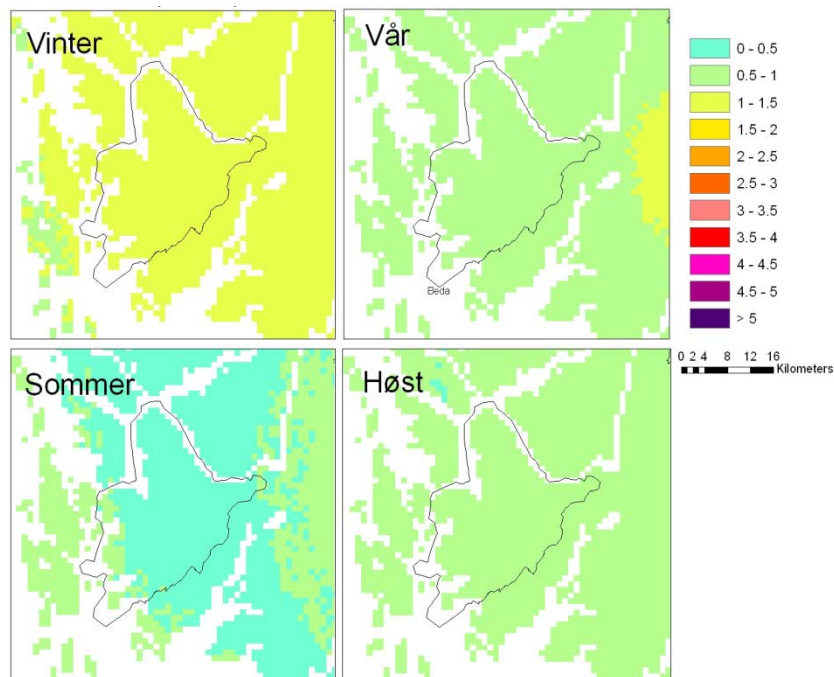
valgte framskrivningen ECHAM4/OPYC2 GSDIO med utslippsscenario IS92a er tegnet inn i figurene som heltrukket rød eller blå linje. De svarte prikkene viser sesongverdier basert på observasjoner. Figuren viser samsvaret mellom usikkerhetsintervallet fra ESD modellkjøringene og variasjonen i kontrollkjøringene som er brukt i kartfigurene 8.x.1 og 8.x.2 (den blå linjen for periodene 1981-2010 og 2021-2050). Legg merke til hvordan spredningen (og dermed usikkerheten i en framskrivning) er større hos nedbørsdata en hos temperaturdata. Legg også merke til at spredningen øker mot 2100.

8.2 Bergen Klimaframskrivinger

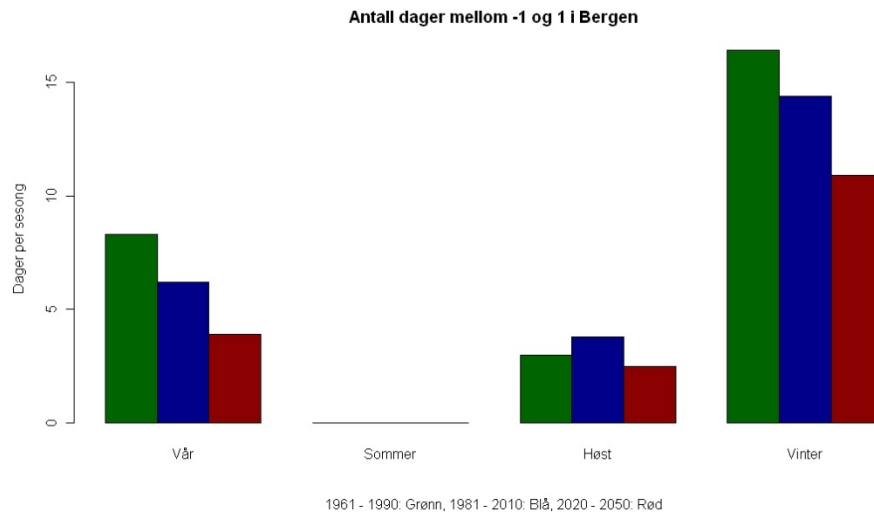
8.2.1 Temperatur



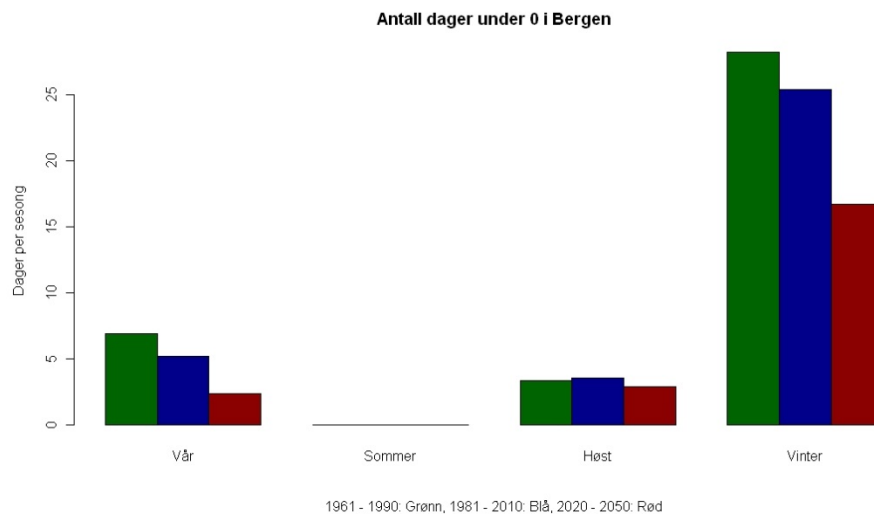
Figur 8.2.1



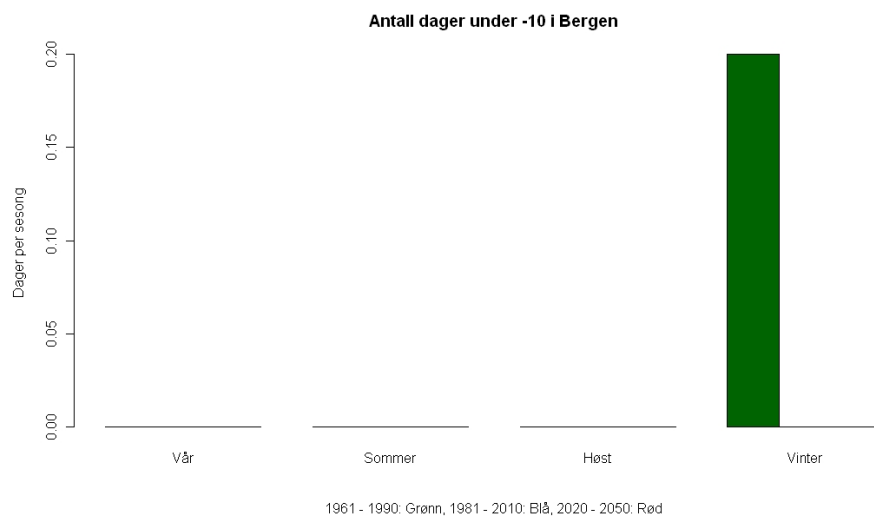
Figur 8.2.2



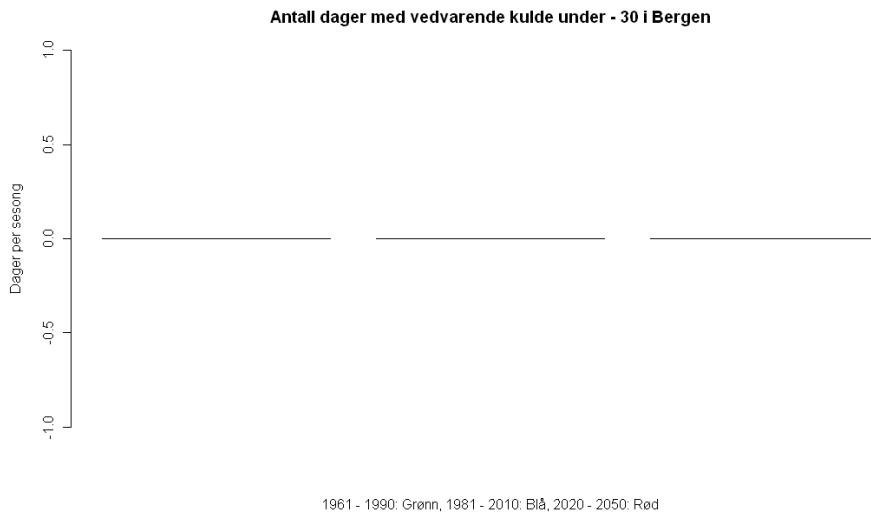
Figur 8.2.3



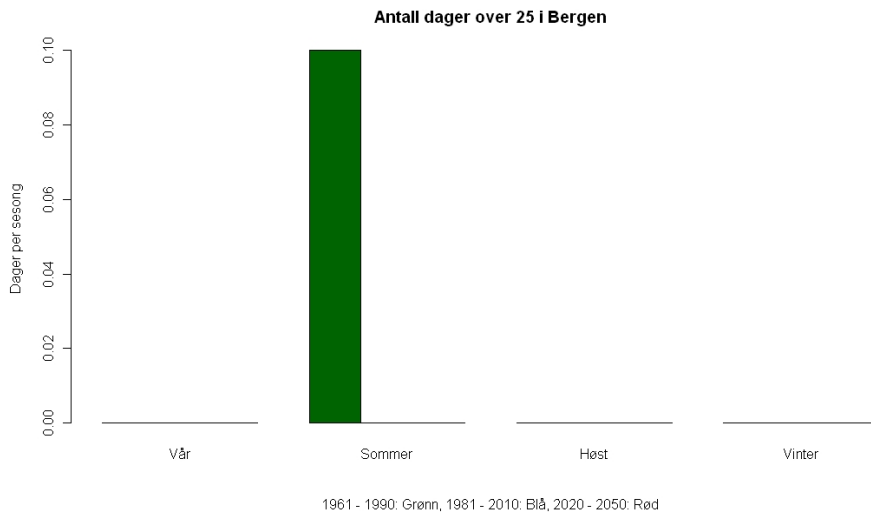
Figur 8.2.4



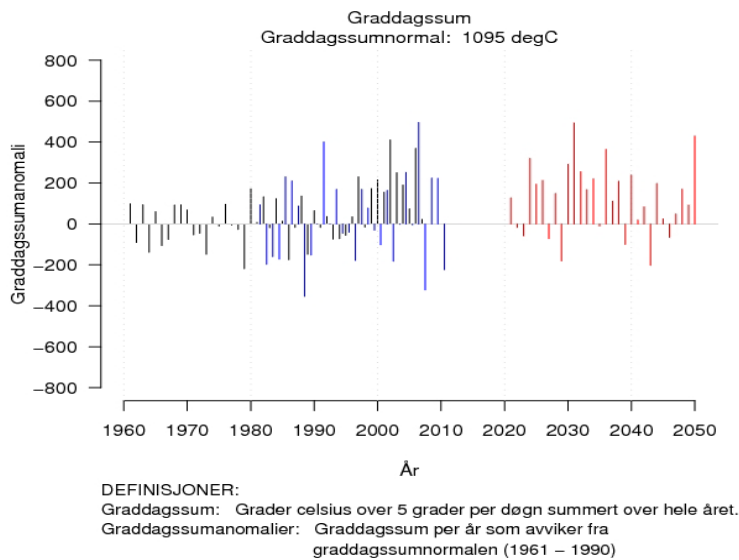
Figur 8.2.5



Figur 8.2.6

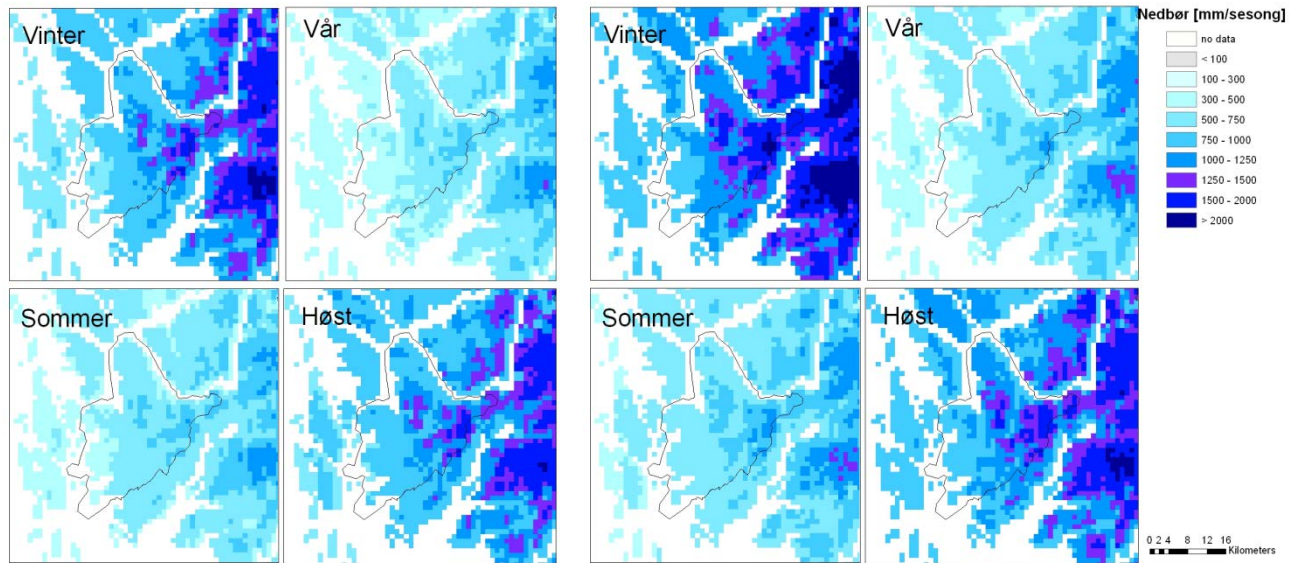


Figur 8.2.7

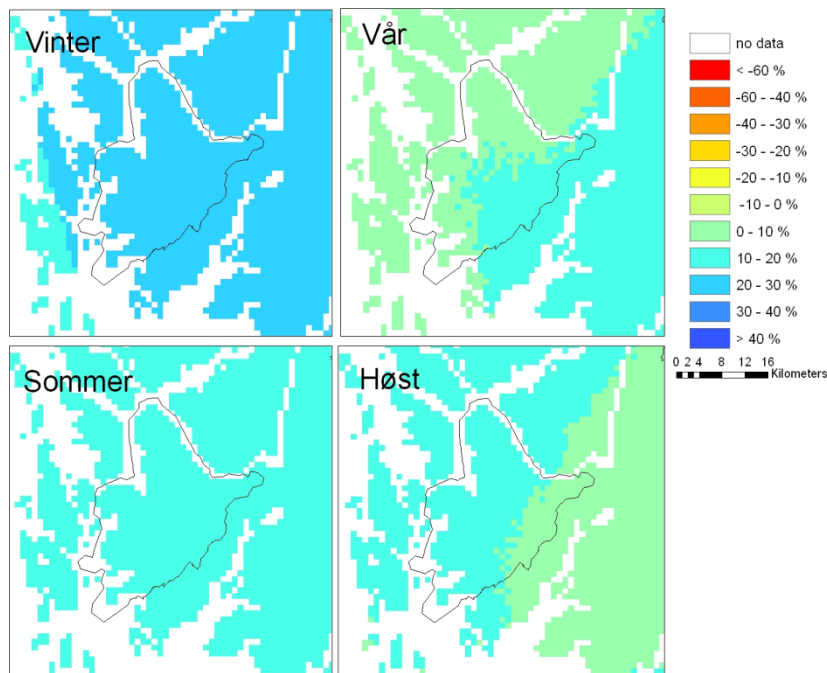


Figur 8.2.8

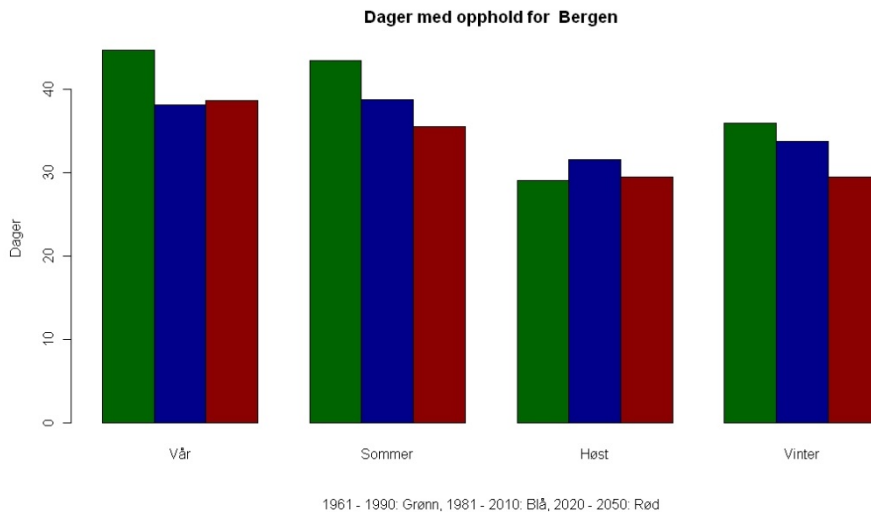
8.2.2 Nedbør



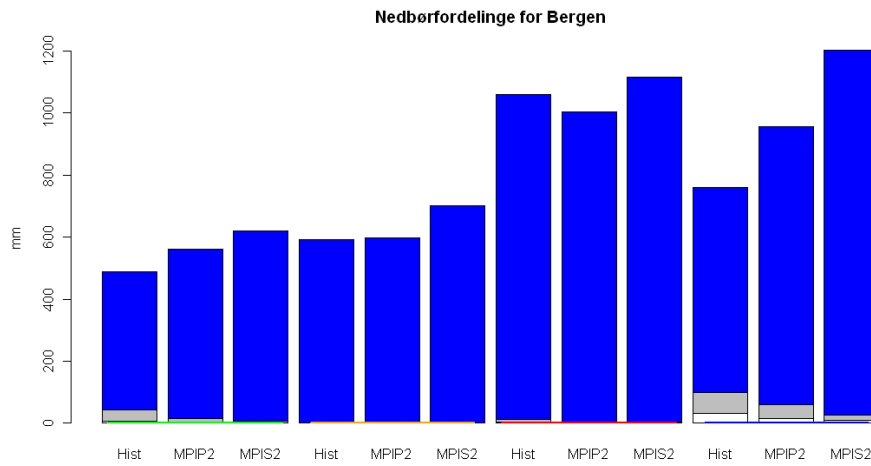
Figur 8.2.9



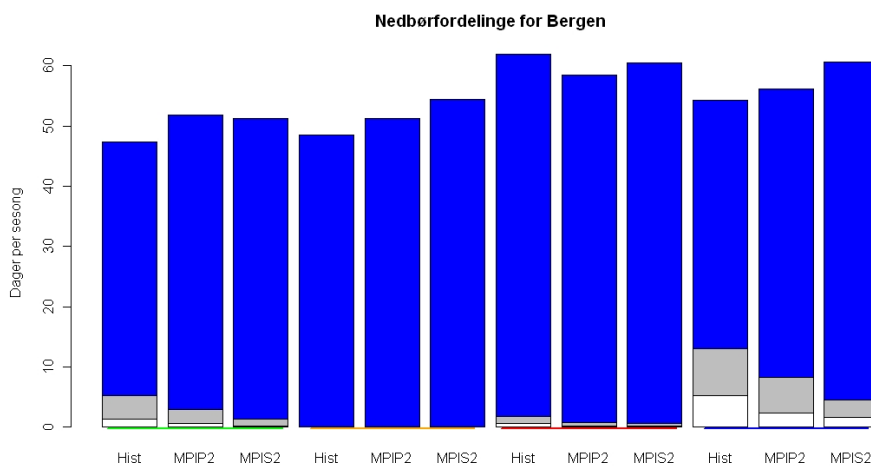
Figur 8.2.10



Figur 8.2.11

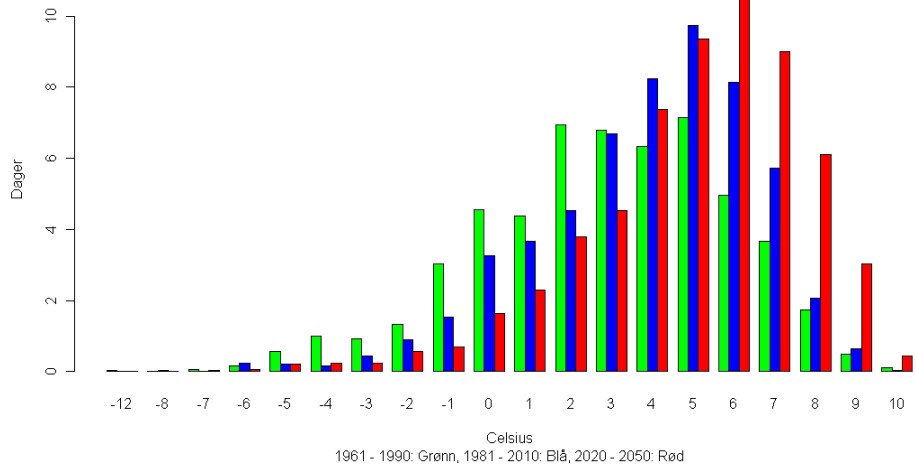


Figur 8.2.12

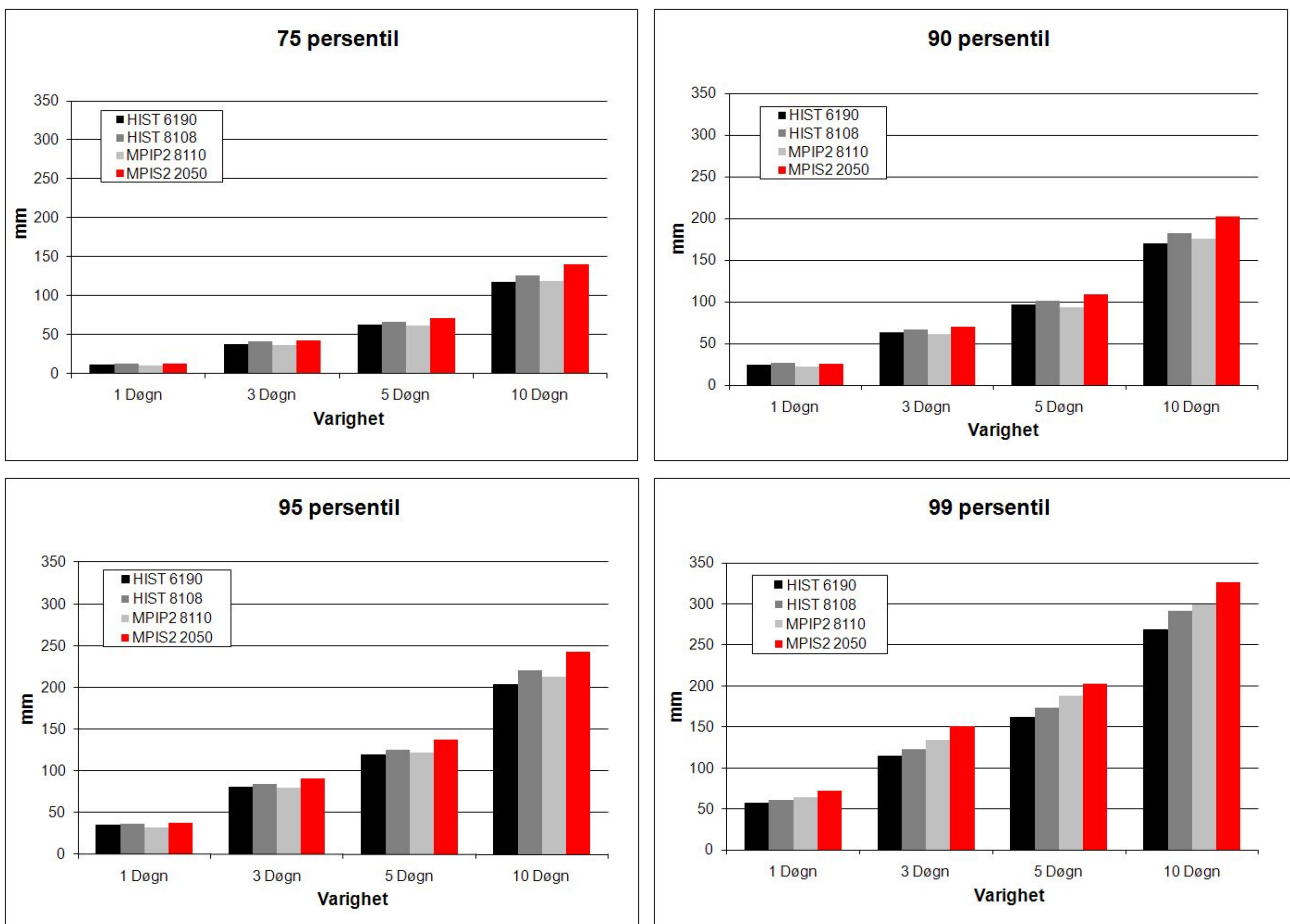


Figur 8.2.13

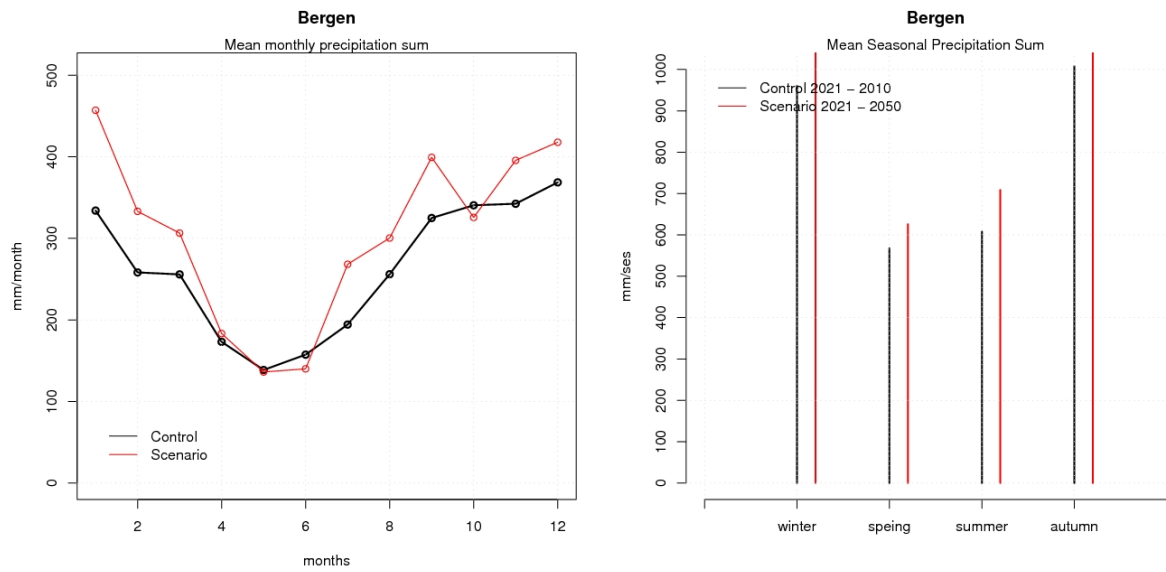
Temperaturfordeling av nedbørdager Bergen



Figur 8.2.14

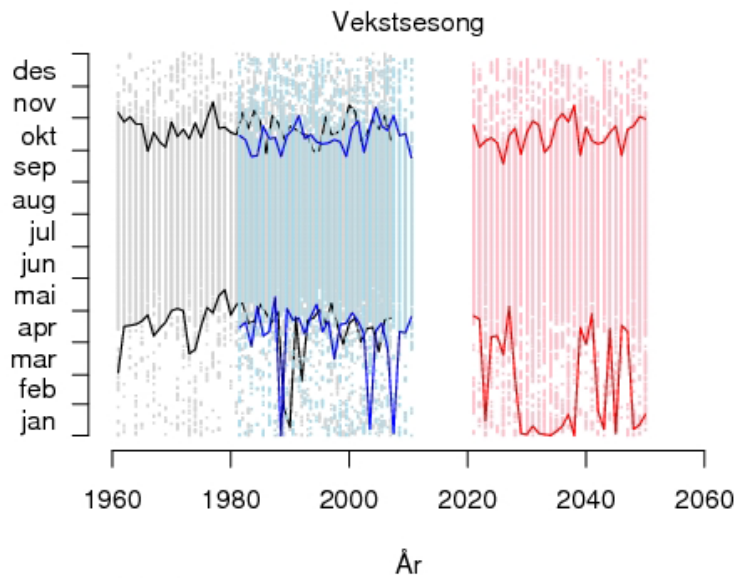


Figur 8.2.15



Figur 8.2.16

8.2.3 Vekstsesong



DEFINISJONER:

Vekstsesong: Døgnmiddeltemperatur > 5 grader Celsius

Start på vekstsesong: Første periode på året med vekstsesong minimum 4 sammenhengende dager

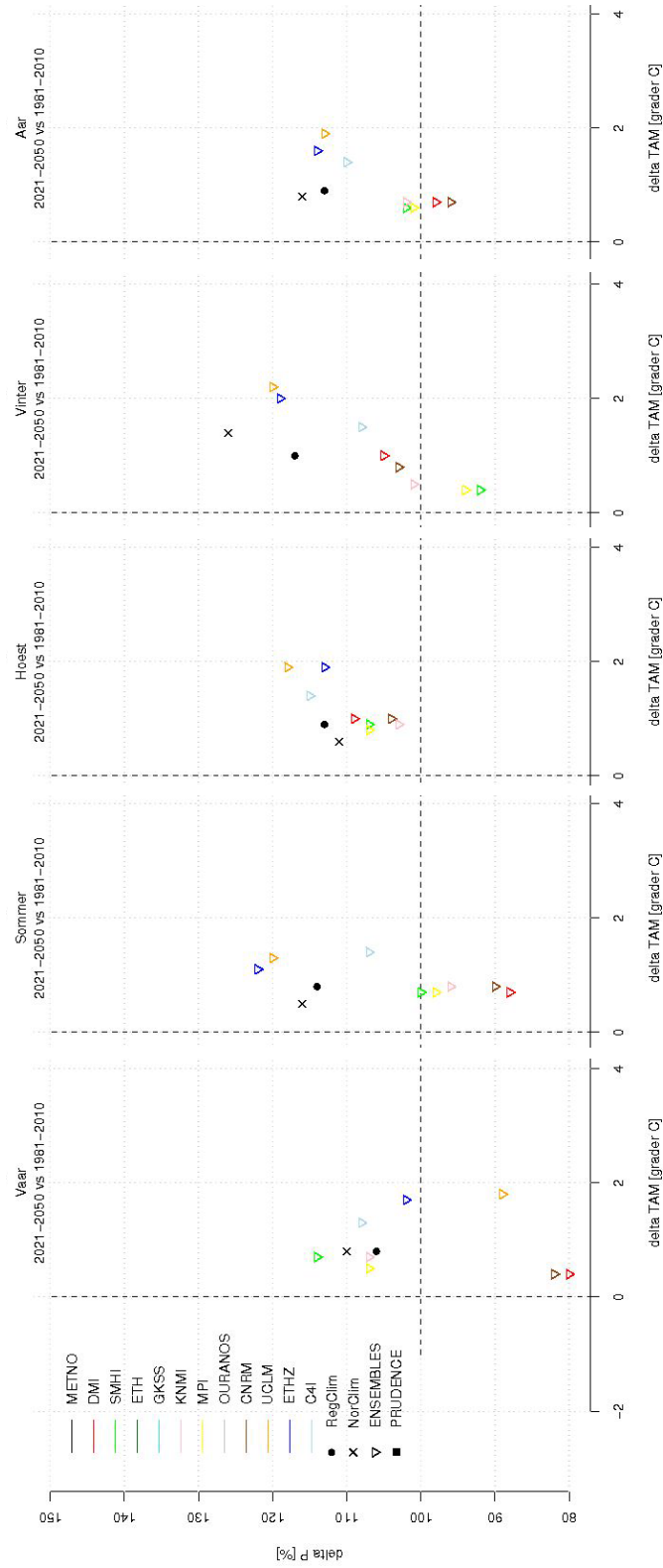
Slutt på vekstsesong: Første periode fom begynnelsen av august uten vekstsesong i minimum 4 sammenhengende dager.

Start og slutt på vekstsesong er vist som heltrukne linjer (hhv nedre og øvre linje)

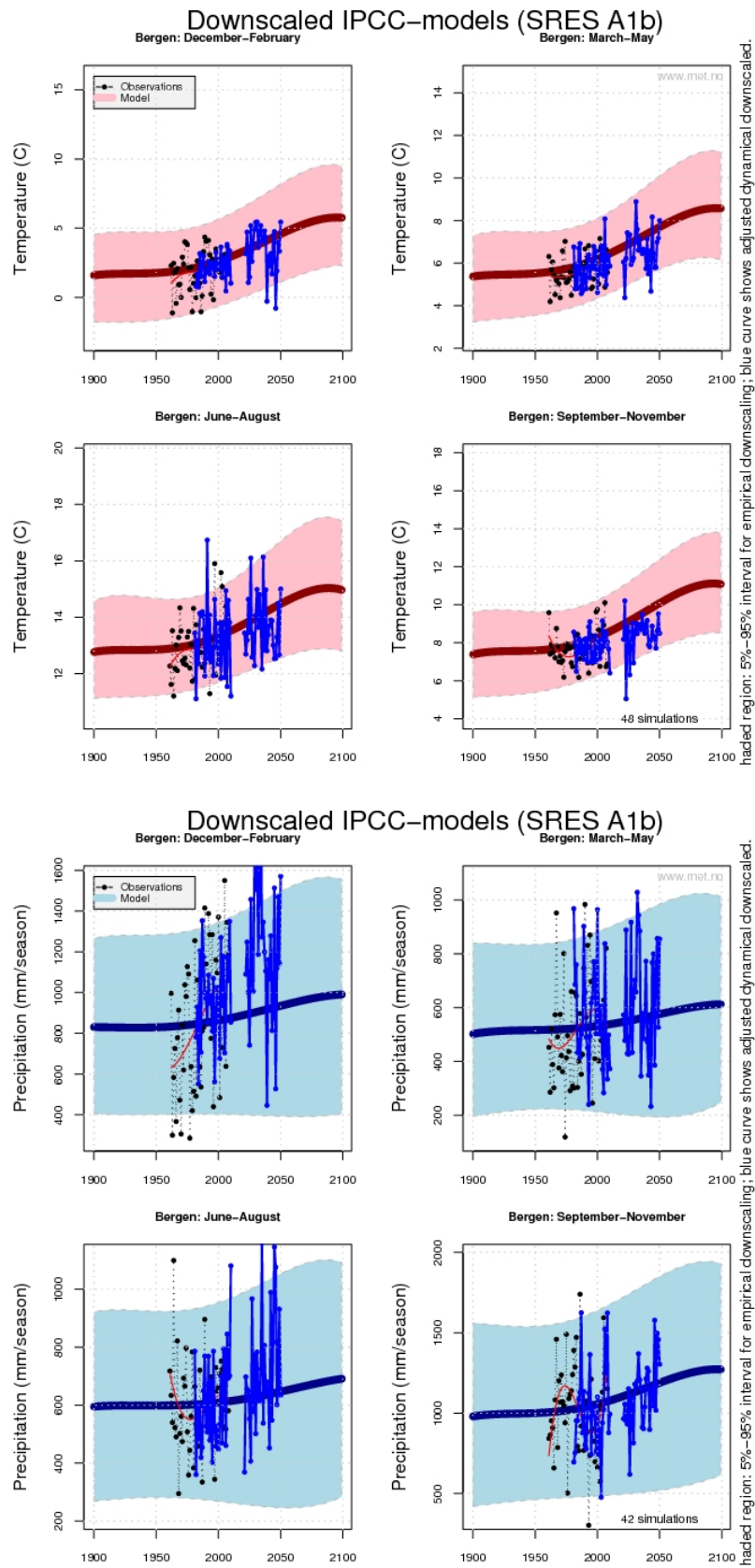
Grå: Historiske data, Blå: Kontrollperiode (modell), Rød: Scenarioperiode(modell)

Figur 8.2.17

8.2.4 Resultater fra ulike modeller



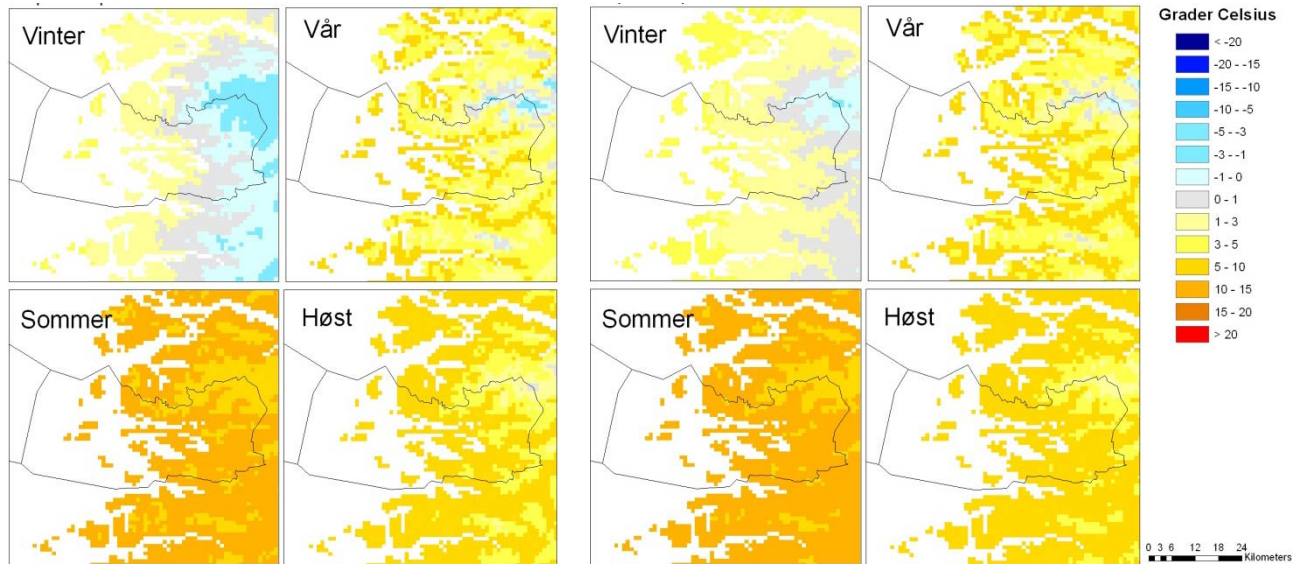
Figur 8.2.18



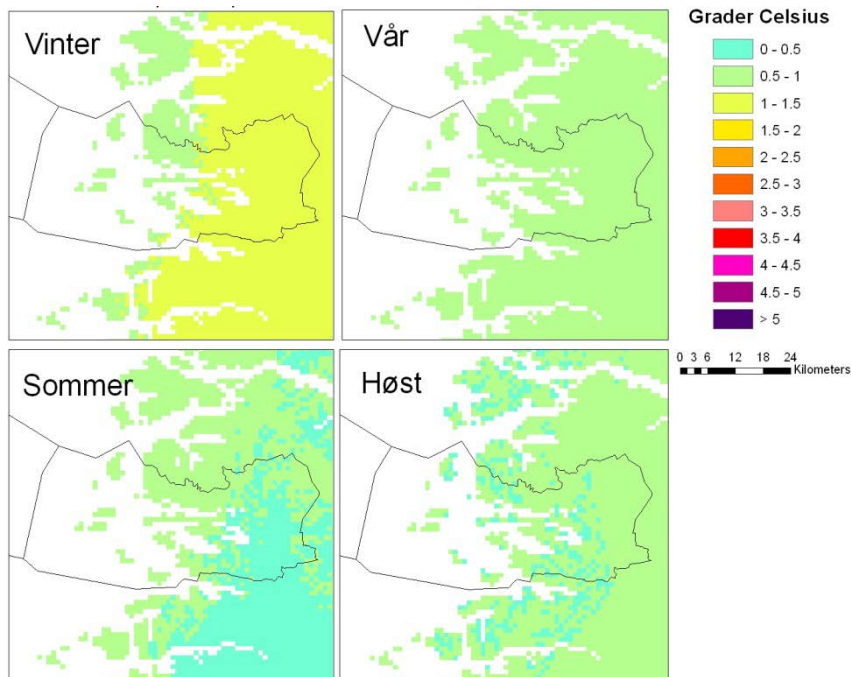
Figur 8.2.19

8.3 Flora Klimaframskrivinger

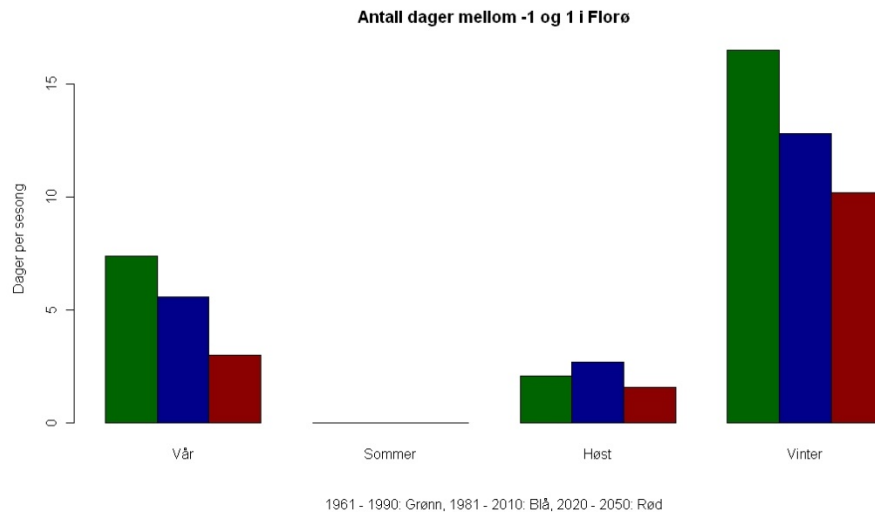
8.3.1 Temperatur



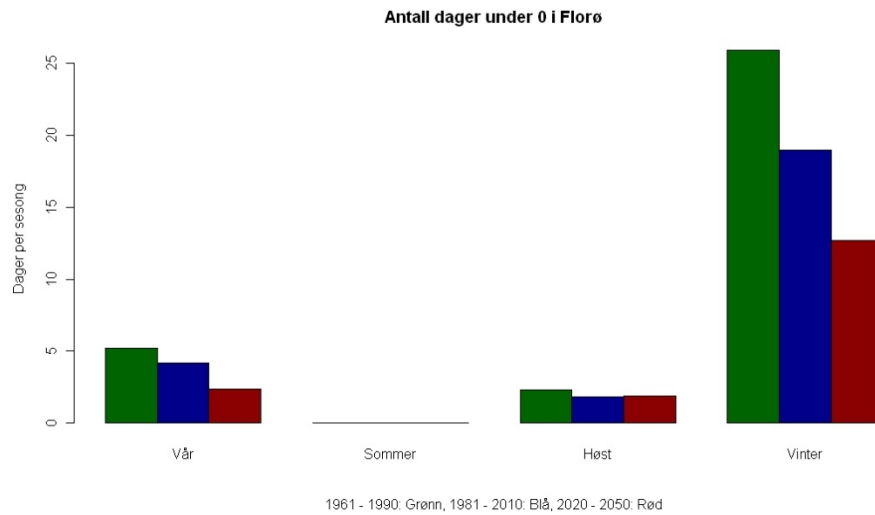
Figur 8.3.1



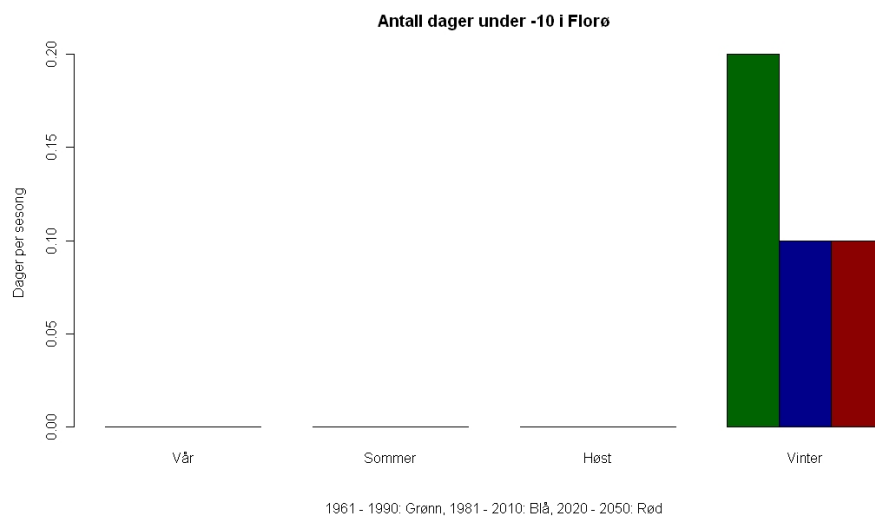
Figur 8.3.2



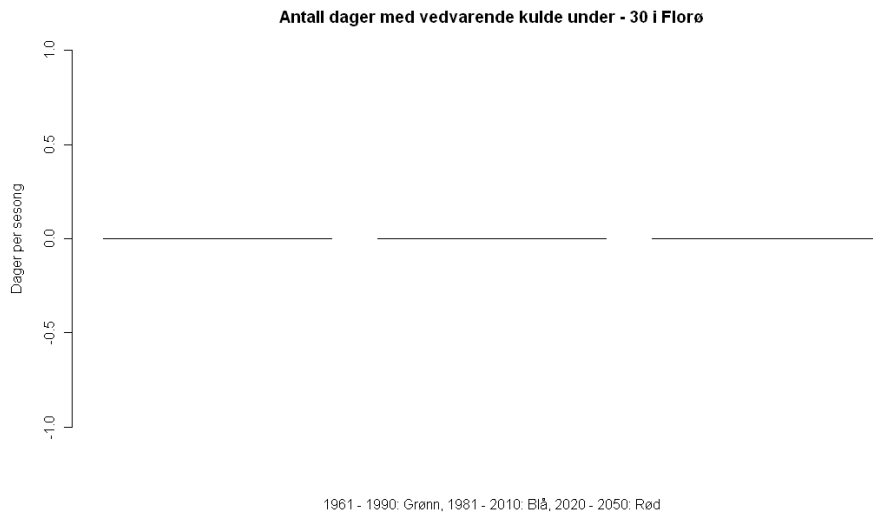
Figur 8.3.3



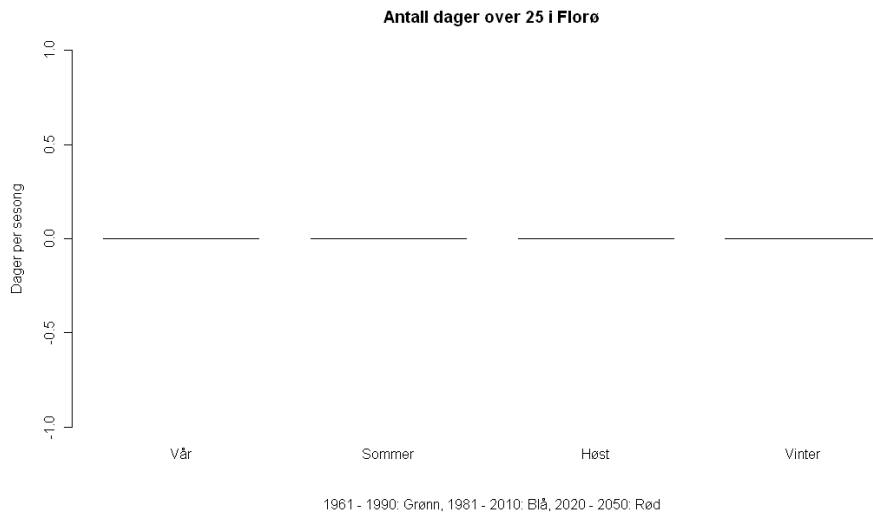
Figur 8.3.4



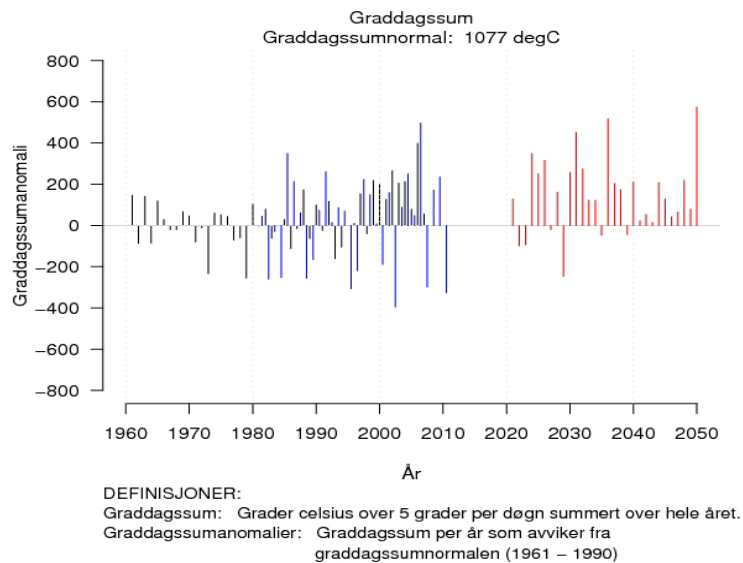
Figur 8.3.5



Figur 8.3.6

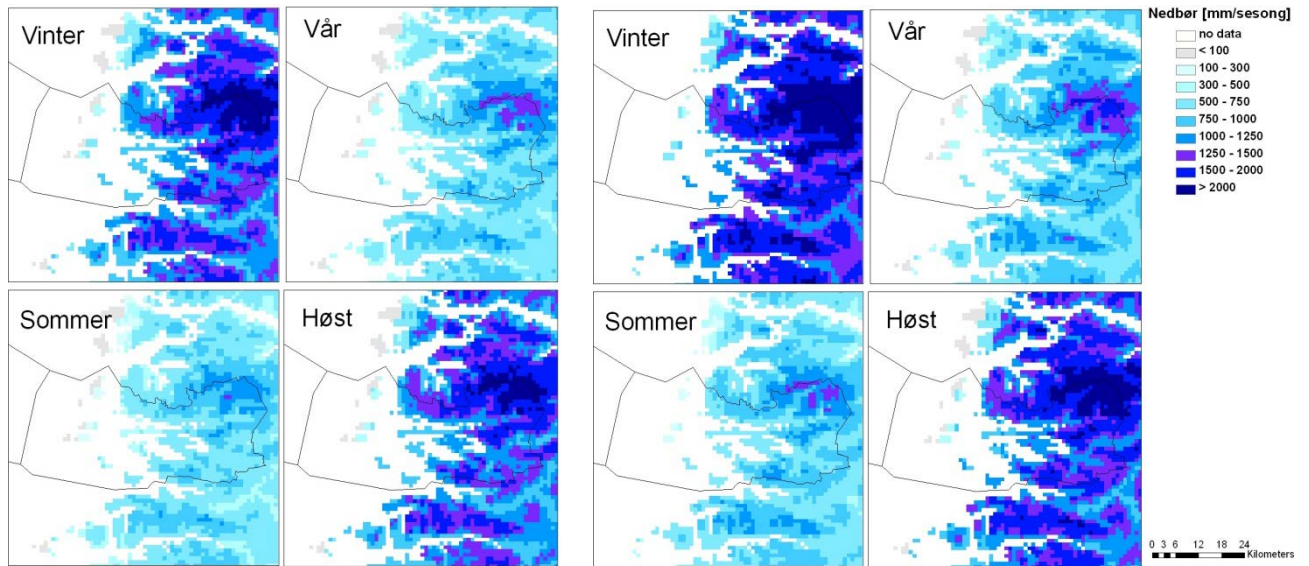


Figur 8.3.7

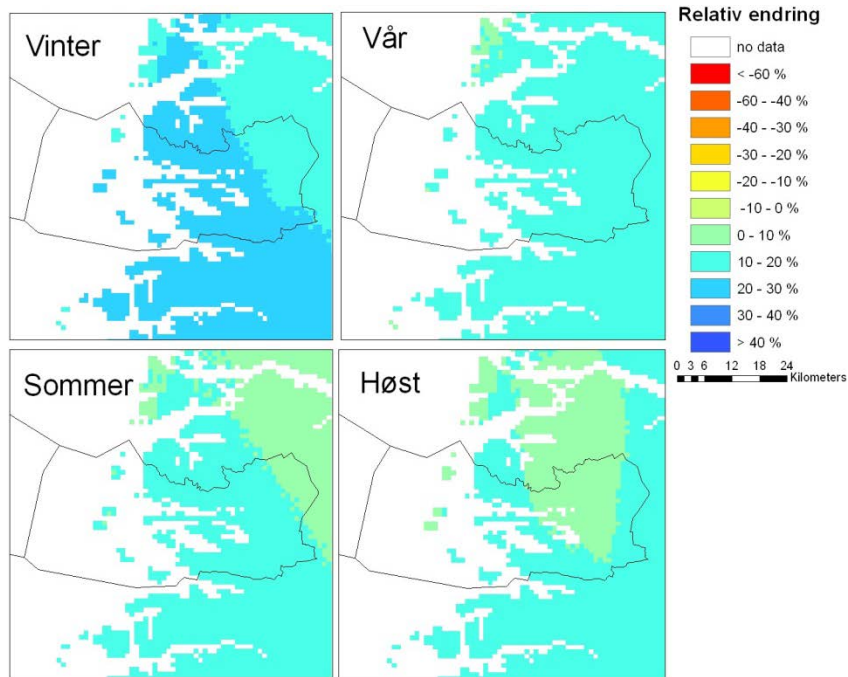


Figur 8.3.8

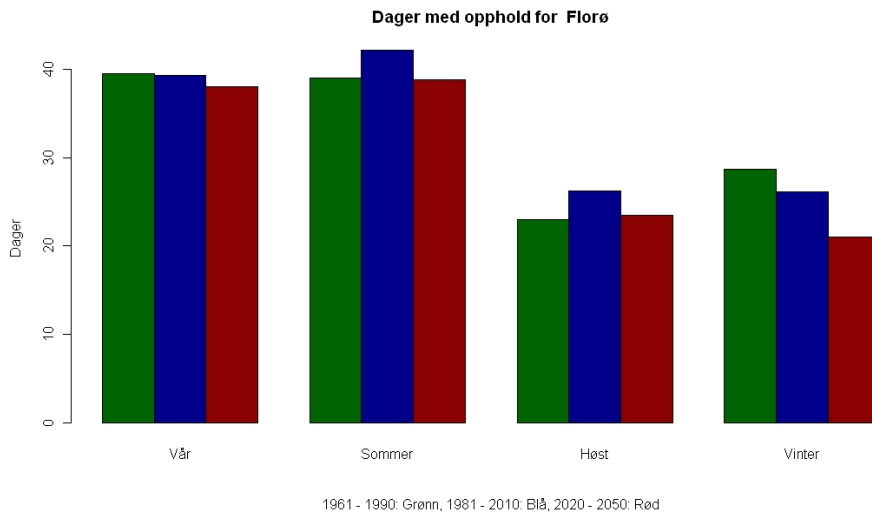
8.3.2 Nedbør



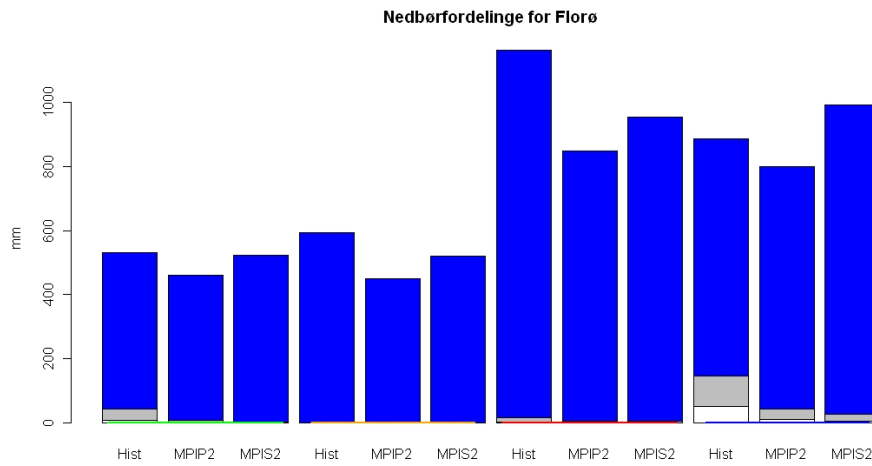
Figur 8.3.9



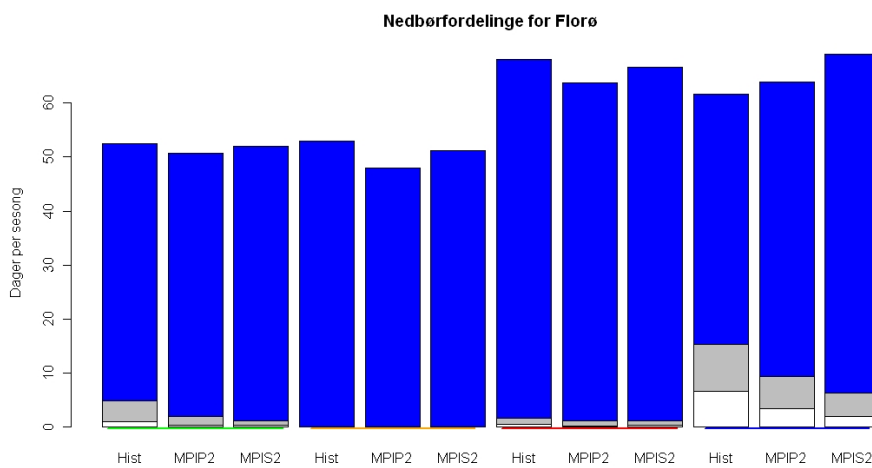
Figur 8.3.10



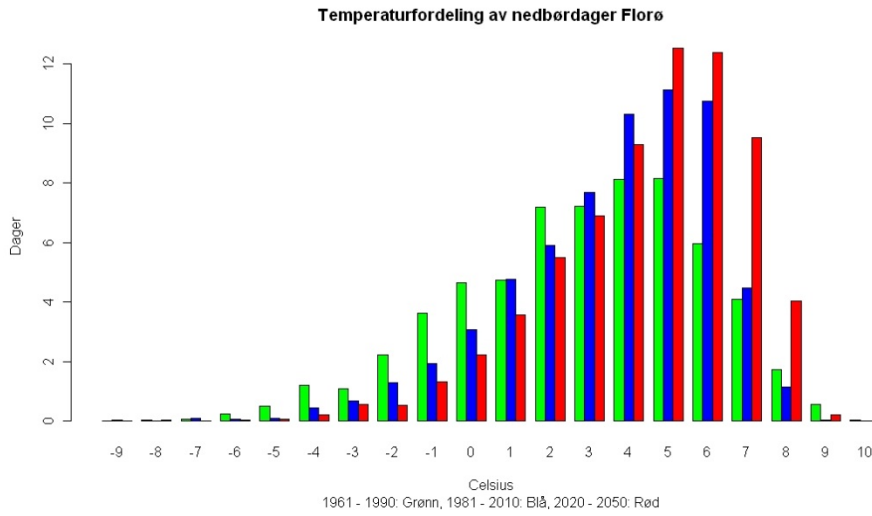
Figur 8.3.11



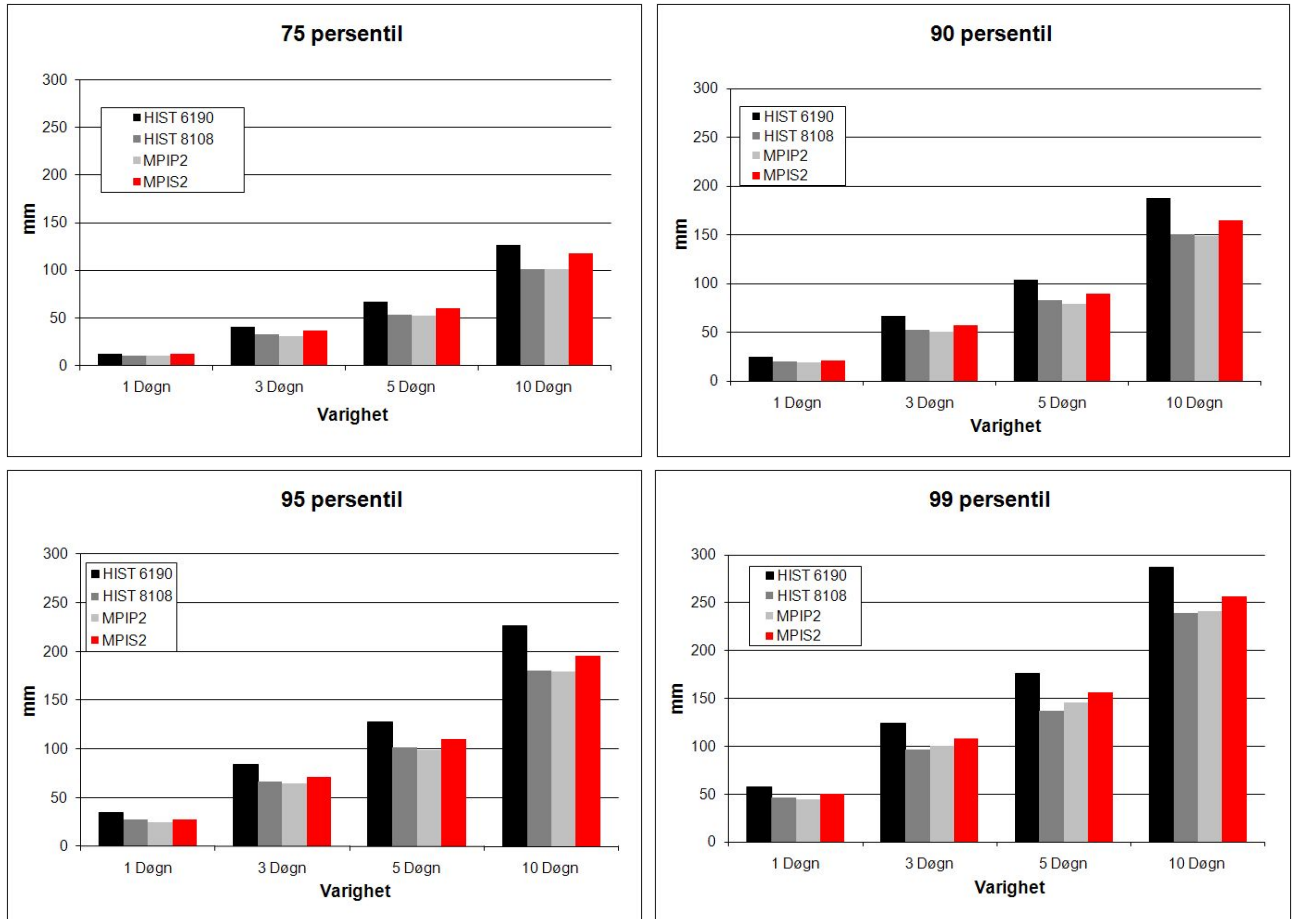
Figur 8.3.12



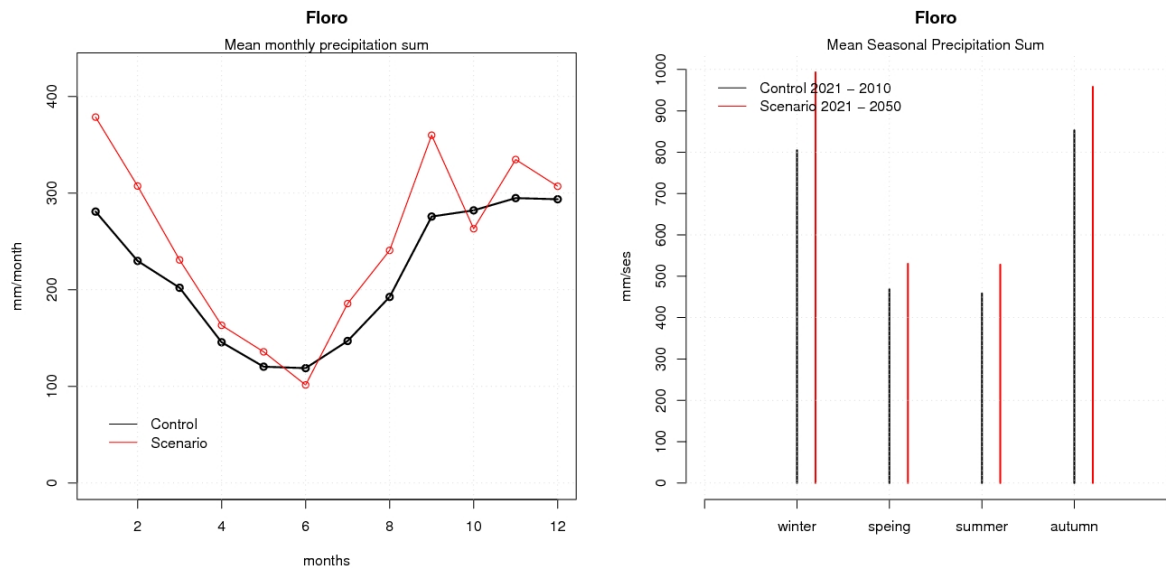
Figur 8.3.13



Figur 8.3.14

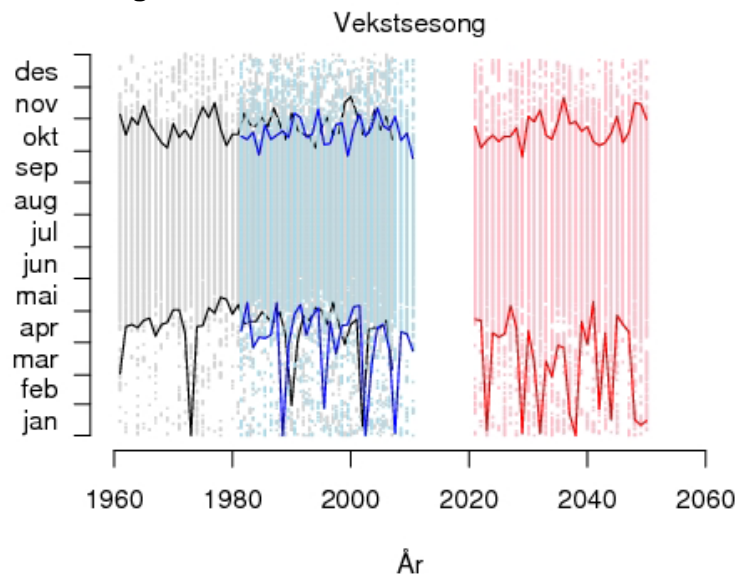


Figur 8.3.15



Figur 8.3.16

8.3.3 Vekstsesong



DEFINISJONER:

Vekstsesong: Døgnmiddeltemperatur > 5 grader Celsius

Start på vekstsesong: Første periode på året med vekstsesong minimum 4 sammenhengende dager

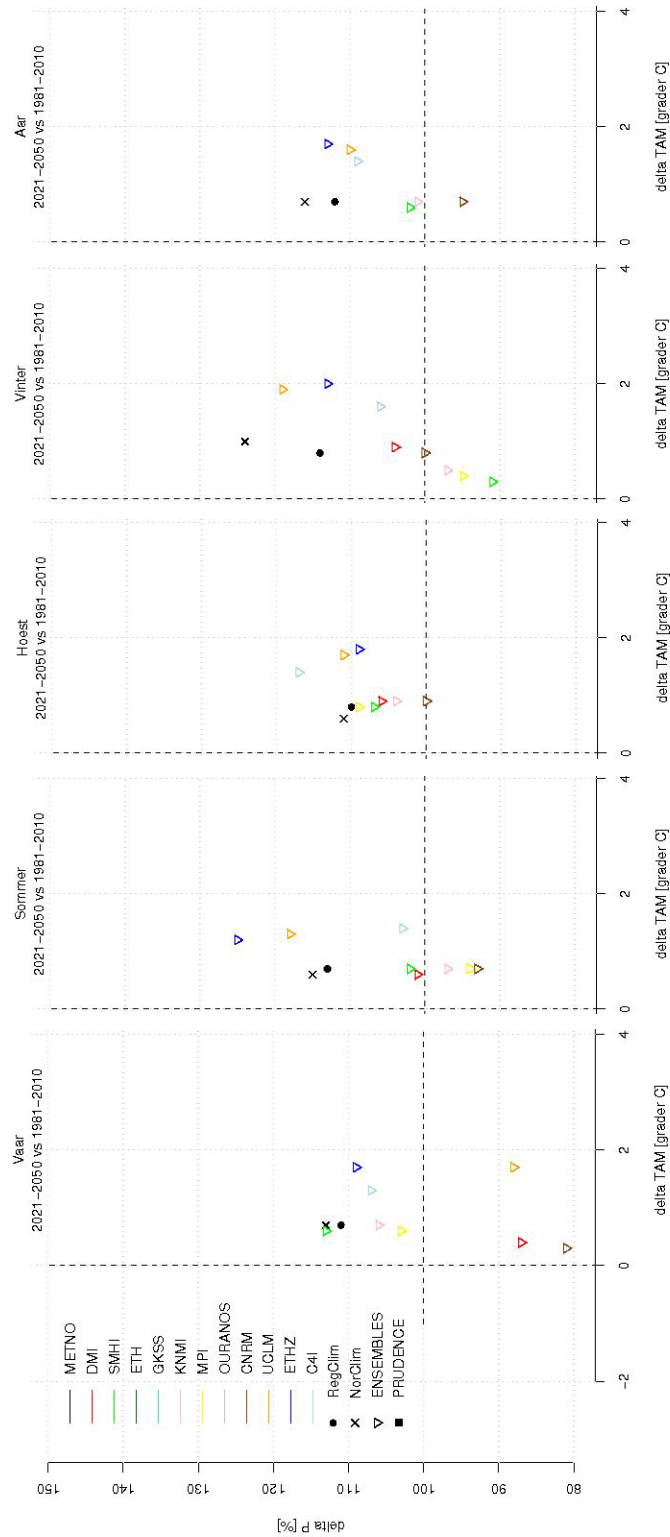
Slutt på vekstsesong: Første periode fom begynnelsen av august uten vekstsesong i minimum 4 sammenhengende dager.

Start og slutt på vekstsesong er vist som heltrukne linjer (hhv nedre og øvre linje)

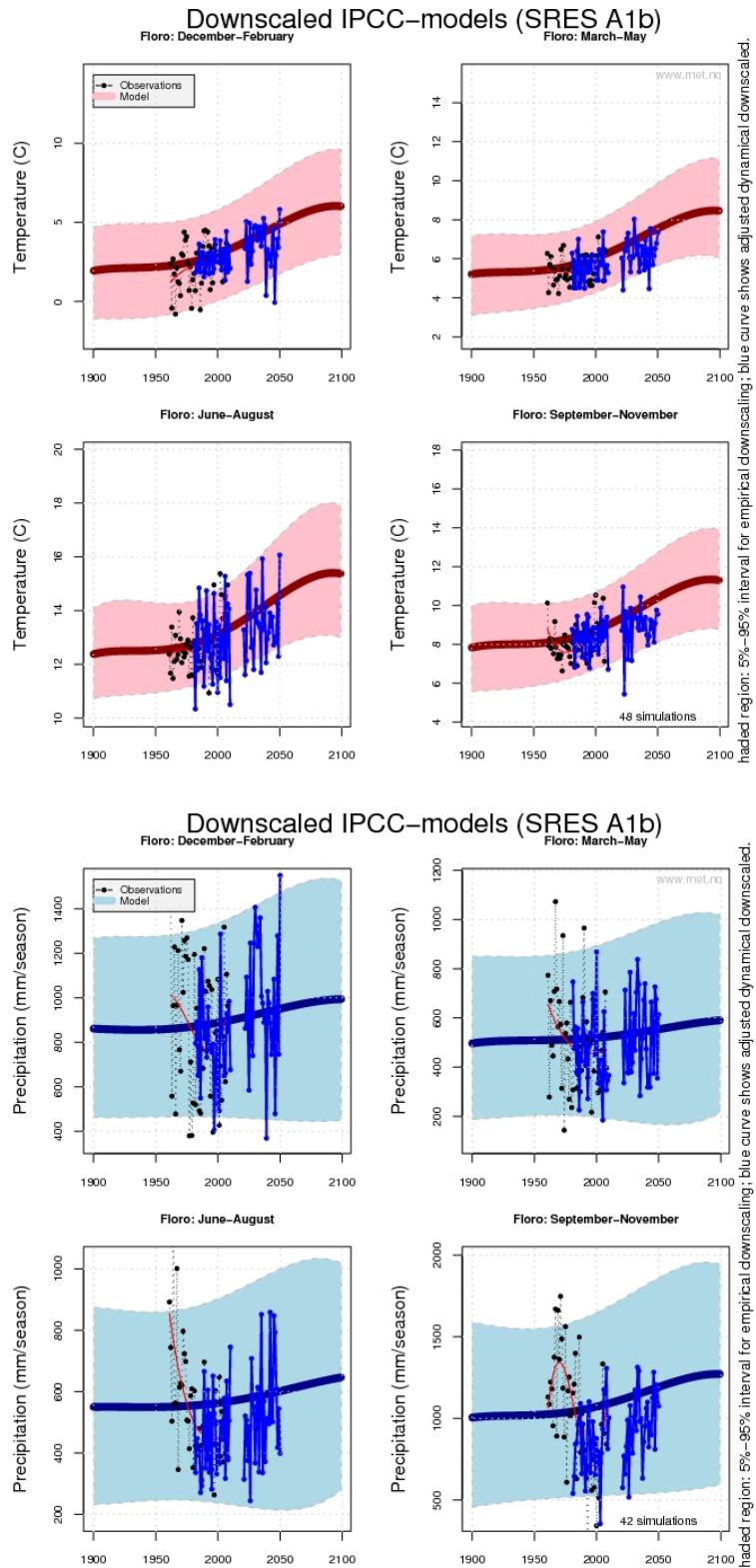
Grå: Historiske data, Blå: Kontrollperiode (modell), Rød: Scenarioperiode(modell)

Figur 8.3.17

8.3.4 Resultater fra ulike modeller



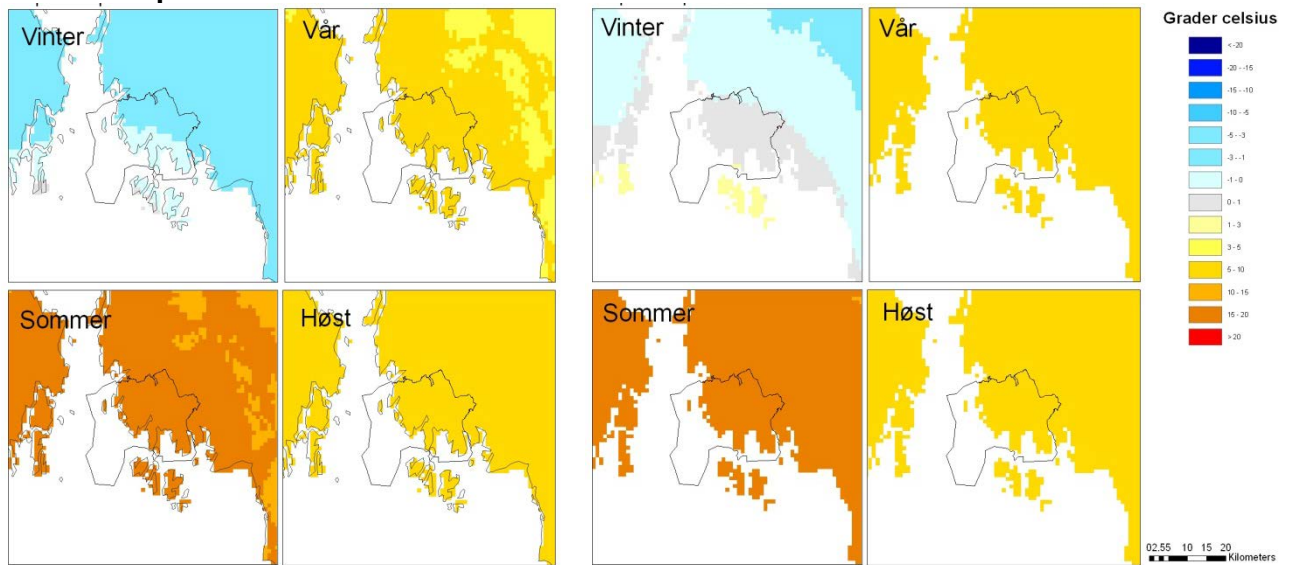
Figur 8.3.18



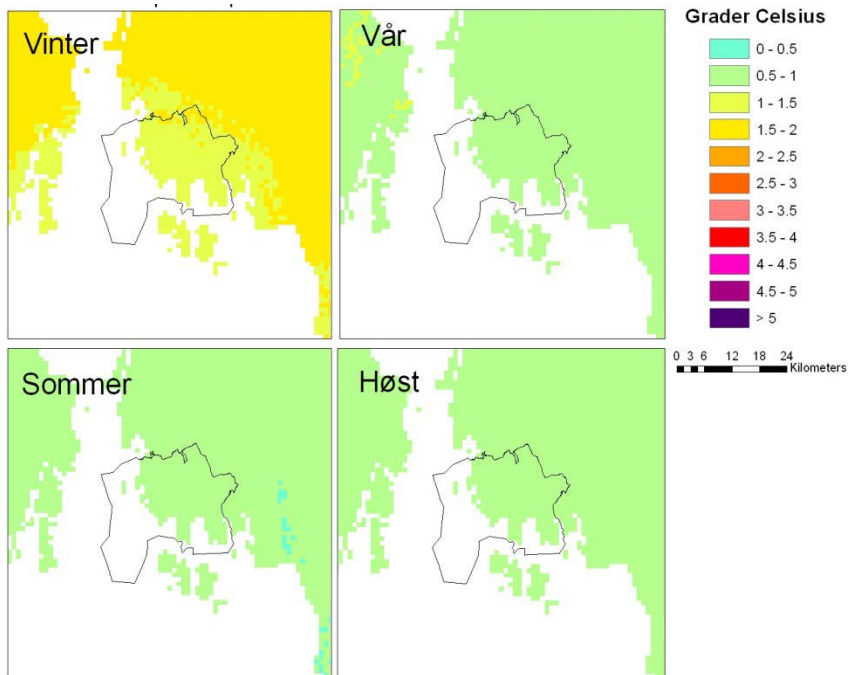
Figur 8.3.19

8.4 Fredrikstad Klimaframskrivinger

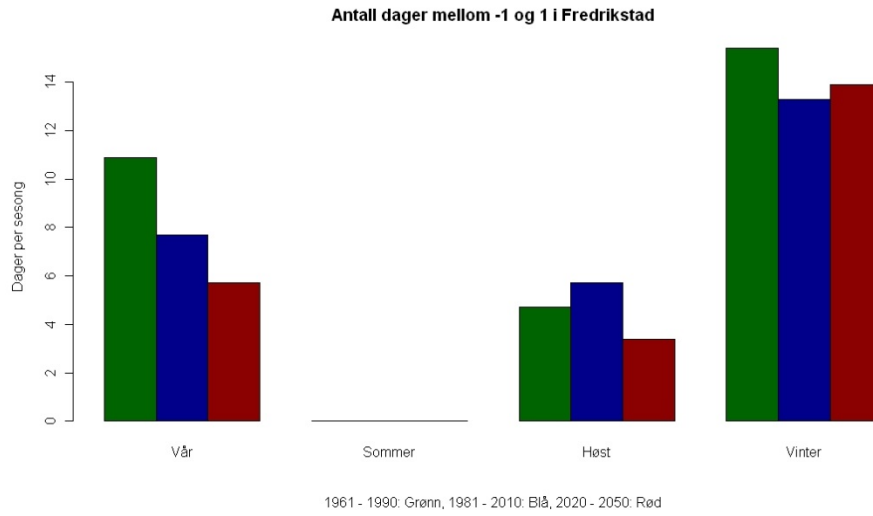
8.4.1 Temperatur



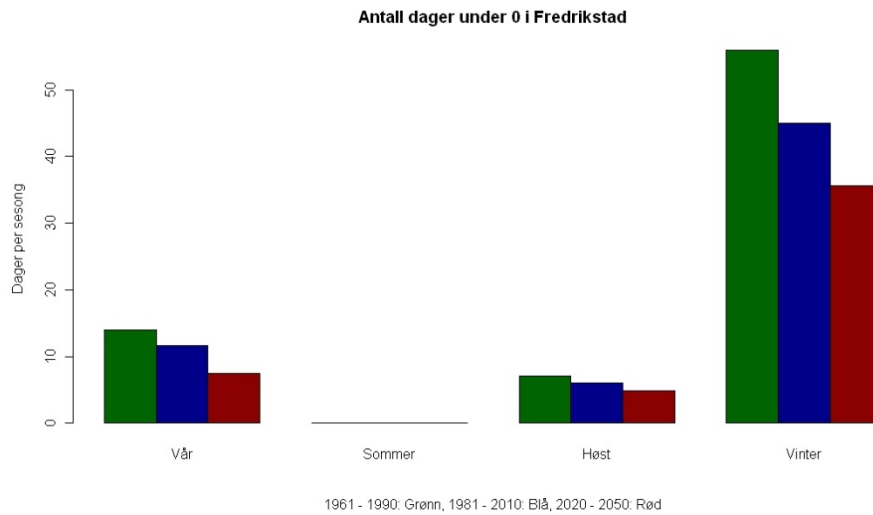
Figur 8.4.1



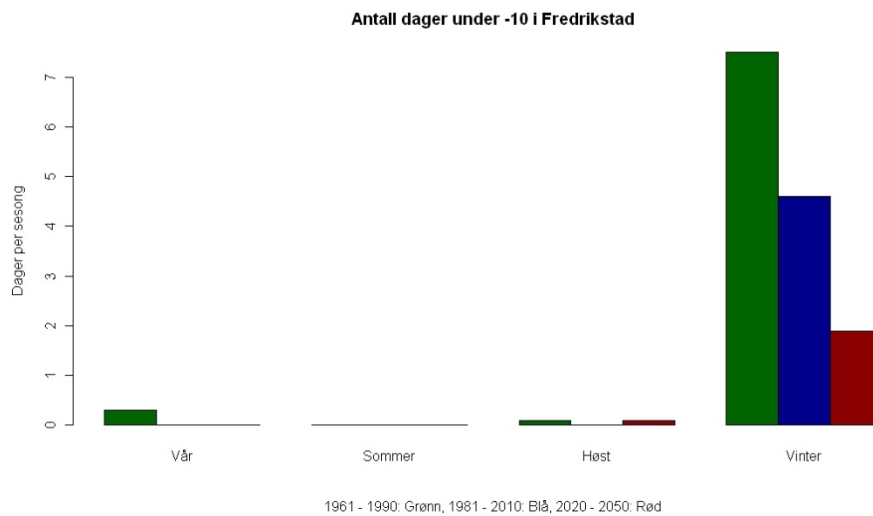
Figur 8.4.2



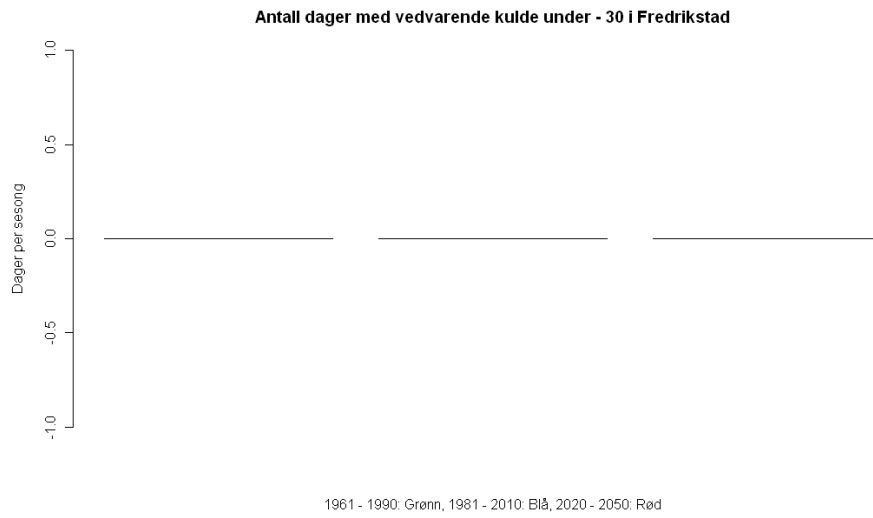
Figur 8.4.3



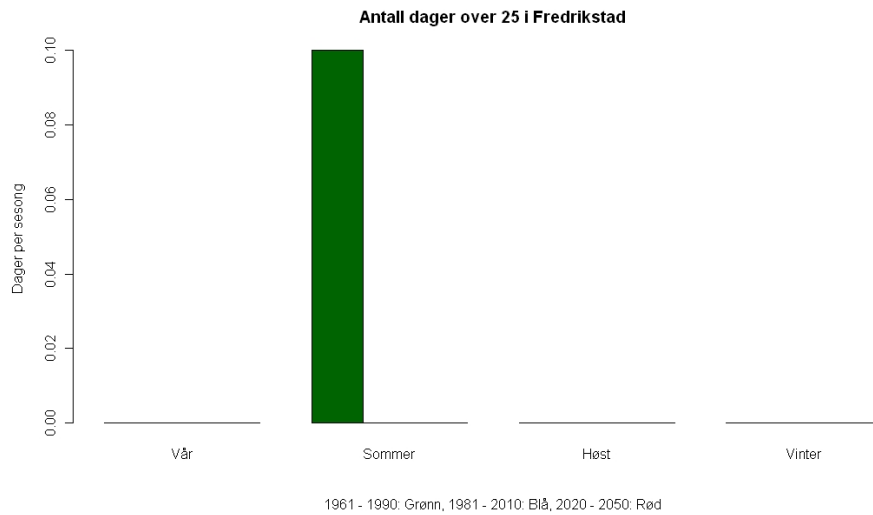
Figur 8.4.4



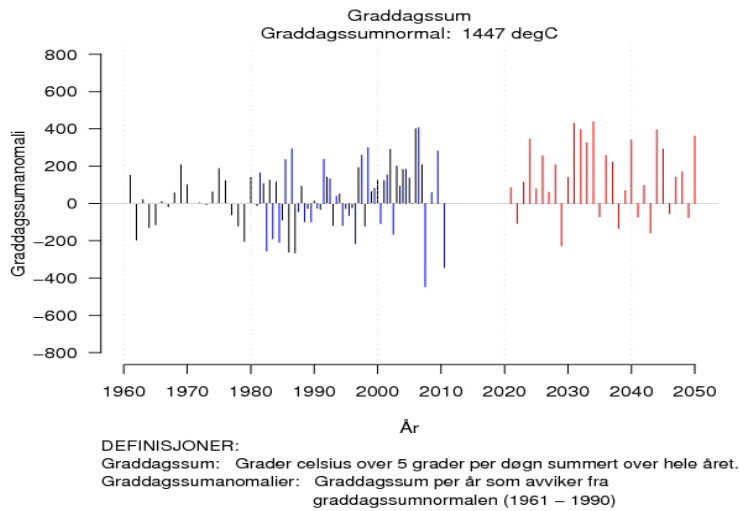
Figur 8.4.5



Figur 8.4.6

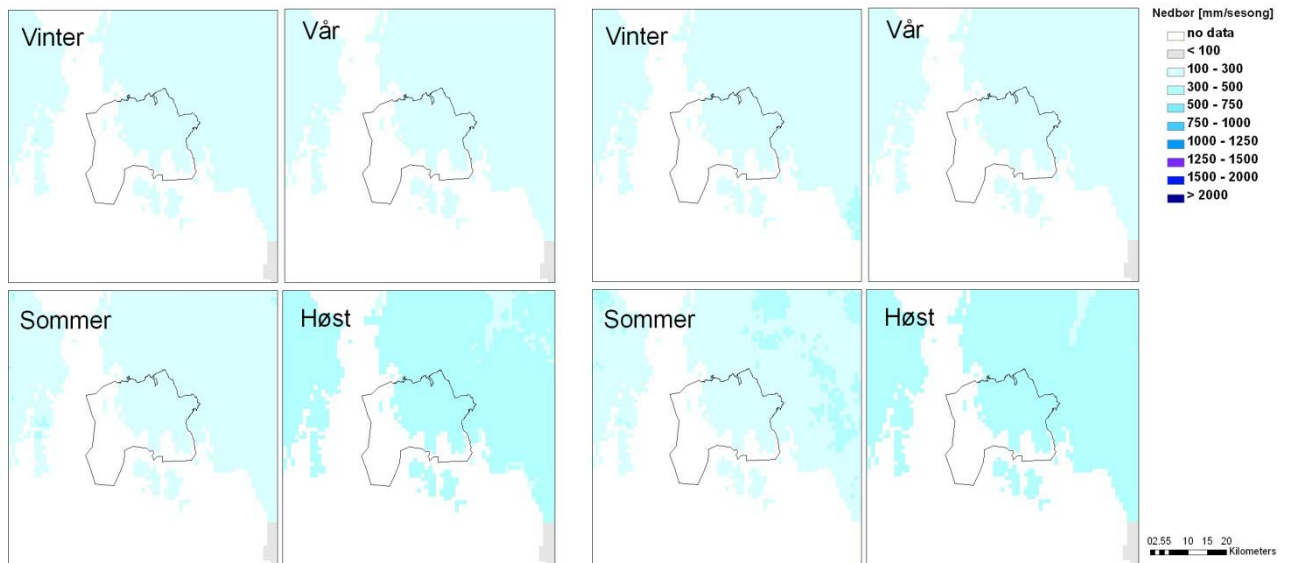


Figur 8.4.7

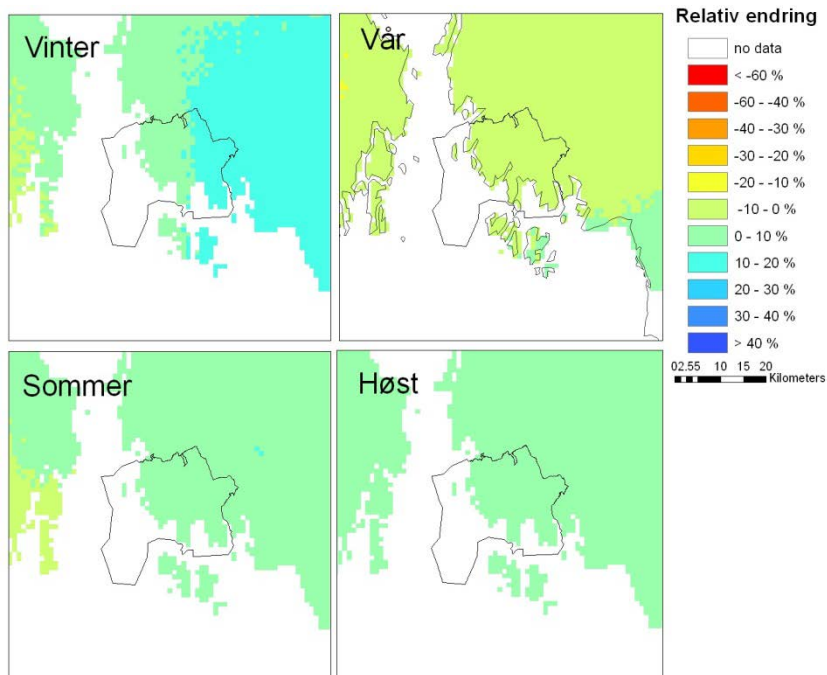


Figur 8.4.8

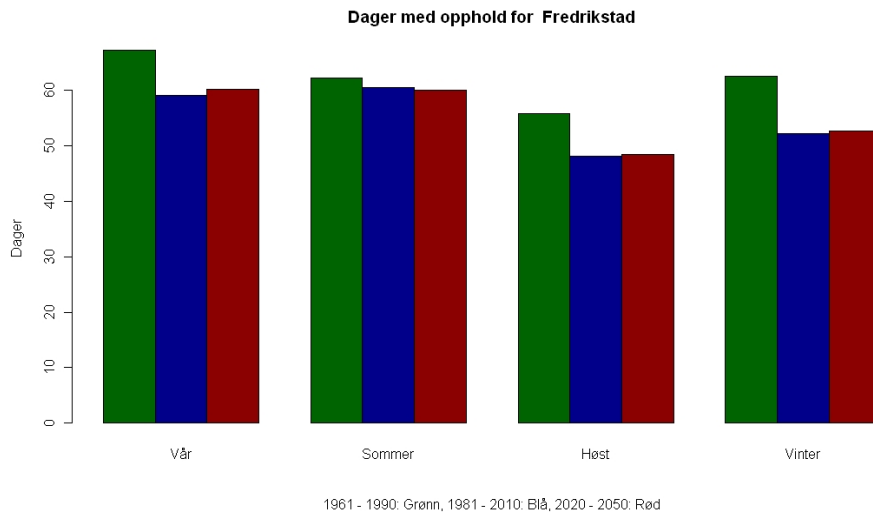
8.4.2 Nedbør



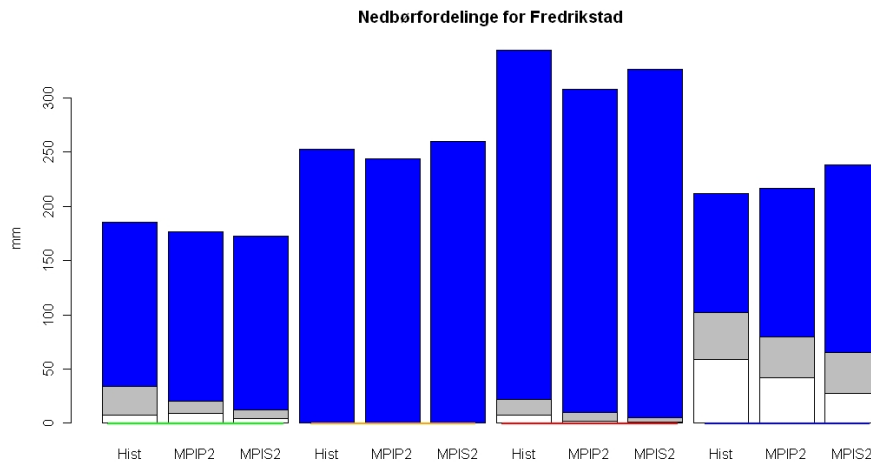
Figur 8.4.9



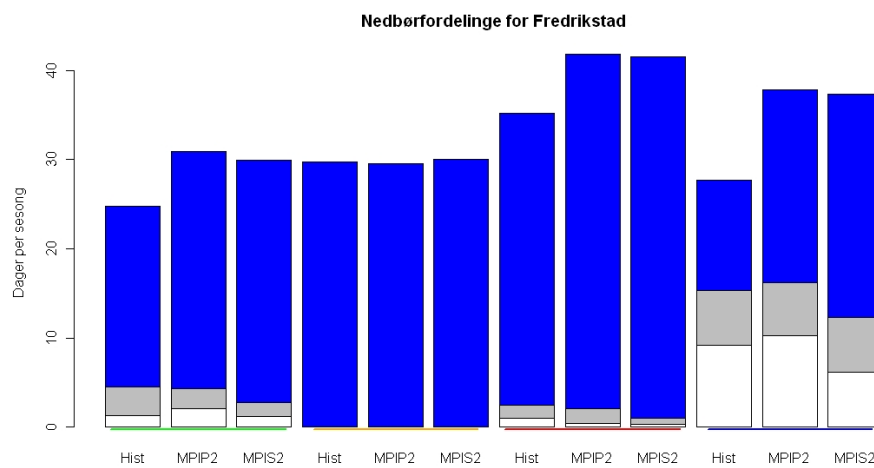
Figur 8.4.10



Figur 8.4.11

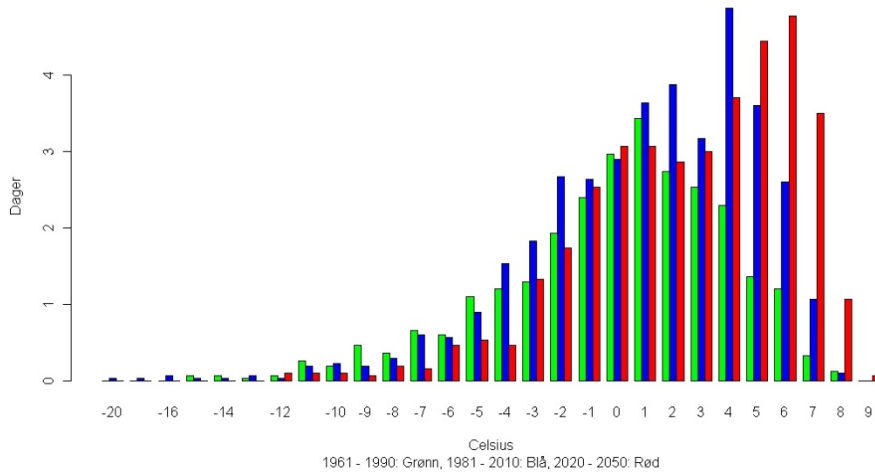


Figur 8.4.12

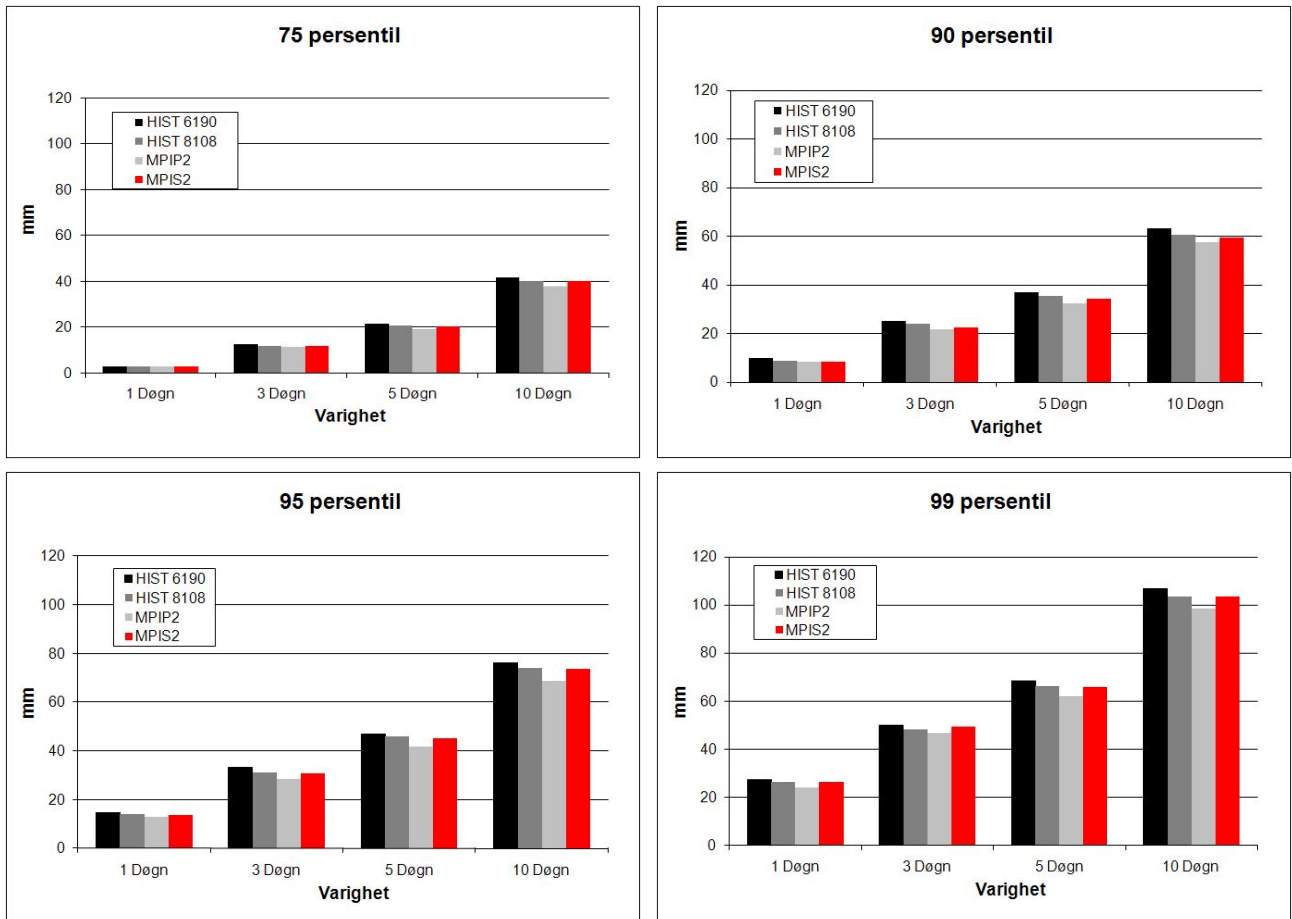


Figur 8.4.13

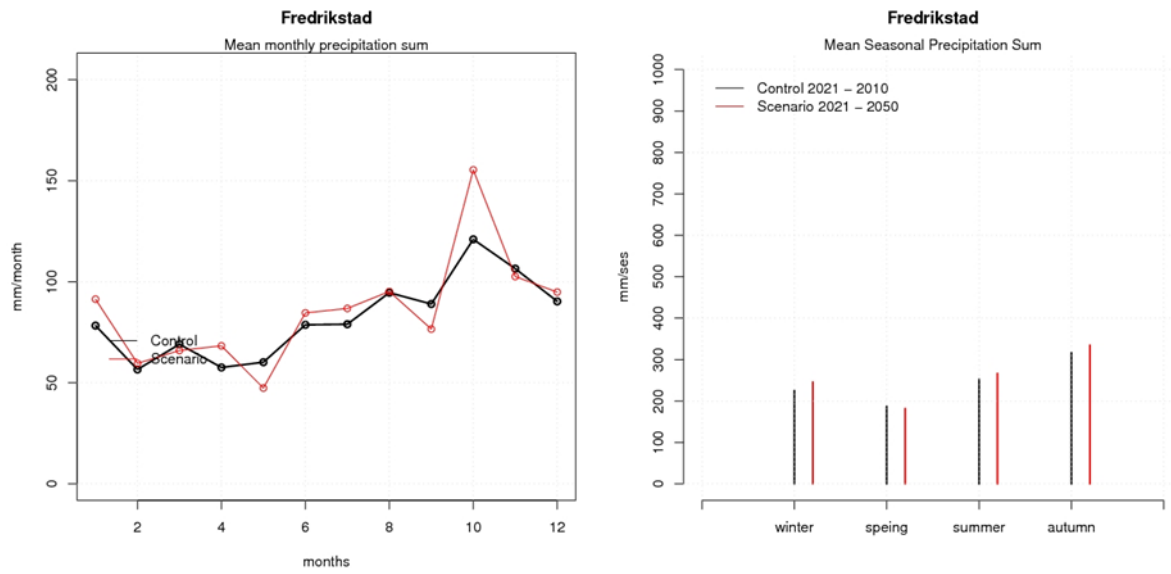
Temperaturfordeling av nedbørdager Fredrikstad



Figur 8.4.14

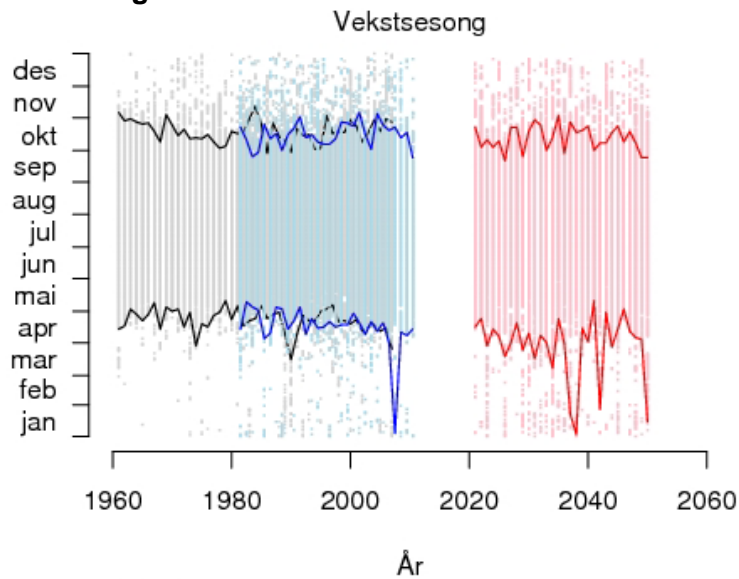


Figur 8.4.15



Figur 8.4.16

8.4.3 Vekstsesong



DEFINISJONER:

Vekstsesong: Døgnmiddeltemperatur > 5 grader Celsius

Start på vekstsesong: Første periode på året med vekstsesong minimum 4 sammenhengende dager

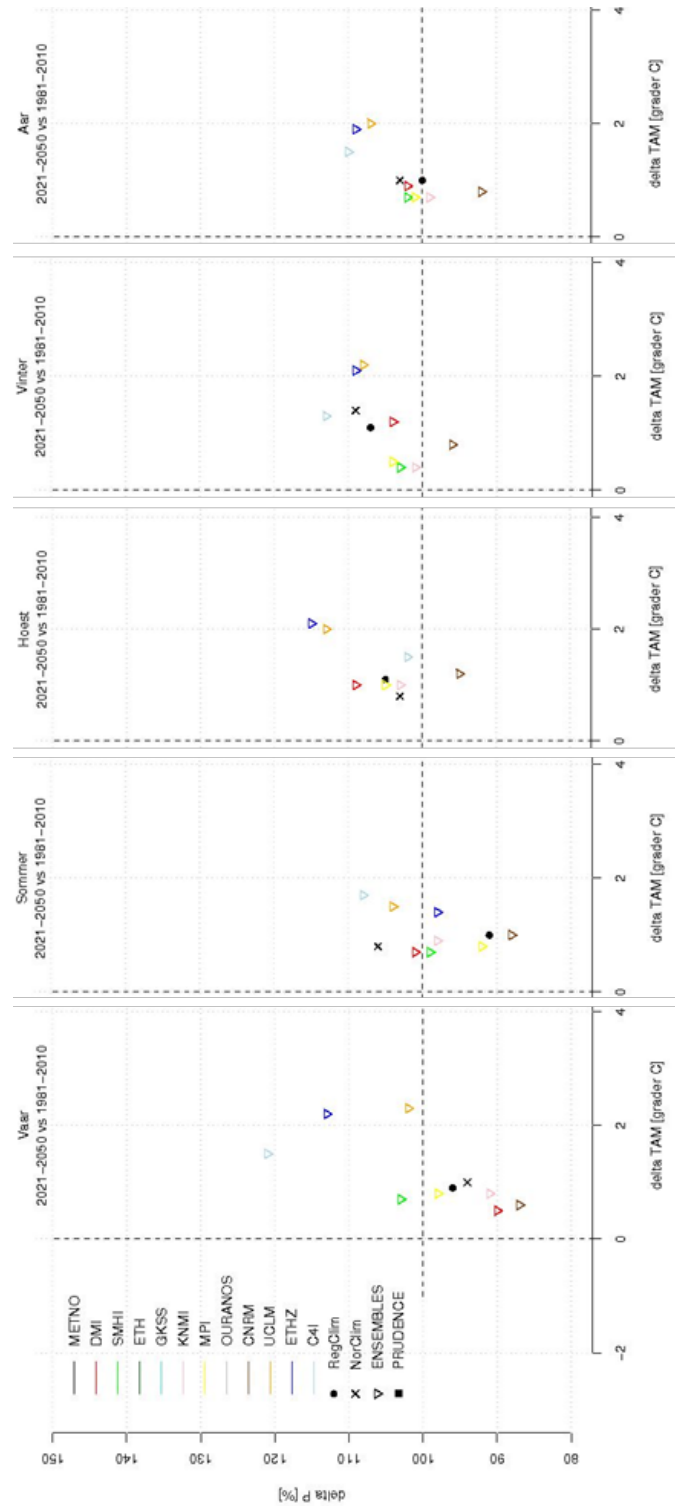
Slutt på vekstsesong: Første periode fom begynnelsen av august uten vekstsesong i minimum 4 sammenhengende dager.

Start og slutt på vekstsesong er vist som heltrukne linjer (hhv nedre og øvre linje)

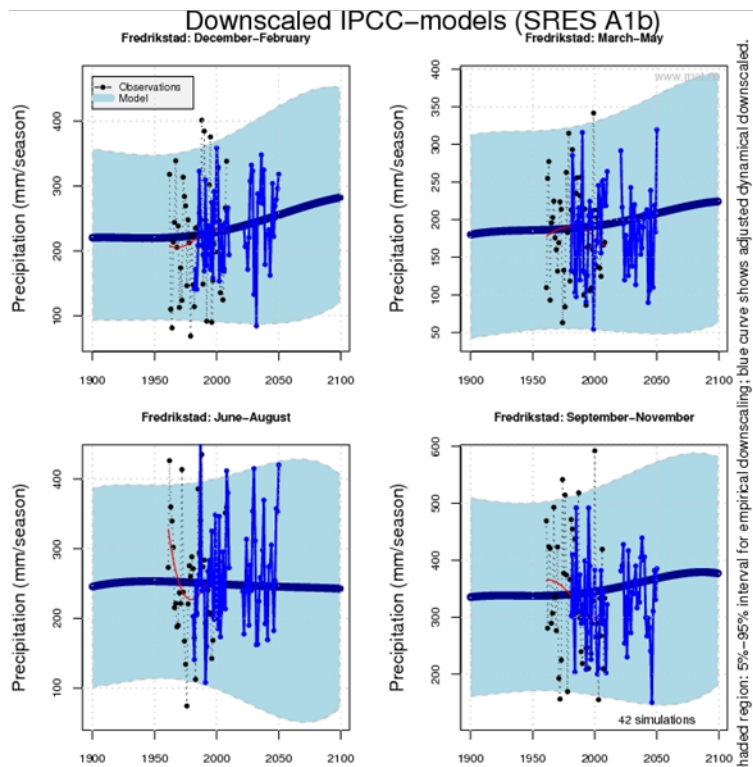
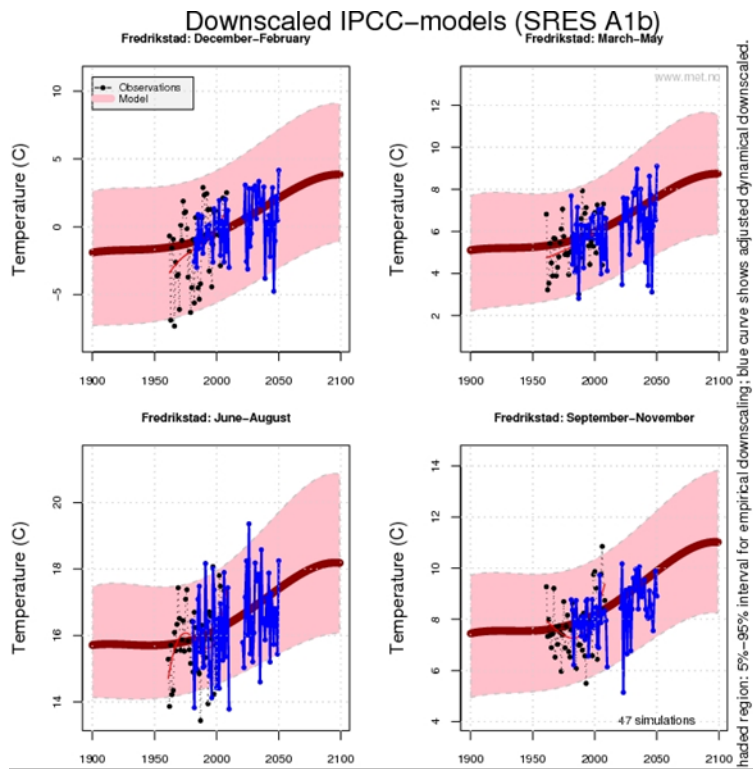
Grå: Historiske data, Blå: Kontrollperiode (modell), Rød: Scenarioperiode(modell)

Figur 8.4.17

8.4.4 Resultater fra ulike modeller



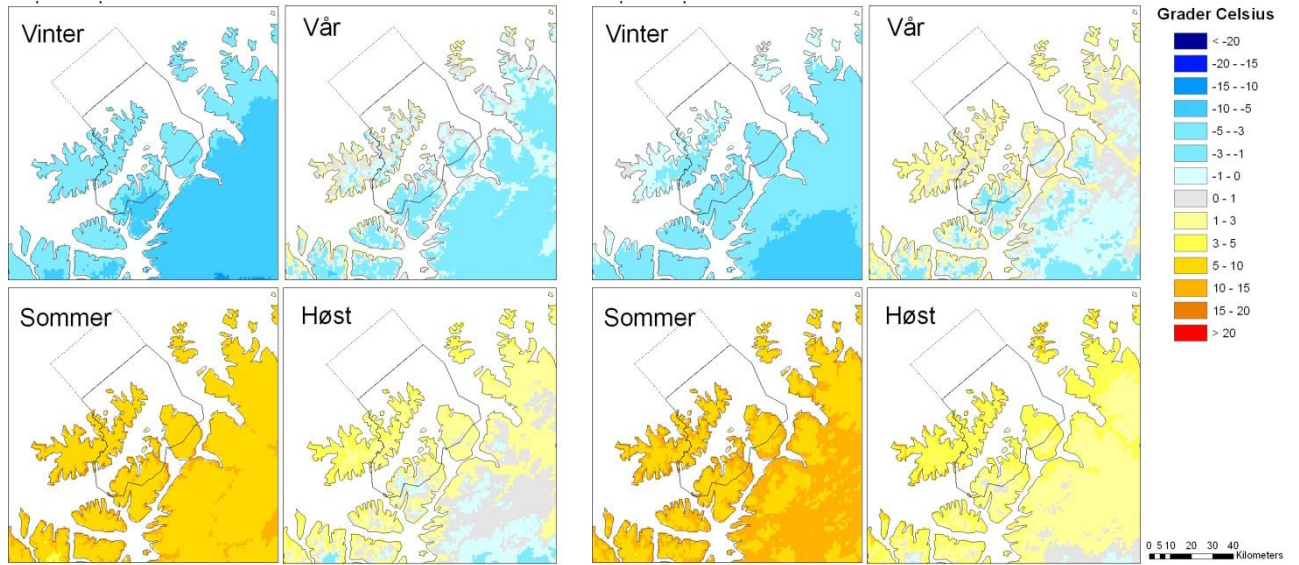
Figur 8.4.18



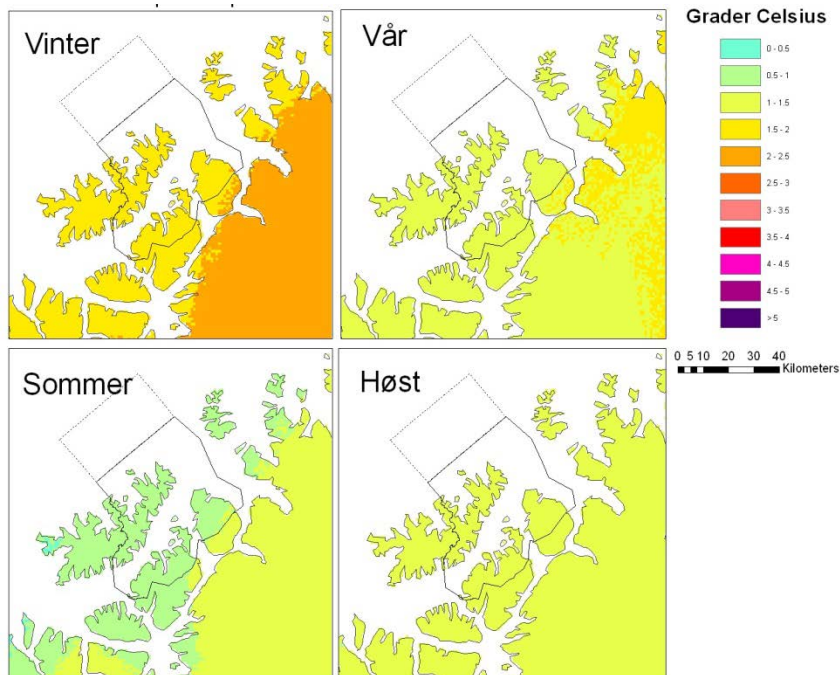
Figur 8.4.19

8.5 Hammerfest Klimaframskrivinger

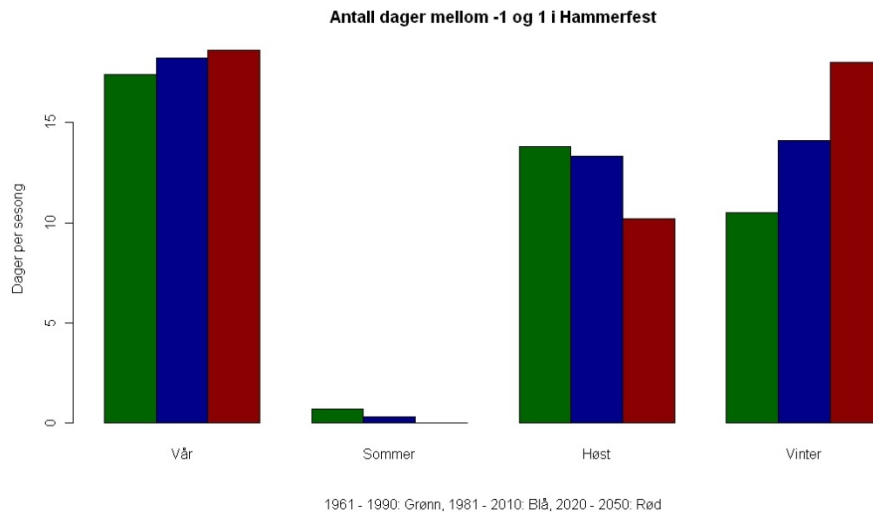
8.5.1 Temperatur



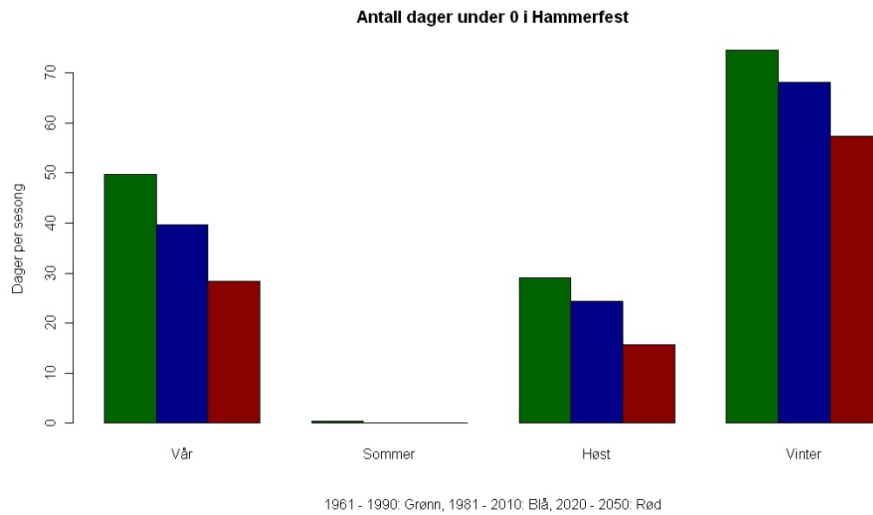
Figur 8.5.1



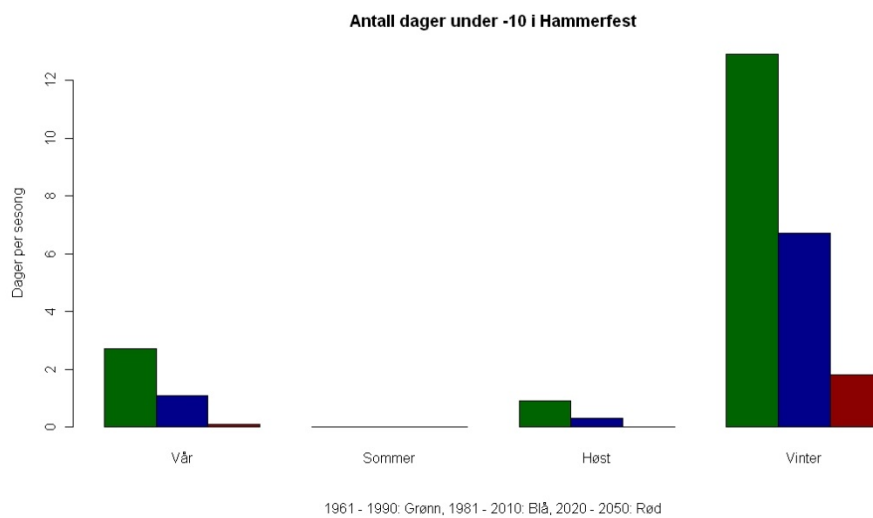
Figur 8.5.2



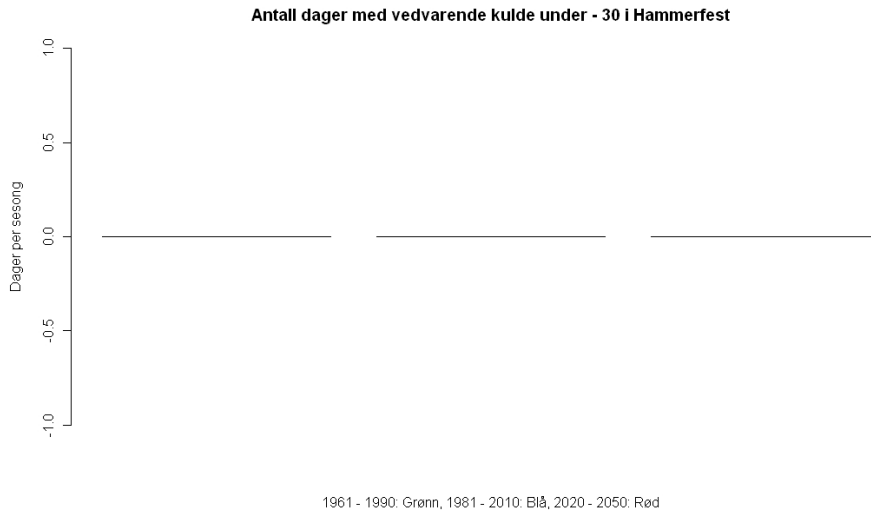
Figur 8.5.3



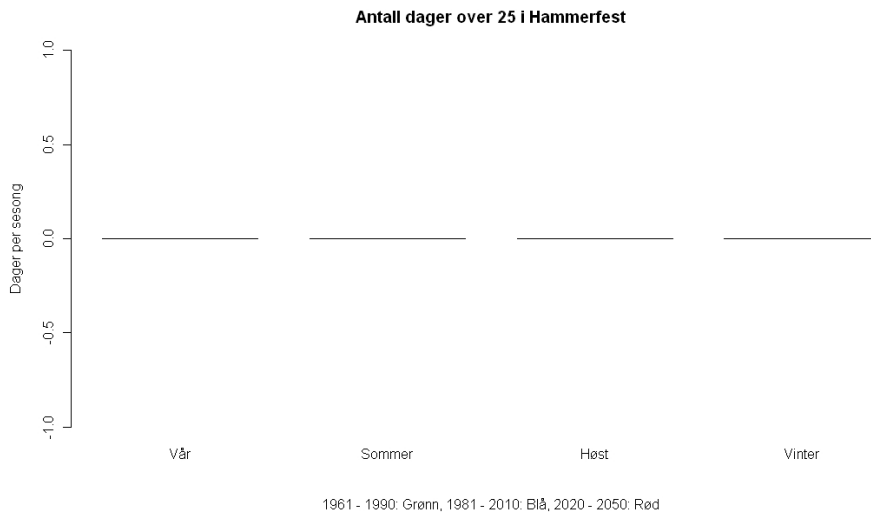
Figur 8.5.4



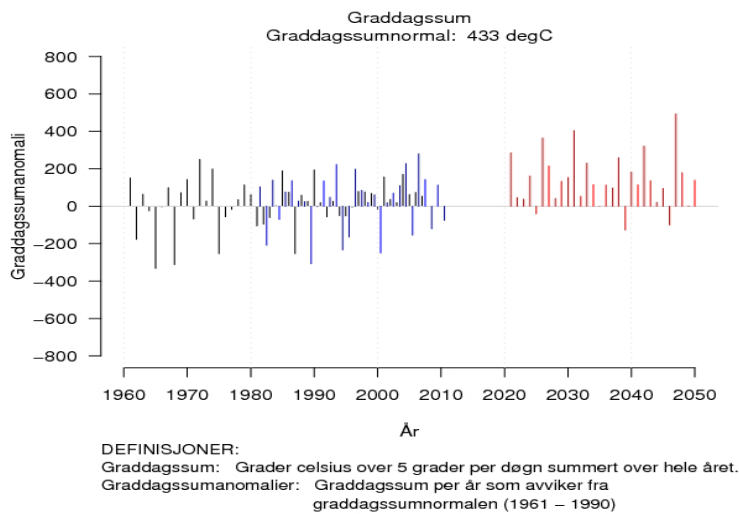
Figur 8.5.5



Figur 8.5.6

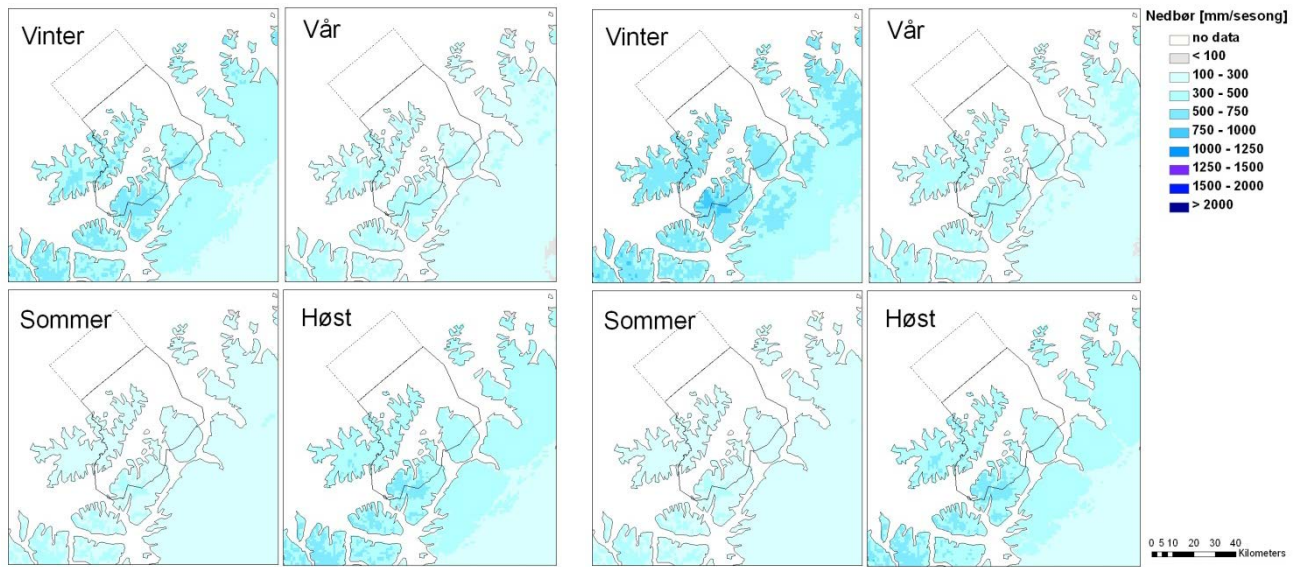


Figur 8.5.7

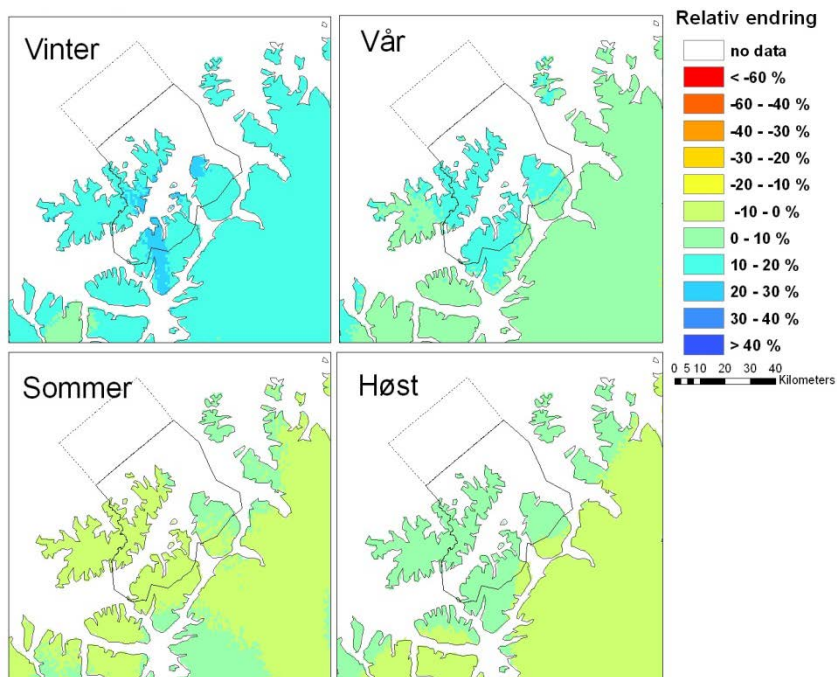


Figur 8.5.8

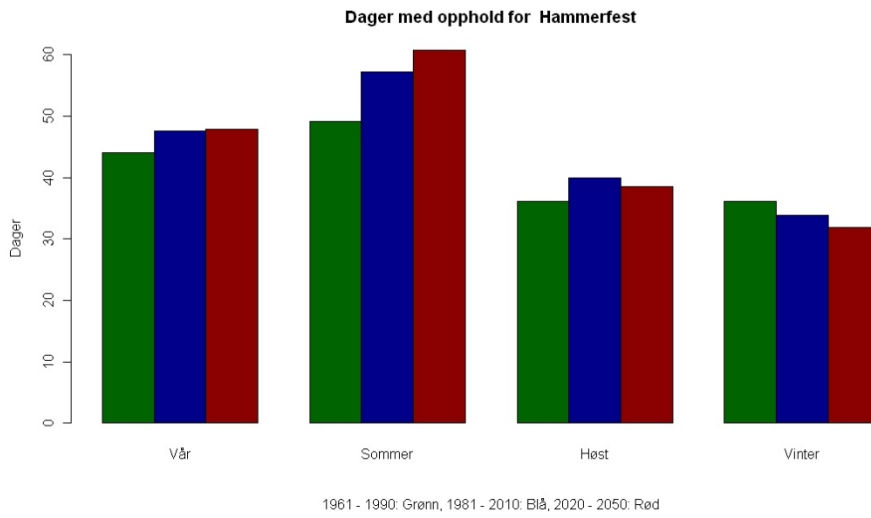
8.5.2 Nedbør



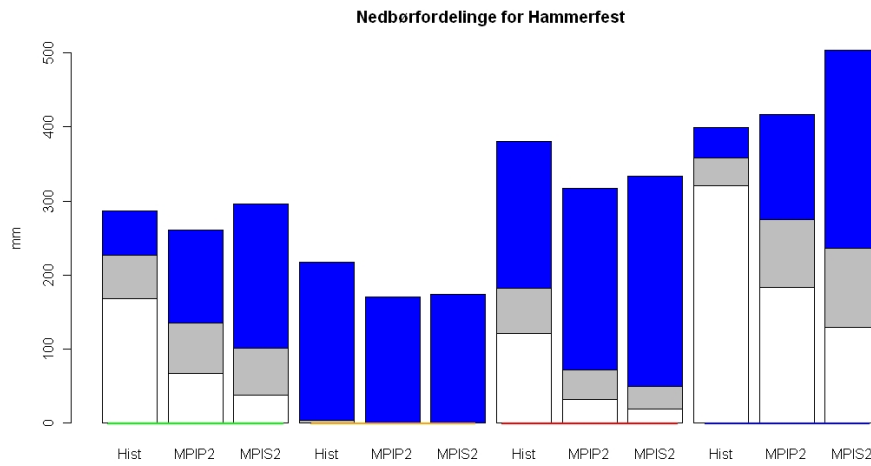
Figur 8.5.9



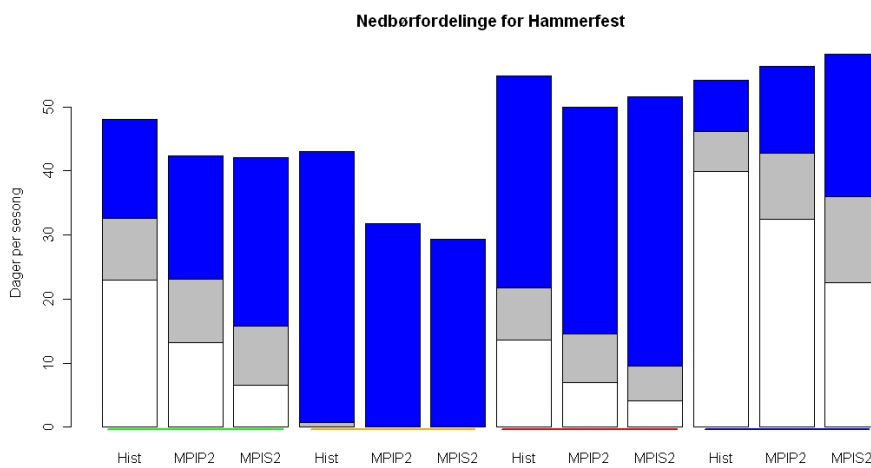
Figur 8.5.10



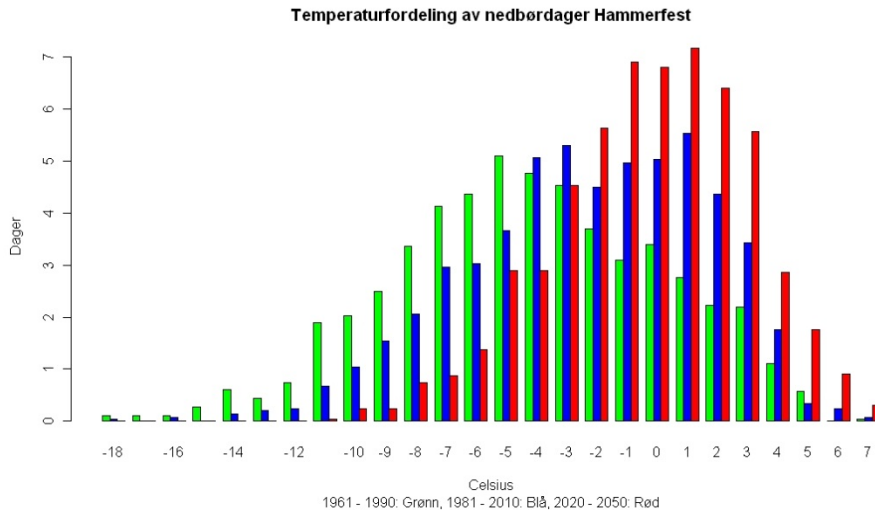
Figur 8.5.11



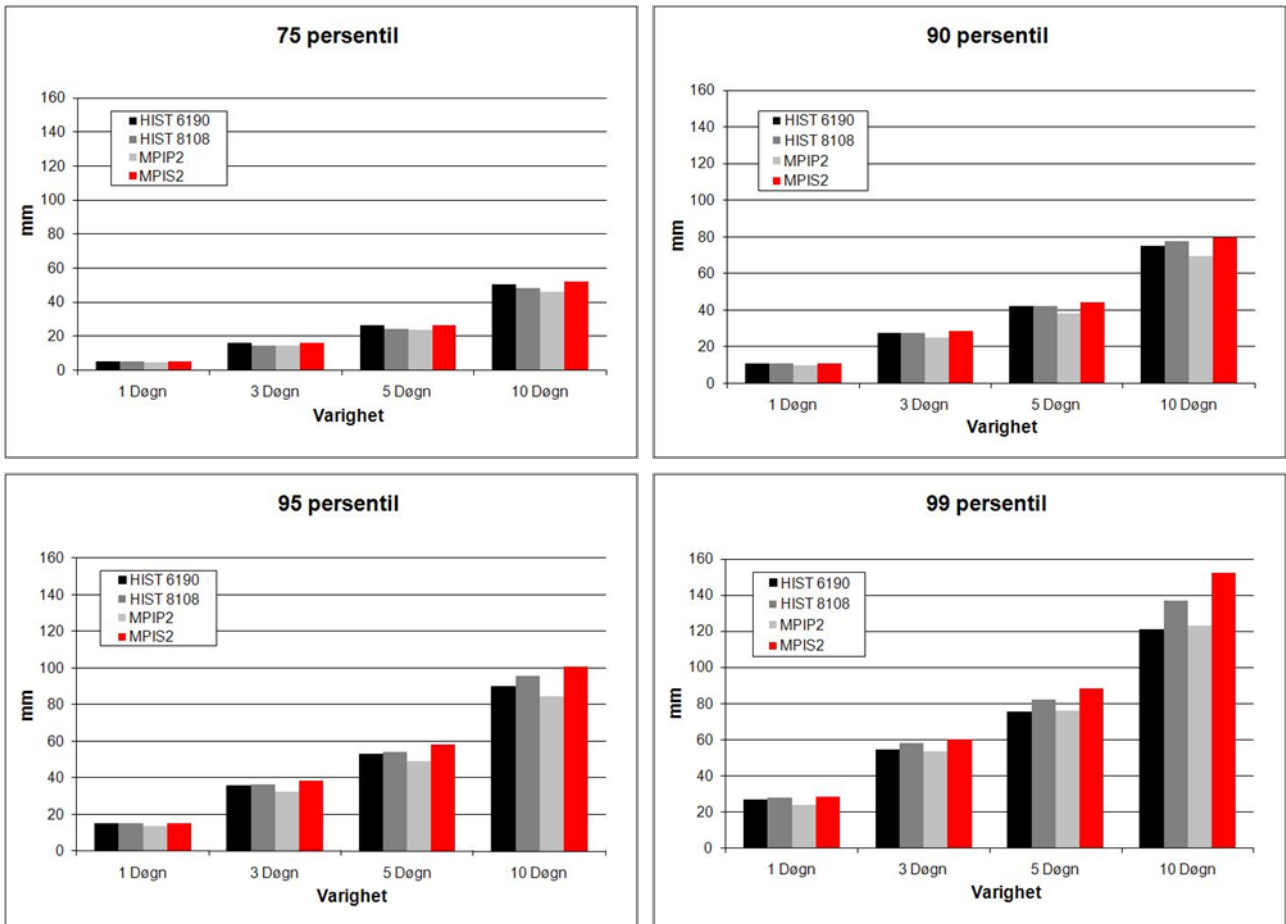
Figur 8.5.12



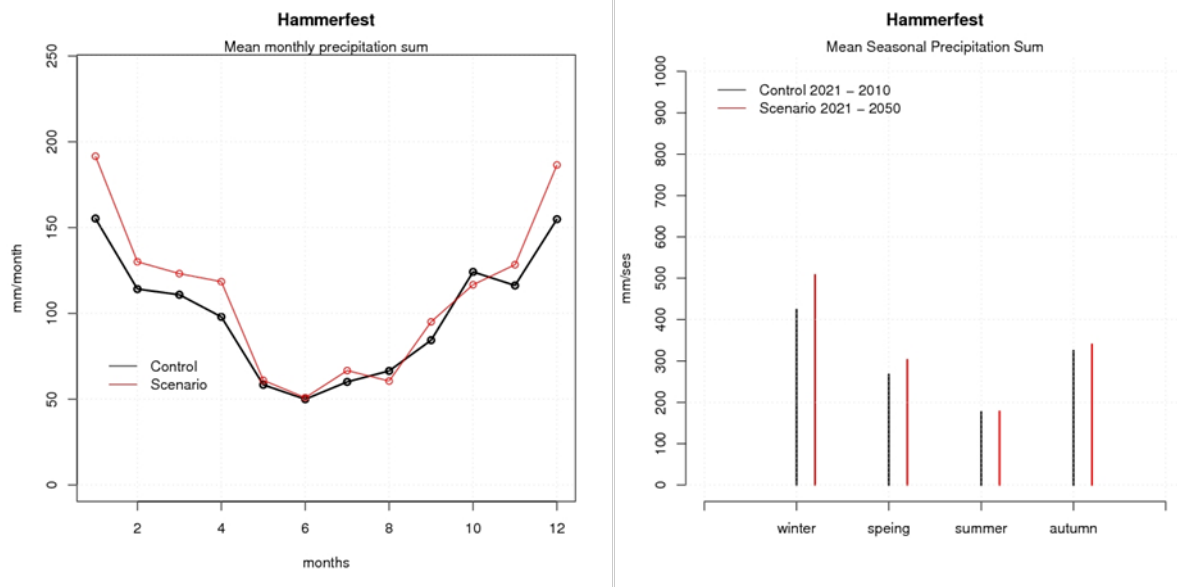
Figur 8.5.13



Figur 8.5.14

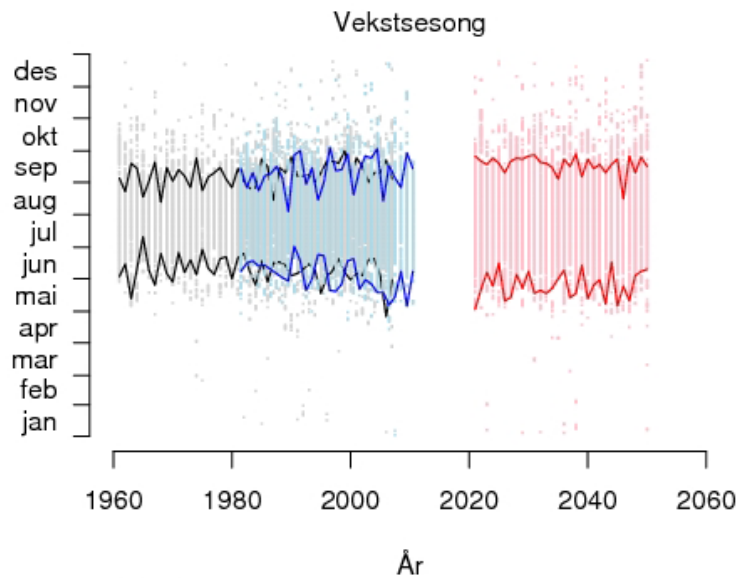


Figur 8.5.15



Figur 8.5.16

8.5.3 Vekstsesong



DEFINISJONER:

Vekstsesong: Døgnmiddeltemperatur > 5 grader Celsius

Start på vekstsesong: Første periode på året med vekstsesong minimum 4 sammenhengende dager

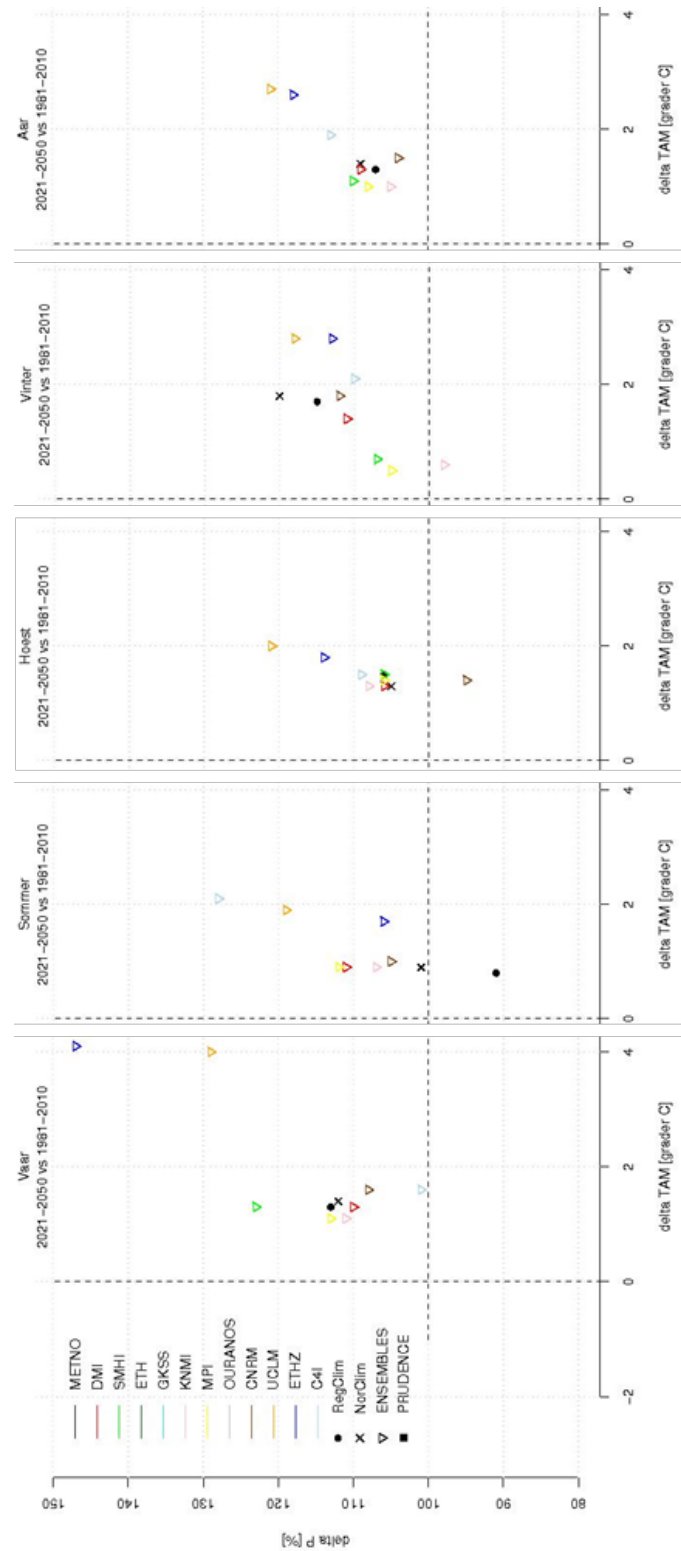
Slutt på vekstsesong: Første periode fom begynnelsen av august uten vekstsesong i minimum 4 sammenhengende dager.

Start og slutt på vekstsesong er vist som heltrukne linjer (hhv nedre og øvre linje)

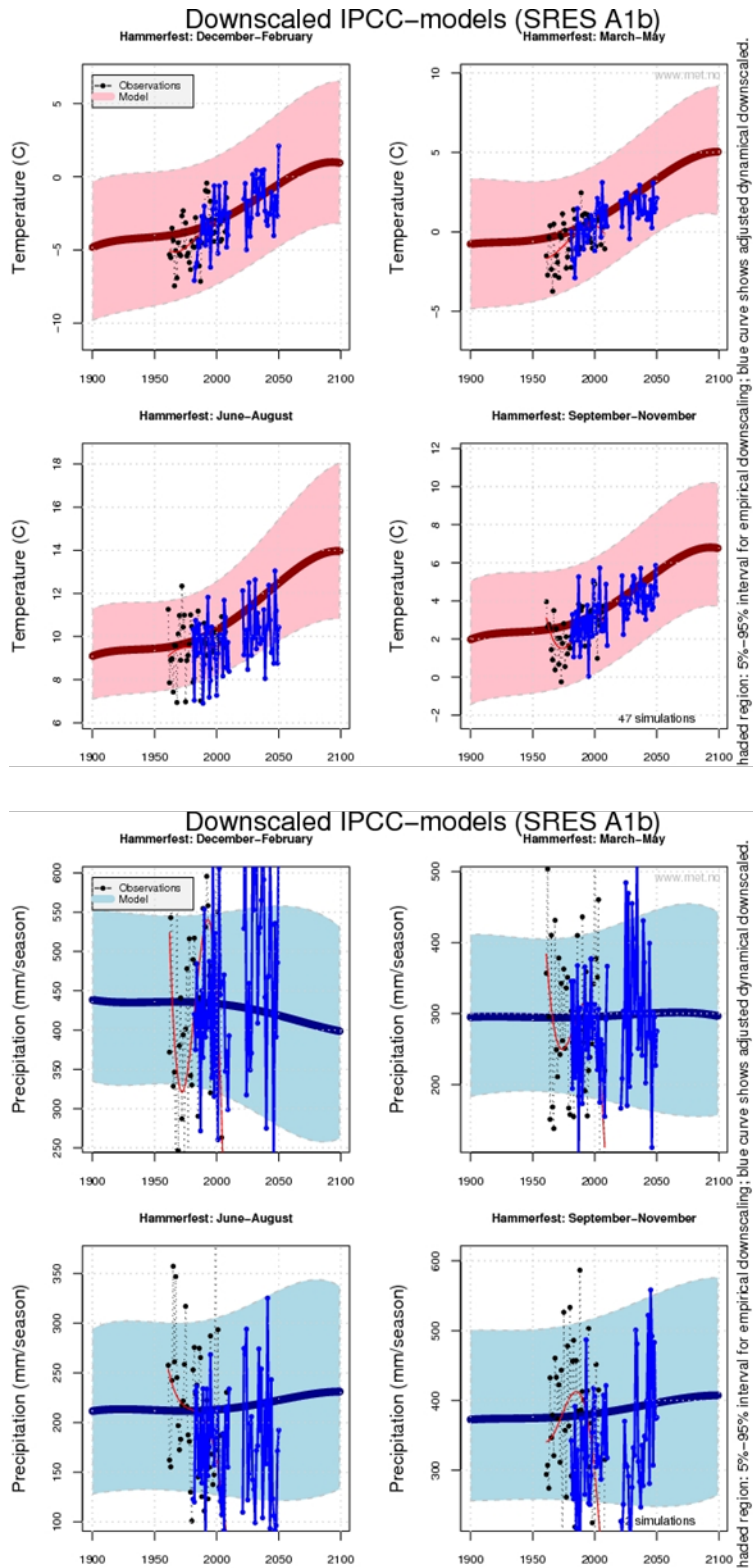
Grå: Historiske data, Blå: Kontrollperiode (modell), Rød: Scenarioperiode(modell)

Figur 8.5.17

8.5.4 Resultater fra ulike modeller



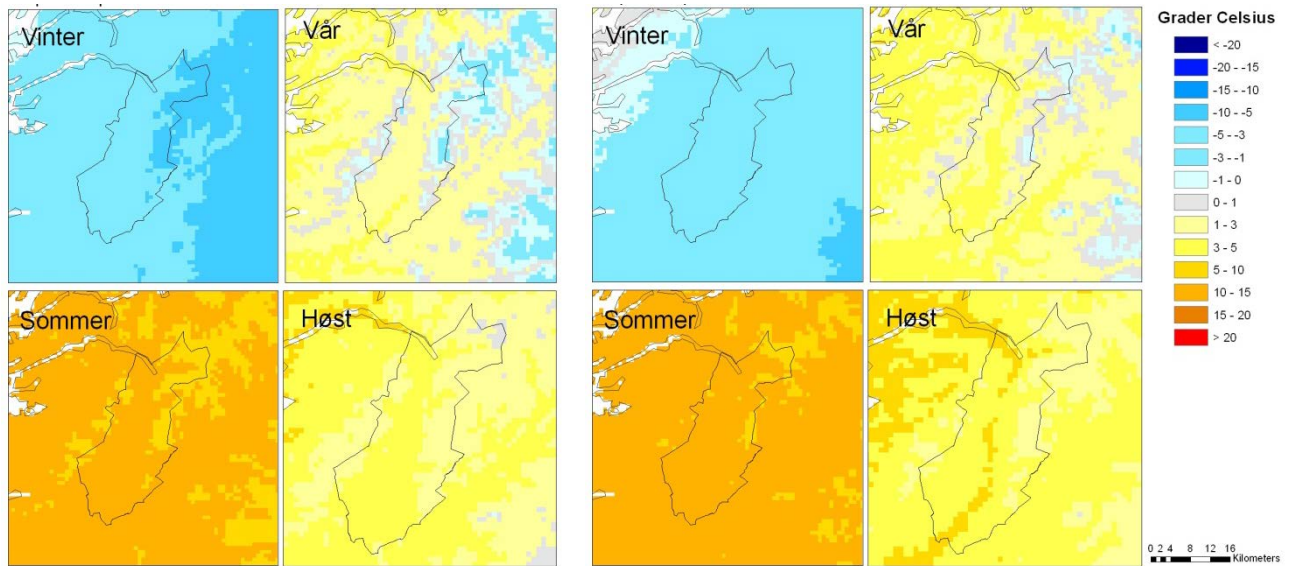
Figur 8.5.18



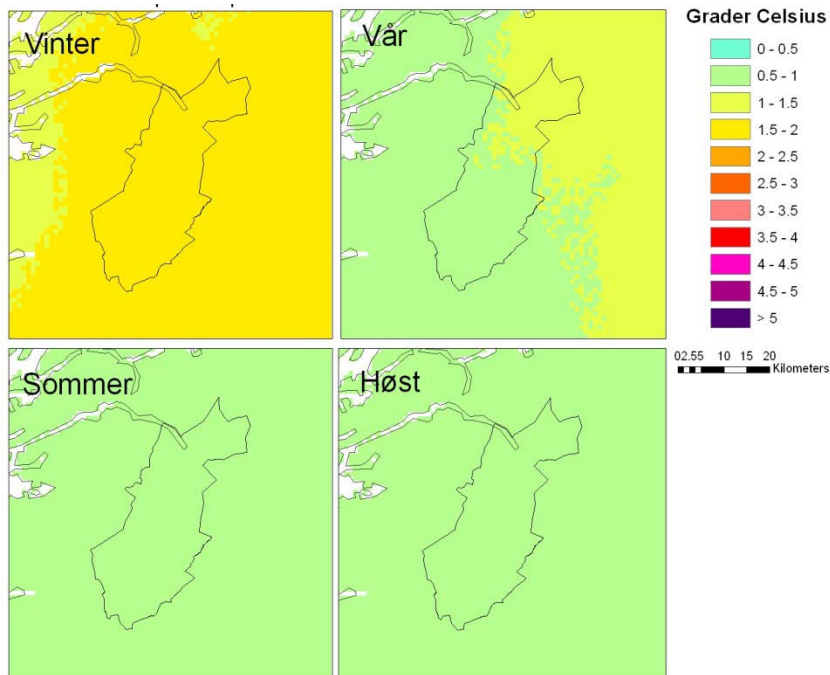
Figur 8.5.19

8.6 Høylandet Klimaframskrivinger

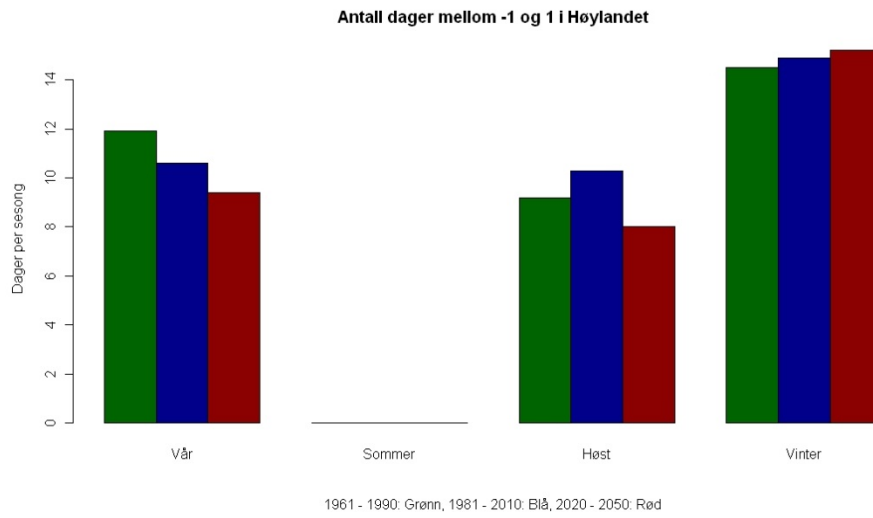
8.6.1 Temperatur



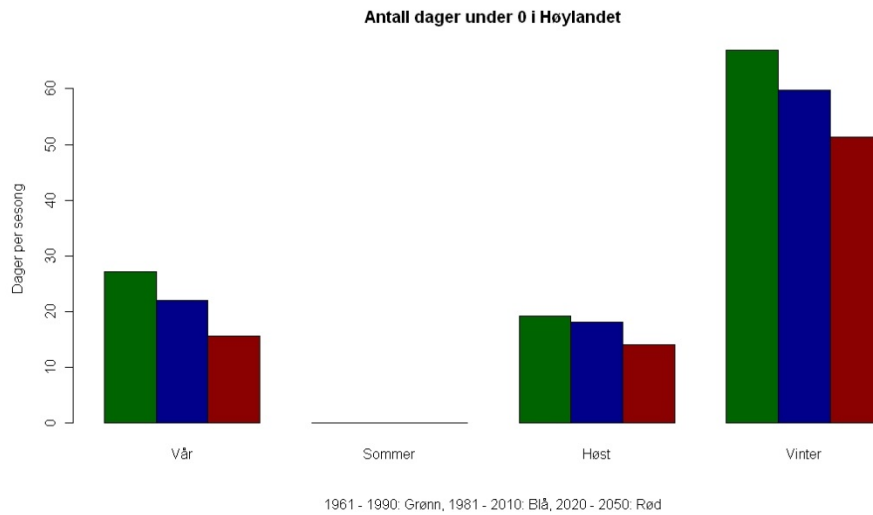
Figur 8.6.1



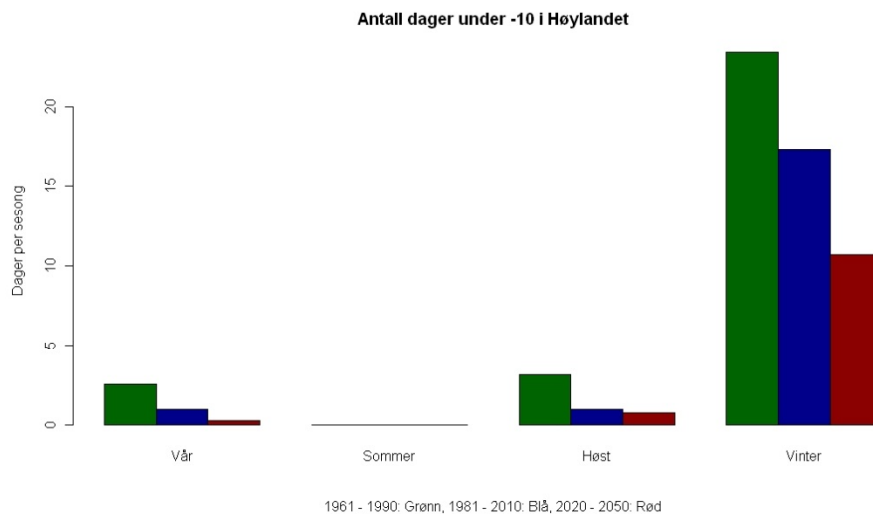
Figur 8.6.2



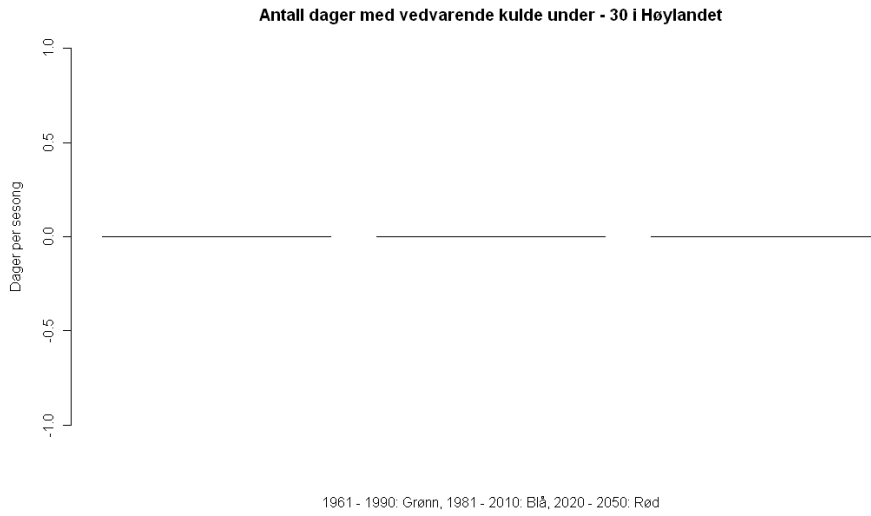
Figur 8.6.3



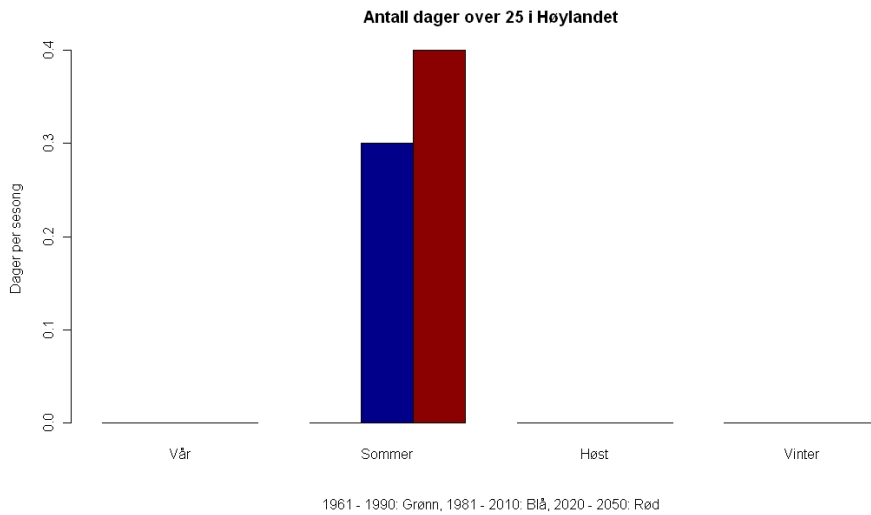
Figur 8.6.4



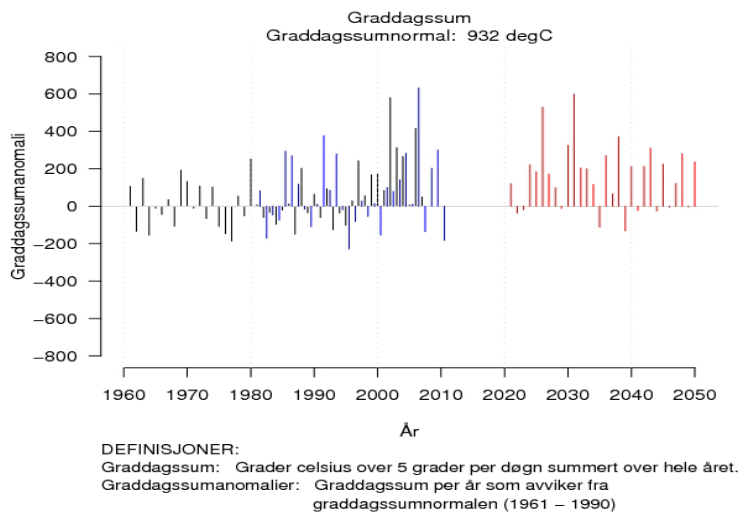
Figur 8.6.5



Figur 8.6.6

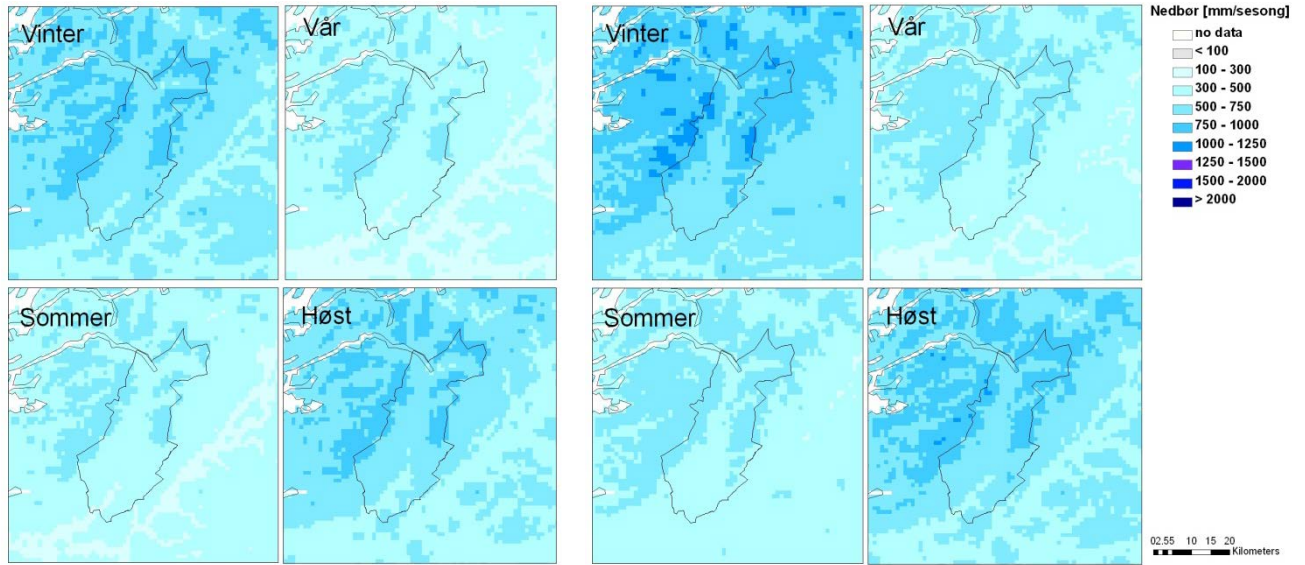


Figur 8.6.7

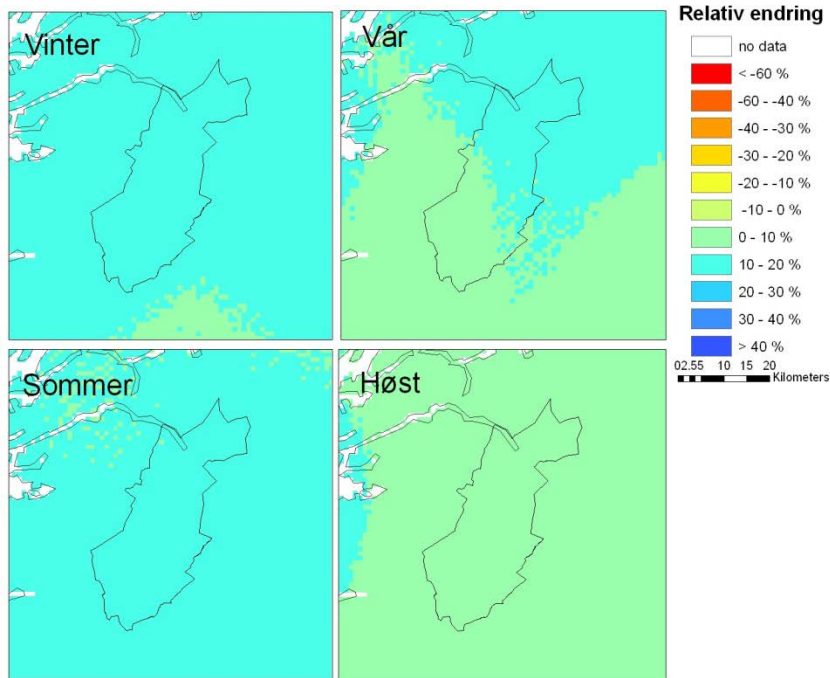


Figur 8.6.8

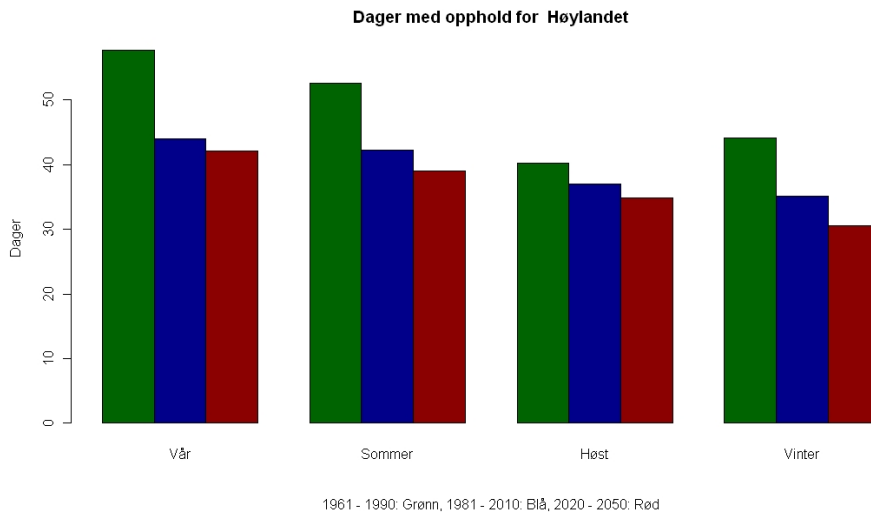
8.6.2 Nedbør



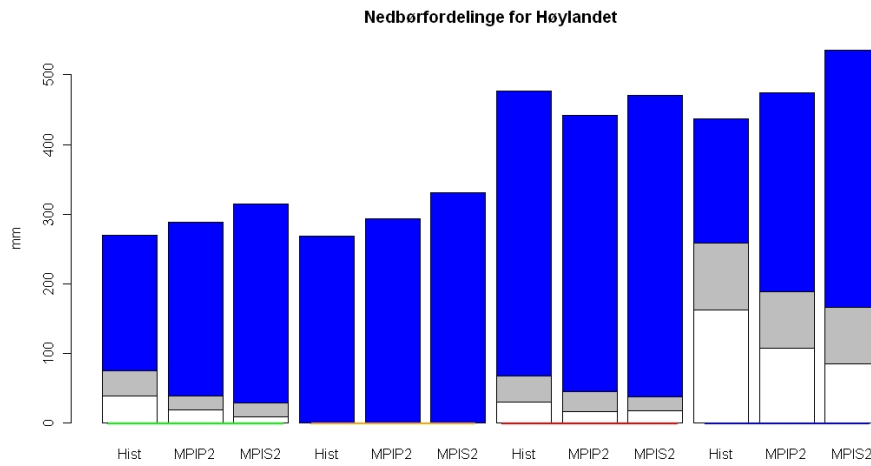
Figur 8.6.9



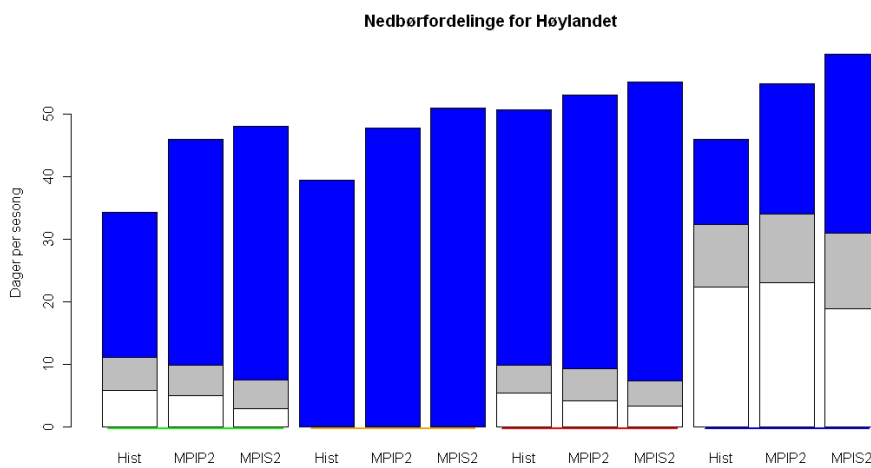
Figur 8.6.10



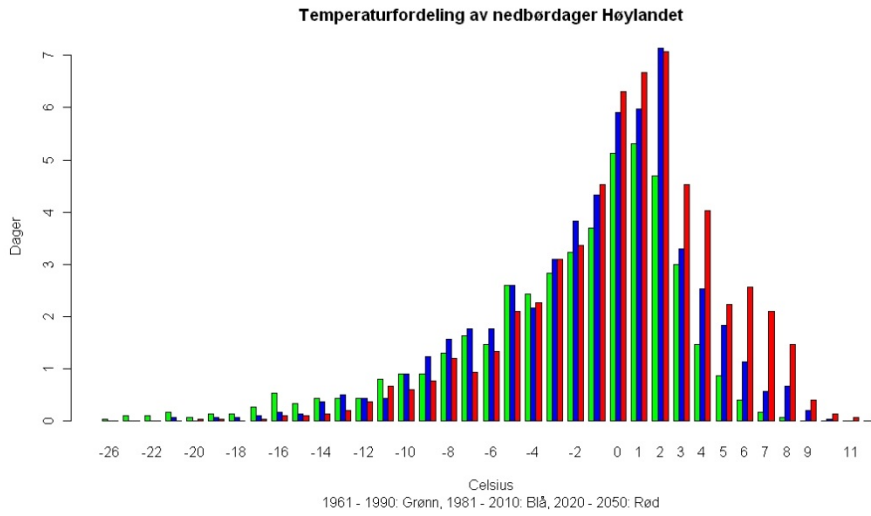
Figur 8.6.11



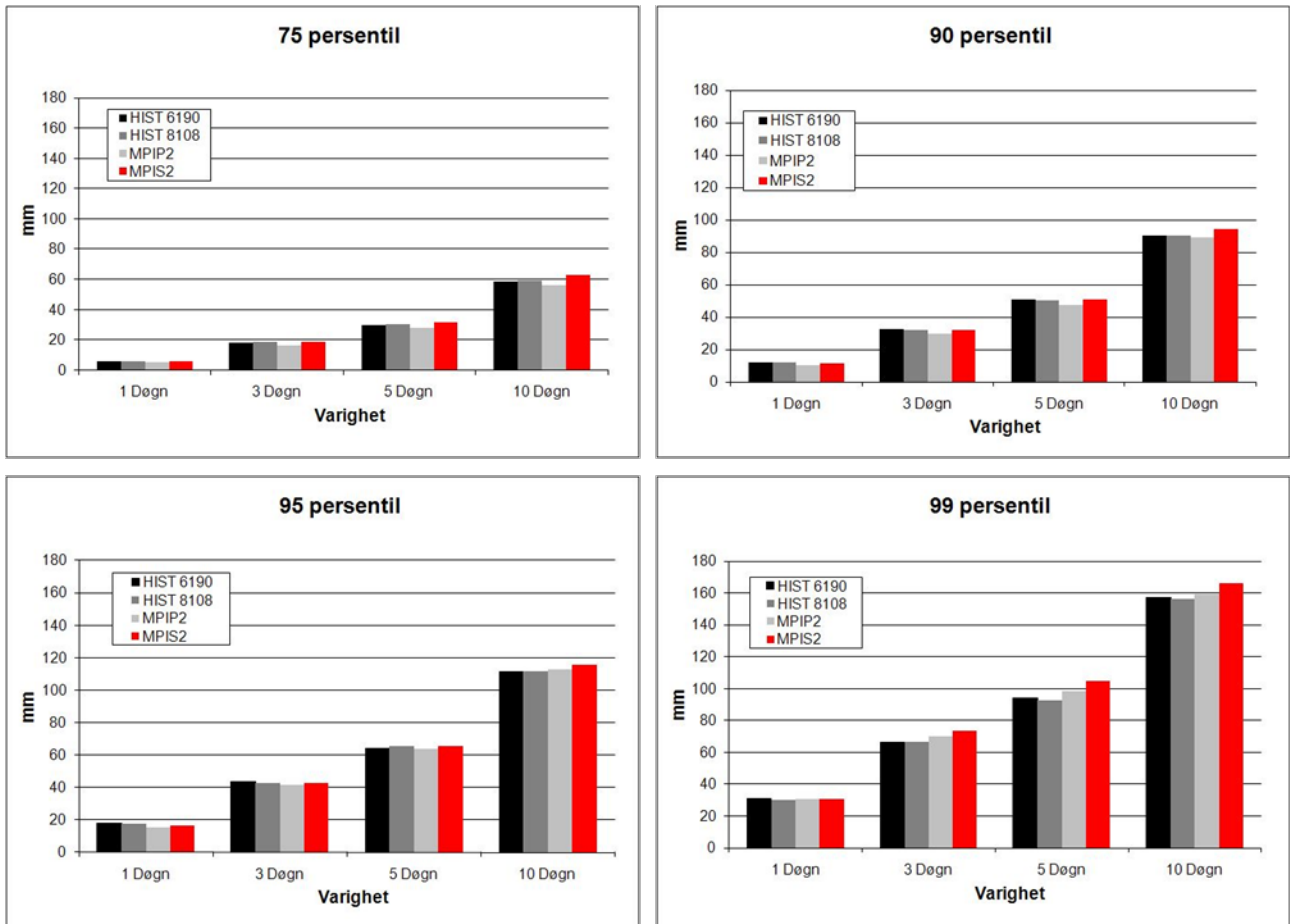
Figur 8.6.12



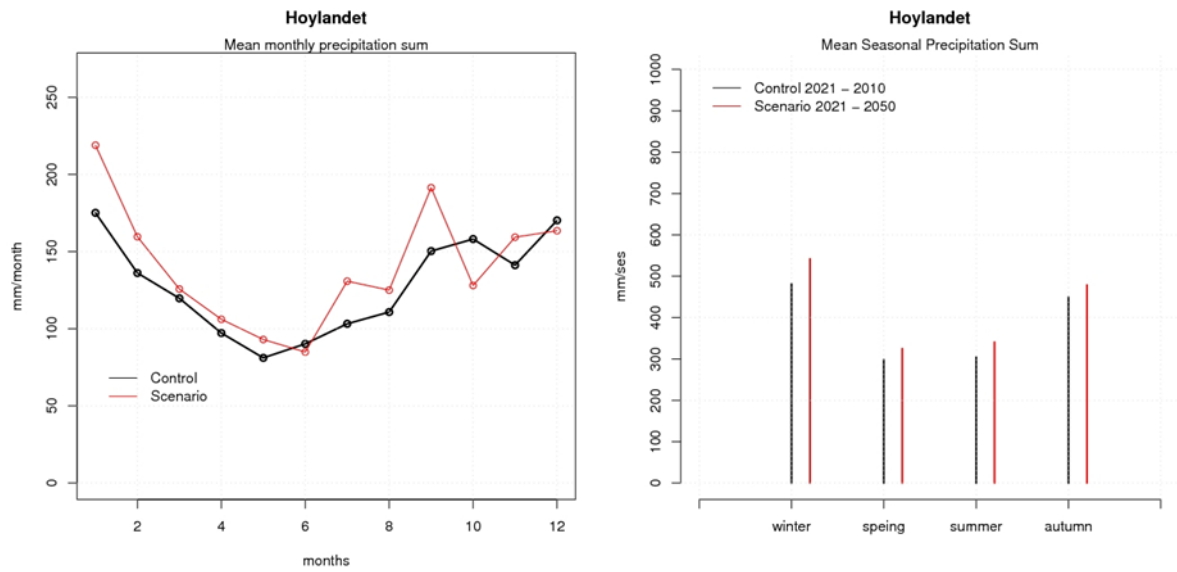
Figur 8.6.13



Figur 8.6.14

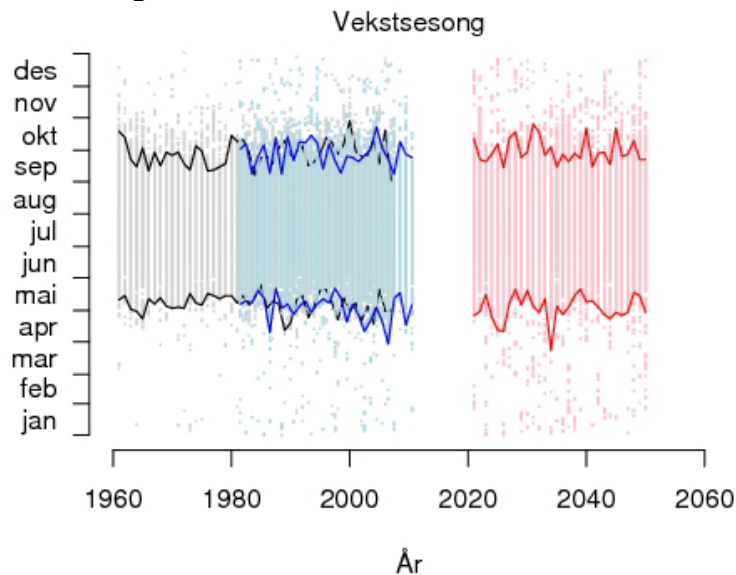


Figur 8.6.15



Figur 8.6.16

8.6.3 Vekstsesong



DEFINISJONER:

Vekstsesong: Døgnmiddeltemperatur > 5 grader Celsius

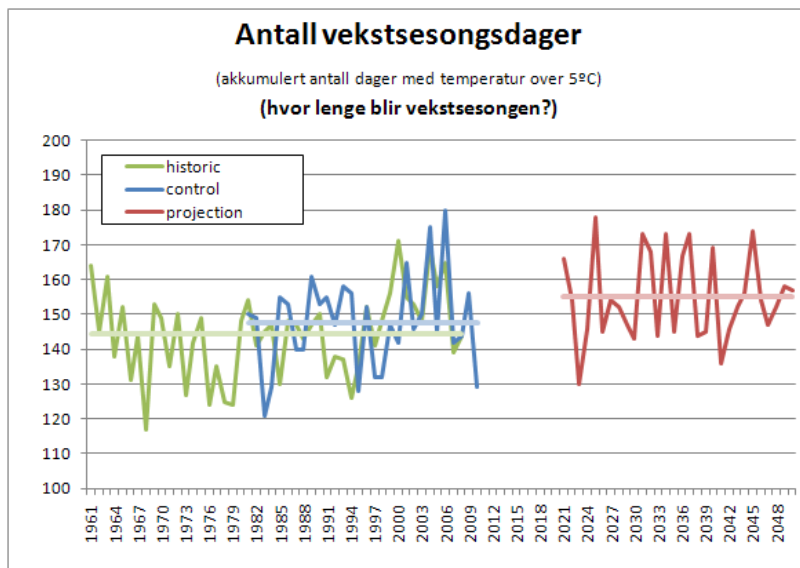
Start på vekstsesong: Første periode på året med vekstsesong minimum 4 sammenhengende dager

Slutt på vekstsesong: Første periode fom begynnelsen av august uten vekstsesong i minimum 4 sammenhengende dager.

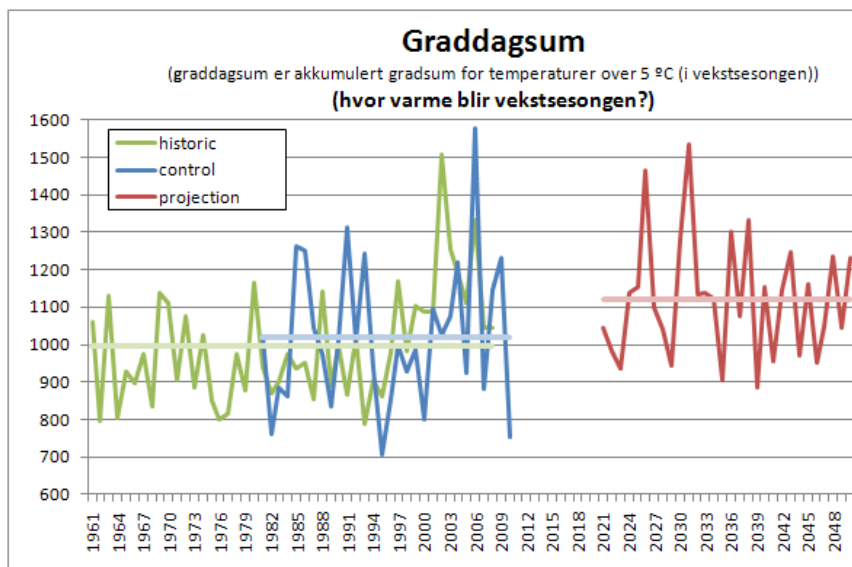
Start og slutt på vekstsesong er vist som heltrukne linjer (hhv nedre og øvre linje)

Grå: Historiske data, Blå: Kontrollperiode (modell), Rød: Scenarioperiode(modell)

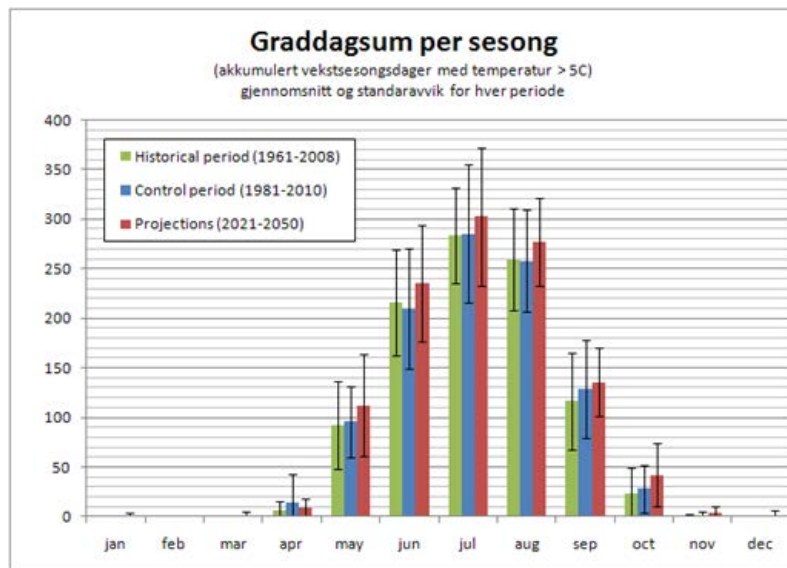
Figur 8.6.17



Figur 8.6.17^b Ekstra figur for Høylandet. Antall vekstsesongdager som viser akkumulert antall dager med minst 4 dager på rad en temperatur over 5°C, fordelt over historisk, kontroll og projisert periode. Horisontale fargete linjer viser gjennomsnittet for hver periode. Figuren viser at vekstsesongen kommer til å øke med omtrent 7-10 dager i perioden 2020-2050.

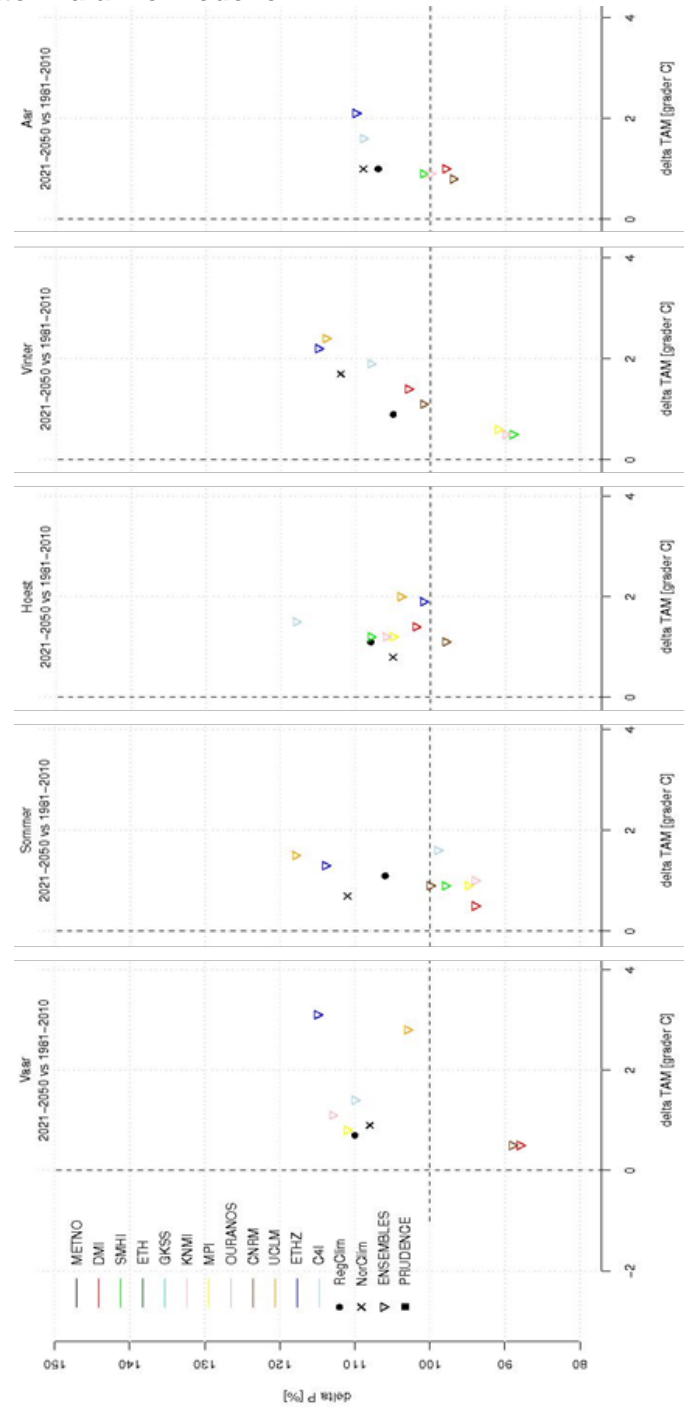


Figur 8.6.17^c Ekstra figur for Høylandet. Graddagssum. Viser akkumulert gradsum for vekstsesongdagene (minst 4 sammenhengende dager over 5°C), fordelt over historisk, kontroll og projisert periode. Horisontale fargete linjer viser gjennomsnittet for hver periode. Figuren viser at vekstsesongen blir akkumulert omtrent 100-125 grader varmere i perioden 2020-2050.

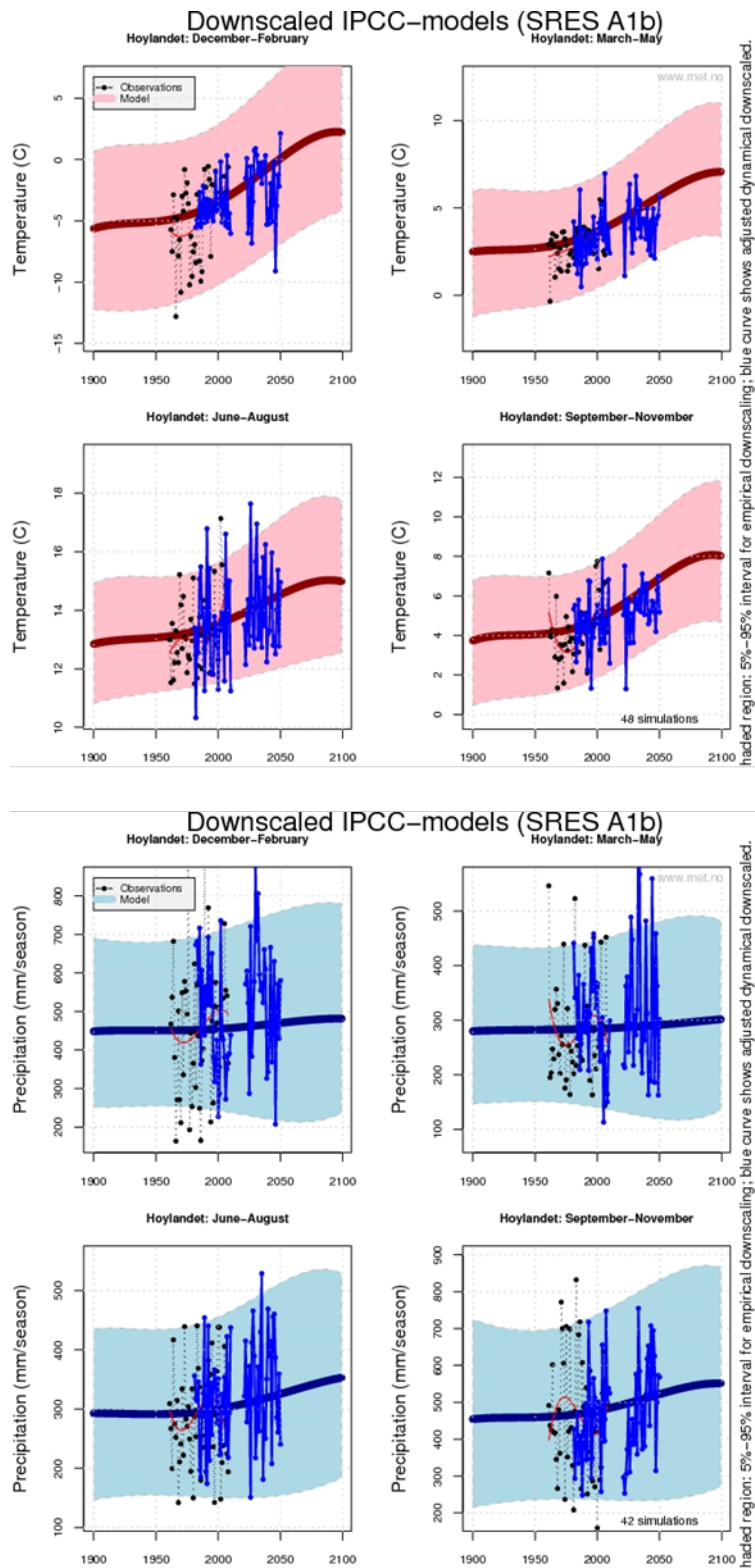


Figur 8.6.17^d Ekstra figur for Høylandet. Graddagssum per sesong. Viser akkumulert gradsum for vekstsesongdagene (minst 4 sammenhengende dager over 5°C), fordelt over historisk, kontroll og projisert periode. Søylene viser gjennomsnitt og standardavvik av årlig akkumulert gradsum for hver periode. Figuren viser fordelingen av vekstsesongdager (minst 4 sammenhengende dager over 5°C) over året og at i perioden 2020-2050 særlig perioden mai-oktober blir varmere, selv om det er en variasjon (standardavvik) og endringene fra historisk/kontroll til projiserte periodene kan dermed være usikre eller fluktuere fra år til år.

8.6.4 Resultater fra ulike modeller



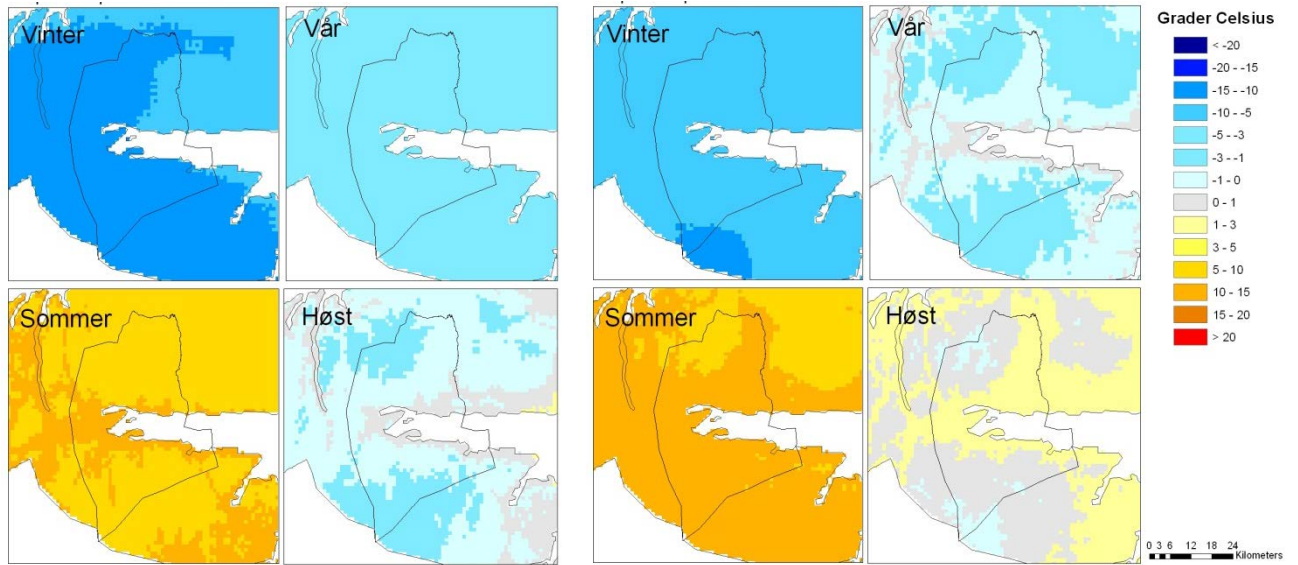
Figur 8.6.18



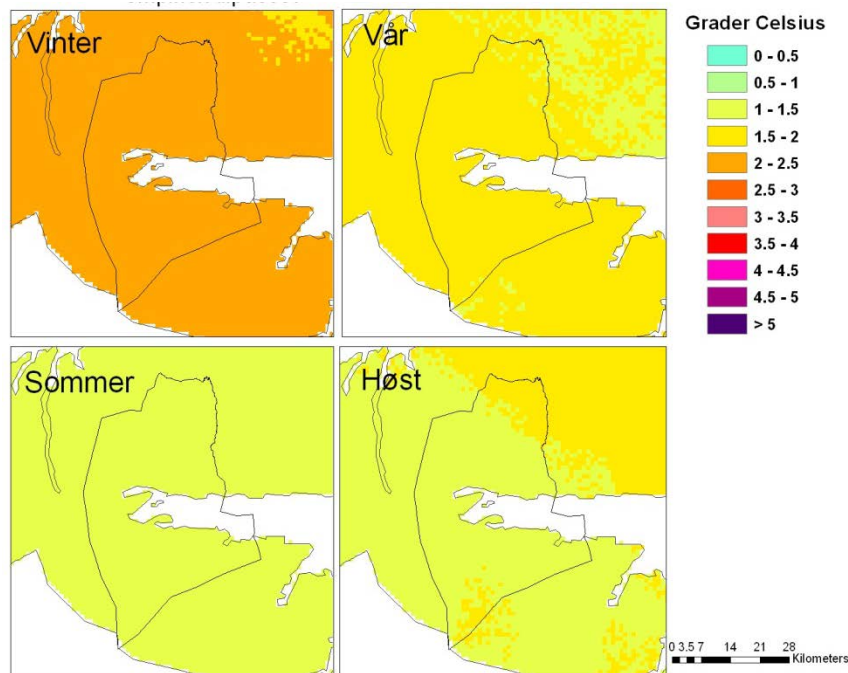
Figur 8.6.19

8.7 Unjårgga/Nesseby Klimaframskrivinger

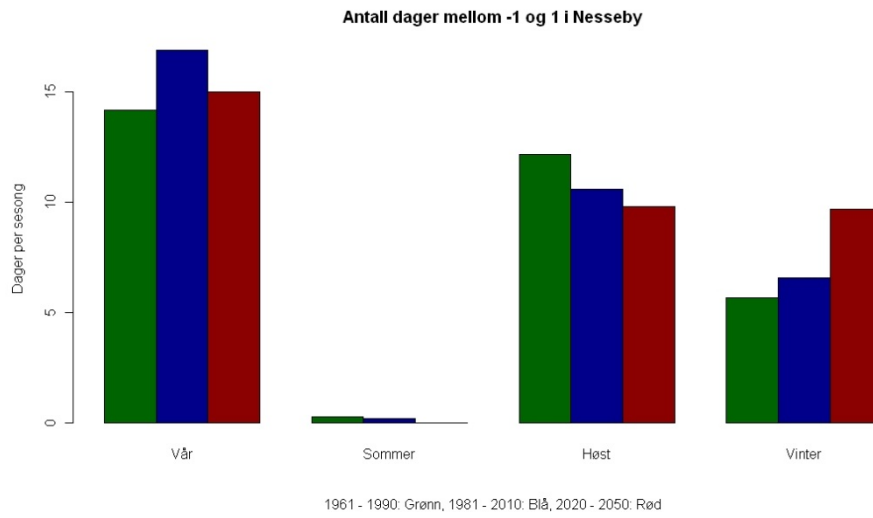
8.7.1 Temperatur



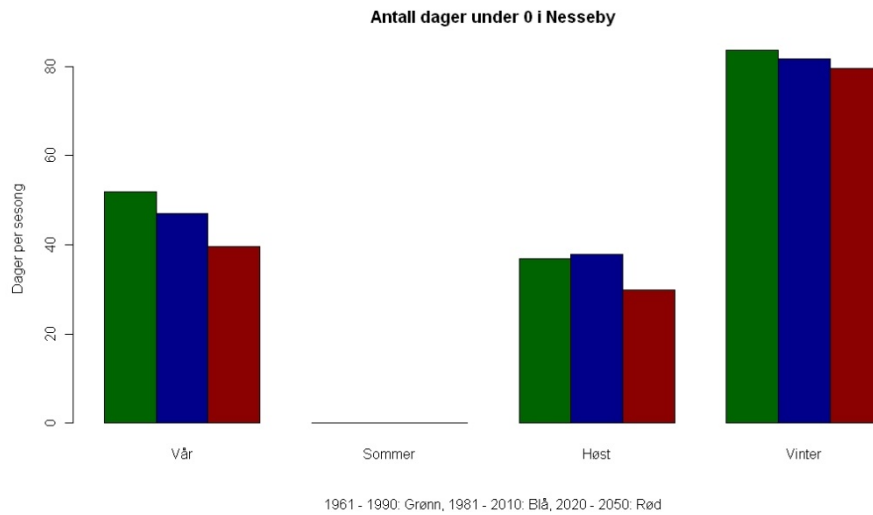
Figur 8.7.1



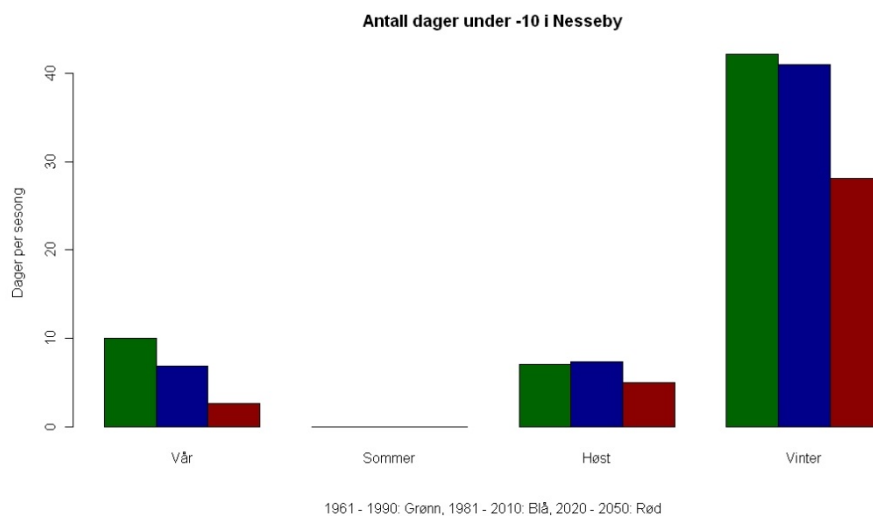
Figur 8.7.2



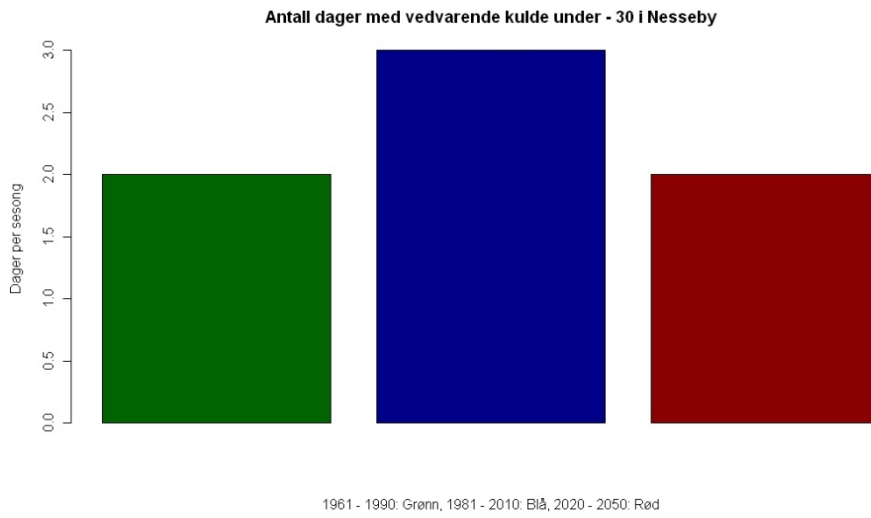
Figur 8.7.3



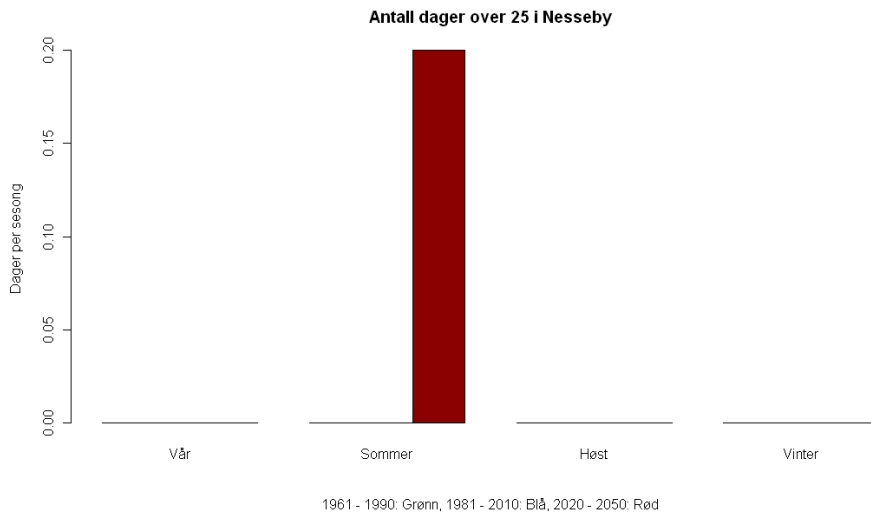
Figur 8.7.4



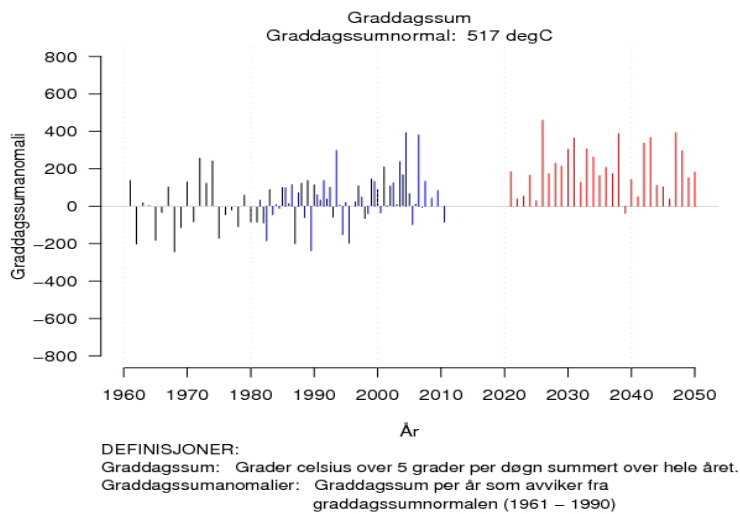
Figur 8.7.5



Figur 8.7.6

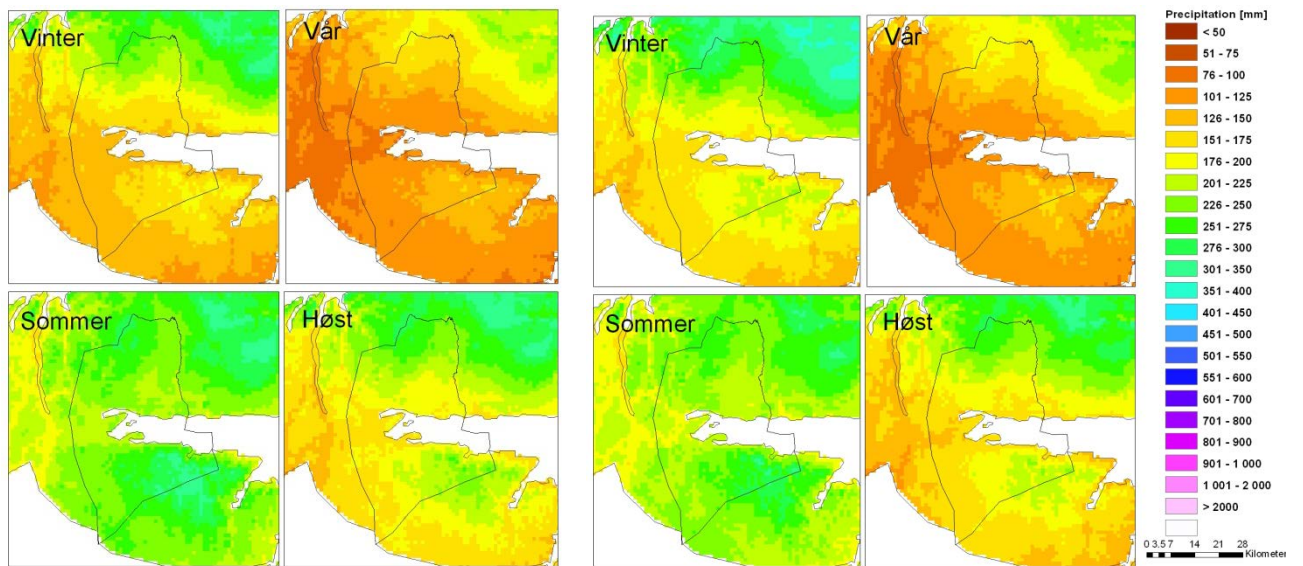


Figur 8.7.7

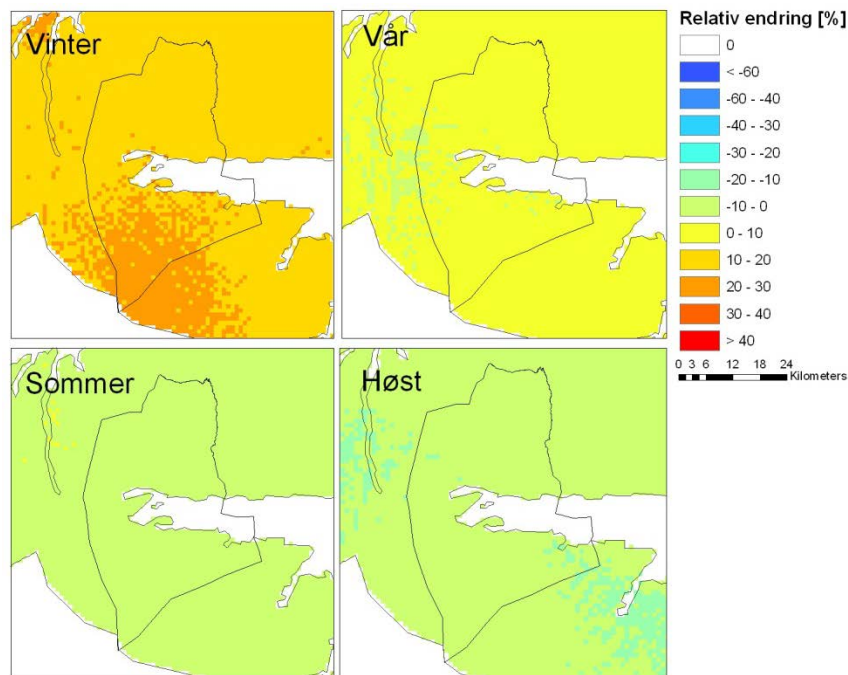


Figur 8.7.8

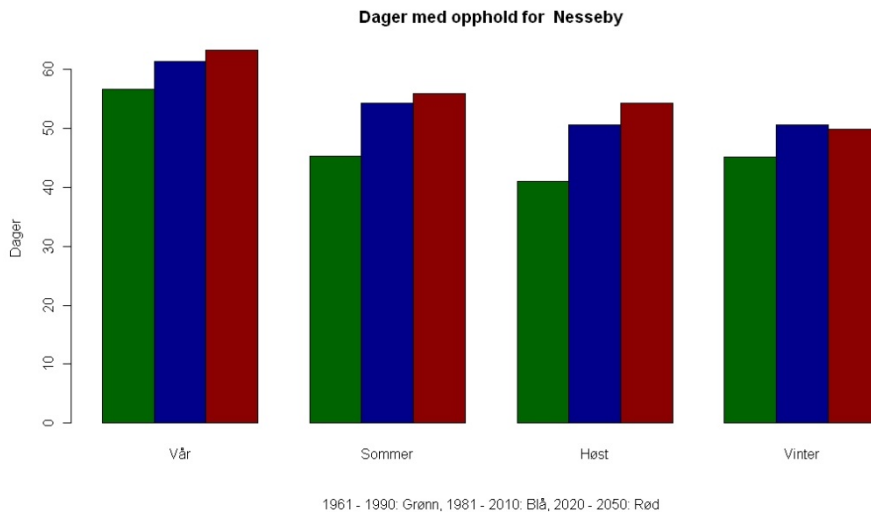
8.7.2 Nedbør



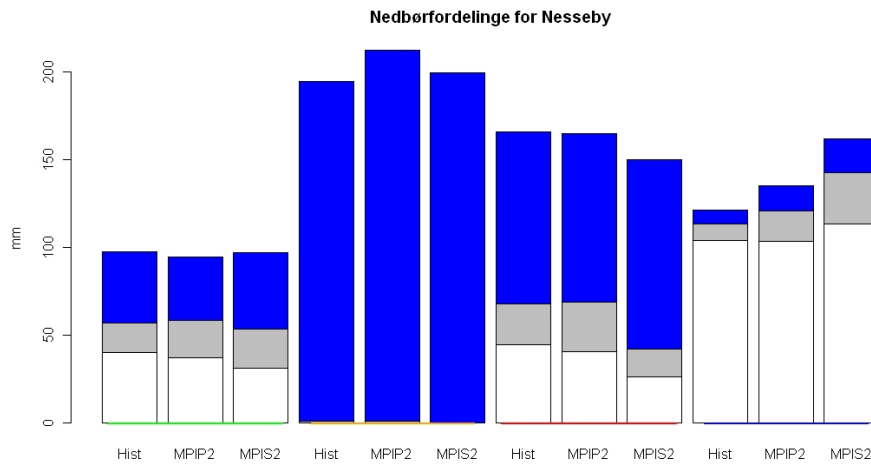
Figur 8.7.9



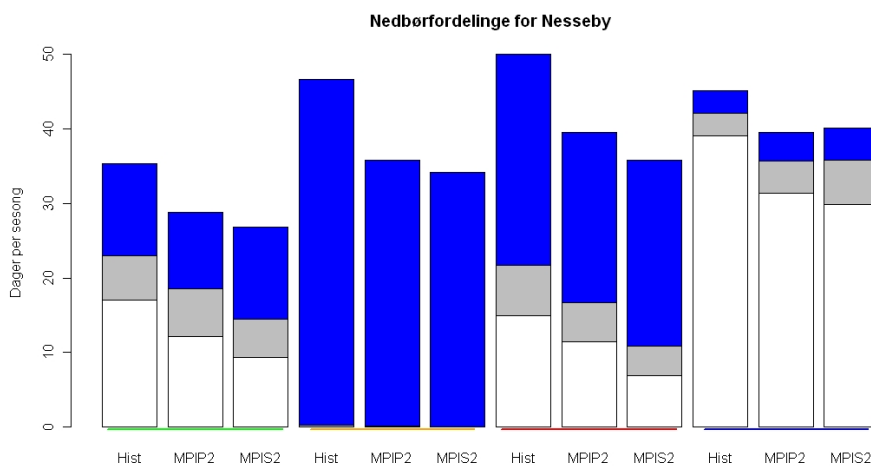
Figur 8.7.10



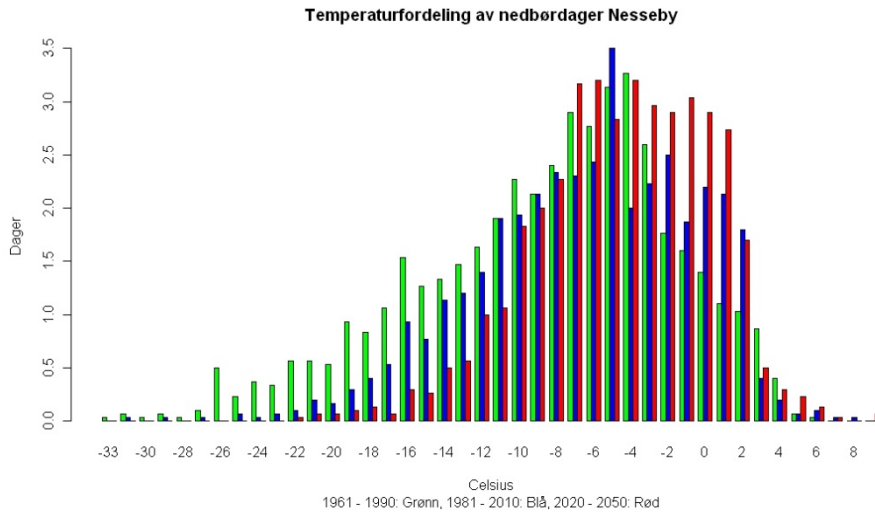
Figur 8.7.11



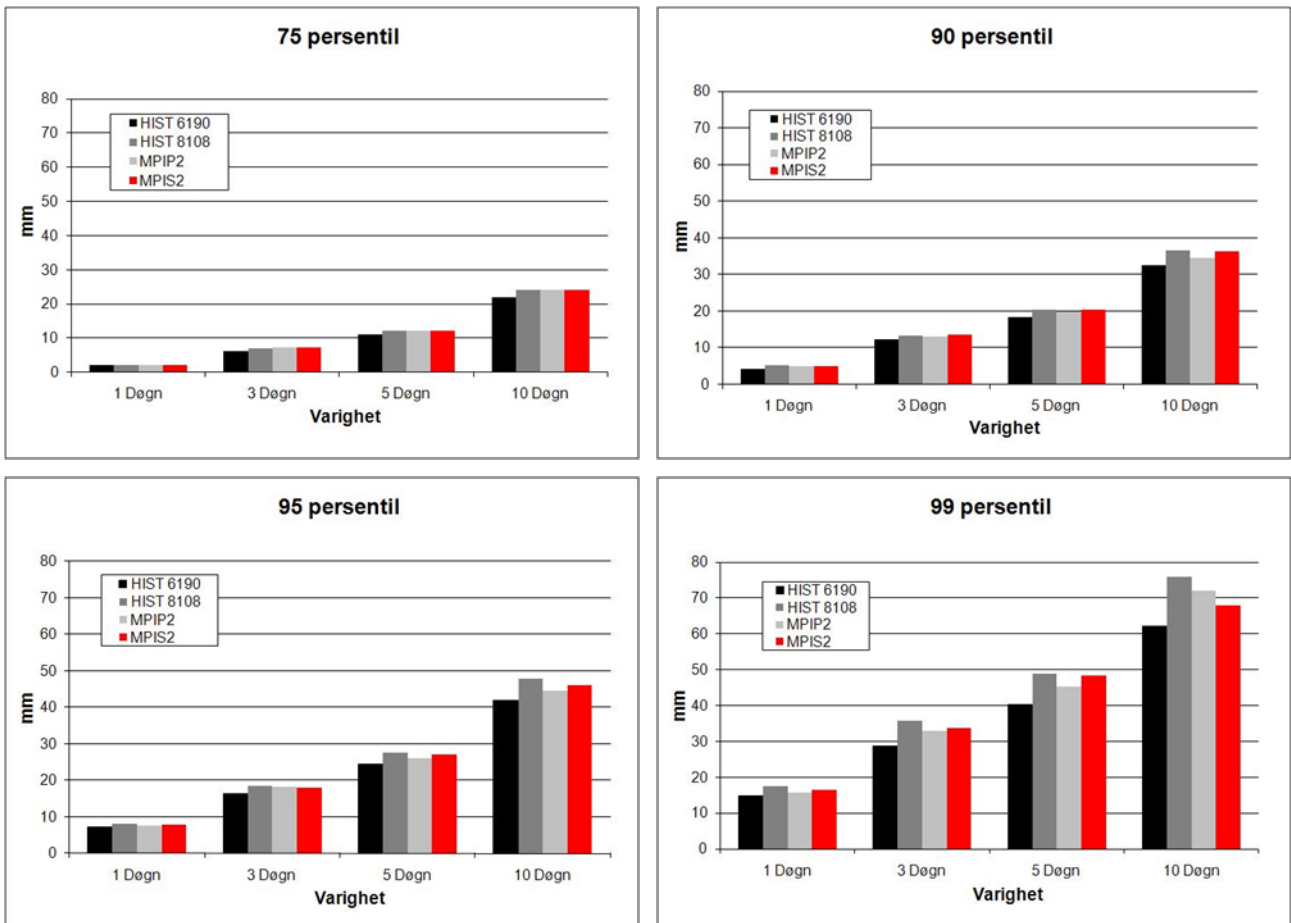
Figur 8.7.12



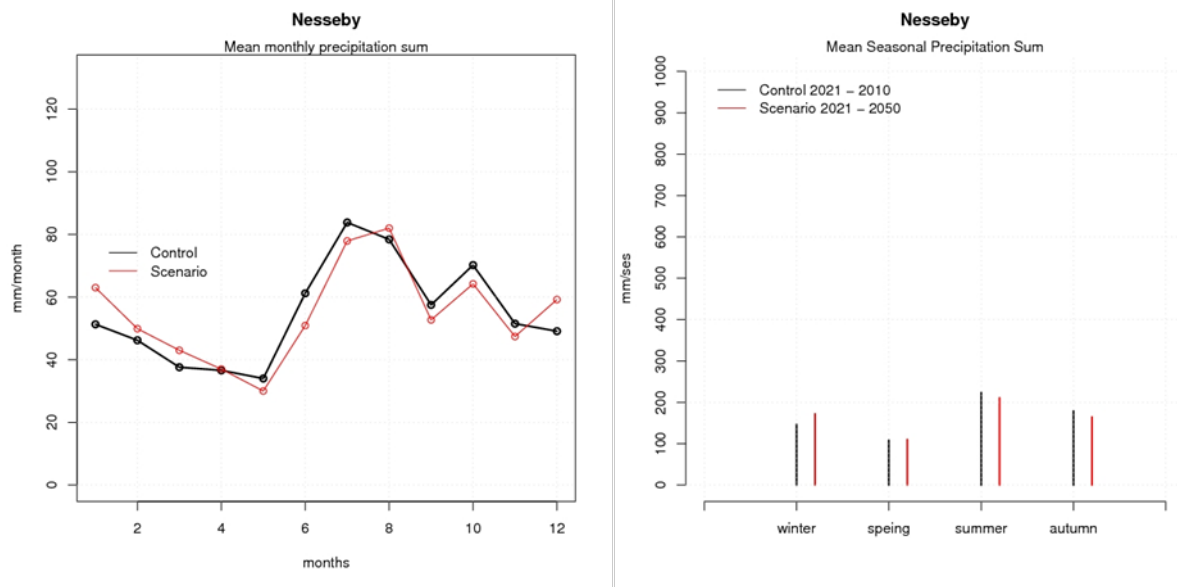
Figur 8.7.13



Figur 8.7.14

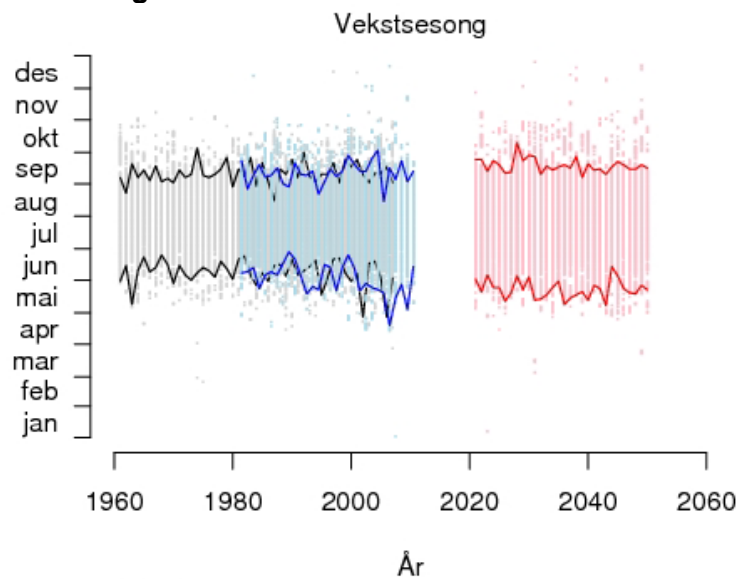


Figur 8.7.15



Figur 8.7.16

8.7.3 Vekstsesong



DEFINISJONER:

Vekstsesong: Døgnmiddeltemperatur > 5 grader Celsius

Start på vekstsesong: Første periode på året med vekstsesong minimum 4 sammenhengende dager

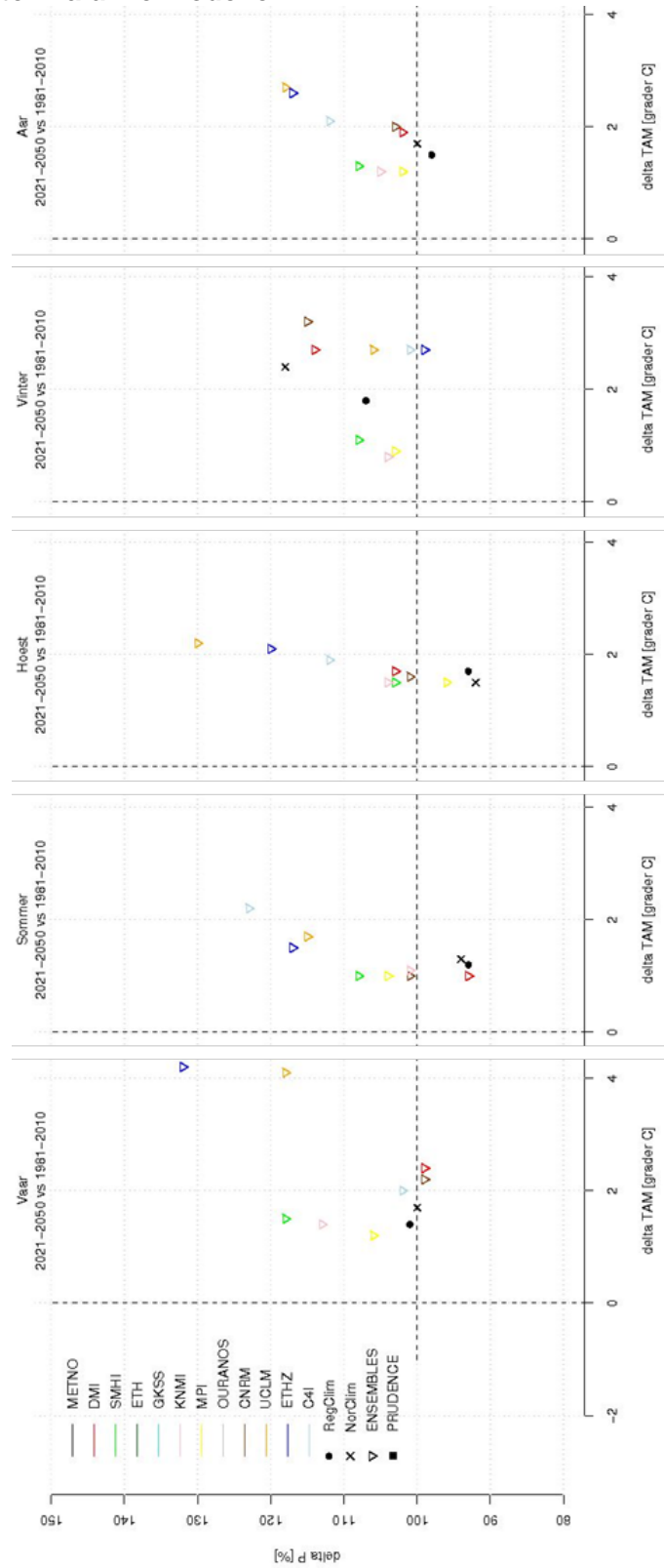
Slutt på vekstsesong: Første periode fom begynnelsen av august uten vekstsesong i minimum 4 sammenhengende dager.

Start og slutt på vekstsesong er vist som heltrukne linjer (hhv nedre og øvre linje)

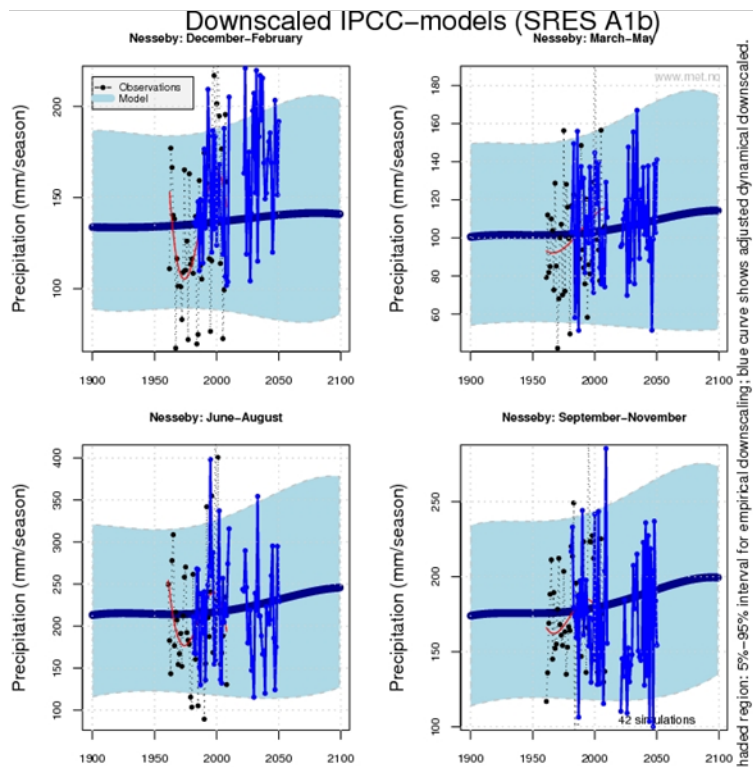
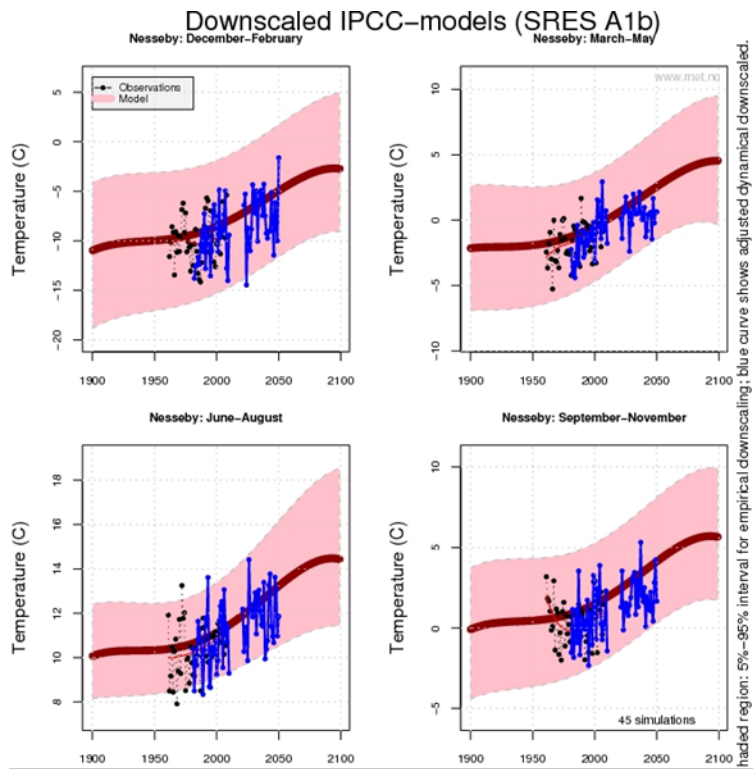
Grå: Historiske data, Blå: Kontrollperiode (modell), Rød: Scenarioperiode(modell)

Figur 8.7.17

8.7.4 Resultater fra ulike modeller



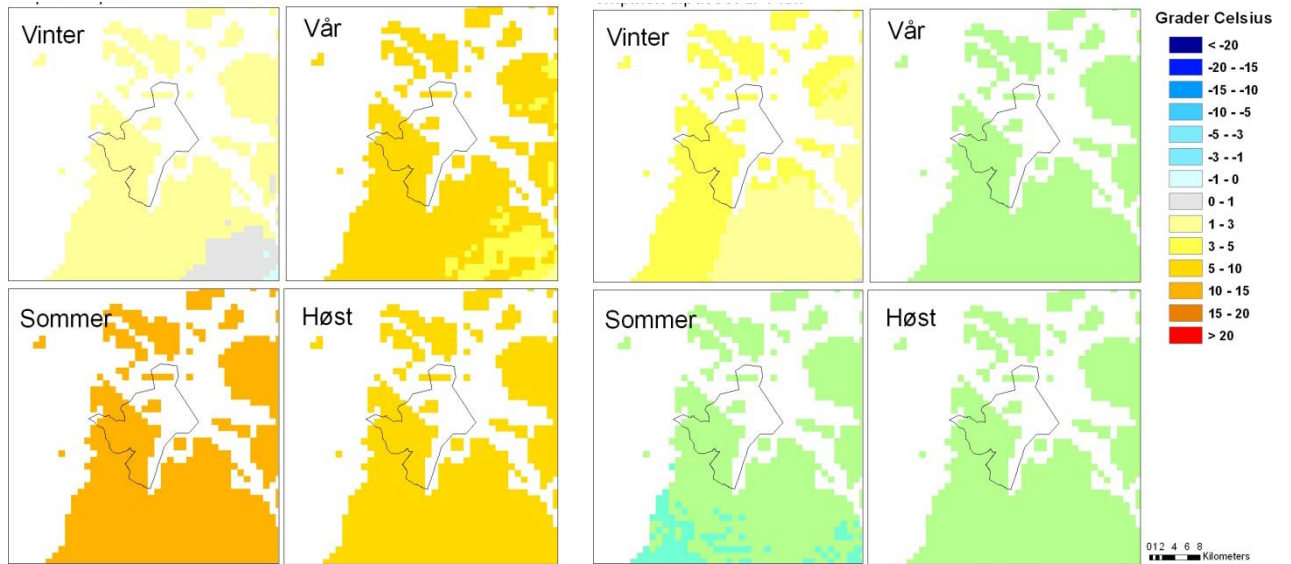
Figur 8.7.18



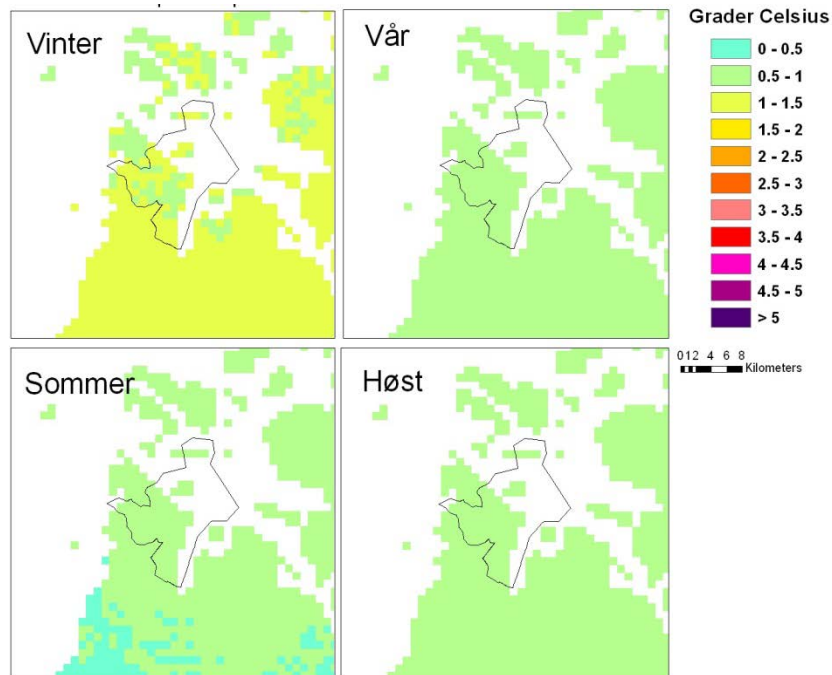
Figur 8.7.19

8.8 Stavanger Klimaframskrivinger

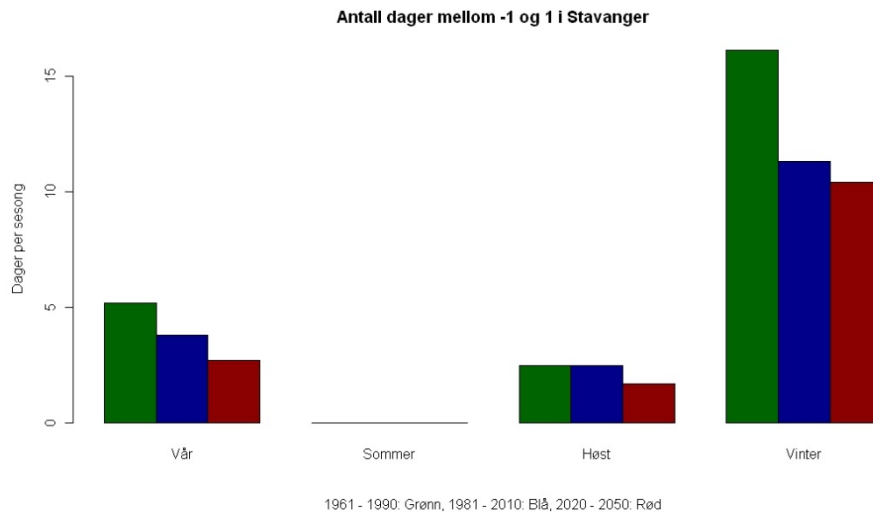
8.8.1 Temperatur



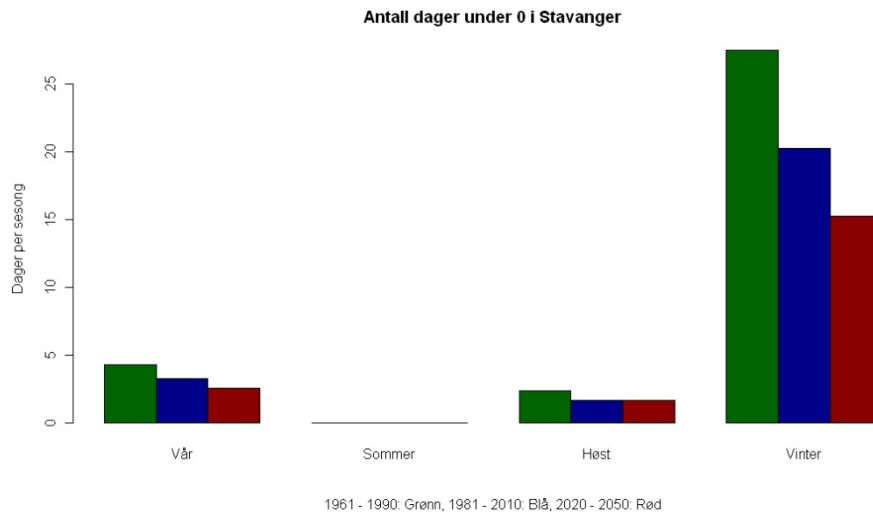
Figur 8.8.1



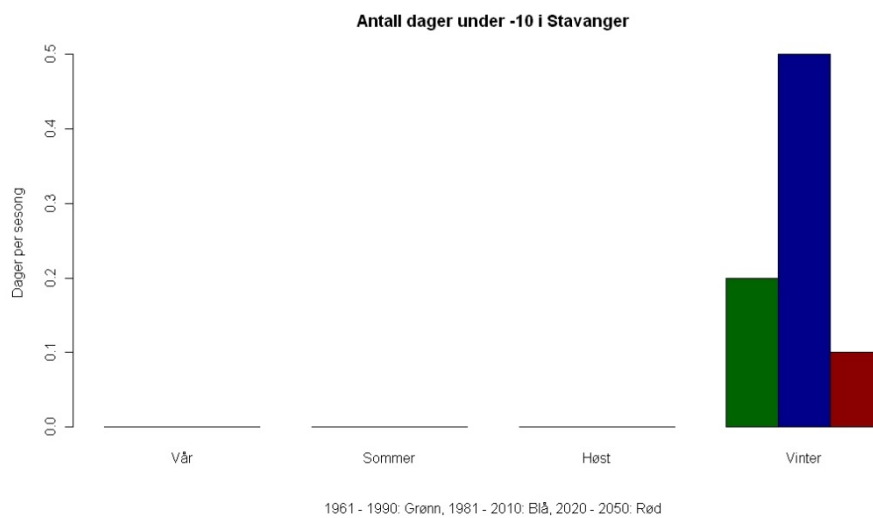
Figur 8.8.2



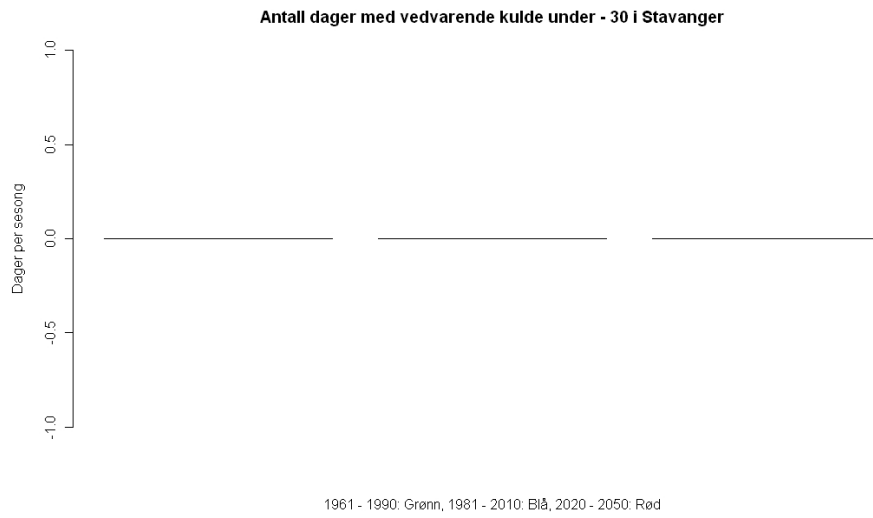
Figur 8.8.3



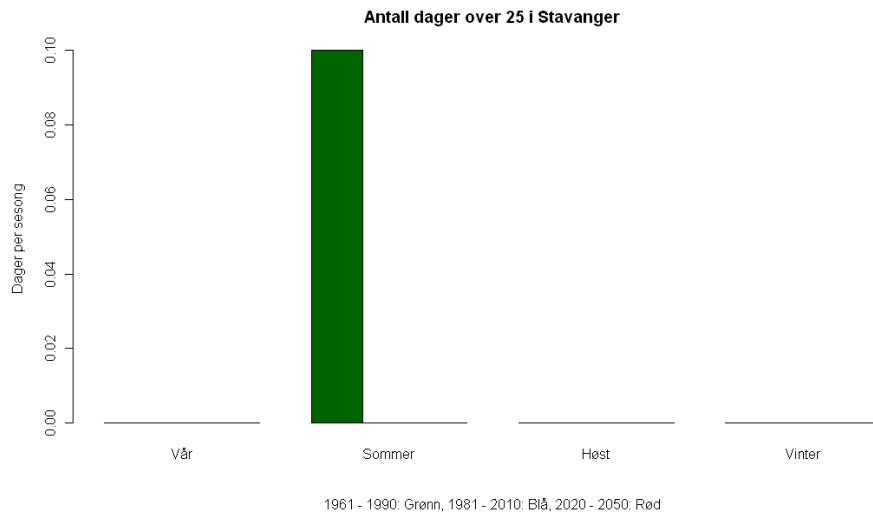
Figur 8.8.4



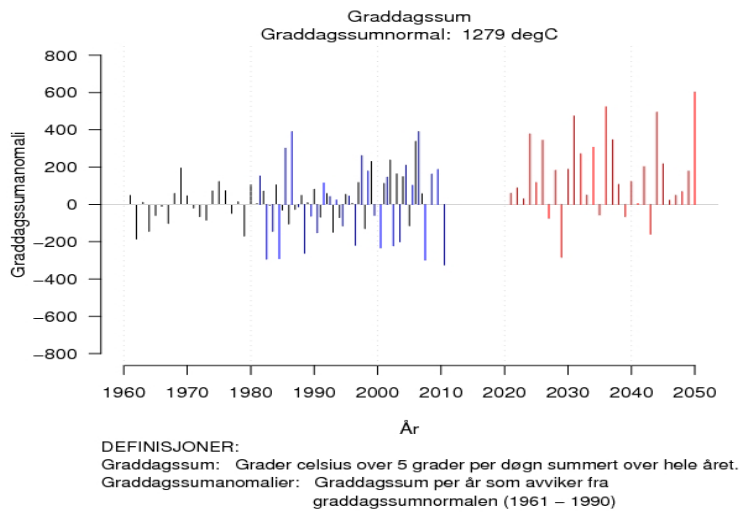
Figur 8.8.5



Figur 8.8.6

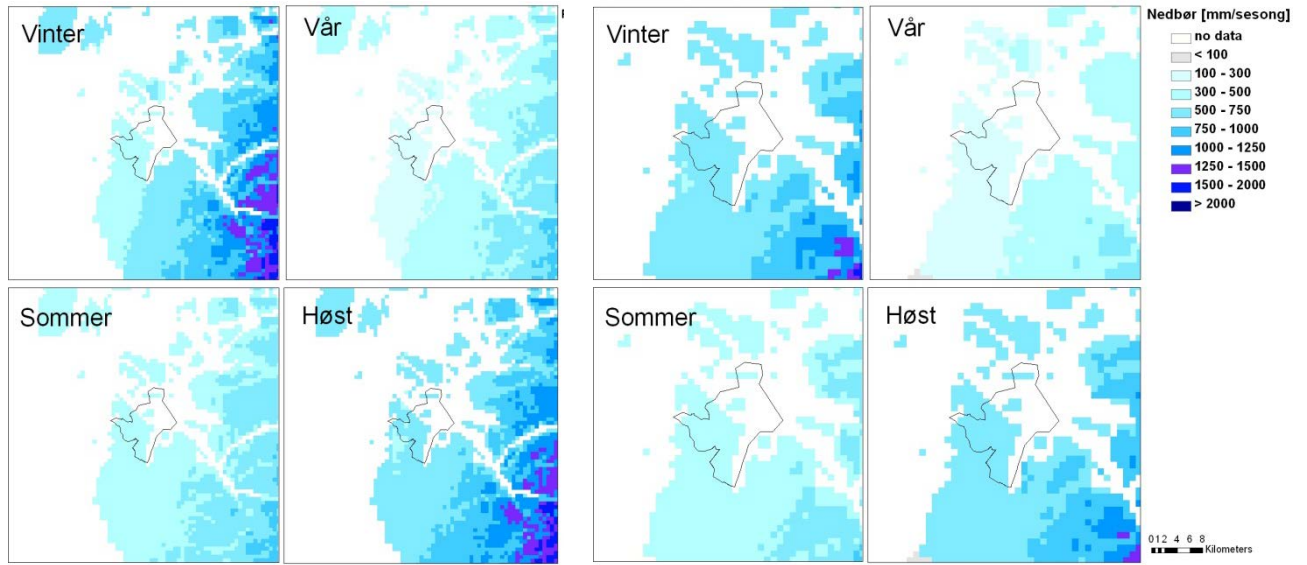


Figur 8.8.7

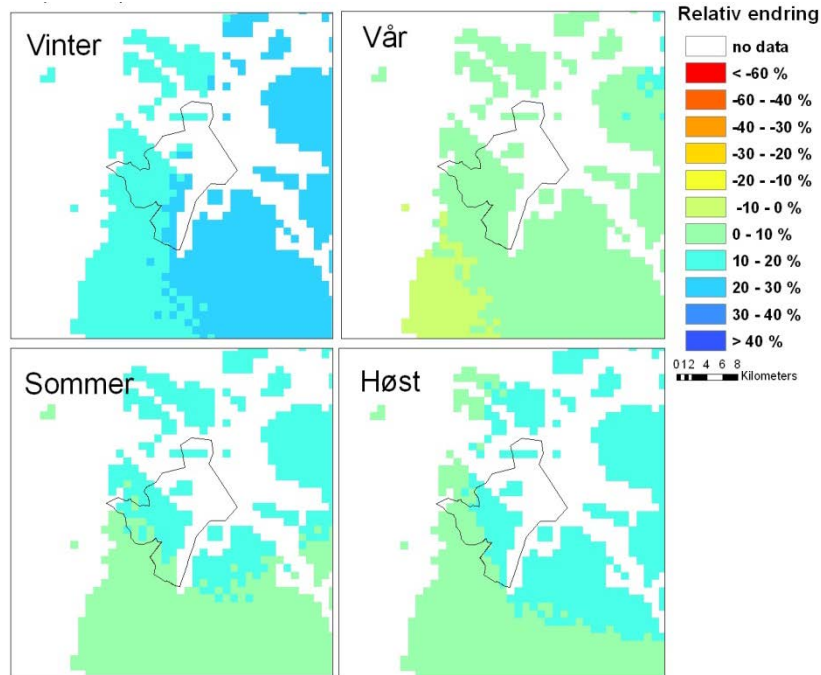


Figur 8.8.8

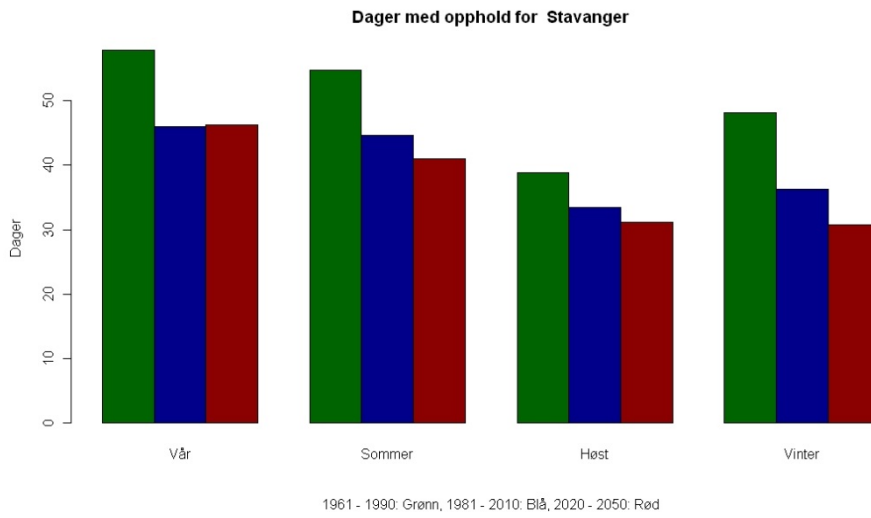
8.8.2 Nedbør



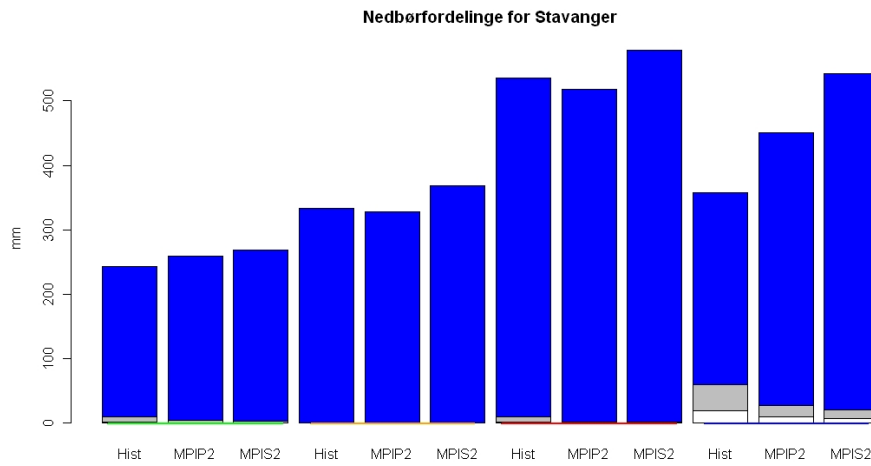
Figur 8.8.9



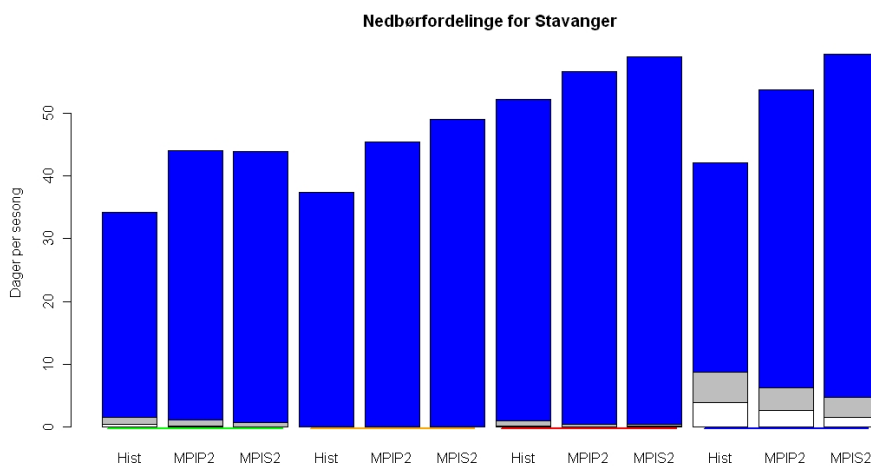
Figur 8.8.10



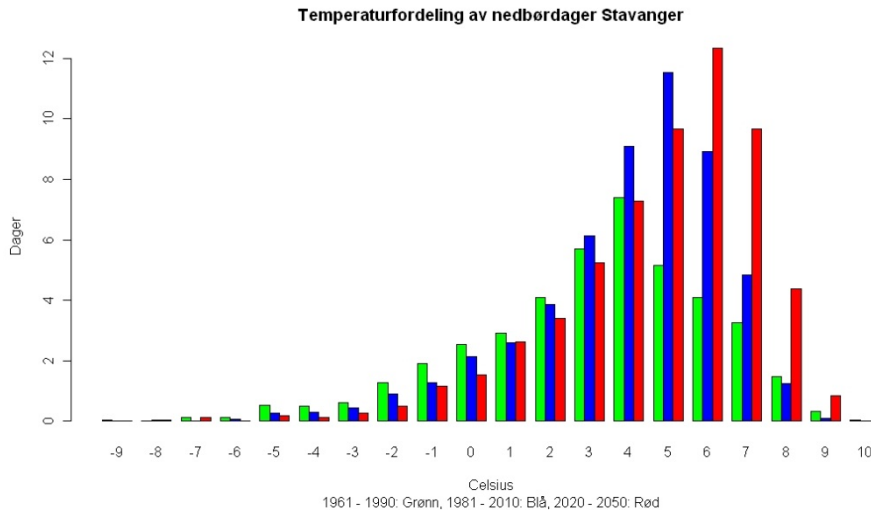
Figur 8.8.11



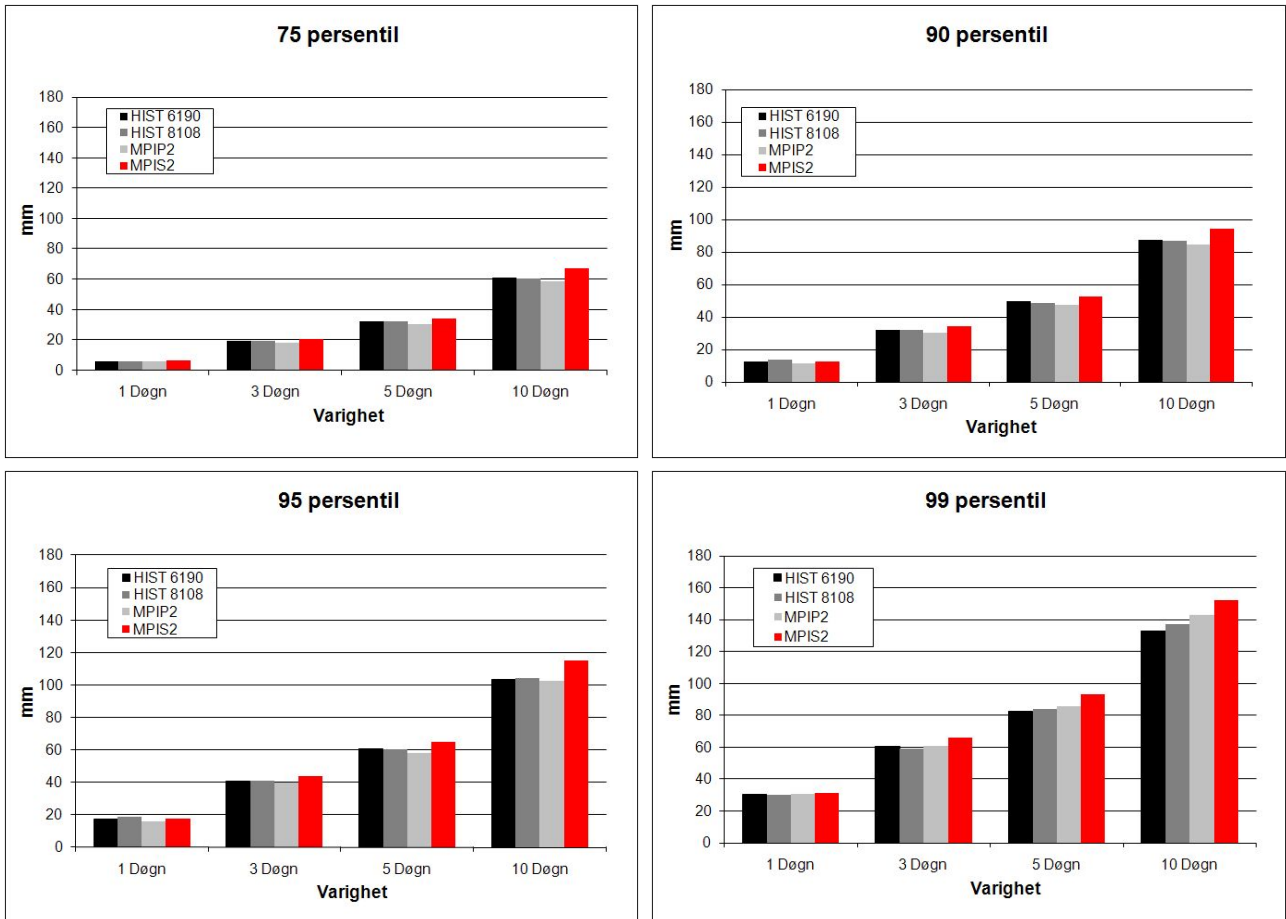
Figur 8.8.12



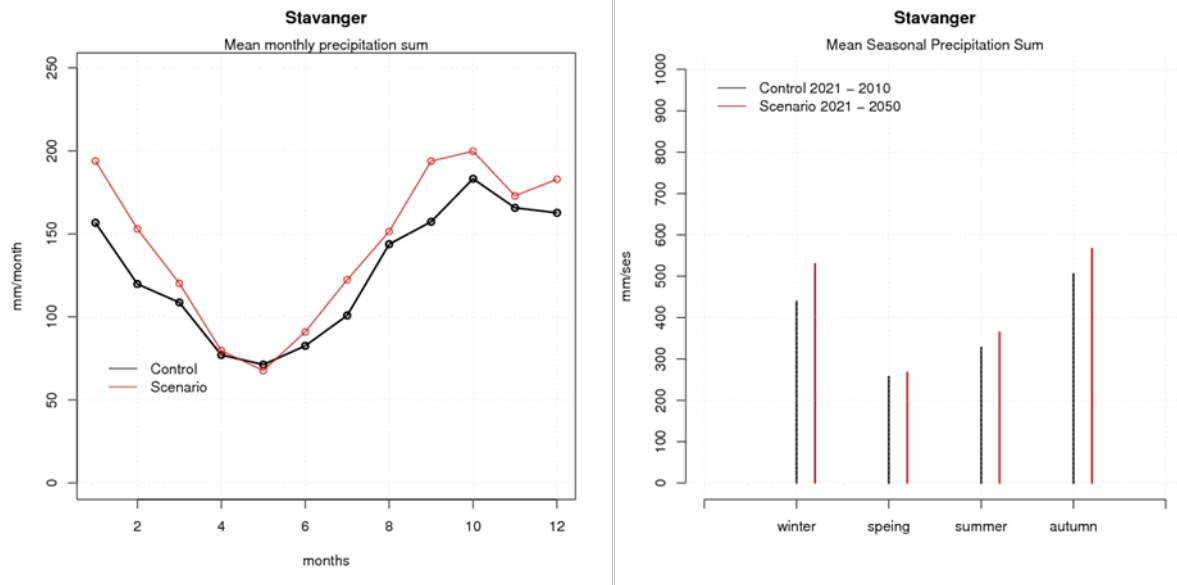
Figur 8.8.13



Figur 8.8.14

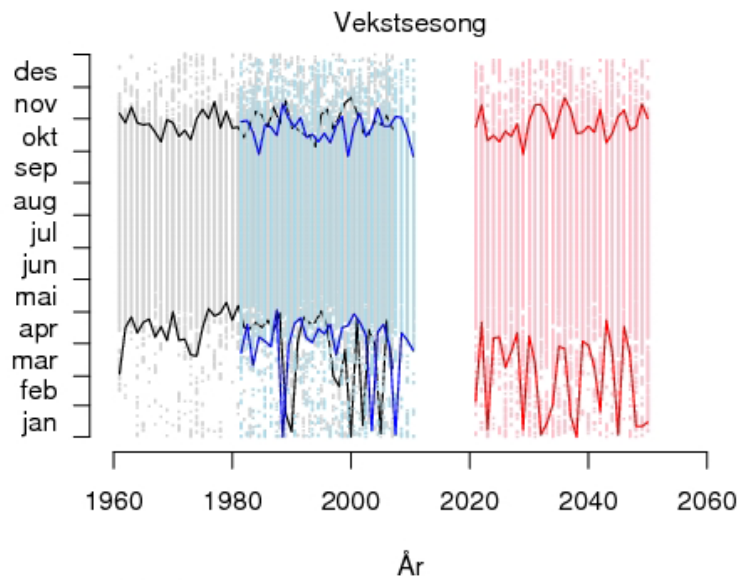


Figur 8.8.15



Figur 8.8.16

8.8.3 Vekstsesong



DEFINISJONER:

Vekstsesong: Døgnmiddeltemperatur > 5 grader Celsius

Start på vekstsesong: Første periode på året med vekstsesong minimum 4 sammenhengende dager

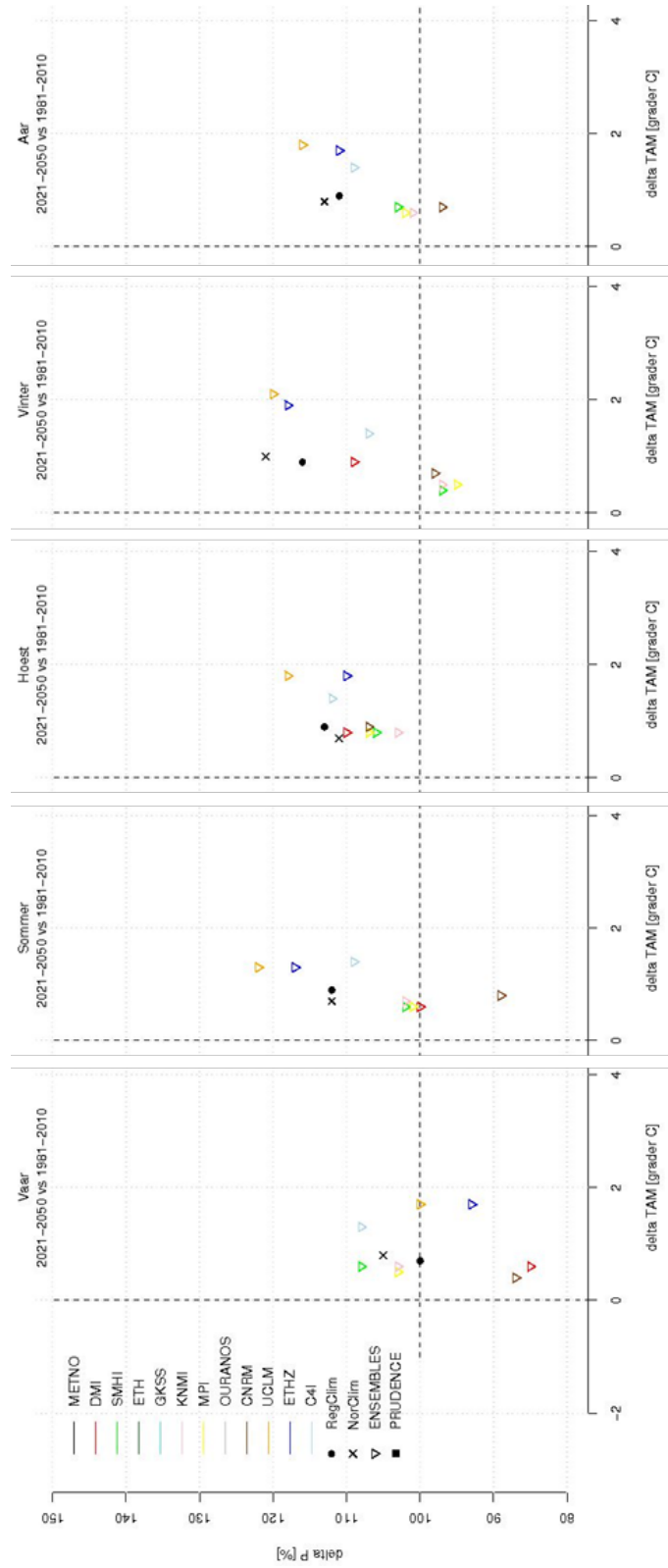
Slutt på vekstsesong: Første periode fom begynnelsen av august uten vekstsesong i minimum 4 sammenhengende dager.

Start og slutt på vekstsesong er vist som heltrukne linjer (hhv nedre og øvre linje)

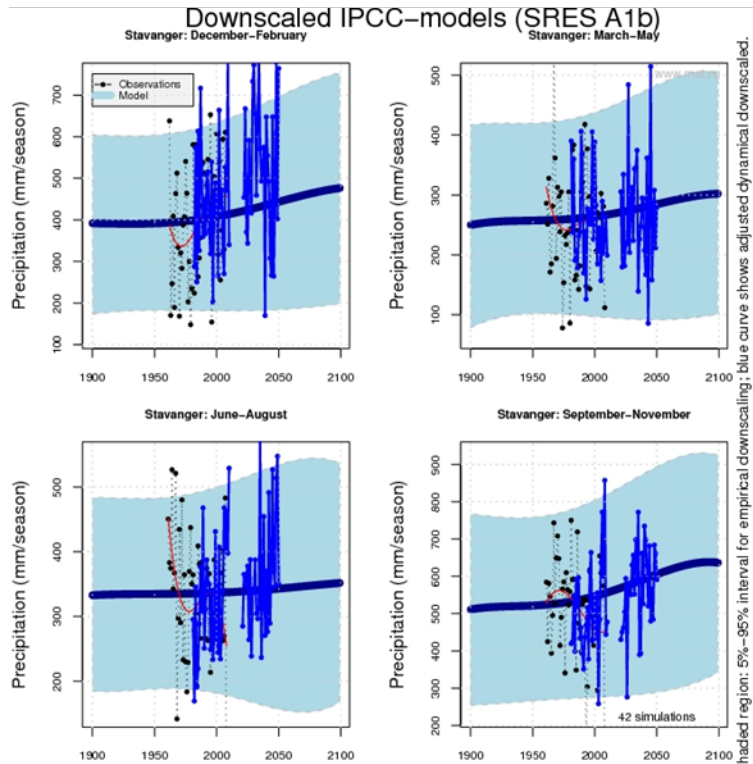
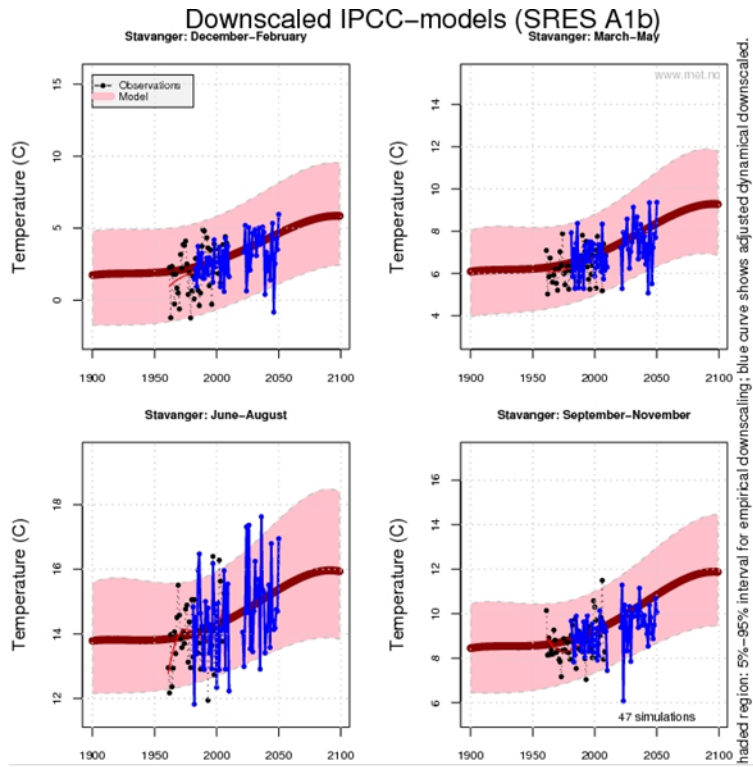
Grå: Historiske data, Blå: Kontrollperiode (modell), Rød: Scenarioperiode(modell)

Figur 8.8.17

8.8.4 Resultater fra ulike modeller



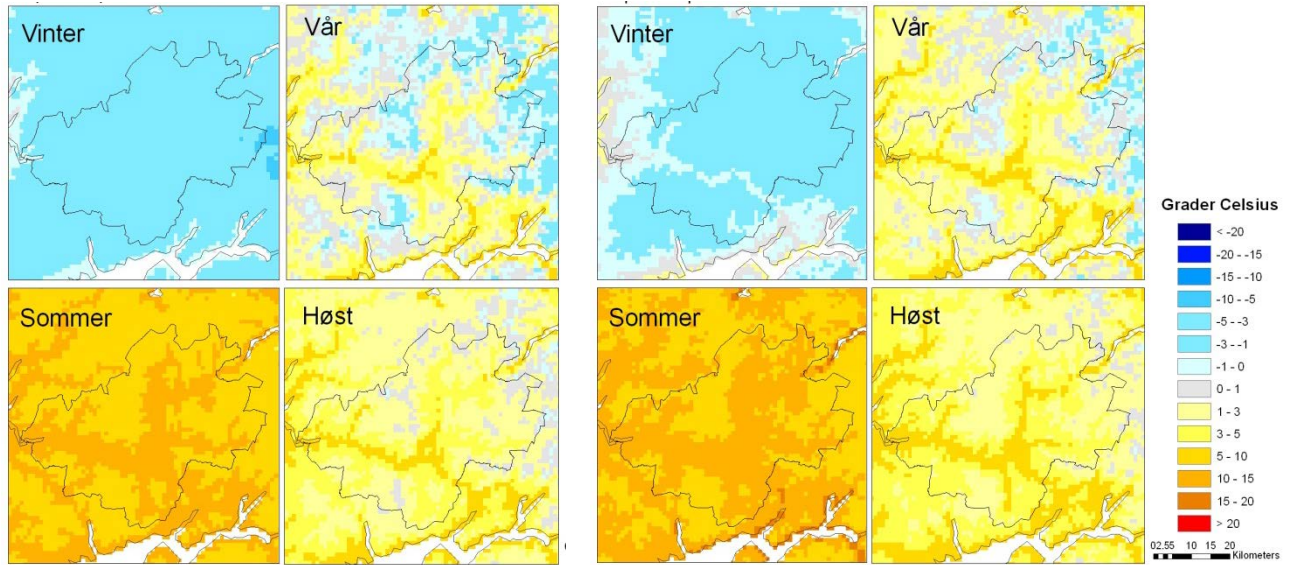
Figur 8.8.18



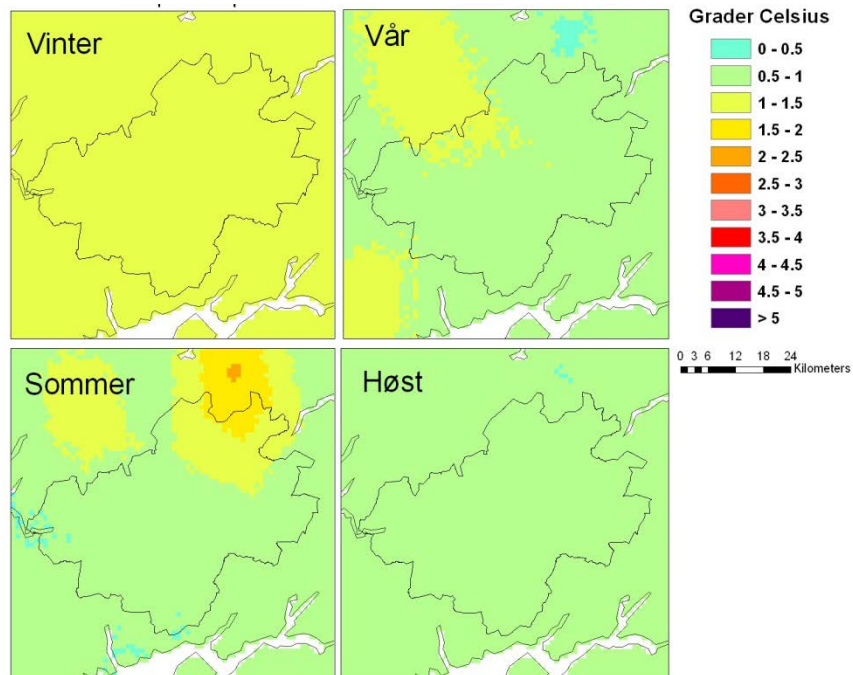
Figur 8.8.19

8.9 Voss Klimaframskrivinger

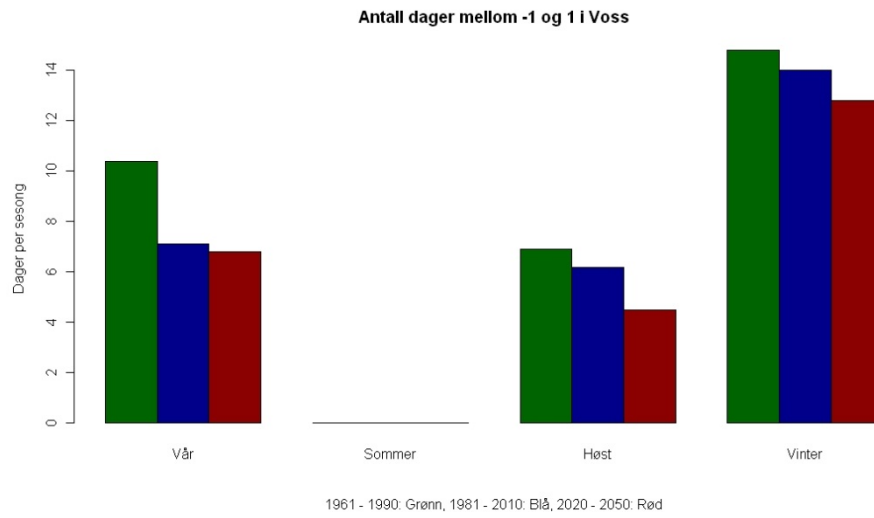
8.9.1 Temperatur



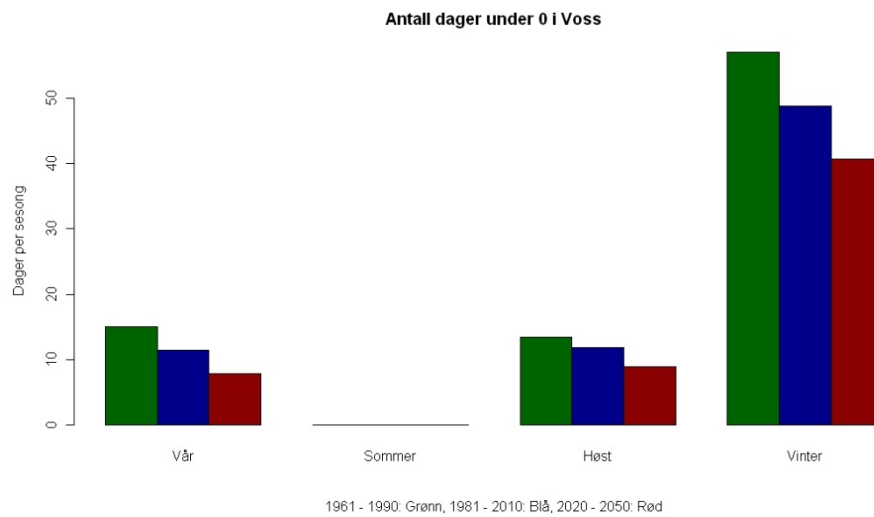
Figur 8.9.1



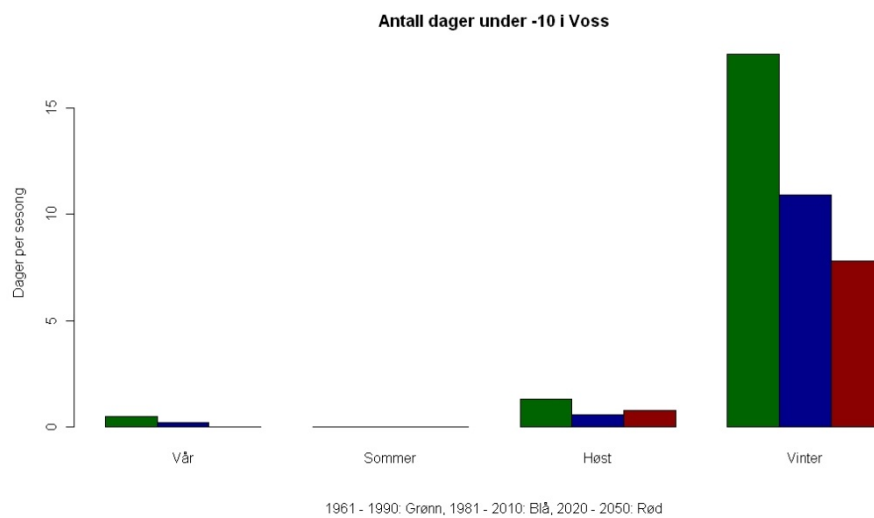
Figur 8.9.2



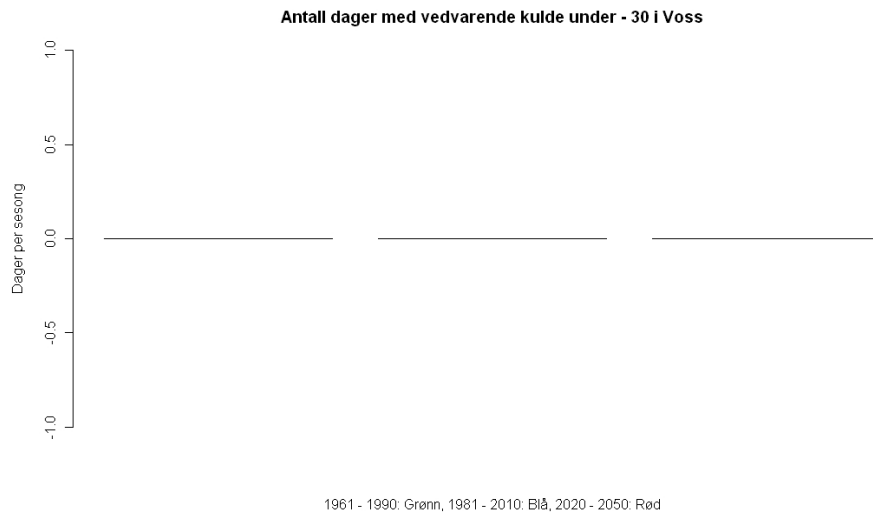
Figur 8.9.3



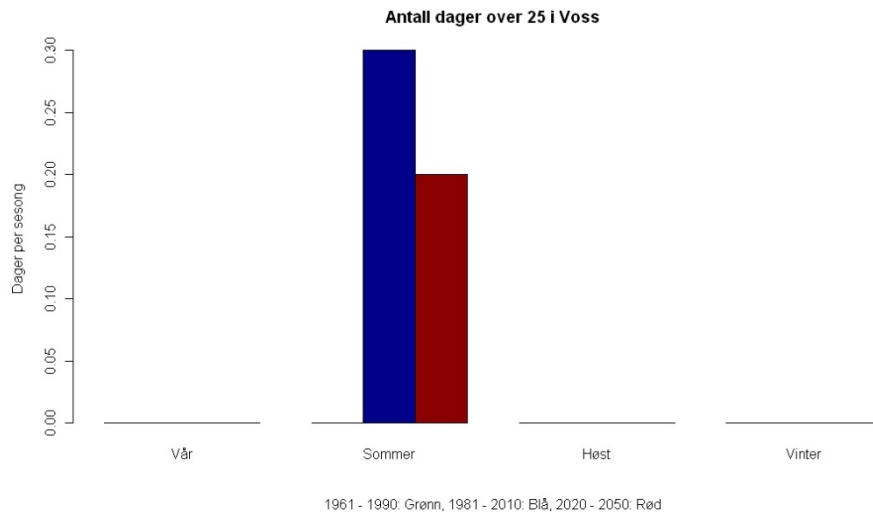
Figur 8.9.4



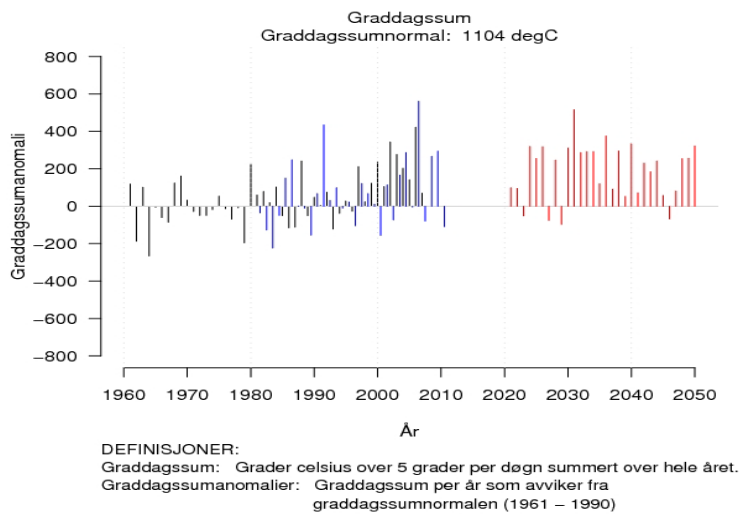
Figur 8.9.5



Figur 8.9.6

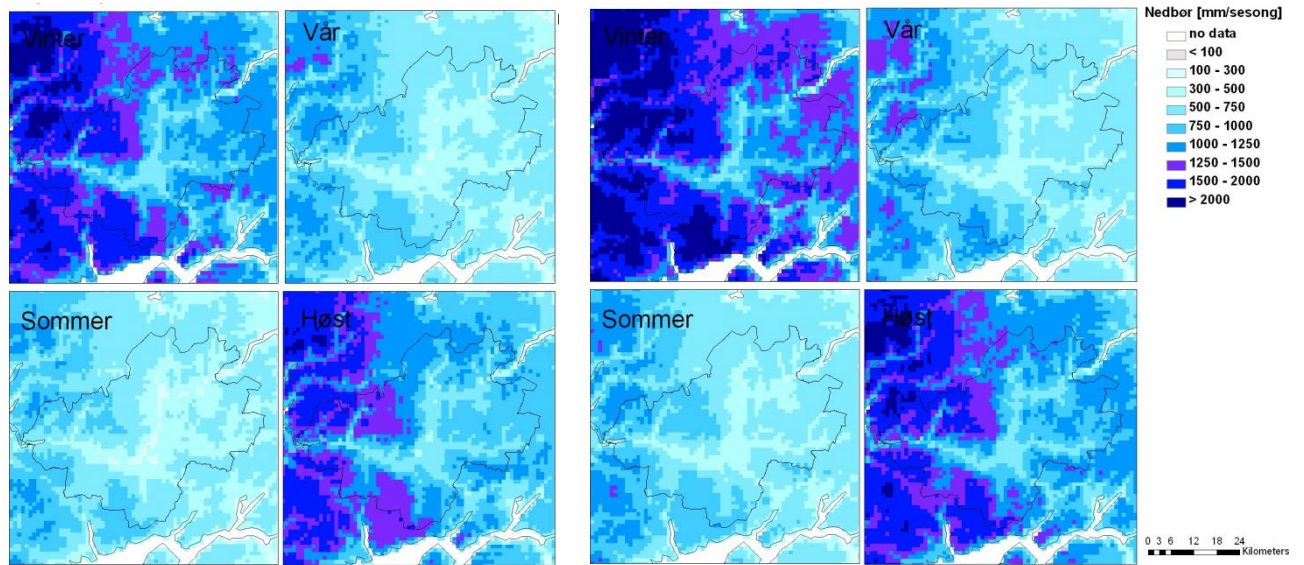


Figur 8.9.7

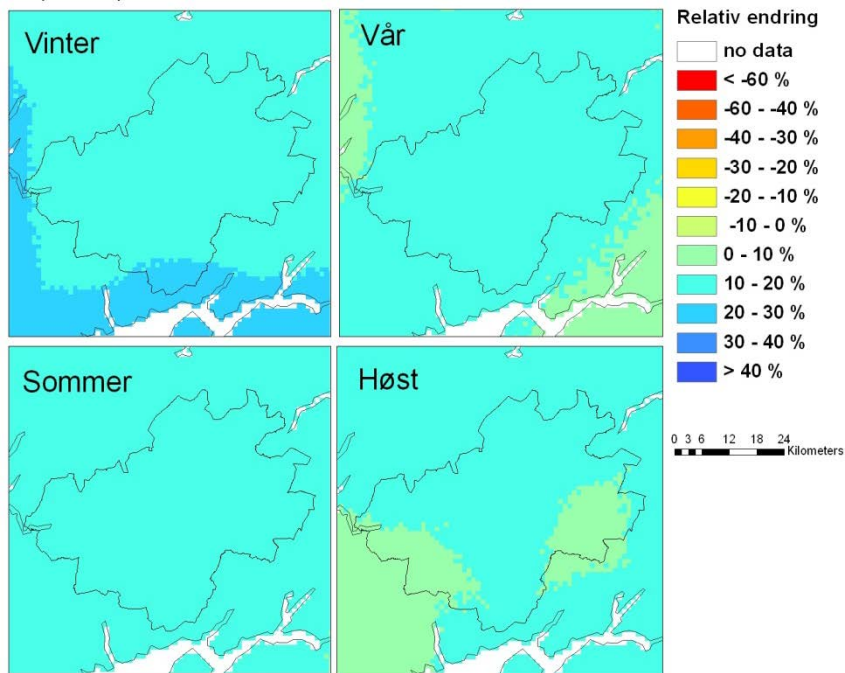


Figur 8.9.8

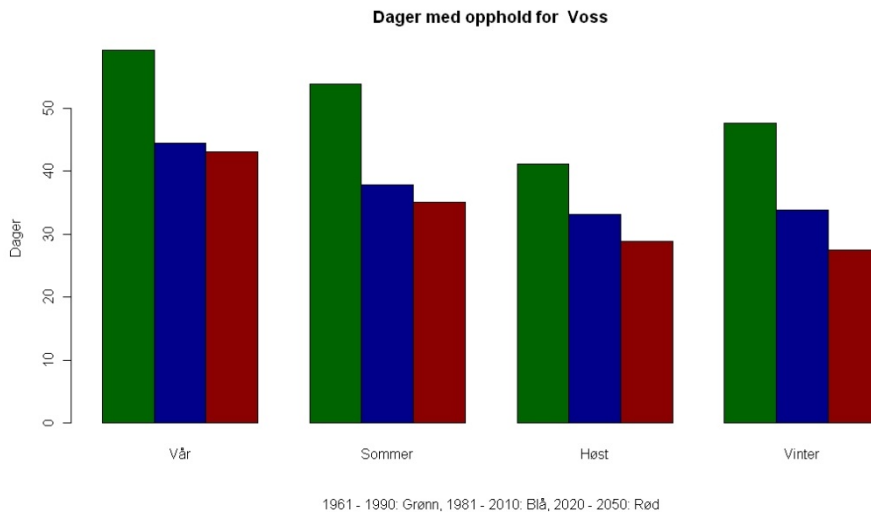
8.9.2 Nedbør



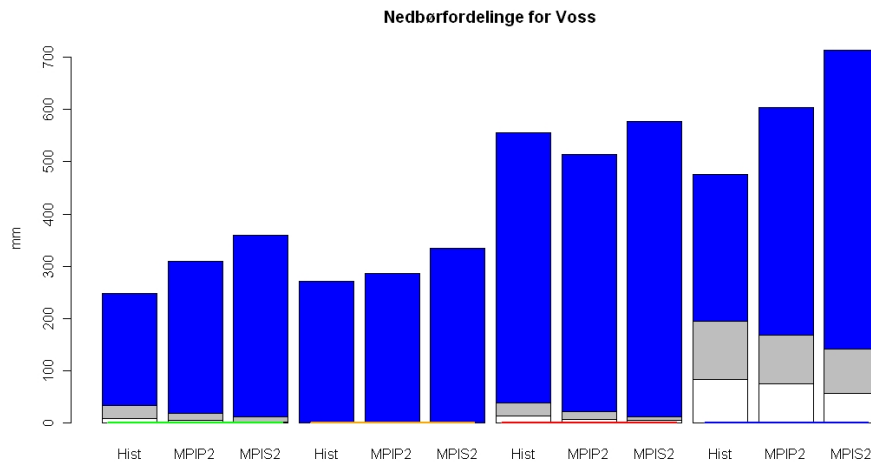
Figur 8.9.9



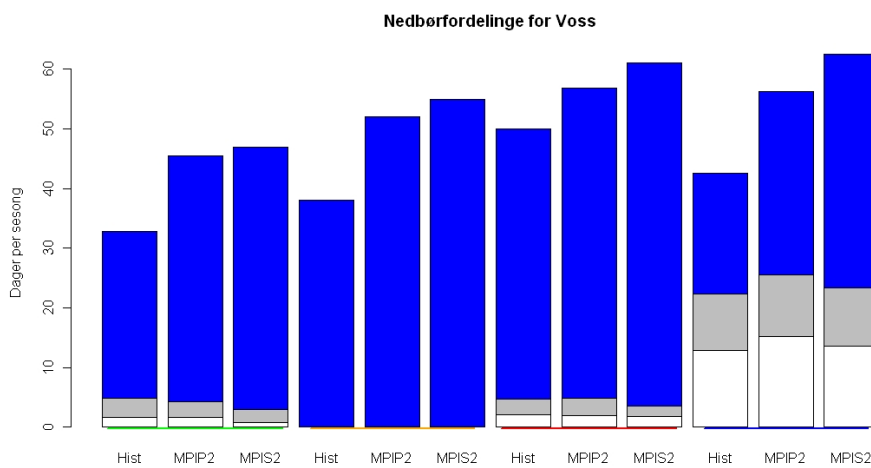
Figur 8.9.10



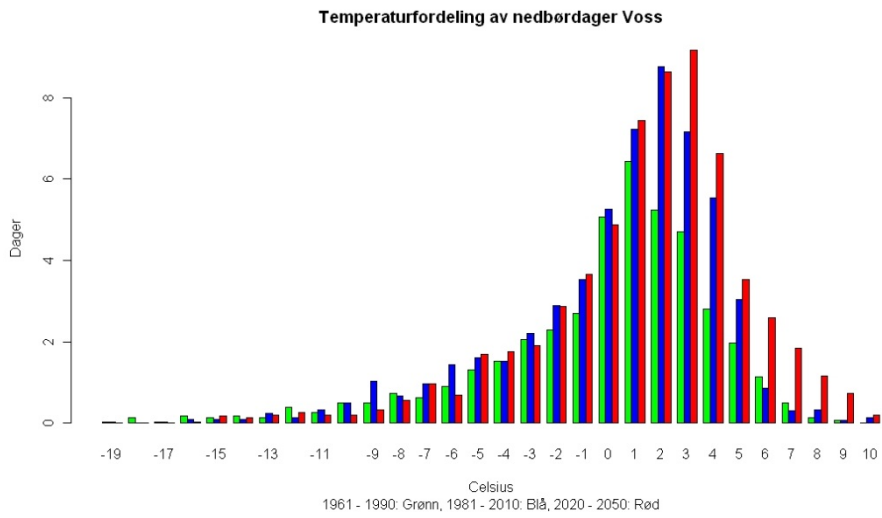
Figur 8.9.11



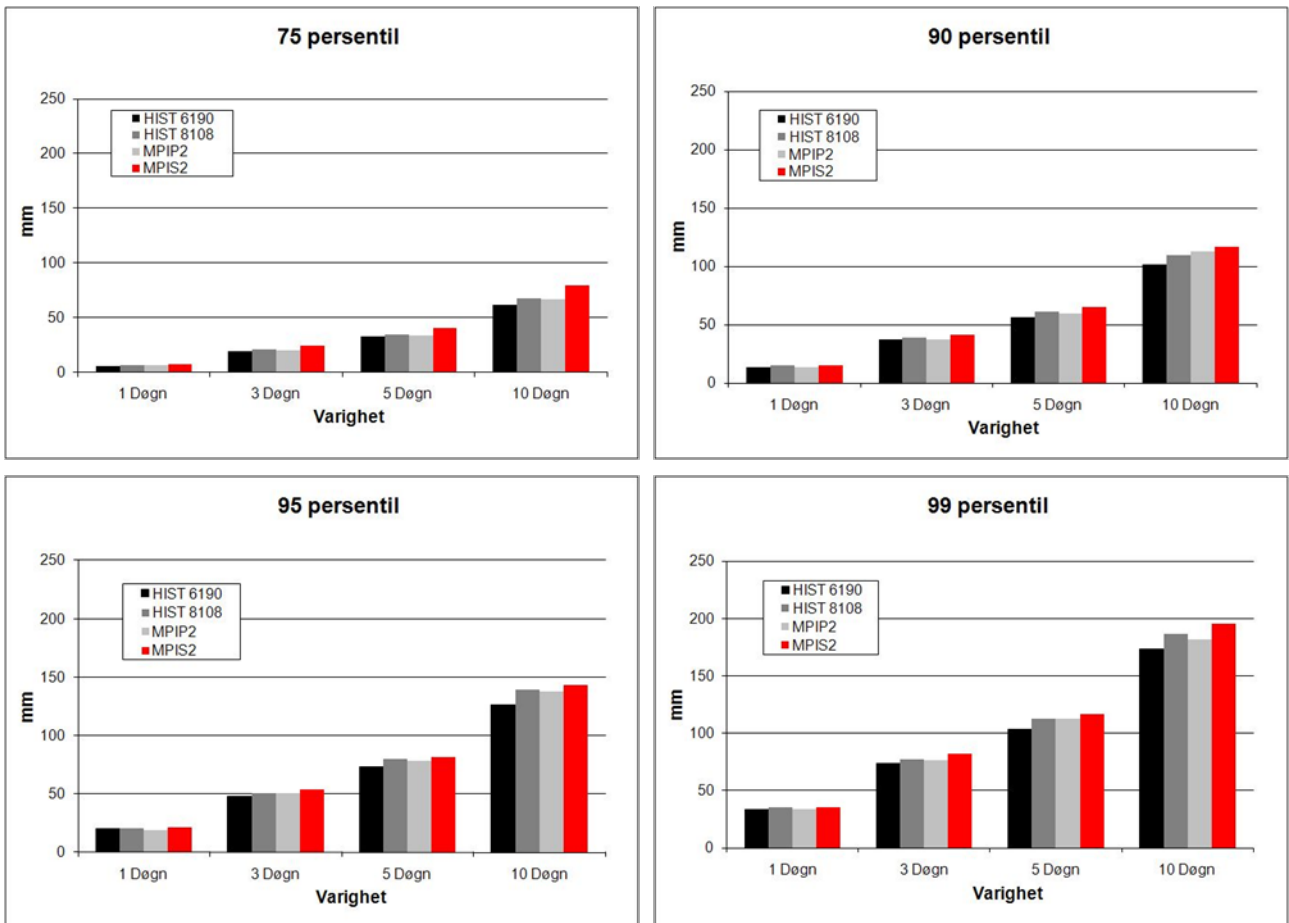
Figur 8.9.12



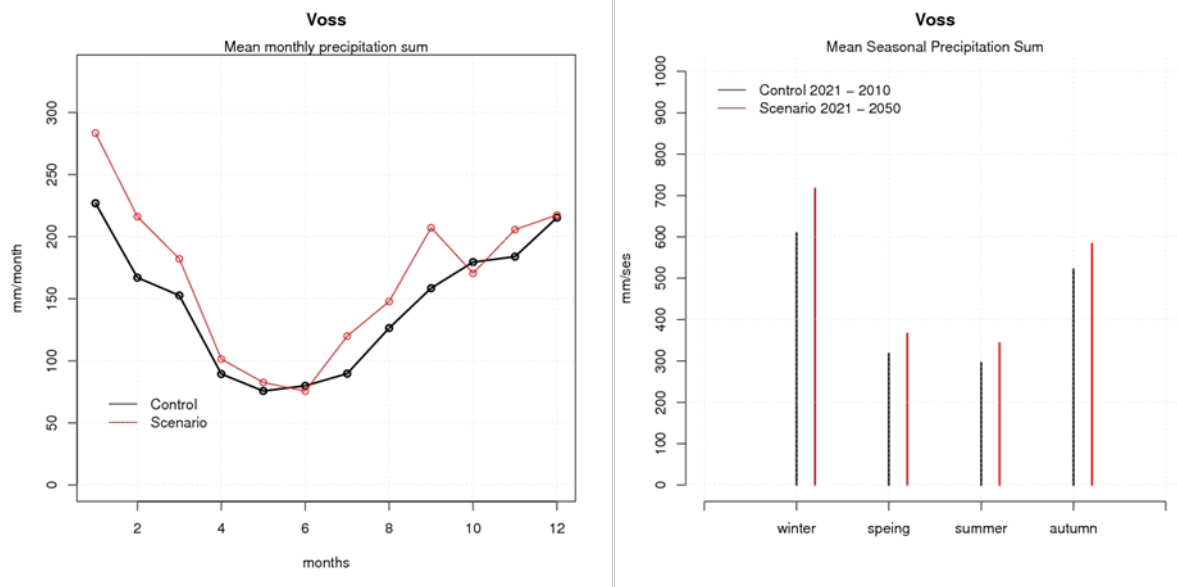
Figur 8.9.13



Figur 8.9.14

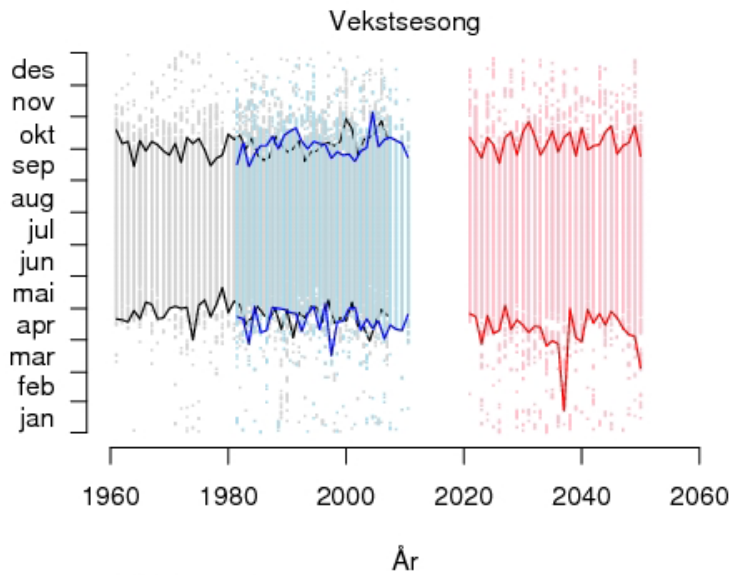


Figur 8.9.15



Figur 8.9.16

8.9.3 Vekstsesong



DEFINISJONER:

Vekstsesong: Døgnmiddeltemperatur > 5 grader Celsius

Start på vekstsesong: Første periode på året med vekstsesong minimum 4 sammenhengende dager

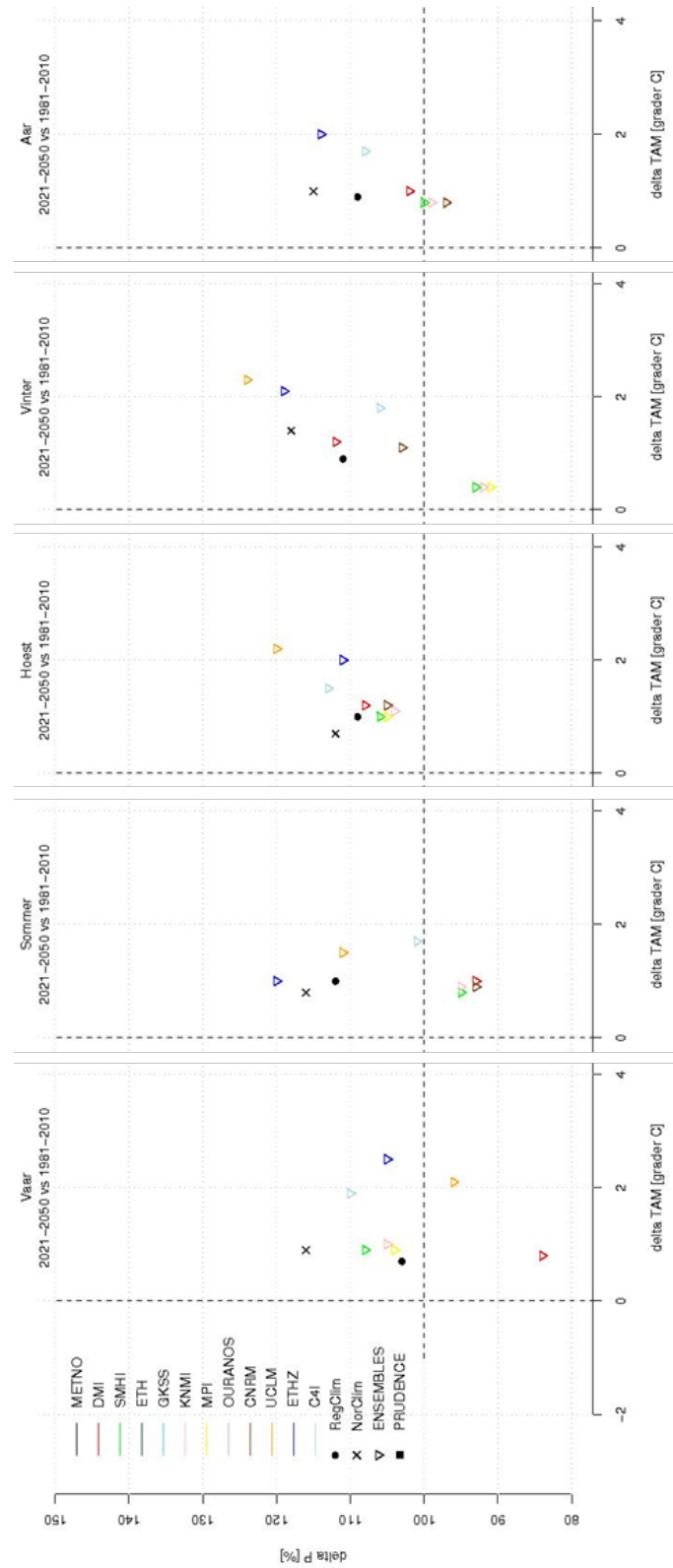
Slutt på vekstsesong: Første periode fom begynnelsen av august uten vekstsesong i minimum 4 sammenhengende dager.

Start og slutt på vekstsesong er vist som heltrukne linjer (hvh nedre og øvre linje)

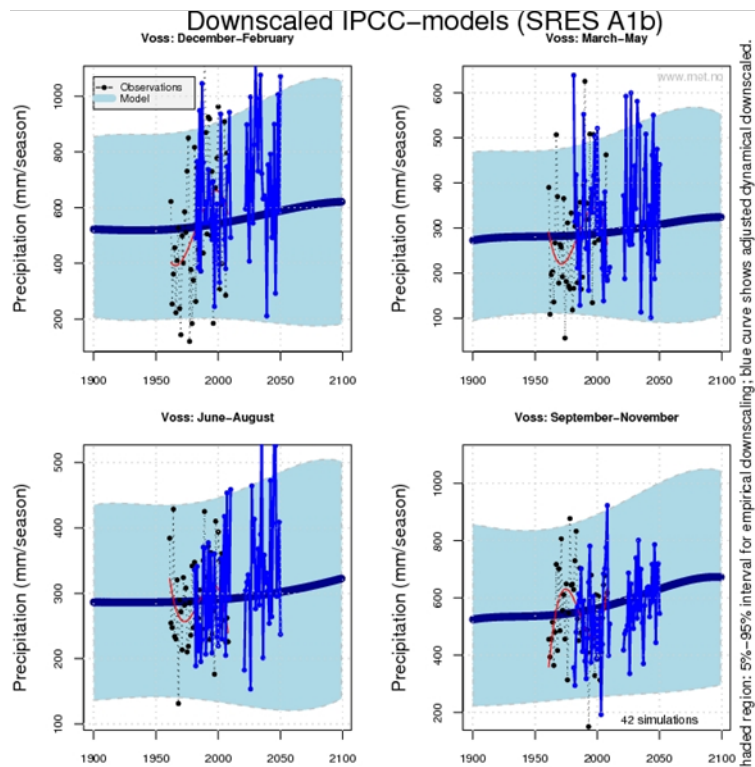
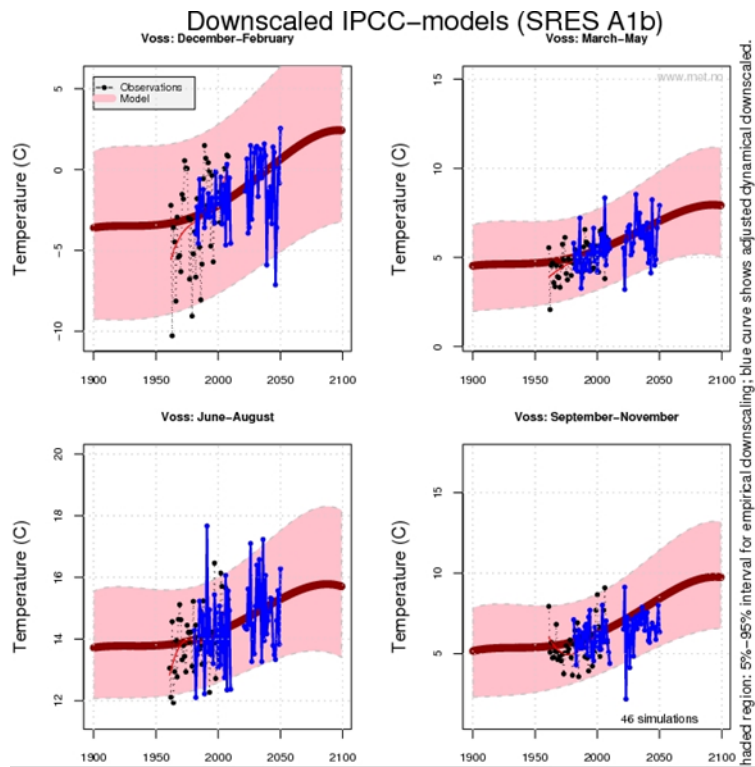
Grå: Historiske data, Blå: Kontrollperiode (modell), Rød: Scenarioperiode(modell)

Figur 8.9.17

8.9.4 Resultater fra ulike modeller



Figur 8.9.18



Figur 8.9.19

8.10 Program for avslutningskonferanse på NORADAPT prosjektet

24.-25. oktober 2011 på Losby Gods



Innhold og formål

NORADAPT prosjektet har i fire år forsket på kommunenes sårbarhet og tilpasningsevne til klimaendringer. Denne konferansen vil oppsummere erfaringene og resultatene fra prosjektet og peke på veien videre for klimatilpasning på kommunalt nivå i Norge. Forskere, prosjektdeltagere fra kommunene og representanter for ansvarlige myndigheter er invitert til å komme med innlegg. Målet er å diskutere hvordan status og forutsetningene for kommunenes klimatilpasningsarbeid er i dag og inspirere til videre diskusjon omkring klimatilpasningspolitikk på ulike nivå.

Om NORADAPT prosjektet

I 2007 kom klimatilpasning for alvor på dagsorden internasjonalt, med FNs klimakonferanse på Bali. I Norge startet flere større forskningsprosjekt finansiert av Forskningsrådets NORKLIMA-program, blant annet NORADAPT prosjektet. I NORADAPT har forskere fra CICERO senter for klimaforskning, Vestlandsforskning, Østlandsforskning og Meteorologisk Institutt deltatt i samarbeid med kommunene Flora, Fredrikstad, Stavanger, Voss, Bergen, Høylandet, Hammerfest og Lebesby. Prosjektet har vært gjennomført i nært samarbeid med kommunene, og kommunene har selv skullet utrede sin sårbarhet og utvikle tilpasningsstrategier i samarbeid med forskergruppen. Prosjektet har vist at kommunene evner å sette klimatilpasning på dagsorden, utnytte vitenskaplig kunnskap og implementere klimatilpasningstiltak, men at dette avhenger av flere faktorer, som kapasitet, kunnskap og engasjement i kommunene, tilgang på relevant kunnskap og virkemidler, og tydelige føringer og oppfølging fra regionale og nasjonale myndigheter.

Program

Dag 1 *Resultater fra NORADAPT prosjektet.* Utvikling og bruk av klimaframskrivninger, håndtering av usikkerhet i klimatilpassningsarbeidet og implementering av klimatilpassningstiltak i kommunene. Viktige lærdommer å ta med seg i det videre arbeidet med klimatilpassing i Norge.

11:00-11:30	Registrering og kaffe
11:30-11:45	Velkomsthilsen ved prosjektleder Grete K. Hovelsrud, CICERO/Nordlandsforskning
11:45-12:30	Innlegg fra prosjektkommunene på gitte tema (hvorfor og hvordan få klimatilpassing på dagsorden, handlingsrom for lokal klimatilpassing, hvordan håndtere usikkerhet)
12:30-13:30	Lunsj
13:30-15:00	Forskerinnlegg: Utvikling og bruk av klimaframskrivninger (Meteorologisk Institutt), bruk av samfunnsscenarioer (Ingrid Sælensminde, Vestlandsforskning), håndtering av usikkerhet i klimatilpassningsarbeidet (Kyrre Groven, Vestlandsforskning) og implementering av klimatilpassningstiltak i kommunene (Trude Rauken, CICERO)
15:00-15:30	Kaffe
15:30-17:00	Innlegg fra prosjektkommunene på gitte tema (hvorfor og hvordan få klimatilpassing på dagsorden, handlingsrom for lokal klimatilpassing og hvordan håndtere usikkerhet)
19:00	Middag

Dag 2 *Veien videre.* Hva er forutsetningene for kommunenes klimatilpassningsarbeid. Kobling av utslippspolitikken og tilpassningspolitikken. Risikerer vi ”maladaptation” eller ”malmitigation”? Innpill til den sentrale tilpassningspolitikken.

09:00-09:30	Regjeringens klimatilpassningspolitikk – oppfølging av innstillingen fra Klimatilpassningsutvalget, ved politisk ledelse i Miljøverndepartementet. (ikke bekreftet)
09:30-09:45	Det videre arbeidet ved Klimatilpassningssekretariatet – ved representant fra DSB/Klimatilpassningssekretariatet
09:45-10:00	Hvordan står det til med klimatilpassningsarbeidet i norske kommuner – og hvilken plass bør kommunesektoren ha i fremtiden i dette arbeidet? Ved representant fra KS
10:00-10:15	Erfaringer fra arbeidet med klimatilpassing i «Fremtidens byer». Ved representant for «Fremtidens byer» sekretariatet
10:15-11:30	Utslipsreduksjon og klimatilpassing – to sider av samme sak? Ved Carlo Aall, Vestlandsforskning
11:30-12:30	Diskusjon der innlederne over deltar i et panel. Ordstyrer Grete Hovelsrud, CICERO
12:30-13:30	Lunsj og slutt