



Statens vegvesen

Vinterdrift i endret klima

Statens vegvesens rapporter

Nr. 74



Klima
og
transport

Vegdirektoratet
Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen
Geoteknikk og skred
Desember 2011

VD rapport

VD report

Tittel

Vinterdrift i endret klima

Undertittel

Forfatter

Skuli Thordarson, Vegsyn m.fl.

Avdeling

Trafikksikkerhet, miljø- og
teknologiavdelingen

Seksjon

Geoteknikk og skred

Prosjektnummer

601995

Rapportnummer

Nr. SVV 74

Prosjektleder

Gordana Petkovic

Emneord

Klima og transport, vinterdrift, vegsalting,
klimasoner, skred

Sammendrag

Rapporten inngår i en serie rapporter fra FoU-prosjektet "Klima og transport", etatsprosjekt 2007-2010. Hensikten med prosjektet er å forbedre rutiner og regelverk for planlegging, prosjektering, bygging, drift og vedlikehold av vegnettet som svar på endrede klimaforhold.

Rapporten tilhører delprosjekt 6 – "Konsekvenser for vinterdrift", og inneholder en oversikt over de mest sannsynlige konsekvensene som klimaendringene kan ha for vinterdriften i tillegg til å gi råd om klimatilpasning og datainnsamling. De viktigste konklusjonene er at tilpasning bør først og fremst være i form av økt fleksibilitet og beredskap til å møte ekstreme vær-situasjoner. Organisering av vinterdriften antas å kunne utvikles gradvis med hensyn til endret klima i og med at tidsskalaen for klimaendringene er lang sammenlignet med investeringer under vinterdriften.

Antall sider 29

Dato Desember 2011

Forsidebilde / Cover photo: Knut Opeide

Title

Climate change impacts on winter
maintenance

Subtitle

Author

Skuli Thordarson ,Vegsyn, et al.

Department

Traffic Safety, Environment and Technology
Department

Section

Geotechnical Section

Project number

601995

Report number

Nr. SVV 74

Project manager

Gordana Petkovic

Key words

Climate and Transport, winter
maintenance, road salting, climate zone,
avalanche

Summary

This report belongs to a series of reports from the R&D programme "Climate and Transport", carried out by the Norwegian Public Roads Administration 2007-2010. The main objectives of the programme are to investigate the effect of climate change on the road network and recommend remedial actions concerning planning, design, construction and maintenance.

The work presented in this report is a part of project no. 6 "Climate change impacts on winter maintenance", and includes a review of possible effects of climate change on winter maintenance. Some recommendations on adaptation and data acquisition are given. The time aspect of climate change implies that suitable adaptation should be gradually introduced. The most important adaptation measures include increased flexibility regarding extreme weather situations.

Pages 29

Date December 2011

Forord

Rapporten inngår i en serie rapporter fra FoU-prosjektet 'Klima og transport', etatsprosjekt 2007 – 2010. Hensikten med prosjektet er å forbedre rutiner og regelverk for prosjektering, bygging og drifting av veg som svar på endrede klimaforhold.

Klimaforskningen konkluderer med at vi etter all sannsynlighet vil få endring til et varmere klima, som antas å føre til en økning i nedbørmengde og intensitet, parallelt med økt stormfrekvens og stormstyrke. Effektiviteten og sikkerheten av vegnettet påvirkes av nedbør, vind og temperaturforholdene. Dette er elementer som har innvirkning på steinsprang, fjellskred og snøskred, overflatevann, flom og erosjon, frysing og tining samt snø og is på vegbanen.

'Klima og transport' jobber etter beskrivelser av klimaendringer og deres effekt på transportsektoren slik de er nedfelt i følgende dokumenter:

- NTP-rapport "Virkninger av klimaendringer for transportsektoren", laget av en tverretattlig gruppe i transportsektoren: Jan Otto Larsen (leder) og Pål Rosland (sekretær), Statens vegvesen Vegdirektoratet, Kjell Arne Skoglund, Jernbaneverket, Eivind Johnsen, Kystverket og Olav Mosvold Larsen, Avinor.
- Vedleggsrapport "Regionale klimascenarier for transportsektoren i Norge – en oppdatering", av Jan Erik Haugen og Jens Debernard, Det Norske Meteorologiske institutt, februar 2007. (Rapporten er basert på scenarier fra RegClim prosjektet.)
- "Klima i Norge 2100", utarbeidet for NOU Klimatilpassing av meteorologisk institutt, Bjerknessenteret, Nansensenteret, Havforskningsinstituttet og NVE, juni 2009.

'Klima og transport' består av følgende delprosjekter:

- Dp 1 Premisser og implementering
- Dp 2 Innsamling, lagring og bruk av data
- Dp 3 Flom- og erosjonssikring
- Dp 4 Snø-, stein-, jord- og flomskred
- Dp 5 Tilstandsutvikling på vegnettet
- Dp 6 Konsekvenser for vinterdrift
- Dp 7 Sårbarhet og beredskap

Prosjektleder for 'Klima og transport' er Gordana Petkovic og prosjektsekretær Reidun Svendsen. Mer informasjon om prosjektet: <http://www.vegvesen.no/klimaogtransport>

Delprosjekt 6, som denne rapporten hører til, har som mål å synliggjøre hvilke konsekvenser klimaendringene kan ha for vinterdrift av vegnettet. 'Klima og transport' har ikke hatt kontinuerlig arbeid på dette delprosjektet. Den opprinnelige planen er vist i Vedlegg 2.

Denne rapporten bygger bl.a. på erfaringer fra andre vinterdriftsprosjekt i regi av Statens vegvesen og på erfaringer fra en eksepsjonell vær-situasjon på Vestlandet i mars 2010 som førte til omfattende vegstengninger på grunn av snøskred og snøskredfare. Rapporten er utarbeidet av Skuli Thordarson (Vegsýn, Island), med bidrag fra Torgeir Vaa, Harald Norem, Øystein Larsen og Bård Nonstad, Statens vegvesen.

For oversikt over andre prosjektrapporter fra 'Klima og transport', se vedlegg 3.

Innhold

1	Innledning.....	2
2	Forutsetninger.....	2
2.1	Klimaendringer.....	2
2.2	Tidsperspektiv	4
3	Anbefalinger.....	5
3.1	Strategi, standardkrav og kontraktsforhold	5
3.2	Beredskap, overvåking og trafikantinformasjon ved ekstraordinære værforhold	6
3.3	Metoder og tiltak for å opprettholde fremkommelighet	7
3.4	Behov for datainnsamling og forskning	8
4	Konklusjoner	8

Vedlegg

1. Anita Verpe Dyrdaahl, met.no, oppdragsrapport for 'Klima og transport'
2. Delprosjekt 6 'Konsekvenser for vinterdrift'
3. Prosjektrapporter fra 'Klima og transport'

1 Innledning

Hensikten med rapporten er å oppsummere mulige konsekvenser av klimaendringene for vinterdriften og å gi anbefalinger om tilpasning av vinterdriften i Statens vegvesen med hensyn til klimaendringene. Arbeid forbundet med vinterdrift i Statens vegvesen, kan deles opp i tre arbeidsområder når effekten av klimaendringer skal behandles:

- Strategi, standardkrav og kontraktsforhold
- Trafikkberedskap, overvåking og trafikantinformasjon
- Dimensjonering av utstyr, metoder og tiltak for å opprettholde fremkommelighet

Konsekvenser av klimaendringer for disse arbeidsområdene vil kunne bli forskjellige ulike steder i landet. Den langsiktige effekten av klimaendringene vil kunne kreve endret organisering av vinterdriften mens utvikling av tekniske metoder og tiltak blir lite påvirket av klimaendringene.

2 Forutsetninger

2.1 Klimaendringer

Endringer i temperatur- og nedbørsforhold vil påvirke både utførelsen av vinterdriften og innsatsbehovet for å opprettholde kravene til framkommelighet og trafikksikkerhet på vegnettet vinterstid. Det må antas at klimaendringene slår ut i ulik grad og med ulike konsekvenser for vinterdrift rundt omkring i landet.

- Økt nedbør vinterstid vil føre til flere og større snøfall, spesielt i fjellet. Dette påvirker snørydding og skredfrekvens og kan medføre hyppigere stenging av veger på grunn av snøfall og snøskred.
- Økt middeltemperatur vil kunne gi flere veger som er klimatisk egnet for salting, spesielt i områder med tidligere stabilt vinterklima som blir utsatt for mer mildvær og flere svingninger av temperaturen rundt frysepunktet. Vi kan også få flere vinterflommer med økt sannsynlighet for sørpeskred.

Varmere klima vil føre til forskyvning av klimasoner fra det vi har i dag, men det forventes ikke at det vil oppstå nye klimasoner eller hittil ukjente vær fenomener. En rapport laget av Meteorologisk institutt for 'Klima og transport' beskriver sannsynlige endringer i klima som påvirker vinterdriften. Rapporten sammenligner klima i referanseperioden 1961-1990 med fremtidig klimaperiode 2071-2100 og presenterer estimerte endringer i fire forhold som påvirker vinterdriften:

1. Total årlig snømengde som treffer vegnettet (akkumulerte nedbørmengder ved middeltemperatur $< 0^{\circ}\text{C}$)
2. Antall snødager per vintersesong (dager med nedbør ved middeltemperatur $< 0^{\circ}\text{C}$)
3. Antall dager med saltingsbehov (dager med middeltemperatur -6°C til $+2^{\circ}\text{C}$)
4. Antall dager med nullføre (dager med døgnmiddeltemperatur -2°C til $+2^{\circ}\text{C}$)

Rapporten fra met.no er i sin helhet vist i Vedlegg 1. Følgende er et sammendrag av resultater:

Endring i total årlig snømengde:

Vi ser en sterk nedgang i snømengder vest for vannskillet i Sør-Norge og i deler av Nordland. Svakest nedgang ser vi langs kysten i sør-vest og store deler av Østlandet og

Finnmark. Økning av snømengdene sees bare i de høyereliggende fjellområdene i innlandet.

Endring i antall snødager:

Det er størst nedgang i fjellområdene i vest, i indre deler av Nordland og Troms, og deler av Finnmark. Minst nedgang / svak økning ser vi langs vestkysten i Sør-Norge.

Endring i antall dager med saltingsbehov:

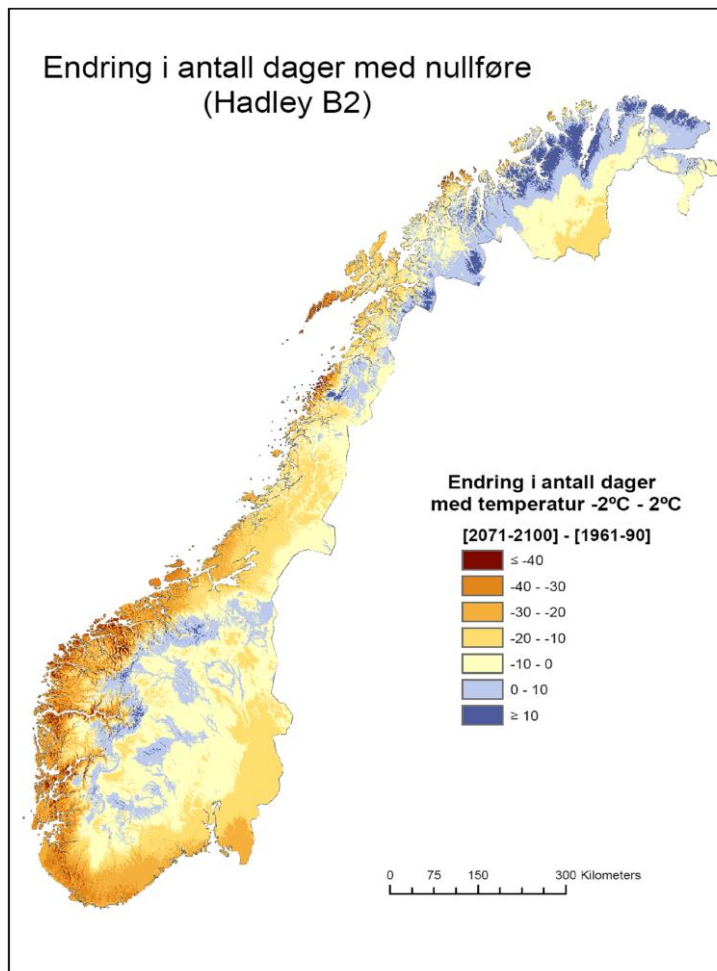
Vi ser størst nedgang langs hele sør- og vestkysten. Nedgangen minker med avstand fra kysten og høyde over havet. I de høyeste fjellområdene i Sør-Norge og i deler av Troms og Finnmark ser vi en svak økning.

Endring i antall dager med nullføre:

Sterkest nedgang finner vi langs sør- og vestkysten, mens vi ser en økning i mellomliggende områder både vest og øst for fjellområdene i Vest-Norge, i deler av Nordland og Troms, og langs hele Finnmarkskysten. De fleste steder er derimot ikke økningen på mer en 1-15 dager.

Det er to viktige forhold for vinterdrift som rapporten ikke behandler:

- Spørsmålet om endringer i frekvens av ekstreme vindstyrker eller ekstreme snøfallsmengder. Slike værtyper er avgjørende for snøskred og fremkommelighet på fjellovergangene.
- Antall dager med lave temperaturer som ikke er egnet for salting, dvs. dager med temperatur lavere enn omtrent -6° . Hyppige variasjoner og raske endringer i temperatur og nedbørforhold gir økt behov for vintertiltak ettersom det normalt påvirker føreforholdene negativt.



Figur 1. Kartet viser endring in antall dager med nullføre mellom referanseperioden 1961-1990 og 2071-2100. (met.no rapport for Klima og transport)

Med hensyn til antall dager med snøfall og total årlig snømengde viser denne undersøkelsen at behov for brøyting på landsbasis vil kunne bli mindre på sikt som følge av klimaendringene. Endring i parameterne som er knyttet til friksjonsforbedrende tiltak er imidlertid svært liten eller ingen over store deler av landet. Ifølge denne undersøkelsen er det derfor ikke å vente stor endring som følge av klimaendringene. Klimamodellene generelt har større usikkerhet når det gjelder endringer i forekomst av høye vindstyrker enn de har i forhold til andre værparametre, men det er mange indikasjoner på at vindstyrker vil kunne øke. Mer hyppige stormer og høyere vindstyrker generelt om vinteren vil påvirke regulariteten på fjelloverganger og i tillegg bidra til skredfare i forbindelse med drivsnø i løsnemrådene for snøskred. Dette retter fokus mot trafikkberedskapsdelen av vinterdriften.

2.2 Tidsperspektiv

Når en ser på forskjellen mellom tidsperspektivet for klimaendringene og for planlegging av drift av vegnettet, viser det seg at det er i stor grad andre forhold som vil stille krav til utvikling og endringer i vinterdriften. Trafikkvekst og samfunnets krav om fremkommelighet og sikkerhet på vegnettet er dominerende faktorer, som sammen med erfaringer av dagens klima i et kortere perspektiv bestemmer hvordan vinterdriften må utvikles. På grunn av at administrasjon av vinterdriften ikke er bundet av langsiktige forhold og kan endres på kort sikt (herunder standardkrav, kontraktsforhold og de fleste investeringer), bør klimatilpasning i vinterdriften derfor sees i et relativt kort tidsperspektiv. Informasjoner om virkningen av klimascenarier i et langt perspektiv (20, 50 eller 100 års) gir derfor ikke grunn til umiddelbare reaksjoner, men de kan indikere hvordan behov for og krav til vinterdrift vil endre seg, i tillegg til å gi premisser for videre forskning. Tilpasning skal derfor først og fremst skje i form av økt fleksibilitet med hensyn til ekstreme vær-situasjoner.

Ved planlegging og bygging av nye veger bør man ta hensyn til forventede klimaendringer og de konsekvenser dette kan få for snø-, vind og skredfare. Dette kan ha betydning for plassering og utforming av vegprofilen for å forenkle vinterdriften og bedre regulariteten i framtiden.

3 Anbefalinger

3.1 Strategi, standardkrav og kontraktsforhold

Mer variasjon i vær og klima stiller krav til større fleksibilitet. Ved driftskontrakter med funksjonskrav vil dette medføre større risiko for entreprenørene med krav til stor innsats i de mest kritiske situasjonene. En høyere risiko for entreprenøren kan på sikt føre til høyere priser ved anbud. Teknisk sett er den største utfordringen under tungt snøvær å ha nok brøyteutstyr tilgjengelig. I kontraktsområder av stor geografisk utstrekning kan det ta tid å hente inn ekstra ressurser i kritiske perioder, i tillegg må kontraktsformen gi spillerom for dette. Større årlige variasjoner og usikkerhet mht. klimaendringer kan gi større usikkerhet for entreprenørene ved kalkulasjon av driftskontrakter selv i en 5-årsperiode.

Med hensikt på å bedre kunne møte utfordringene som følger av eventuell økt frekvens av ekstreme værsituasjoner må strategi og kontraktsform for vinterdrift optimaliseres.

I Vesterålen har Statens vegvesen gjort forsøk med endrede driftskontrakter. Den viktigste forskjellen er at byggherren er i større grad involvert i beslutningsprosessen og administrasjonen og at det prøves ut flere kontrakter for mindre geografiske områder. Viktige elementer med denne kontraktsformen er:

- Flere og mindre entreprenører blir involvert i konkurransen, større konkurranse.
- Bedre styring fra byggherrens side med standarden på utført arbeid.
- I hovedsak oppgjør etter utførte mengder og enhetspriser; dvs. mindre risiko for entreprenør.
- Byggherren overtar hovedansvaret for standard og tilstand på vegnettet, gjennom styringsmuligheter overfor entreprenøren.

Erfaringene fra utprøving av ny kontraktsform i Vesterålen tyder på at endringene kan være gunstige med hensyn til økt fleksibilitet som klimaendringene krever:

- Det er mer utstyr ute på vegene.
- Det er mindre avvik registrert.
- Tilbakemeldinger fra publikum og transportnæringen er positive.
- Statens vegvesen har selv trafikkberedskapen og kan styre bruk av resurser og driftsmetodene.

Når det gjelder standardkravene er det et faktum at den delen av vegnettet som trafikkmessig ligger til rette for bruk av salt er alt saltet pr. i dag. Det er derfor lite sannsynlig at forskyvning av klimasoner alene vil endre dette. Varmere vinterklima vil kunne øke utstrekningen av områder som ikke egner seg for friksjonsbedrende tiltak uten bruk av salt. Dette medfører økt bruk av salt med tilhørende økonomiske og miljømessige kostnader.

Det foreligger et utkast til ny *Håndbok 111 Standard for drift og vedlikehold av riksveger*, som ventes innført i 2013. Denne revisjonen inneholder bl.a. reviderte bestemmelser for vinterdrift. Et viktig moment i den nye standarden for vinterdrift er innføring av kortere brøyteroder enn tidligere, noe som vil gjøre det enklere å opprettholde god fremkommelighet under ekstreme værsituasjoner.

3.2 Beredskap, overvåking og trafikantinformasjon ved ekstraordinære værforhold

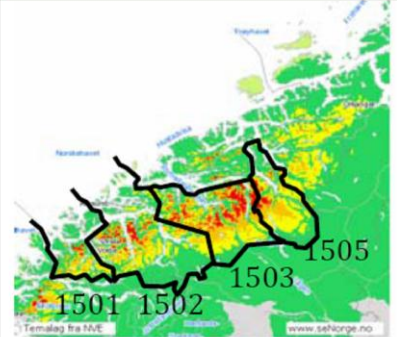

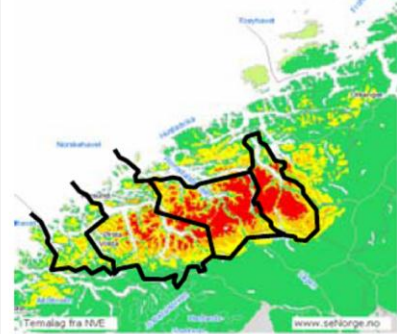

Trafikkavvikling under krevende værforhold, spesielt når snøskred og andre skredtyper er inne i bildet er en viktig oppgave hvor entreprenøren, Statens vegvesen og etter forholdene andre aktører har definerte roller og ansvar. Rutiner for stenging, varsling og informasjon er nedfelt i beredskapsplaner for de enkelte områdene eller vegstrekningene.

‘Klima og transport’ prosjektet har i en egen rapport gitt anbefalinger til en ny mal for beredskapsplaner, [VD 28 Beredskapsplan for driftskontraktene - Forslag til plan for uvær og naturfarer](#). Her tas det utgangspunkt i flere naturfarer enn i tidligere beredskapsplaner, som i hovedsak har vært rettet mot snøskred. Etter den nye malen skal store snøfall og uvær med snøfokk på fjellovergangene også tas i betraktning ved utarbeidelse av beredskapsplanene.

Under kritiske værforhold er en av de største utfordringene å vurdere den reelle skredfaren i området og i enkelte skredløp. Når vegen blir stengt på grunn av skredfare kan det også være aktuelt å stoppe snøryddingen av hensyn til driftspersonalets sikkerhet, men til gjengjeld kan det ta noe lengre tid å gjenåpne vegen og bruk av fres kan være nødvendig.

Under en omfattende episode med snøskred og skredfare på Vestlandet i mars 2010 ble beredskapssystemet i Statens vegvesen for alvor satt på prøve. Erfaringene tyder på at dersom slike værphenomen vil forekomme oftere i fremtiden må det investeres mer i beredskap tilknyttet ekstreme vær-situasjoner.

I forbindelse med trinnvis beredskap utvikler Statens vegvesen i samarbeid med Norges vassdrags- og direktorat en ny kartportal som viser værforhold og hendelser på samme kart. Kartportalen ([FøreVar](#)) brukes for visualisering av værdato og hendelsesdata på vegnettet.

"Skreduke" (uke 11), mars 2010		
Dato	Utsnitt FøreVar (nysnø siste 3 døgn)	Generelt varsel fra NGI
14. mars 2010		
15. mars 2010		

Figur 2. Informasjoner fra FøreVar kartportalen.

Dette gjelder både historiske værdato, nåtidsdata og prognose. Ved hjelp av definerte terskelverdier kan portalen også brukes til vurdering av risiko og blir dermed et viktig bidrag i beredskapsarbeidet. Under skredperioden i Romsdalen, mars 2010, ble det samlet inn viktige erfaringer for den videre utviklingen av FøreVar. Dette er omtalt i en rapport fra Klima og transport, [VD19 "Databehov ved trinnvis varsling av snøskredfare"](#). Figur 2 viser utsnitt fra kartportalen FøreVar under ovennevnt skredperiode.

I FøreVar blir det også samlet informasjon om hendelser på veg, som stenging og kolonnekjøring. Dermed blir portalen et nyttig verktøy for Vegtrafikksentralen ved formidling av informasjon til trafikantene.

For bedre å takle beredskaps- og informasjonsarbeidet under svært vanskelige værforhold eller ved omfattende skredfare er følgende punkter anbefalt:

- Bruk av den nye kartportalen [FøreVar](#) ved alle aktuelle instanser med beredskaps- og informasjonsansvar.
- Bruk av den nye Vegvær-portalen, som ferdigstilles av [prosjektet Vegvær](#) vinteren 2011/12. Portalen vil gi jevnlig oppdaterte prognoser og dermed et mer nøyaktig verktøy for planlegging av når, hvor og hvordan vegen skal brøytes, saltet eller strøs.
- Ved stenging er det viktig å få ut informasjon til trafikantene. Variable skilt på strategiske steder gjør det mulig for trafikantene å velge alternative ruter på et tidligere tidspunkt (Figur 3).
- Konsultasjon med lokalkjente er viktig ved vurdering av skredfaren. Det bør videre etableres rutiner som støtter under lokalkunnskapen gjennom faktiske observasjoner av været og registreringer av snøforholdene i fjellet for å vurdere snøskredfaren.
- Det bør utvikles og etableres gode systemer for kunstig utløsning av skred.



Figur 3. Et skilt som varsler om stengt veg uten at det informeres om mulige omkjøringsalternativer.

3.3 Metoder og tiltak for å opprettholde fremkommelighet

Varmere vinterklima vil kunne påvirke metodevalg i retning økt salting, slik beskrevet i tidligere avsnitt. Sammen med trafikkvekst, krav fra samfunnet eller endrede standardkrav kan varmere vinterklima føre til at lengden av saltet vegnett kan øke og periodene med salting av veger med vintervegstrategi kan øke.

I og med at det ikke ventes at klimaendringene fører med seg nye ukjente vær fenomener eller at nye klimasoner vil oppstå, vil ikke teknisk utvikling være påvirket av klimaendringene. De fleste områder vil sannsynligvis over tid bli utsatt for endrede forhold som gjør at innsatsbehovet endrer seg, både når det gjelder antall og type utførte operasjoner. Sett i lys av tidsskalaen for klimaendringene må det likevel antas at kunnskapsspredning og tilpasning av den praktiske utførende delen av arbeidet blir ivaretatt gjennom den fortløpende utviklingen innenfor faget.

- Klimaendringene, med henblikk på økende miljøhensyn i forbindelse med salting av veier, vil øke behovet for utvikling av alternative metoder for friksjonskontroll i områder som egner seg for salting.

3.4 Behov for datainnsamling og forskning

For bedre å kunne forstå klimaets innvirkning på vinterdriften kan registreringer fra værstasjoner benyttes sammen med driftsdata. Ved samkjøring av disse dataene får man etablert sammenhenger mellom klima og vinterdrift. Å kartlegge disse sammenhengene er en forutsetning for å benytte prognoser om fremtidens klima til å få innblikk i hvilke effekter klimaendringene kan ha for vinterdriften. Dette ble demonstrert i FoU-prosjektet [IRWIN](#) under [EraNet Road](#) samarbeidet. Etablering av ”vinterindeks” vil dermed forbedre mulighetene for å knytte fremtidens klima mot vinterdriften og finne bedre sammenhenger mellom værparametre og ressursinnsats og kostnader.

- Økt antall værstasjoner og mer solide driftsrutiner for disse er ønskelig. Flere værstasjoner gir:
 - Et bedre beslutningsgrunnlag for vinterdriften.
 - Mulighet for etablering av vinterindeks som kan bl.a. benyttes for å evaluere betydningen av klimaendringer for vinterdriften (jfr. IRWIN)
- Samordning av registreringsrutiner for driftsdata, bl.a. fra høyfjellsveger.
 - Dette gir en bedre mulighet for å etablere sammenhenger mellom klima og vinterdrift.
- Det er behov for systematisk utprøving av egnede metoder for kunstig utløsning av skred.
 - Anvendelse av slike metoder vil kunne korte ned stengningstid på vegene under skredfare og gi bedre forutsigbarhet for viktige transporter.

4 Konklusjoner

Vinterdrift er et tema som det er lettere å assosiere med vær og dagens klima enn med langsiktige klimaendringer. Av den grunn er det få konkrete anbefalinger eller tiltak som kan legges fram med hensyn til klimaendringene alene.

De fleste punktene som er nevnt i forrige kapittel har relevans til virksomhet eller utvikling som allerede er i gang, og noen tiltak kan utvikles under andre relevante prosjekter, som f.eks. [Vegvær](#) eller det nye etatsprosjektet [Naturfare - Infrastruktur, flom og skred \(NIFS\)](#). Klimaendringer kan også i noen grad tas hensyn til ved innføring av resultater fra det nylig avsluttede [Salt SMART prosjektet](#).

Videre bør erfaringene av en ny vinterdriftsstandard følges opp nøye (dvs. etter innføring i 2013) med hensyn til klimaendringer og ekstreme vær-situasjoner.

Klima og transport - Delprosjekt 6: Konsekvenser for vinterdrift

Bidrag fra Meteorologisk institutt v/ Anita Verpe Dyrrdal

I denne rapporten presenteres gridkart i 1 x 1 km for historiske og fremtidige snøforhold i hele Norge og for vegstrekningen E136 Ålesund - Dombås. Gjennomsnitt for følgende to perioder er lagt til grunn for kartene:

- (a) Normalperioden 1961-1990 (Nåtidsklima)
- (b) Fremtidig klimaperiode 2071-2100

For periode (a) er det brukt daglige interpolerte verdier av nedbør og temperatur som er basert på observasjoner fra met.no sitt stasjonsnett. Disse daglige verdiene, sammen med andre parametre, publiseres som værkart på www.seNorge.no.

For periode (b) er den regionale klimamodellen HIRHAM, med 55 km oppløsning, brukt, sammen med interpolerte nedbør og temperatur estimater, med 1 km oppløsning. Verdiene er deretter justert til å representere lokale forhold. Nedbør og temperatur estimater fra to ulike klimamodeller er brukt her: HadAm3H med utslippsscenarioer A2 og B2, og ECHAM4 med utslippsscenario B2 - altså til sammen tre fremtisscenarioer som vi her kaller **Hadley A2** (HadAm3H-A2), **Hadley B2** (HadAm3H-B2), og **MPI B2** (ECHAM4-B2).

Det er lagt vekt på fire forhold som påvirker vegnettet, og estimert endring i disse.

1. Total årlig snømengde som treffer vegnettet (akkumulerte nedbørmengder ved middeltemperatur $< 0^{\circ}\text{C}$)
2. Antall snødager per vintersesong (dager med nedbør ved middeltemperatur $< 0^{\circ}\text{C}$)
3. Antall dager med saltingsbehov (dager med middeltemperatur $-6^{\circ}\text{C} - 2^{\circ}\text{C}$)
4. Antall dager med nullføre (dager med døgnmiddeltemperatur $-2^{\circ}\text{C} - 2^{\circ}\text{C}$)

Det eksisterer foreløpig ingen gridkart for lokale vindforhold i Norge, hverken for nåtidsklima eller for fremtiden. I tillegg er scenariene veldig usikre og viser ingen klare trender bortsett fra antydninger til flere tilfeller av ekstremvind. På grunnlag av dette har det ikke vært mulig å vurdere endringer innen drivsnøproblematikk, slik det ble nevnt i prosjektforslaget.

Resultater

Kartene som følger er laget i ArcMap. Først vises kart for periode (a), deretter kart med hvert av de tre scenariene for periode (b), i tillegg til kart med endringer mellom de to periodene. Deretter vises samme kart med fokus på vegstrekningen E136. Fargenekodene i kartene representerer ikke nødvendigvis samme intervall (se tegnforklaring på hvert enkelt kart).

Scenariet **Hadley A2** viser minst endring fra periode (a) til periode (b), deretter følger scenariet **Hadley B2**, mens scenariet **MPI B2** viser sterkest endring i alle parametrene.

Endringer i total årlig snømengde:

Vi ser en sterk nedgang i snømengder vest for fjellområdene i Vest-Norge og i deler av Nordland. Svakest nedgang ser vi langs kysten i sør-vest og store deler av Østlandet og Finnmark. Vi ser omtrent ingen områder med økning i snømengde.

Endringer i antall snødager:

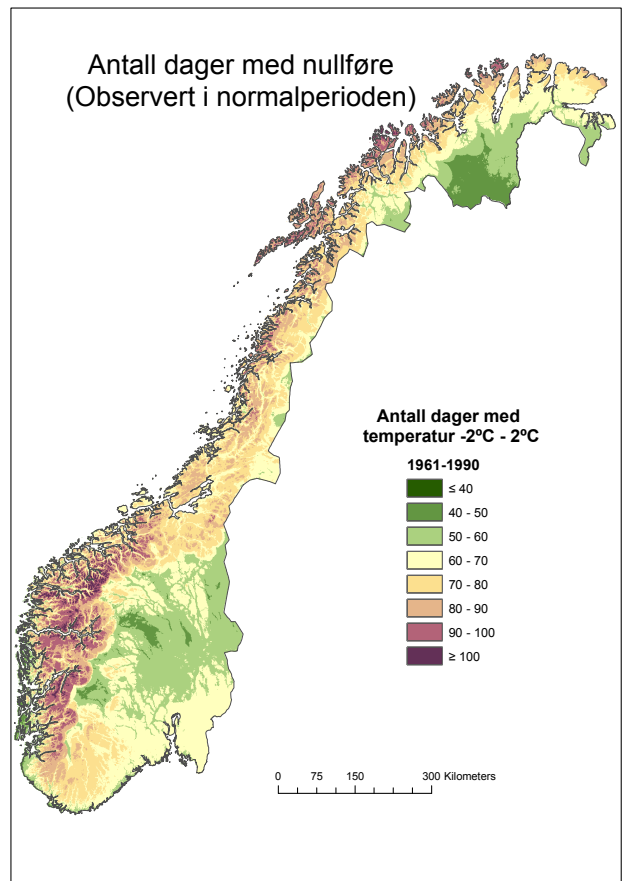
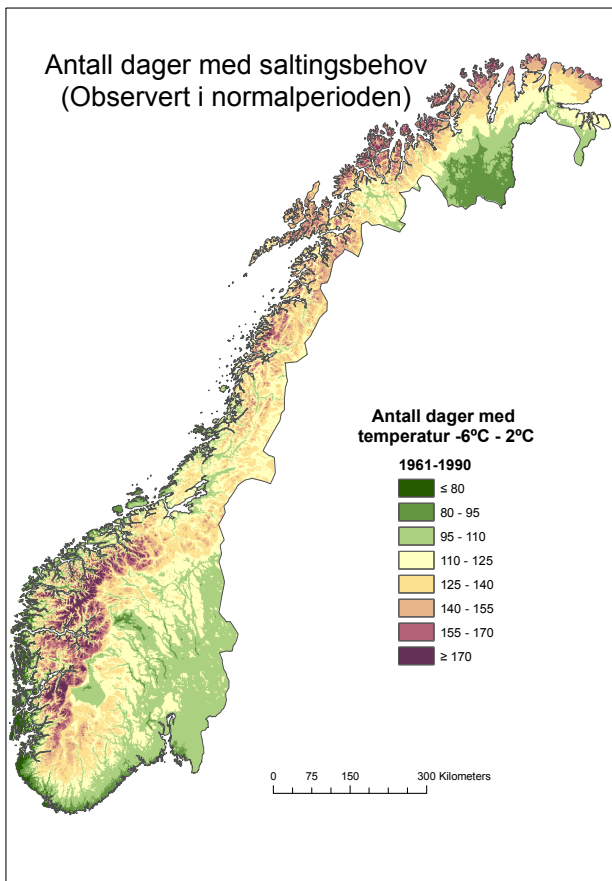
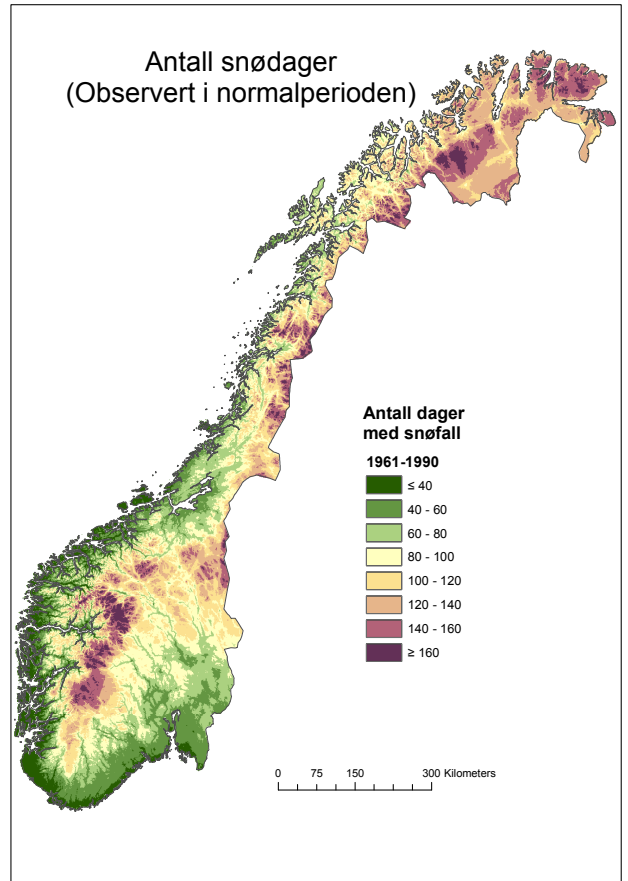
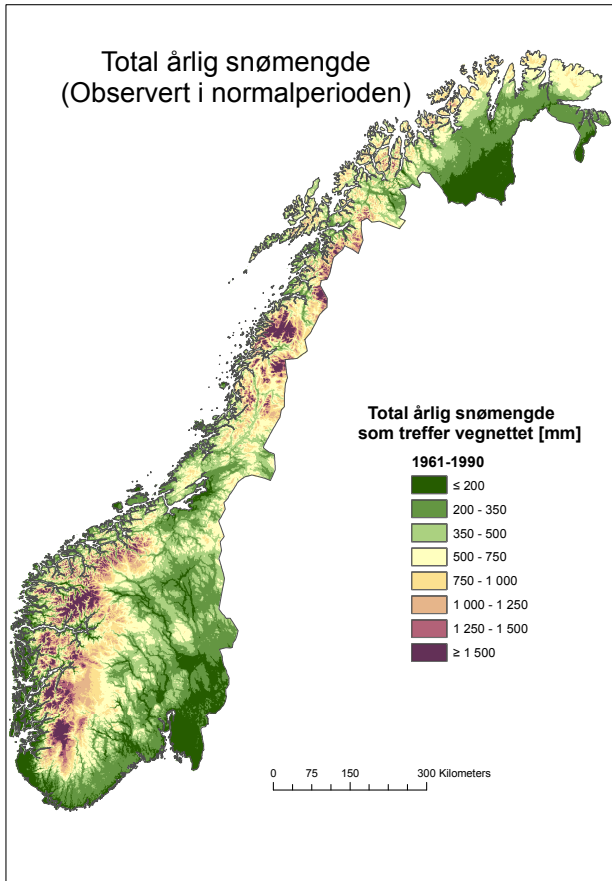
Det er størst nedgang i fjellområdene i vest, i indre deler av Nordland og Troms, og deler av Finnmark. Minst nedgang / svak økning ser vi langs vestkysten i Sør-Norge.

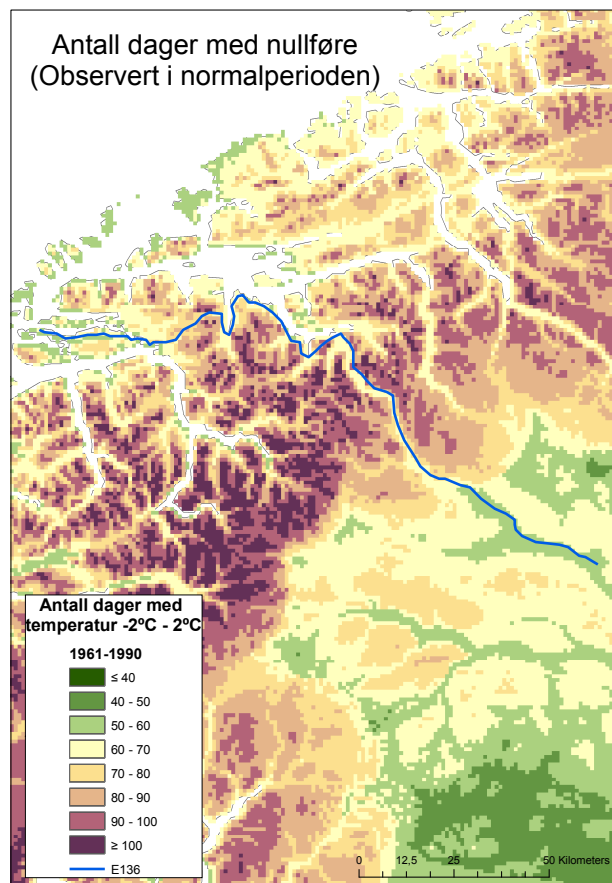
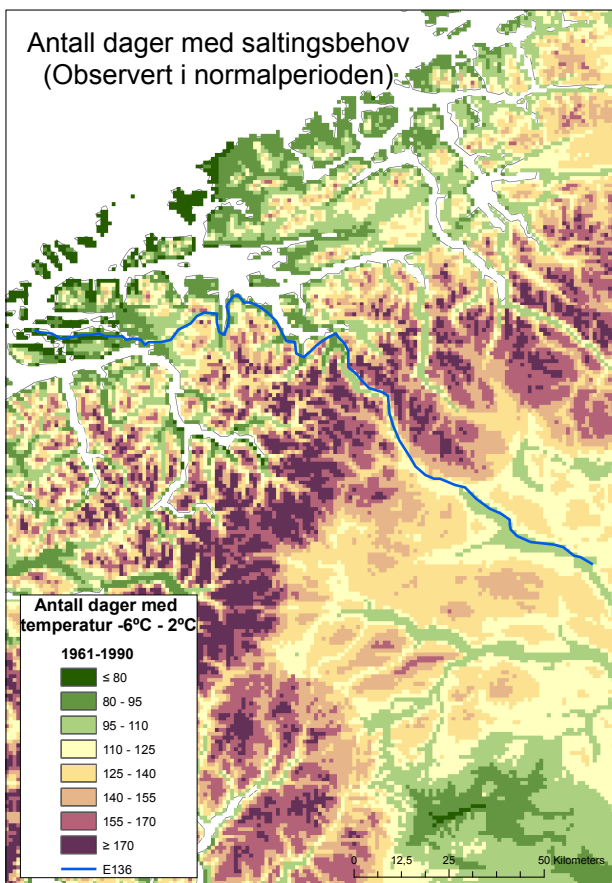
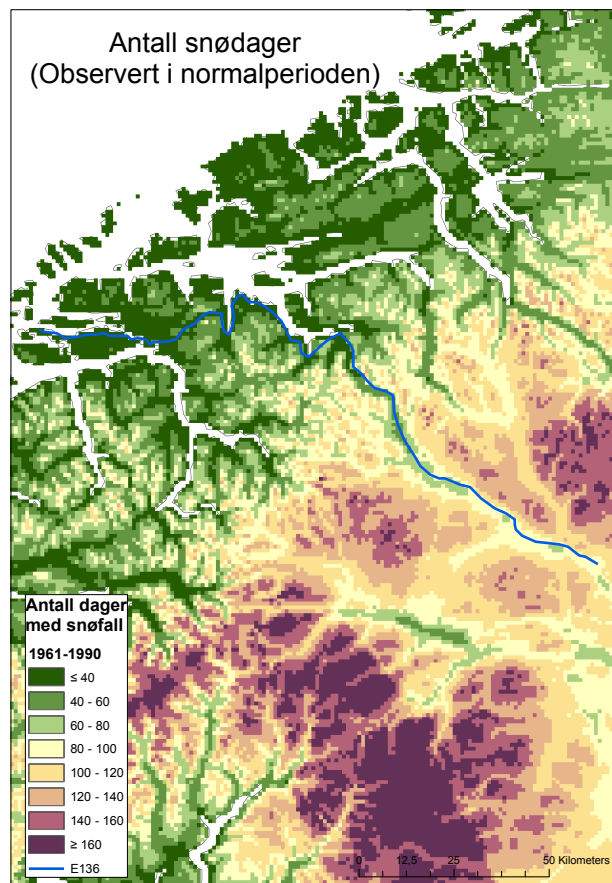
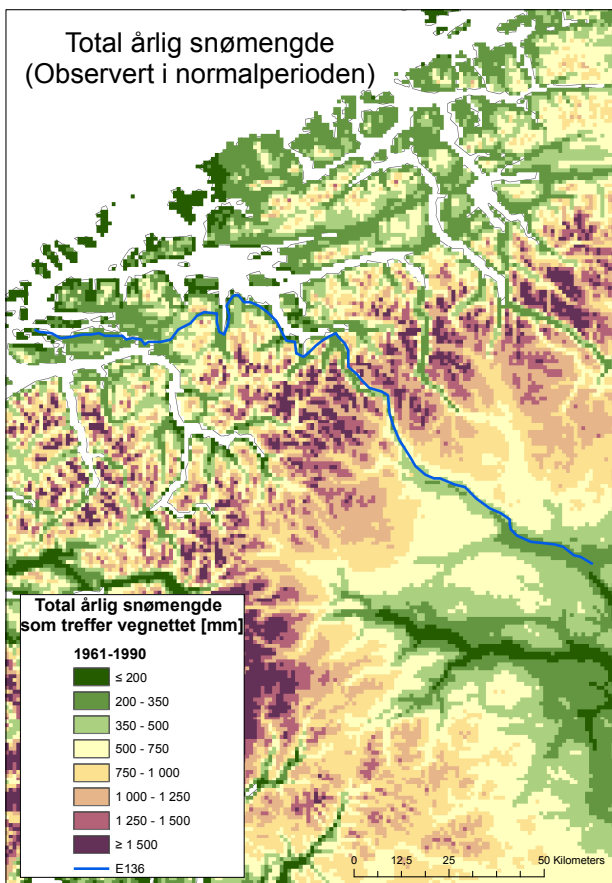
Endringer i antall dager med saltingsbehov:

Vi ser størst nedgang langs hele sør- og vestkysten. Nedgangen minker med avstand fra kysten og høyde over havet. I de høyeste fjellområdene i Sør-Norge og i deler av Troms og Finnmark ser vi en svak økning.

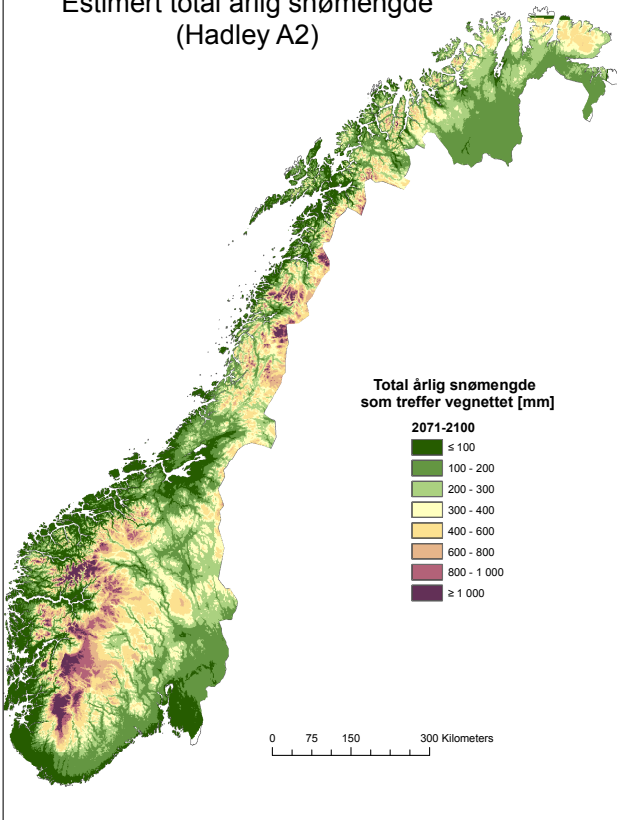
Endringer i antall dager med nullføre:

Sterkest nedgang finner vi langs sør- og vestkysten, mens vi ser en økning i mellomliggende områder både vest og øst for fjellområdene i Vest-Norge, i deler av Nordland og Troms, og langs hele Finnmarkskysten. De fleste steder er derimot ikke økningen på mer en 1-15 dager.

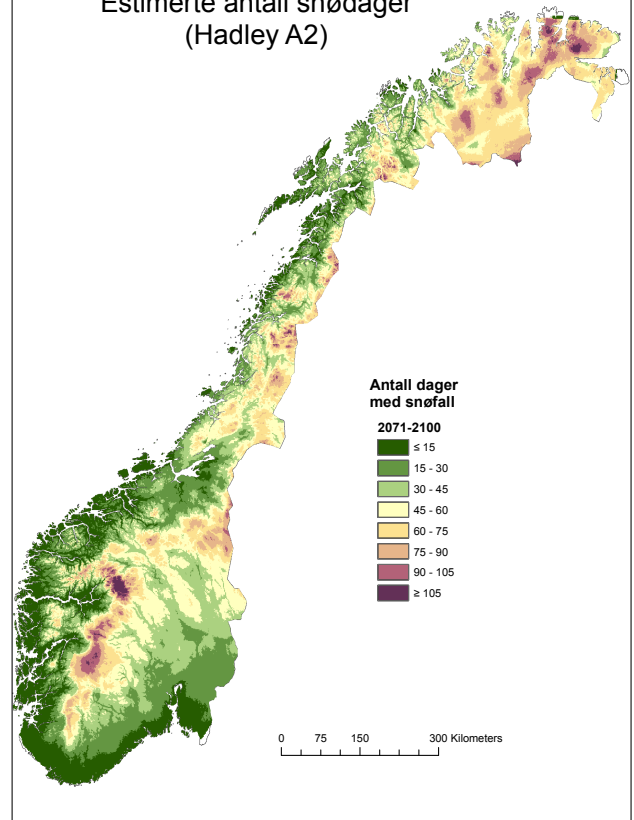




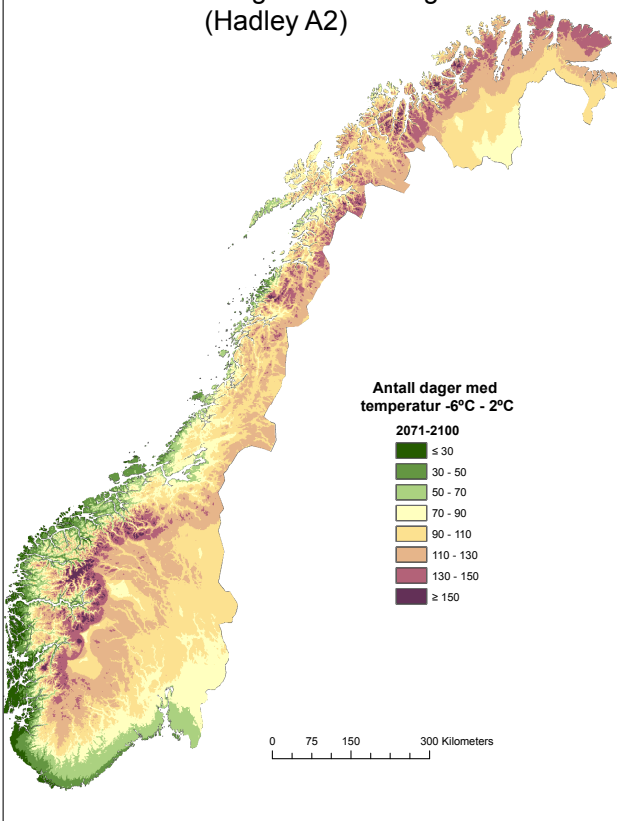
Estimert total årlig snømengde
(Hadley A2)



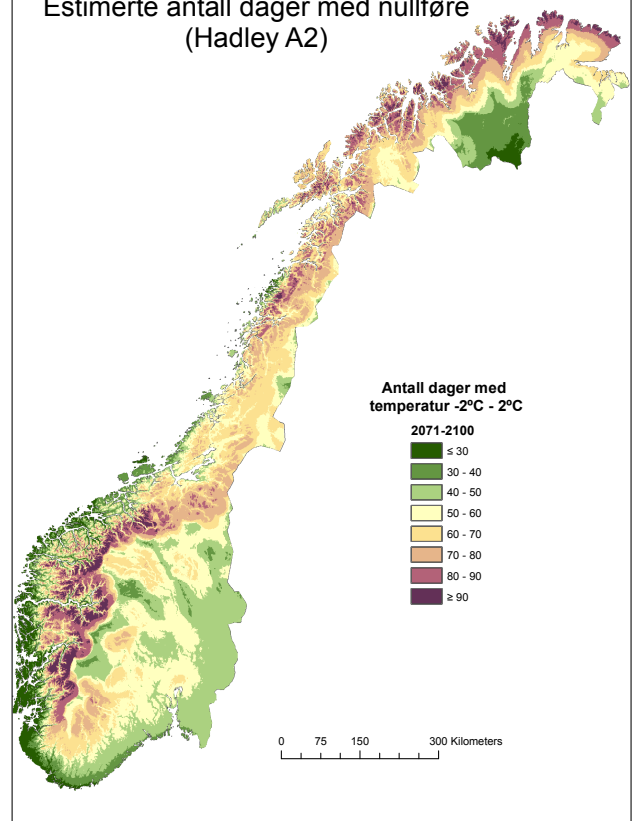
Estimerte antall snø dager
(Hadley A2)



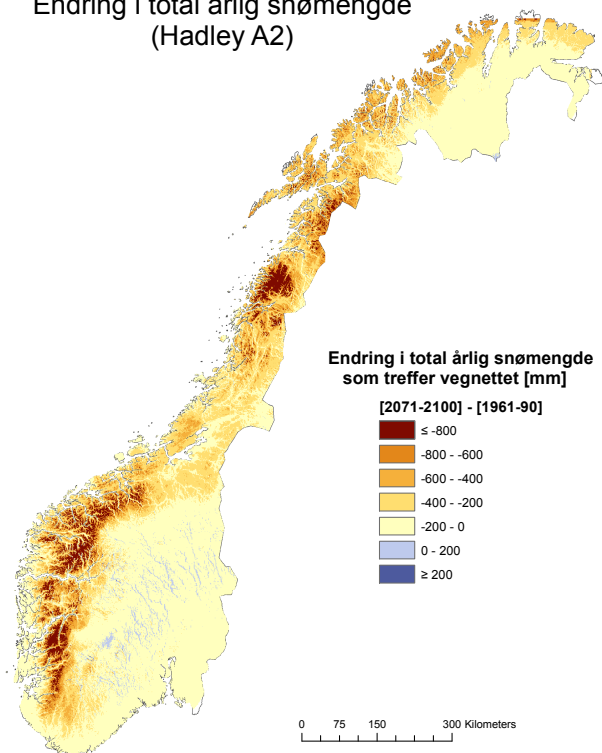
Estimerte antall dager med saltingsbehov
(Hadley A2)



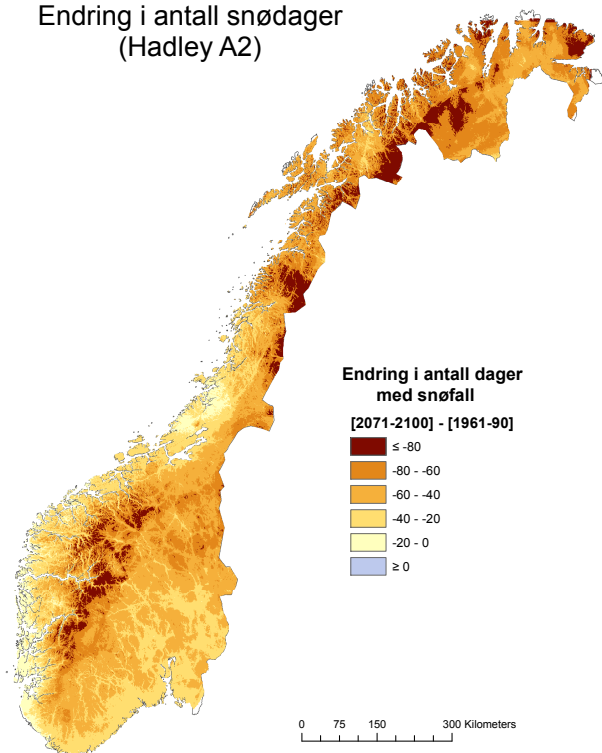
Estimerte antall dager med nullføre
(Hadley A2)



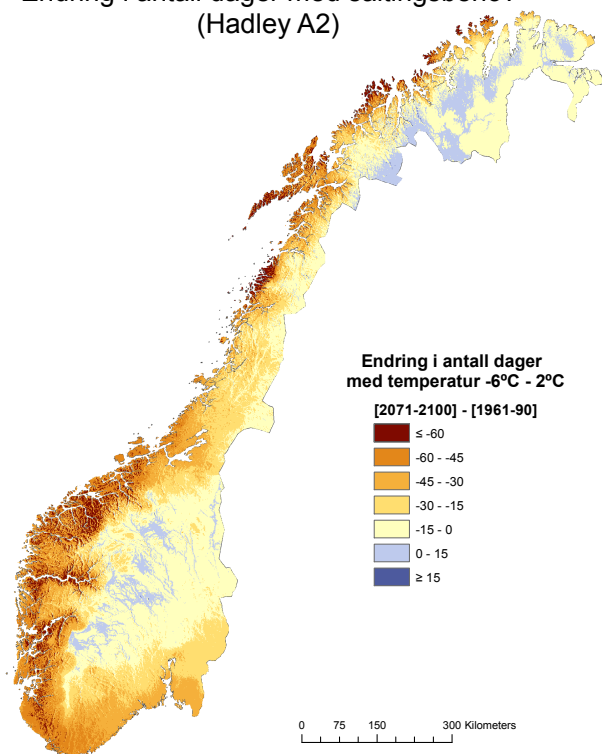
Endring i total årlig snømengde
(Hadley A2)



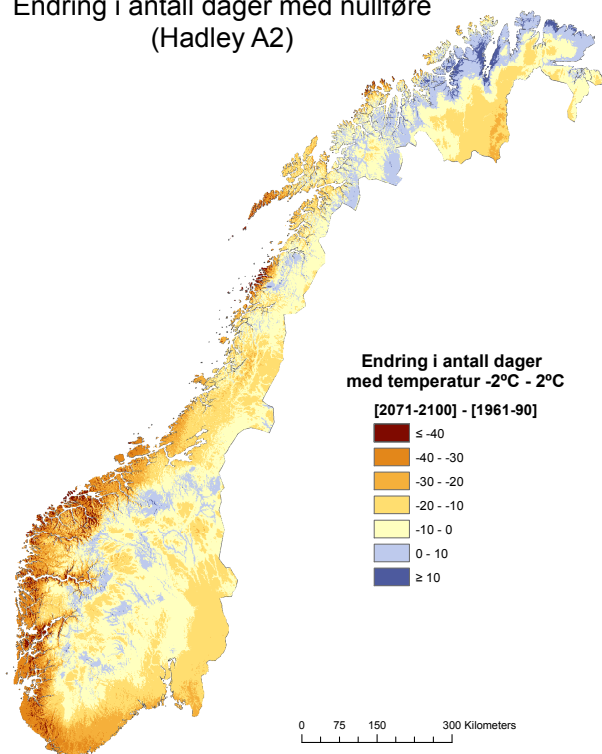
Endring i antall snødager
(Hadley A2)

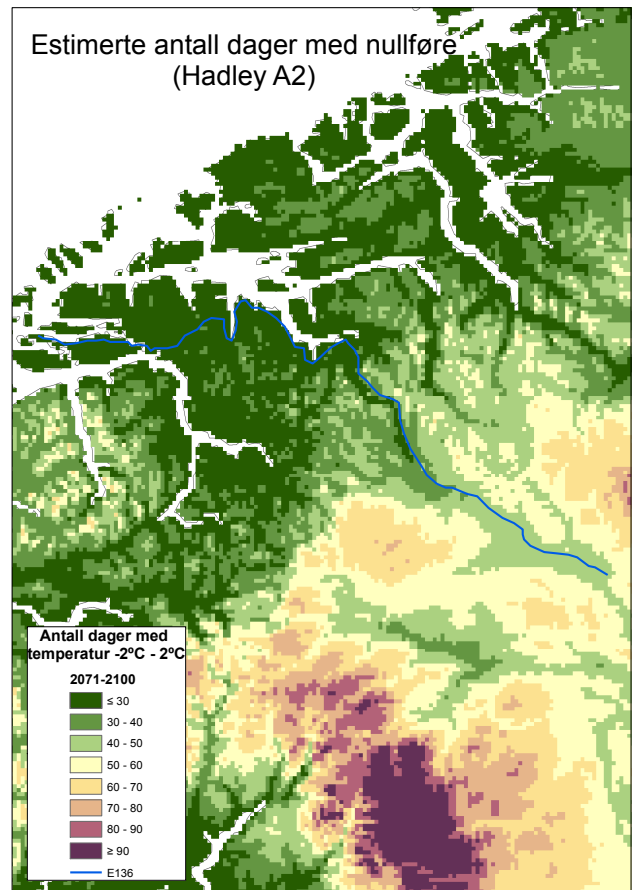
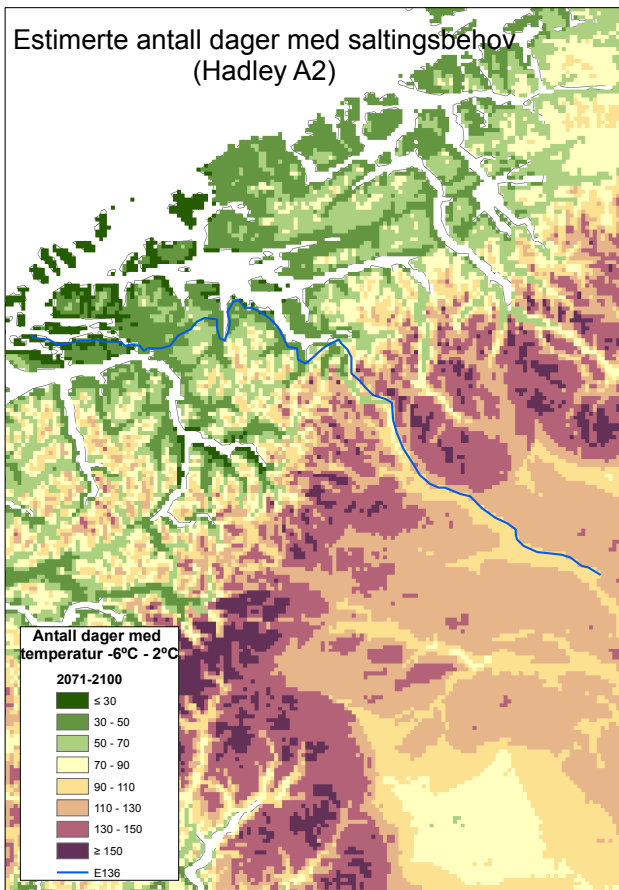
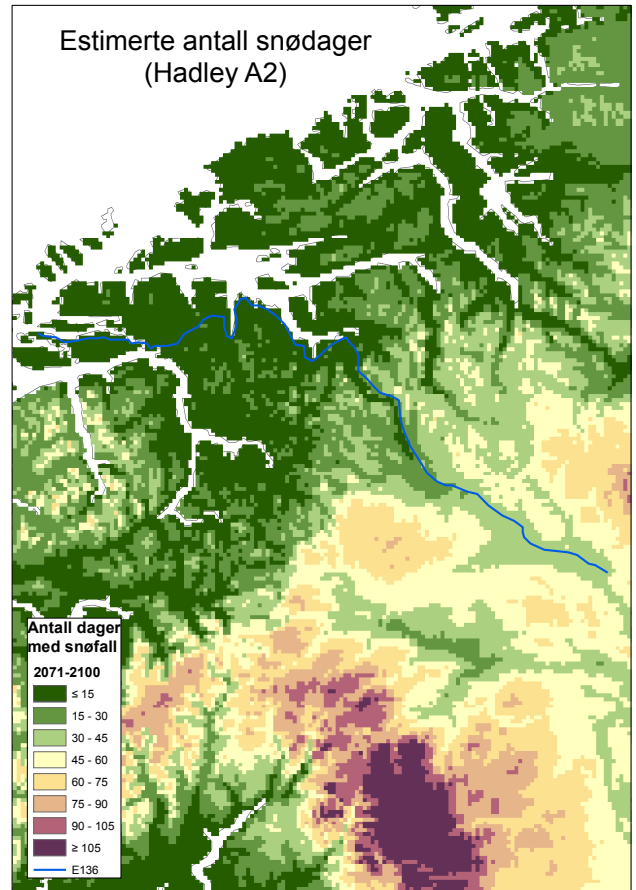
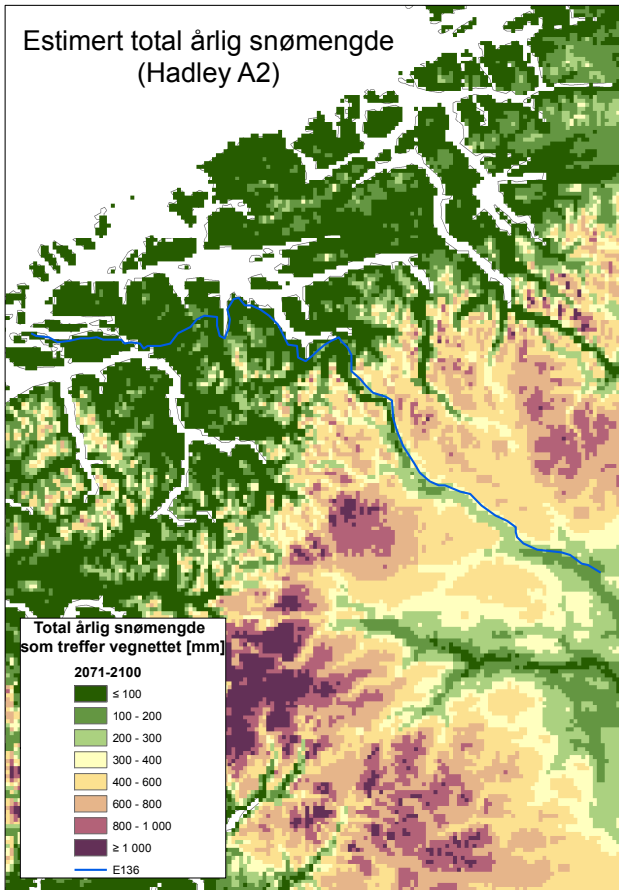


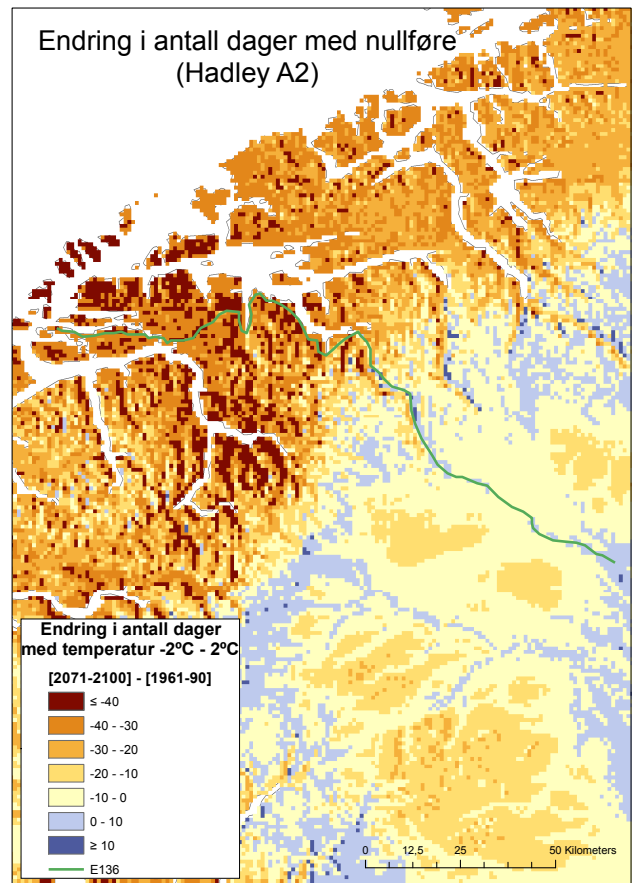
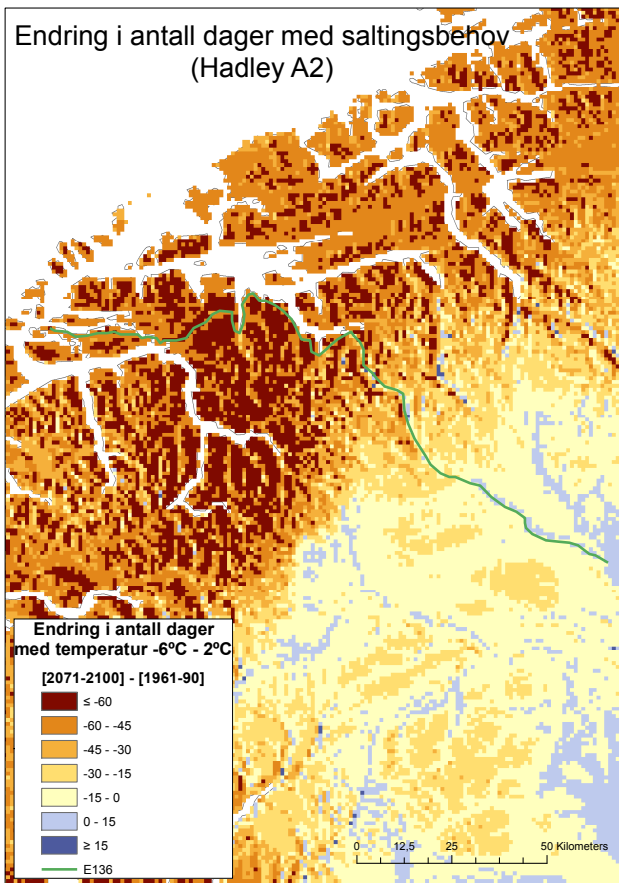
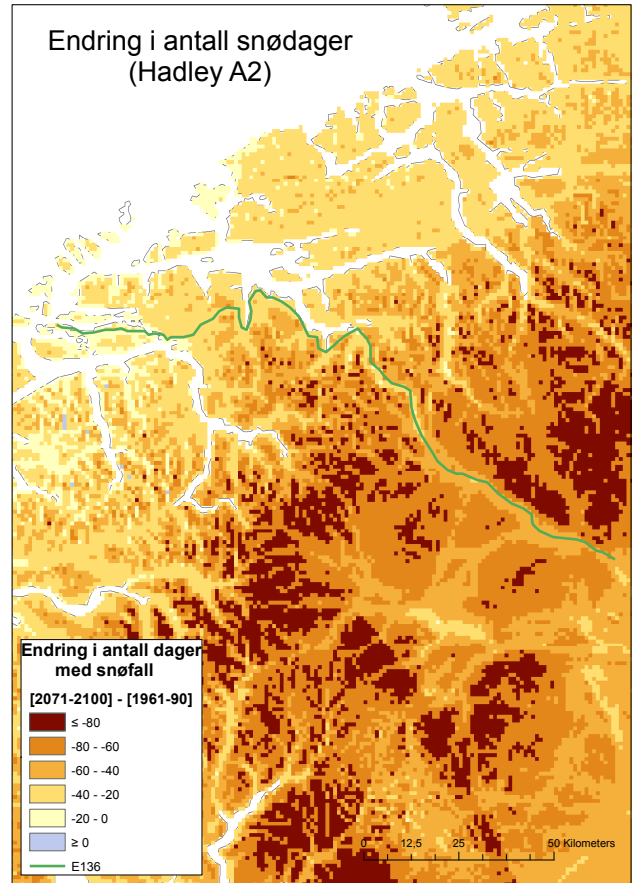
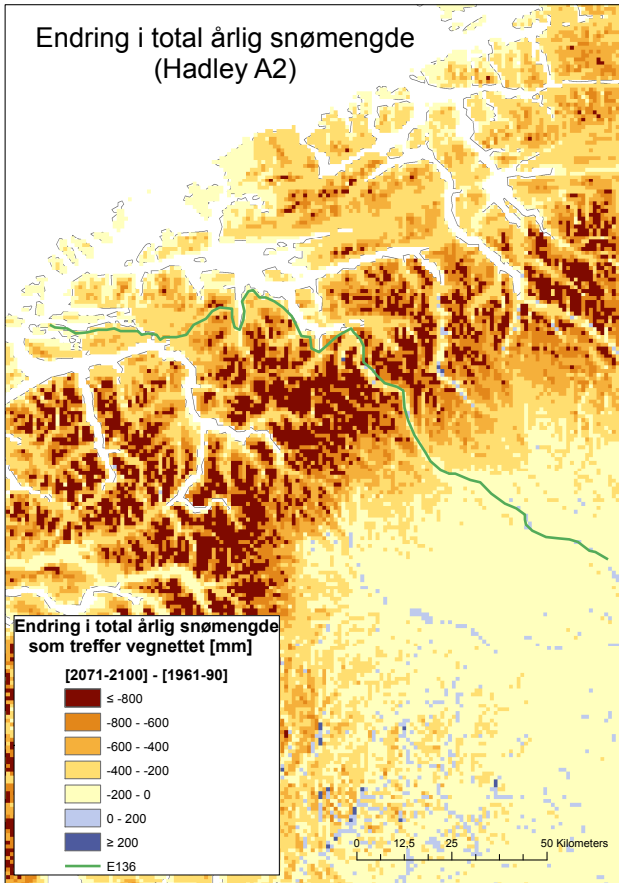
Endring i antall dager med saltingsbehov
(Hadley A2)



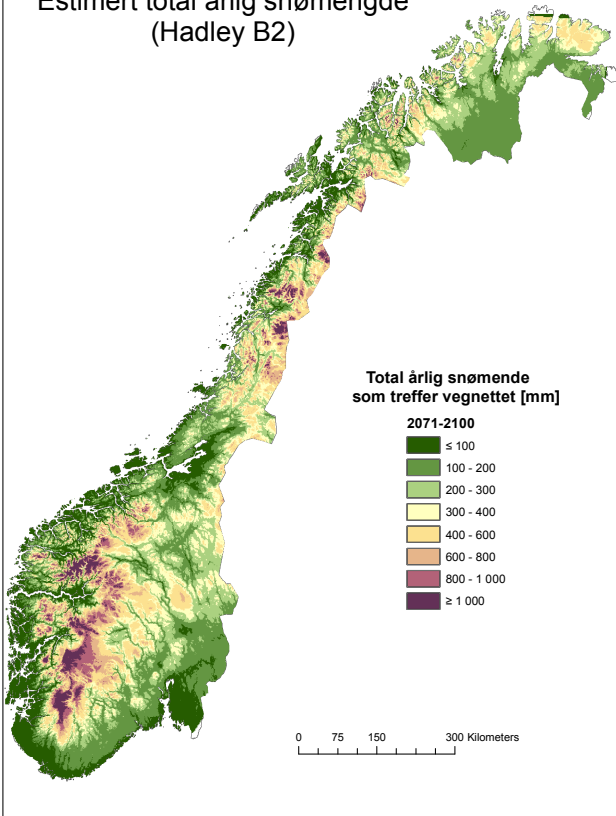
Endring i antall dager med nullføre
(Hadley A2)



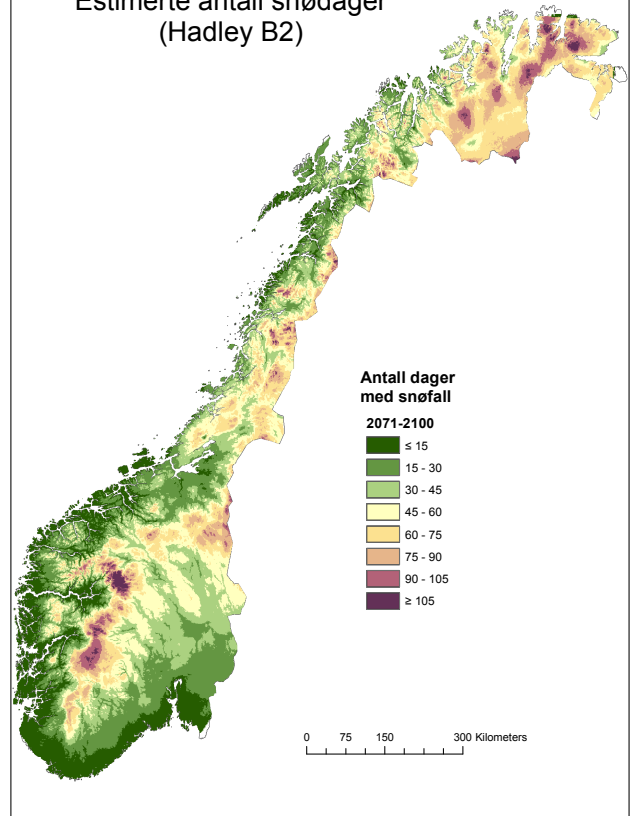




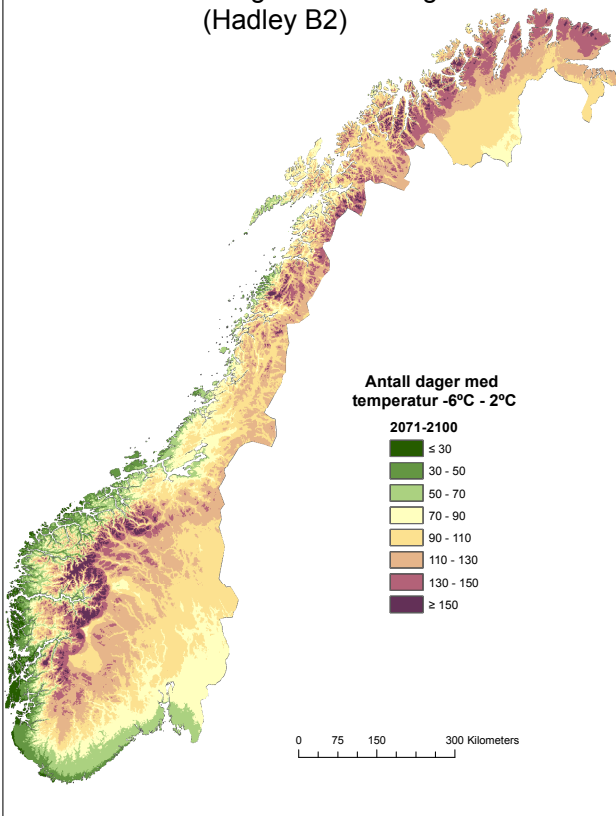
Estimert total årlig snømengde
(Hadley B2)



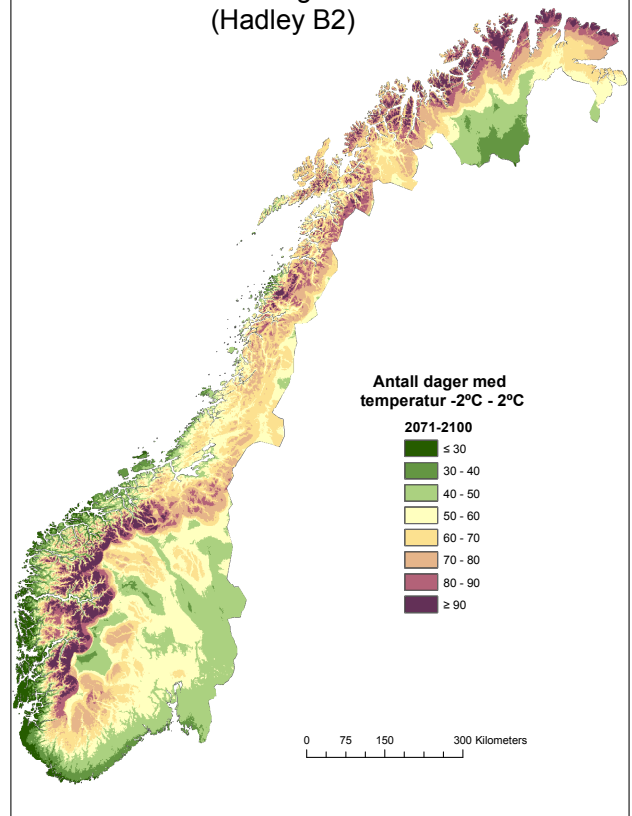
Estimerte antall snø dager
(Hadley B2)



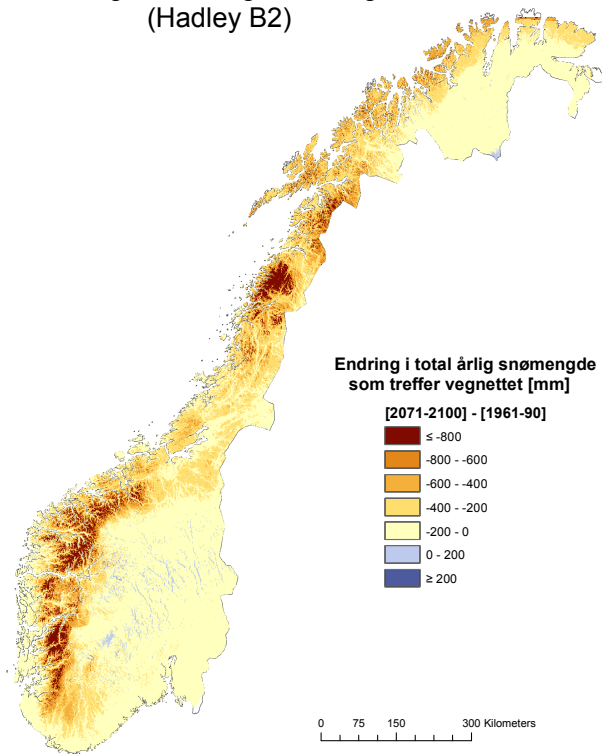
Estimerte antall dager med saltingsbehov
(Hadley B2)



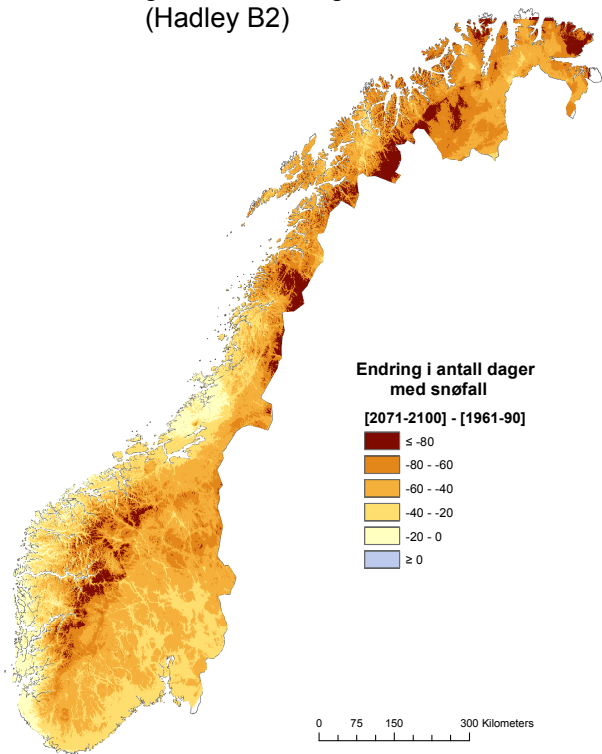
Estimerte antall dager med nullføre
(Hadley B2)



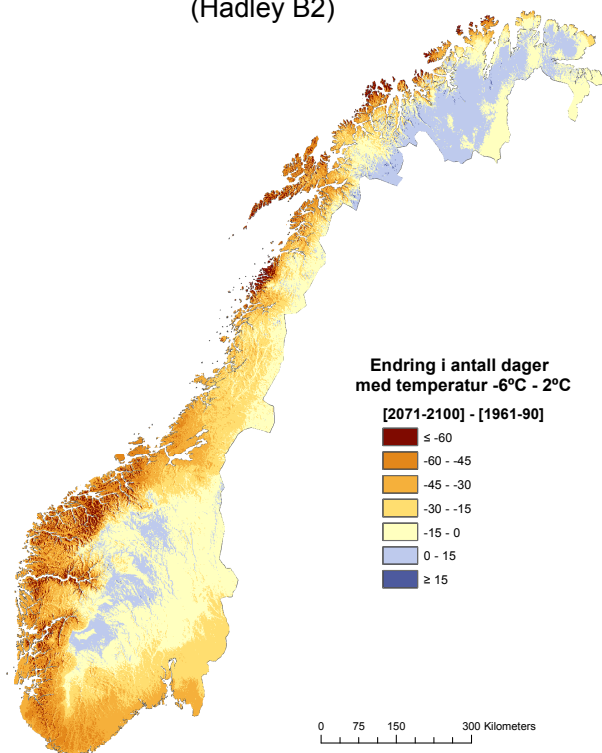
Endring i total årlig snømengde
(Hadley B2)



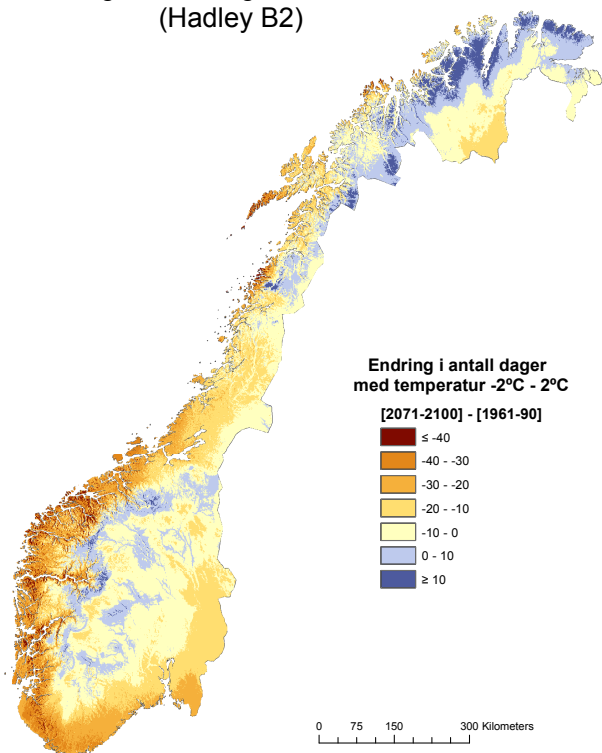
Endring i antall snødager
(Hadley B2)

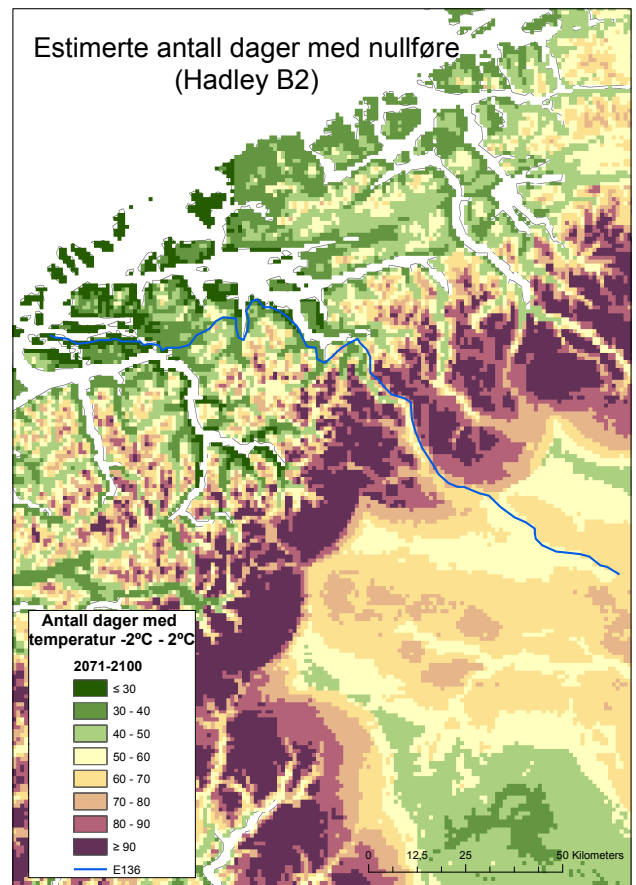
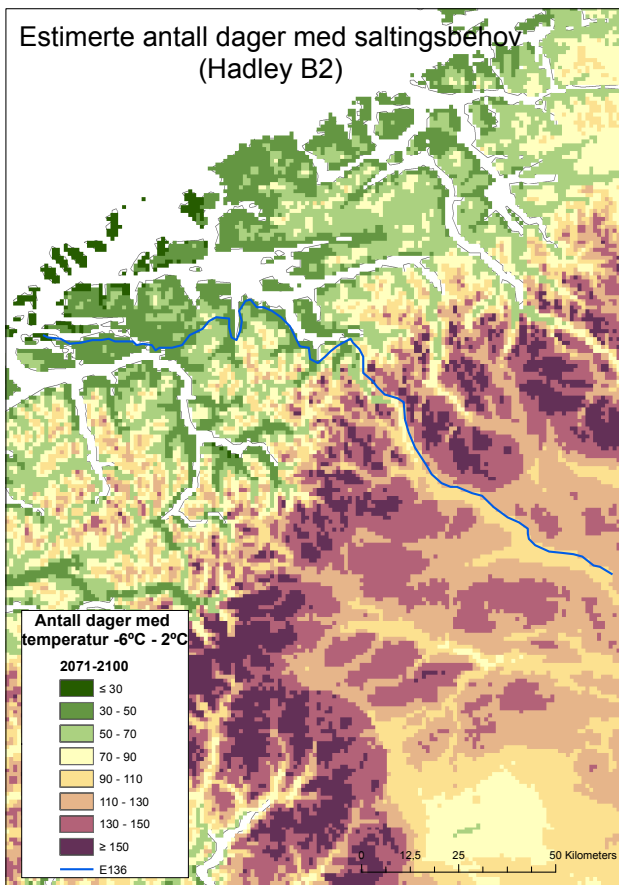
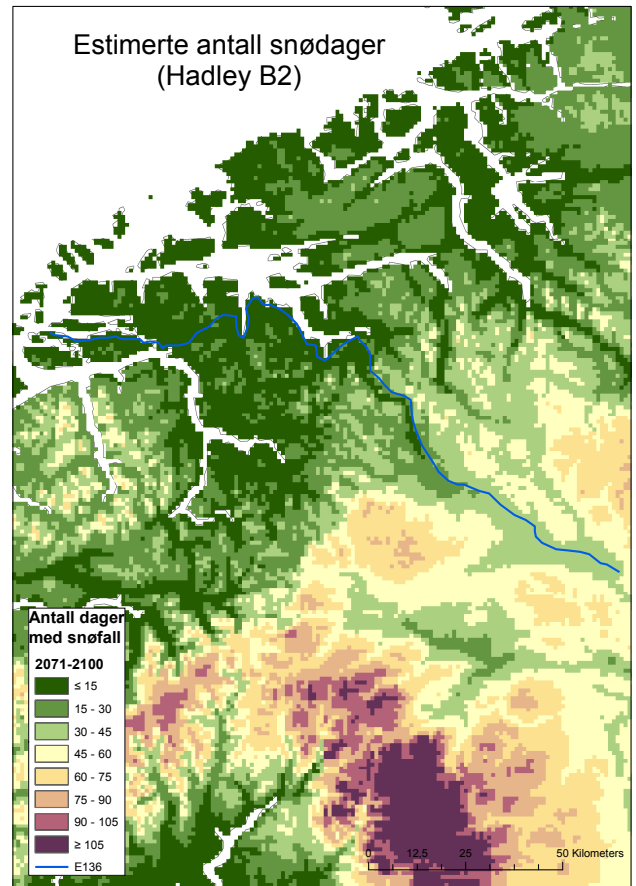
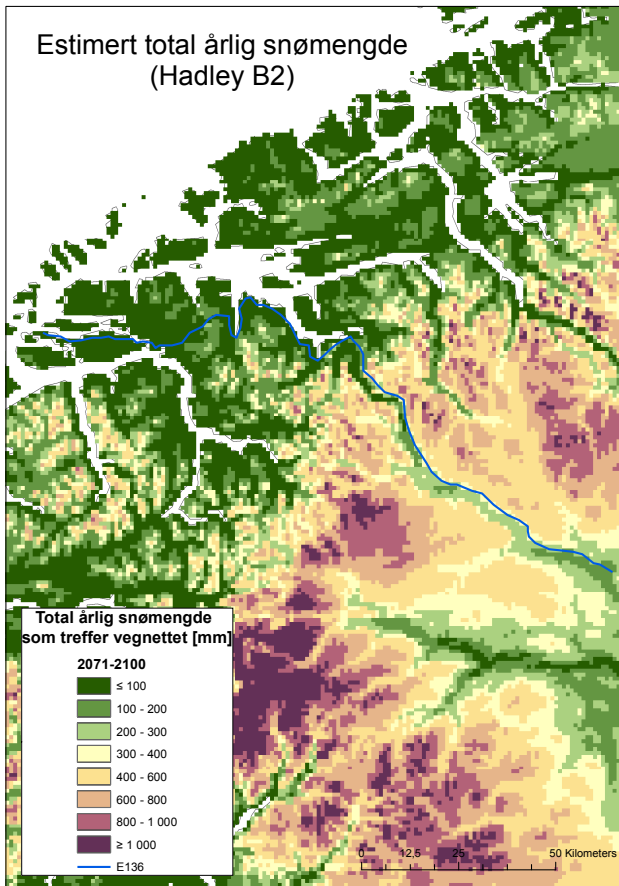


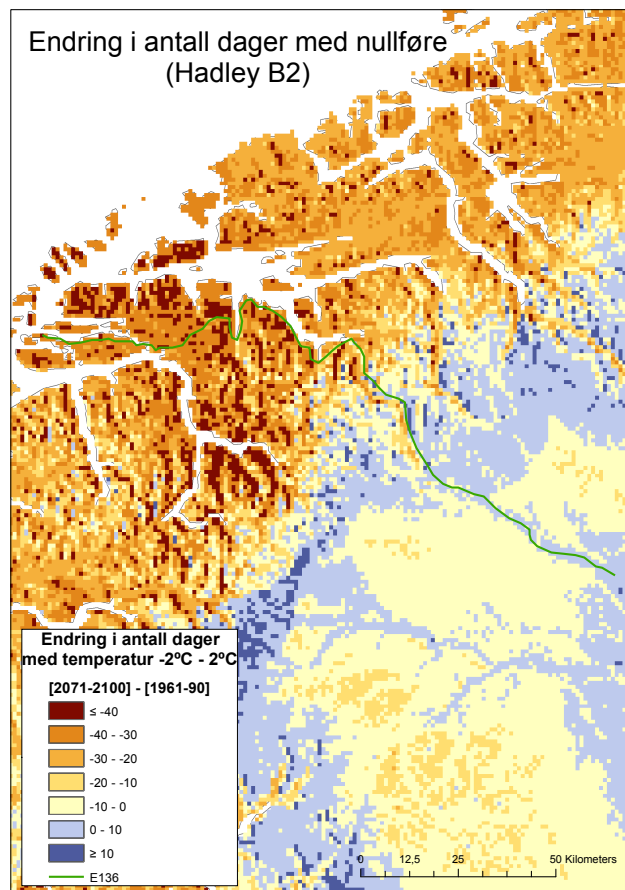
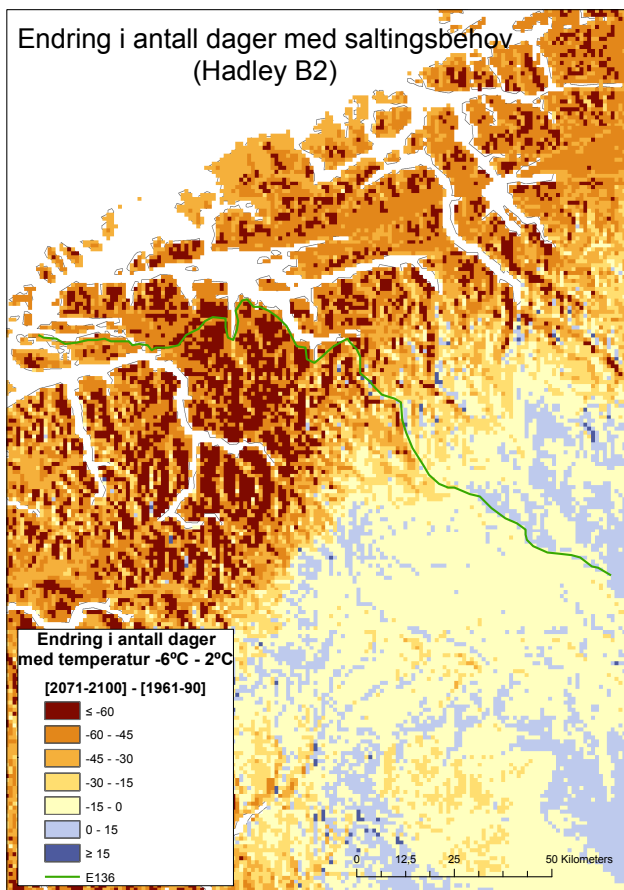
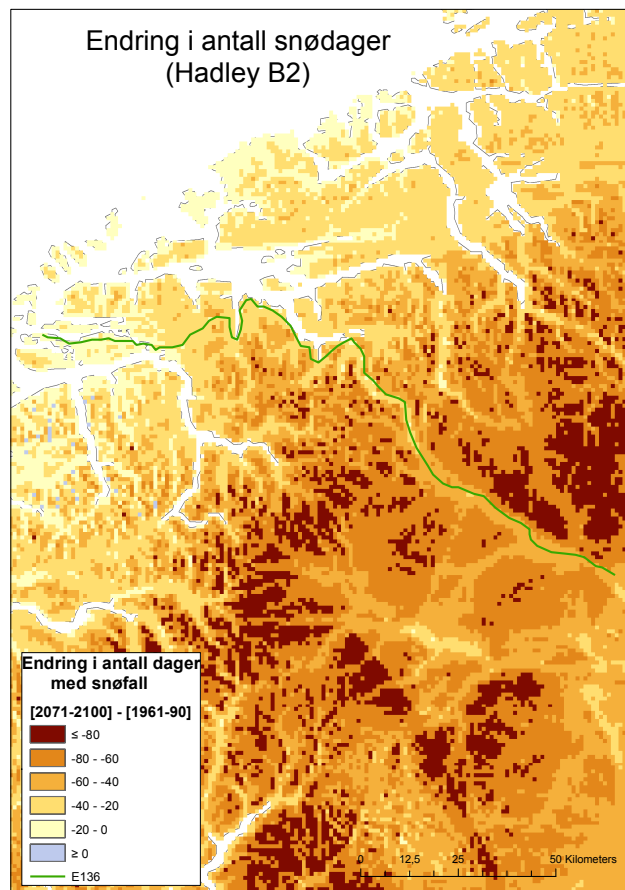
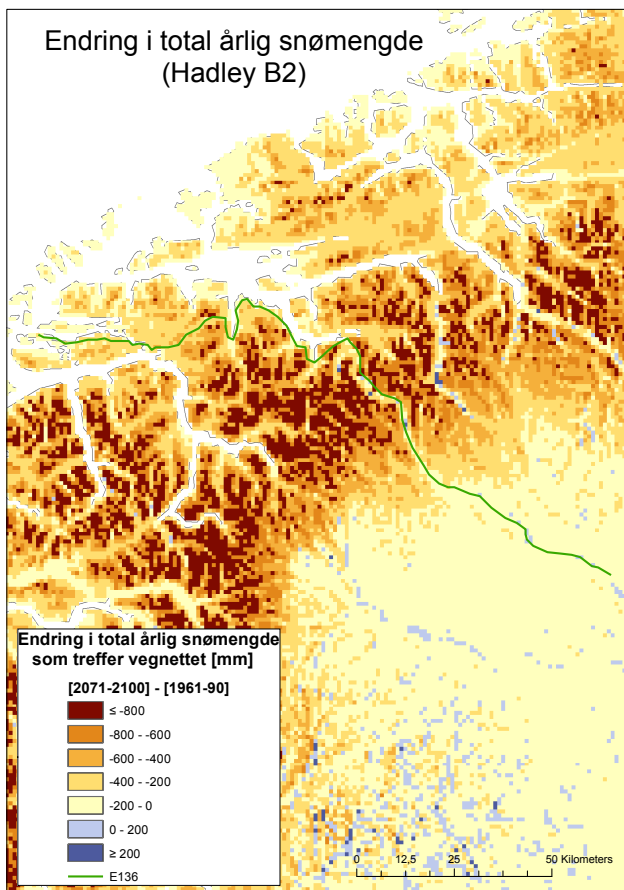
Endring i antall dager med saltingsbehov
(Hadley B2)



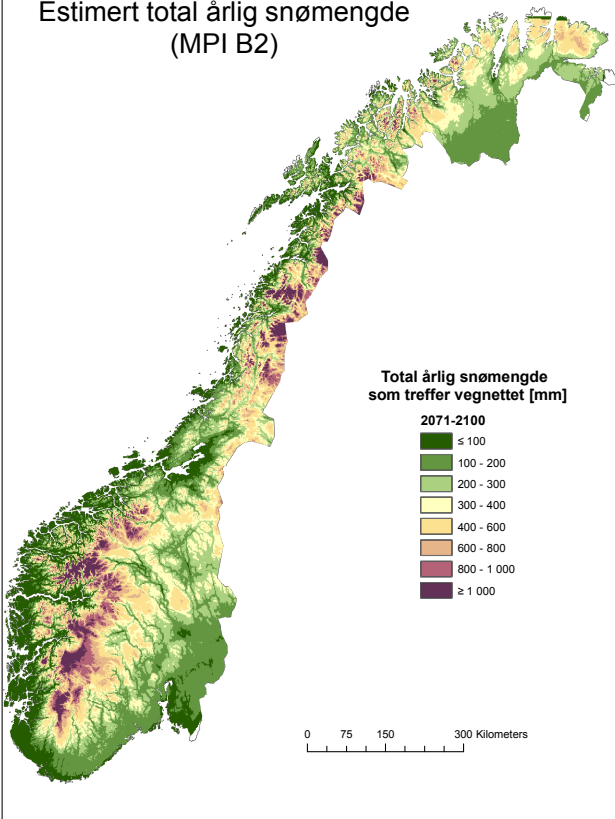
Endring i antall dager med nullføre
(Hadley B2)



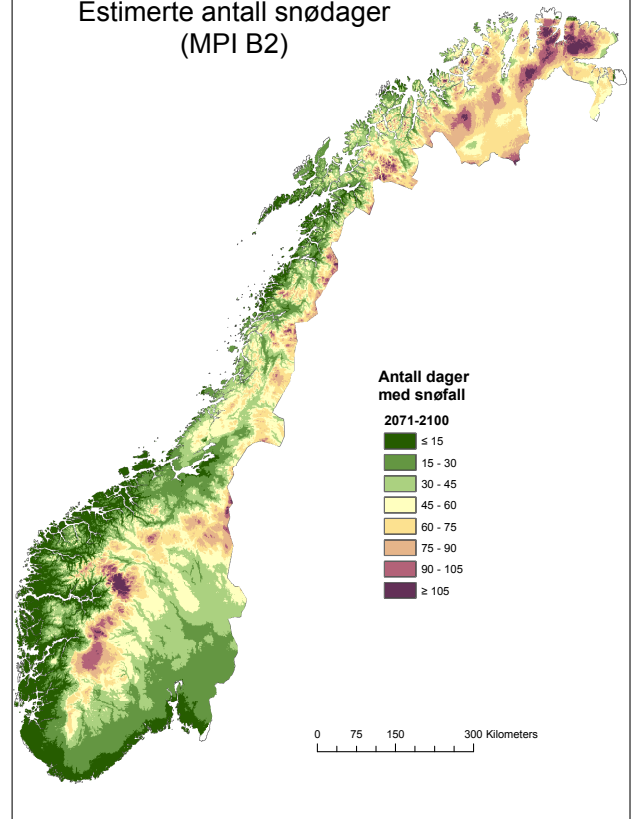




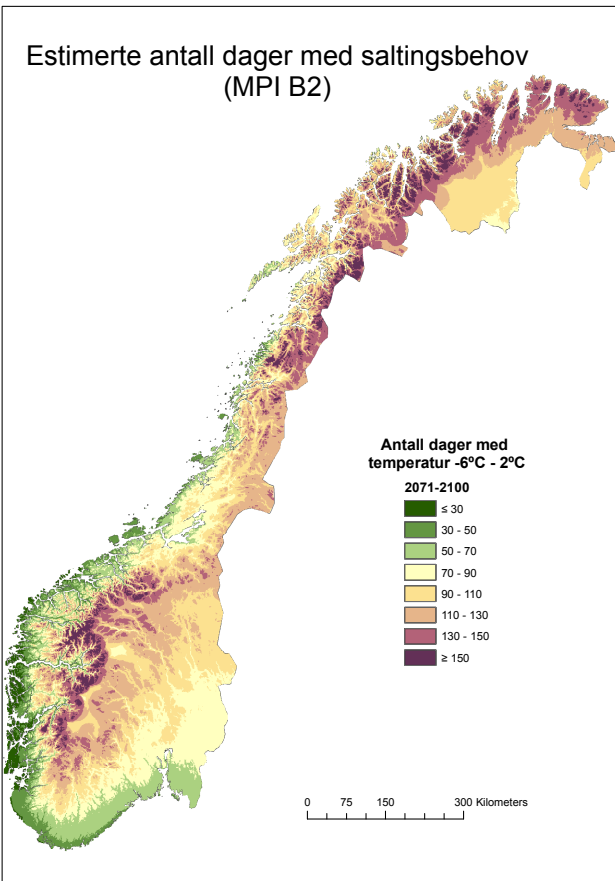
Estimert total årlig snømengde
(MPI B2)



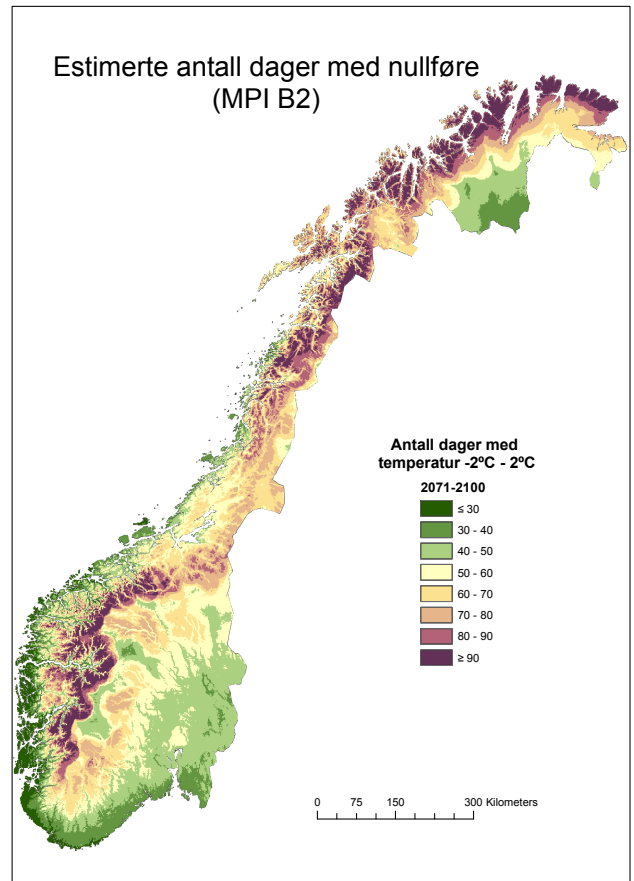
Estimerte antall snødager
(MPI B2)



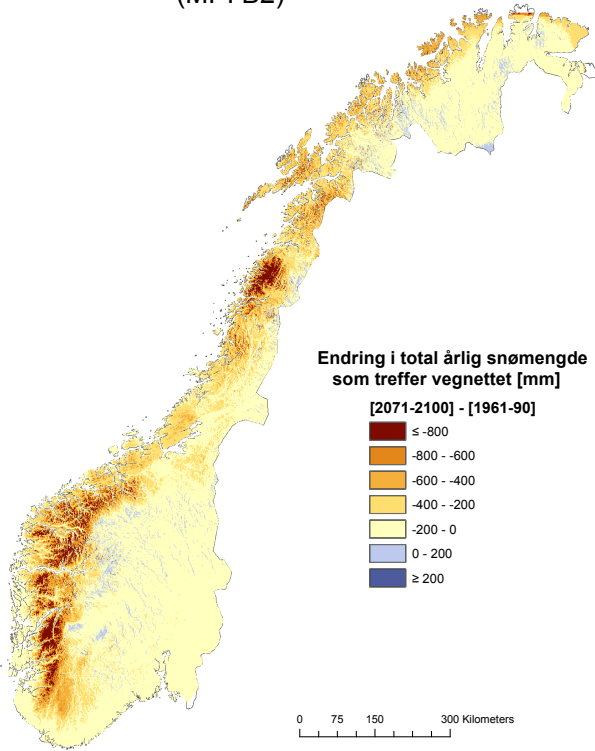
Estimerte antall dager med saltingsbehov
(MPI B2)



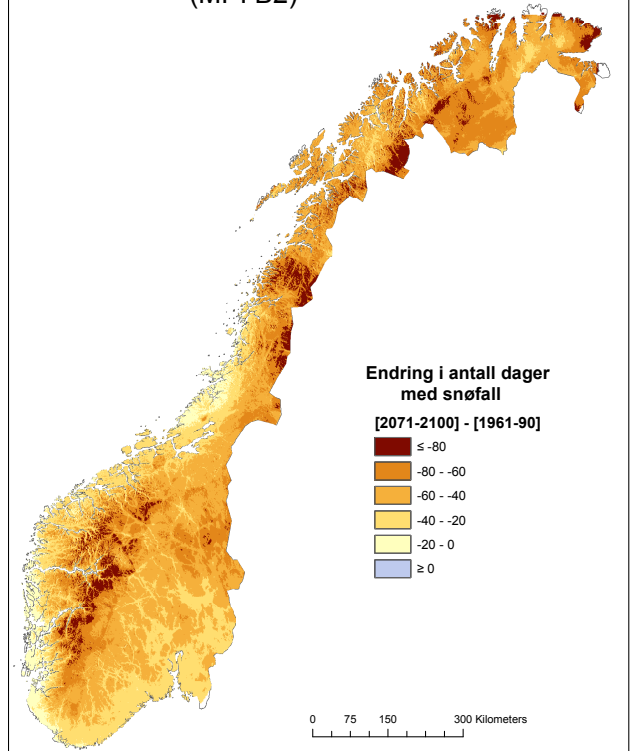
Estimerte antall dager med nullføre
(MPI B2)



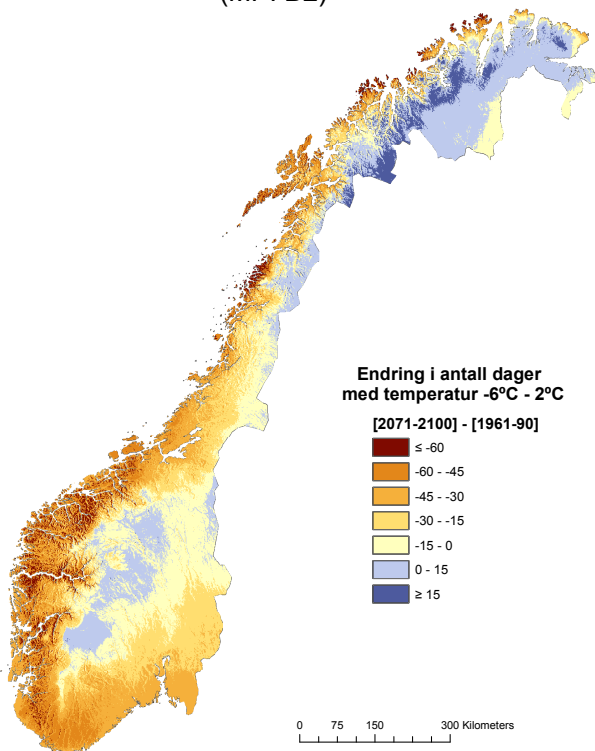
Endring i total årlig snømengde
(MPI B2)



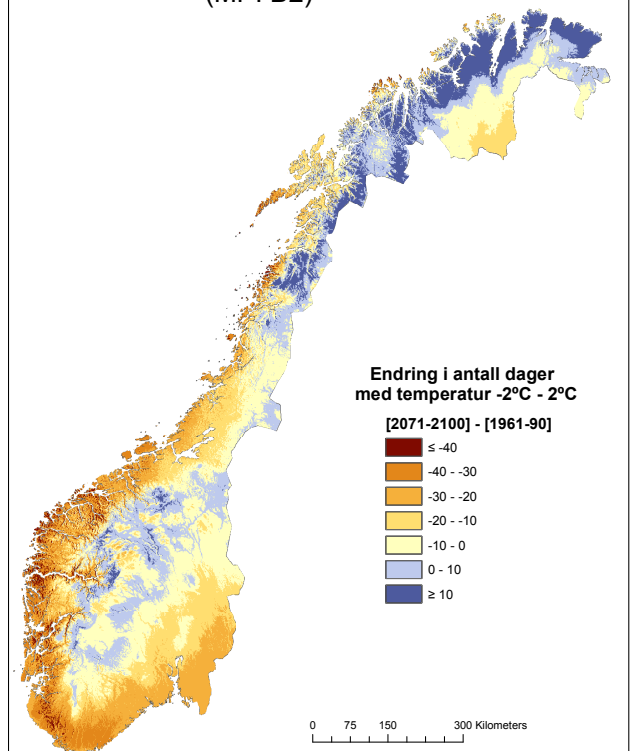
Endring i antall snødager
(MPI B2)

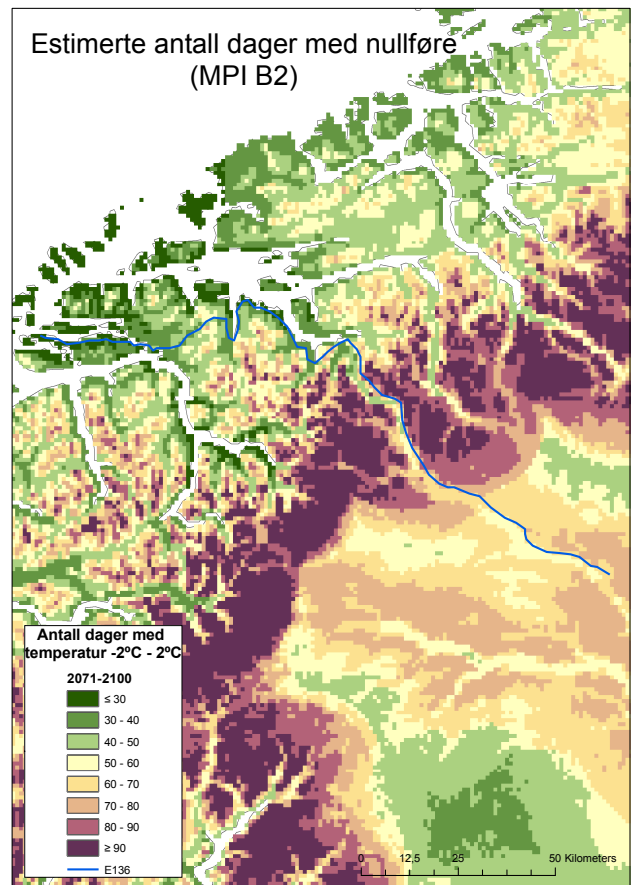
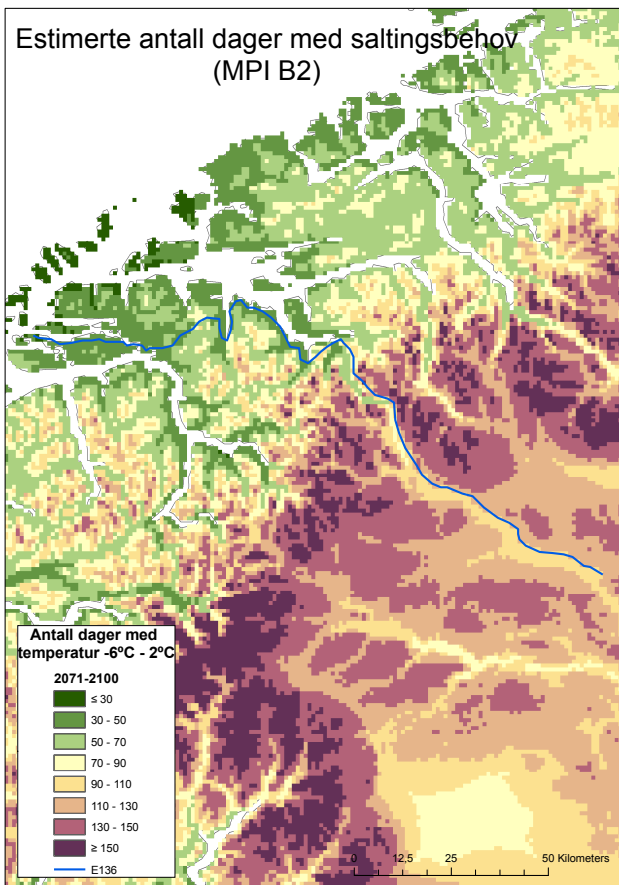
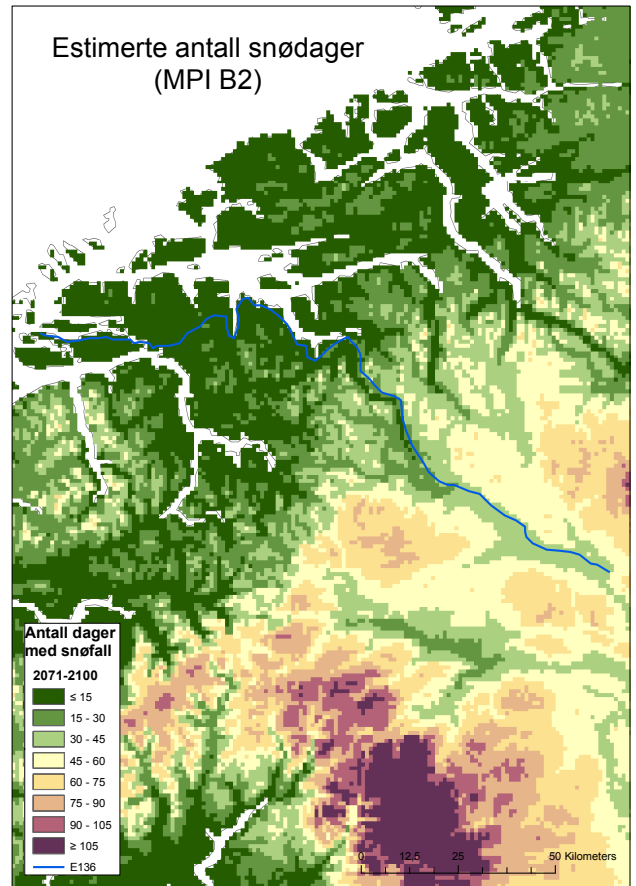
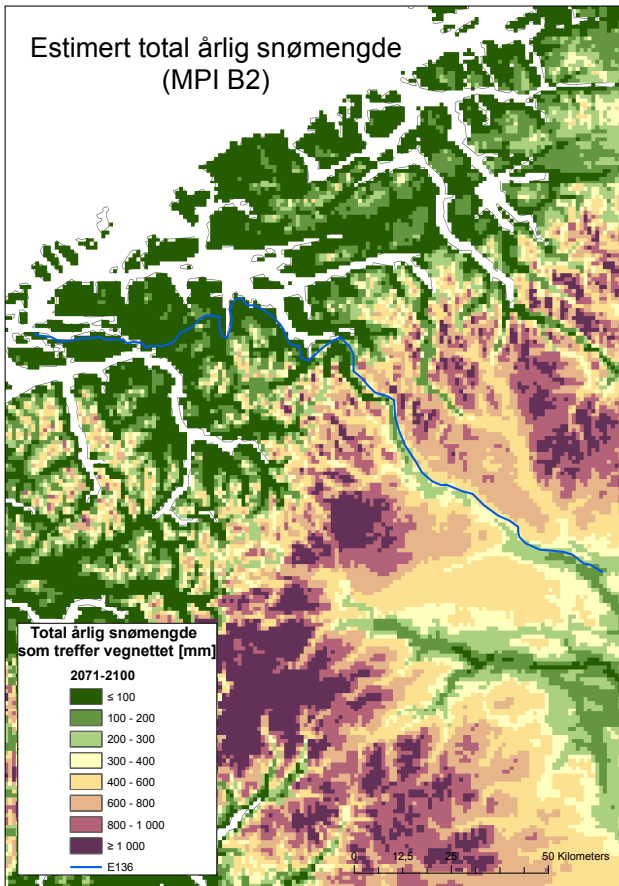


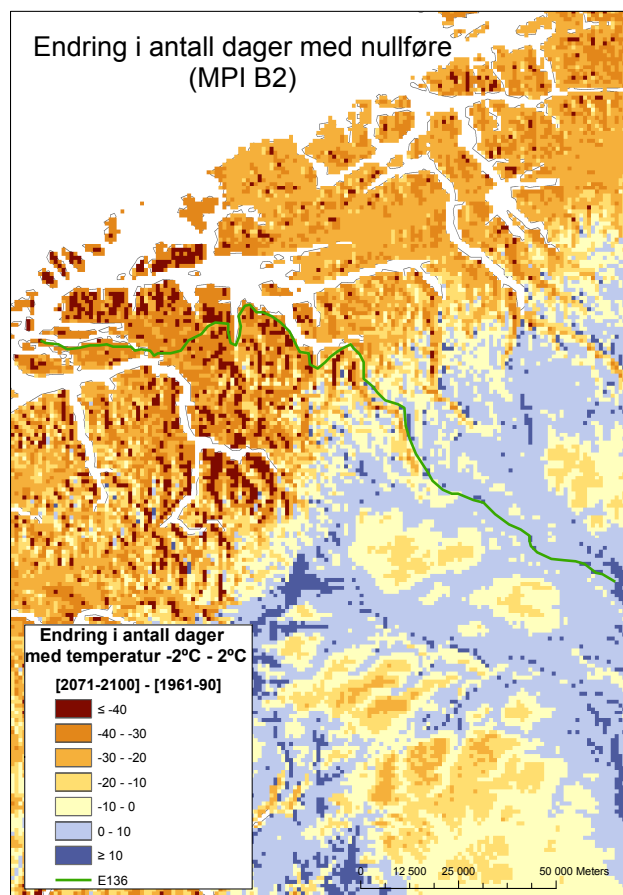
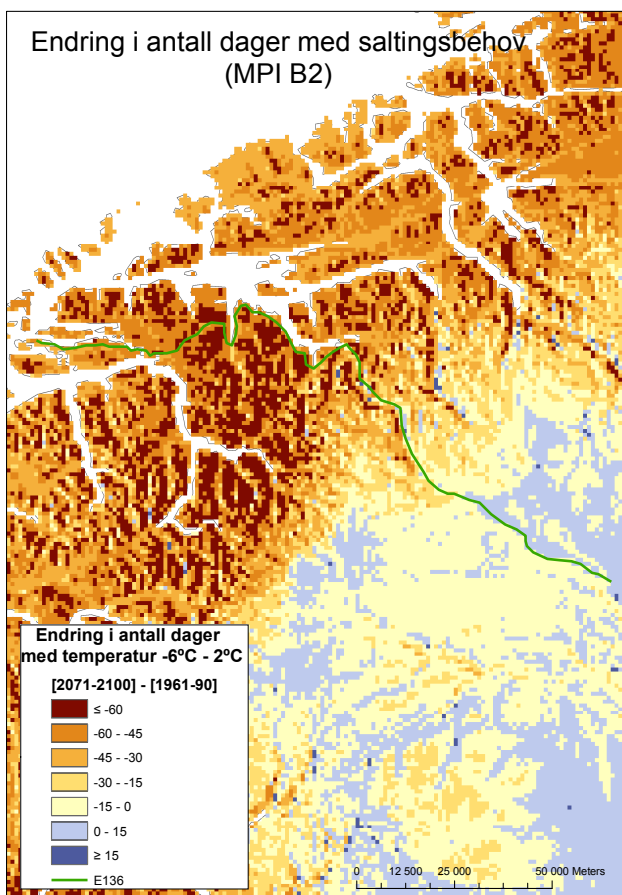
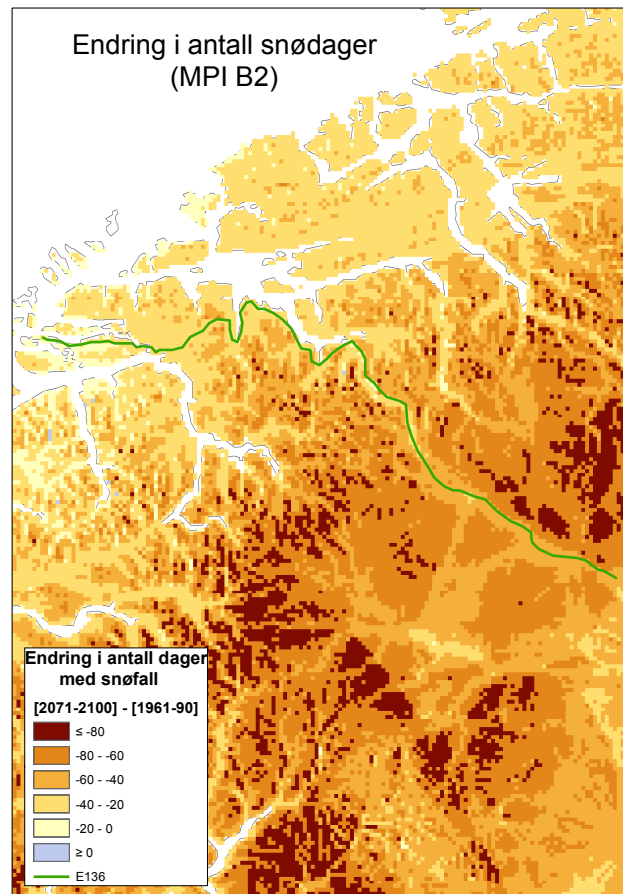
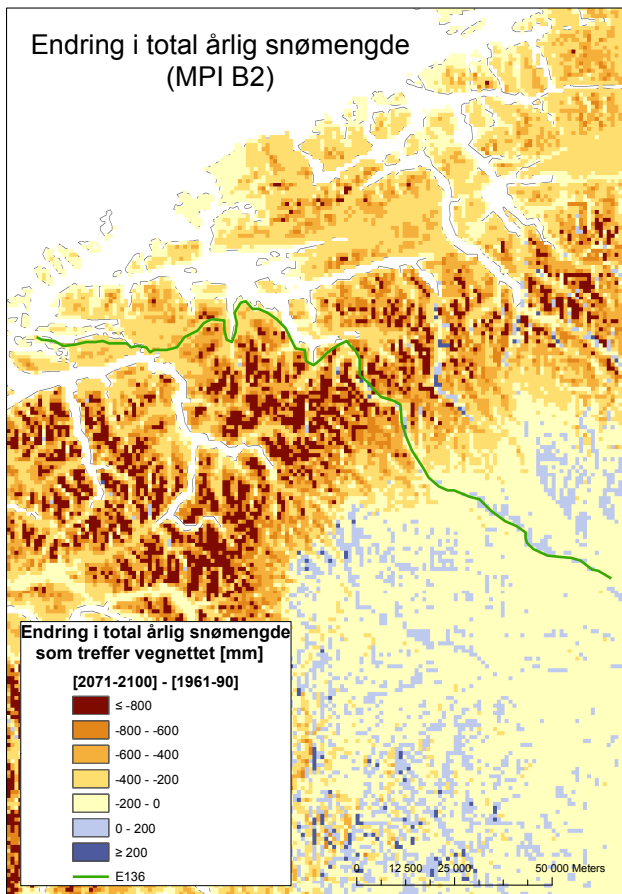
Endring i antall dager med saltingsbehov
(MPI B2)



Endring i antall dager med nullføre
(MPI B2)







Vedlegg 2



Delprosjekt 6 Konsekvenser for vinterdrift

Delprosjekt 6 tar sikte på å kartlegge hvilke endringer i værforhold som kan komme til å påvirke vinterdriften, hvilke konsekvenser disse kan medføre, hvordan de kan håndteres, og hvor store kostnader de vil kunne innebære.

Arbeidsemner i delprosjektet:

- Forskyvninger av geografiske klimasoner
- Krav til vinterstandard for endret klima (ref. håndbok 111):
 - Vinterfriksjon og sikring av veggrep
 - Utvidet område for strategi ”bar veg”
- Trafikk i ekstreme snø- og vindforhold

Endringer i temperatur, nedbør og vind kan ha følgende konsekvenser:

- Trafikanter kan få lavere standard på vegen uansett hvilke funksjonskrav vi stiller og hvordan vi følger dem opp (dårligere regularitet, hyppigere vinterstenging og nedsnødde alternative ruter).
- Konsekvenser for investeringer, kontrakter og kostnader. Problemstillingen kan også være: Hva ville det koste å opprettholde standarden på vedlikehold 10, 20 ... 50 år framover.

Endringer i snø- og vindforhold kan medføre:

- Flere og større snøfall (som medfører økt brøyteinnsats og lengre perioder med dårlig fremkommelighet / trafiksikkerhet),
- Forringet dreneringsfunksjon (som krever rensk av kulverter m.m.),
- Stedvis økt behov for salting,
- Hyppigere stenging / kolonnekjøring på høyfjellsveger.

Sentrale emner for arbeidet med Håndbok 111 ‘Standard for drift og vedlikehold’:

Valg av strategi med hensyn til klimaendringer:

- Kartlegging av vegnettet mht egnethet av ”bar veg”- eller vintervegstrategi og endringer som følger av klimaendringen.
- Gjennomgang av behov for endringer i krav/strategi for snøbrøyting, snø- og isrydding og salting.
- Gjennomgang av behov vedrørende snøskred

Delprosjektet var aktivt en periode i 2008 under ledelsen av Jon Dalen, Vegdirektoratet. Arbeidsgruppen besto av: Yngve Øverli, Kristoffer Angell og Lars Petter Brun (Region nord), Ivar Hol (region midt), Håkon Walaker (Region vest), og Finn Carlsen og Odd Grette (Region sør).

Vedlegg 3



Prosjektrapporter fra 'Klima og transport'

Rapportnr.	Tittel	Utarbeidet av
2519	Klimapåvirkning av vegbyggingsmaterialer State of the art studie	Bjørn Ove Lerfald og Inge Hoff, SINTEF Byggforsk
2520	Vurdering av EDB-system for beregning av nedbrytning av veg	Ragnar Evensen, ViaNova Plan og Trafikk AS
2542	Status og problemstillinger for grusvegnettet ved endret klima	Per Otto Aursand og Joralf Aurstad, Statens vegvesen og Ivar Horvli, ViaNova Plan og Trafikk AS
2566	Pilotprosjekt på stikkrenner E 136 Dombås - Ålesund	Kristine Flesjø og Hilde Hestangen, Statens vegvesen og Than Ngan Nguyen, NTNU student
2573	Rensing av overvann fra vei i fremtidens klima, 2071-2100	Thorkild Hvitved-Jacobsen, Jes Vollertsen og Svein Åstebøl, COWI
2582	Modellforsøk med flomskred mot bruer Virkning av bruåpning og ledevoller	Priska Heller og Lars Jenssen Institutt for vann- og miljøteknikk, NTNU
2586	Utvikling og uttesting av skredrisikomodel for vegnettet i Norge	Heidi Bjordal og Martin Weme Nilsen, Statens vegvesen
2560	Erosjonsskader ved Middøla bru: årsak og tiltak	Lars Jenssen, NTNU, Erik Holmqvist og Kari Svelle Reistad, NVE
2599	Klimaets påvirkning på tilstandsutvikling for vegdekker – E136	Ragnar Evensen, ViaNova Plan og Trafikk AS
2600	Risikovurdering av steinsprangfare på Oppdølsstranda Samling av bakgrunnsmateriale	Heidi Bjordal, Statens vegvesen
2609	RV362 Bitu bru, Vinje kommune, Telemark, Pilotprosjekt erosjonssikring	Øyvind Armand Høydal,NGI
2610	Veger og drivsnø Håndbok om planlegging og drift av veger i drivsnøområder - Høringsutgave	Harald Norem og Espen Thøring, Statens vegvesen, Skuli Thordarson, Vegsýn
VD 4	Ny prioriteringsmodell for rassikringsplanene	Viggo Aronsen, Statens vegvesen m.fl.
VD 5	Skred og flom på veg Statistiske betraktninger	Heidi Bjordal og Tonje Eide Helle, Statens vegvesen
VD 17	Pilotprosjekt på stikkrenner Casestudier Bulken, Sagelva og Neveråa	Jon Erling Einarsen, ViaNova Plan og Trafikk AS, Lena Tøfte, SINTEF, Øyvind Simonsen og Eivind Hesselberg, COWI AS
VD 18	Pilotprosjekt på stikkrenner Kapasitetsberegning E136 Dombås - Ålesund	Espen Arntzen, Egil Andersen, Multiconsult AS
VD 19	Databehov ved trinnvis varsling av snøskredfare Erfaringer fra lokal og regional varsling i Møre og Romsdal mars 2010	Tore Humstad, Statens vegvesen

VD 20	NVDB som grunnlag for klimatilpasning Vurdering av datamodeller og data	Knut Jetlund, Statens vegvesen
VD 21	Samordning av vær- og klimadata Hvordan oppnå bedre utnyttelse av data fra statens værstasjoner?	Tore Humstad, Statens vegvesen m.fl.
VD 22	Kartportal FørVar Oppsummering ved prosjektets slutt	Tore Humstad, Statens vegvesen
VD 23	ROS-analyser av bruer mht værrelaterte hendelser	Arne Gussiås, Hans Olav Hagen, Statens vegvesen
VD 24	ROS-analyser av stikkrenner mht værrelaterte hendelser	Skuli Thordarson, Vegsýn, Steinar Myrabø, Jernbaneverket og Øystein Myhre, Statens vegvesen
VD 25	ROS-analyser av vegoverbygning mht værrelaterte hendelser	Ivar Horvli, ViaNova Plan og trafikk AS /Statens vegvesen
VD 26	Tilstandsutvikling på vegnettet Virkninger av endret klima på sporutvikling på veger med bituminøst dekke	Ragnar Evensen, ViaNova Plan og trafikk AS
VD 27	Veger og snøskred Håndbok om sikring mot snøskred - Høringsutgaven	Harald Norem, Statens vegvesen
VD 28	Beredskapsplan for driftskontraktene Forslag til plan for uvær og naturfarer	Tore Humstad, Solveig Kosberg, Statens vegvesen
VD 29	Risiko- og sårbarhetsanalyser mht værrelaterte hendelser	Arne Gussiås, Statens vegvesen Region midt
VD 30	Miljøeffekt av endret klima Oversikt over mulige problemstillinger	Ola Nordal, Asplan Viak AS
VD 32	Sikring av veger mot steinskred – Grunnlag for veiledning	Svein Helge Frækaland og Heidi Bjordal, Statens vegvesen, m.fl.
VD 49	Drenering, fordrøyning og vanngjennomløp	Sammenstilt av Tor Erik Frydenlund, Geo Con og Kristine Flesjø, Statens vegvesen
VD 55	Flomrisiko og konsekvensanalyse – Pilotprosjekt E18 ved Hoffsbekken	Linmei Nie, SINTEF Byggforsk
VD 56	Regional skredvarsling Resultater fra testvarsling i Romsdalen – Trollheimen (2010-2011)	Tore Humstad, Solveig Kosberg, Knut Inge Orset, Statens vegvesen
SVV 69	Skredrisikomodel - videreutvikling	Heidi Bjordal, Statens vegvesen
SVV 70	Erosjonssikring av bruer i Telemark - Ruså, Stavså, Tanså og Vinje	Arvid Olaus Straumsnes, Multiconsult AS
SVV 71	Veger utsatte for stigende havnivå og stormflo	Arne Lothe, SINTEF, m.fl.
SVV 73	Flom- og sørpeskred – Forslag til håndbok	Harald Norem, Statens vegvesen
SVV 74	Vinterdrift i endret klima	Skuli Thordarson, Vegsýn, m.fl.



Statens vegvesen

Statens vegvesen
Vegdirektoratet
Publikasjonsekspedisjonen
Postboks 8142 Dep
0033 OSLO
Tlf: (+47 915) 02030
publvd@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162