



Framtidens klimat i Norrbottens fjäll



Länsstyrelsen
Norrbotten

Framtidens klimat i Norrbottensfjällen



Pärmbild

Fjälltopp. Foto: Länsstyrelsen Norrbotten.

RAPPORT NR 2023-32**TITEL**

Klimatanalys Norrbottensfjällen

FÖRFATTARE

Elin Sjökvist, Anna Eklund, Emelie Karlsson, Gustav Strandberg, Jan Pietron, Johan Södling, SMHI

UPPDRAGSGIVARE

Länsstyrelsen i Norrbotten
Stationsgatan 5, 971 86 LULEÅ
Micael Bredefeldt
Telefon 010-225 52 51
E-post micael.bredefeldt@lansstyrelsen.se

PROJEKTANSVARIG

Elin Sjökvist, SMHI 601 76 Norrköping
Telefon 011-495 87 16
E-post elin.sjokvist@smhi.se

KLASSIFICERING

Allmän

SMHI DIARIENUMMER

2022/1947/9.5

VERSION 02 – 2023-08-24

Version	Datum	Utförd av
01	2023-06-26 Granskning	Sofia Åström
02	2023-08-24 Justeringar efter kommentarer	Elin Sjökvist

Sammanfattning

Länsstyrelsen i Norrbotten har uppdragit till SMHI att analysera dagens och framtidens klimat i fjällkedjan. Hur klimatet i fjällen utvecklas beror på hur användningen av fossila bränslen ser ut i framtiden, dvs. hur mycket mängden växthusgaser ökar i atmosfären. I rapporten har beräkningar med två olika utvecklingsvägar analyserats fram till seklets slut. Scenariot RCP4.5 beskriver en framtid med kraftfull klimatpolitik och stora utsläppsminskningar, och RCP8.5 en framtid där utsläppen fortsätter att öka.

Under perioden 1971-2000 hade Norrbottenskusten en medeltemperatur på 1-2 °C. Till slutet av seklet stiger medeltemperaturen med 3-4 °C enligt RCP4.5 och 4-6 °C enligt RCP8.5. Det innebär att klimatzonen för Norrbottenskusten i slutet av seklet flyttar upp på fjället (RCP8.5). Vintern värms upp mest i jämförelse med övriga säsonger. Uppvärmningen är störst i låglandet, enligt RCP8.5 kan vintern i slutet av seklet bli över 8°C varmare här.

Vegetationsperiodens längd ökar med ca 1 månad enligt RCP4.5 och två månader enligt RCP8.5 till slutet av seklet. Förutsättningar för trädens tillväxt ökar i fjällområdet. Antalet kalla dagar blir allt mer sällsynta och varma dagar ökar i frekvens.

Nollgenomgångarna ökar i hela området på vintern. På våren och hösten ökar antalet nollgenomgångar på kalfjället, men minskar i låglandet.

Nederbörden ökar, upp till 50 % på vintern enligt RCP8.5. Den ökade nederbörden påverkar flödena som ökar från hösten fram till vårfloden. Vårfloden tidigareläggs och minskar i amplitud. Sommarflödena blir något lägre. Markfuktigheten minskar under sommaren, förändringen är störst i juni månad.

Snösäsongen blir kortare i framtiden och barmarksperioden förlängs. På en del platser minskar medelsnödjupet, medan det på andra platser ökar under vintern.

Isperioden vid Torneträsk, Jukkasjärvi och Saddajaure har förkortats under det senaste seklet, isläggningen har senarelagts och islossningen har tidigarelagts. Tidigare analyser visar att isperioden sannolikt förkortas ännu mer i framtiden.

De högsta vindhastigheterna i fjällområdet har minskat något under det senaste seklet. Det finns inga tydliga budskap för framtiden, sannolikt förändras inte vindstyrkan i någon större utsträckning. Risken för åska kan däremot öka något i ett varmare klimat.

Innehåll

1	Bakgrund	1
2	Metod och presentation	1
2.1	Framtida klimat	1
2.2	Osäkerheter	2
2.3	Presentation	2
2.3.1	Kartor	2
2.3.2	Årscykel	3
3	Temperatur	3
3.1	Årsmedeltemperatur	3
3.2	Medeltemperatur vinter	5
3.3	Medeltemperatur vår	7
3.4	Medeltemperatur sommar	9
3.5	Medeltemperatur höst	11
3.6	Antal dagar med maxtemperatur mellan 13 och 18°C	13
3.7	Antal kalla dagar då dygnets mintemperatur är under -20°C	14
3.8	Antal extremt kalla dagar då dygnets mintemperatur är under -30°C	16
3.9	Antal varma dagar då dygnets maxtemperatur är över 20°C	17
3.10	Antal extremt varma dagar då dygnets maxtemperatur är över 30°C	18
3.11	Antal dagar med nollgenomgångar vinter	19
3.12	Antal dagar med nollgenomgångar vår	20
3.13	Antal dagar med nollgenomgångar sommar	21
3.14	Antal dagar med nollgenomgångar höst	22
3.15	Vegetationsperiodens längd	22
4	Nederbörd	24
4.1	Årsmedelnederbörd	24
4.2	Medelnederbörd vinter	26
4.3	Medelnederbörd vår	28
4.4	Medelnederbörd sommar	30
4.5	Medelnederbörd höst	32
4.6	Antal dagar med nederbörd och plusgrader	34
5	Vatten, snö och is	36
5.1	Årsdynamik vattenföring	36
5.2	Årsdynamik snödjup	38
5.3	Markfuktighet	41
5.4	Isläggning och islossning	43
6	Övriga klimatindikatorer	46
6.1	Vind	46
6.2	Åska	46
7	Slutsatser	48
8	Referenser	48
9	Bilaga	49
9.1	Antal dagar med nederbörd och plusgrader december-april	49

1 Bakgrund

Klimatförändringen innebär stora utmaningar för alla delar av samhället, och alla sektorer måste bidra till att både minska utsläppen och anpassa sin verksamhet till framtidens klimat. År 2021 publicerade SMHI en ny scenariotjänst på smhi.se (SMHI, 2021) med flertalet meteorologiska och hydrologiska klimatscenarioer för framtiden. Året innan dess, 2020, utförde SMHI på uppdrag av de sju nordligaste länsstyrelserna en fördjupad snöanalys; Snö i framtida klimat (Persson m. fl., 2020), baserad på något äldre klimatunderlag. Länsstyrelsen Norrbotten efterfrågar en analys för fjällområdet i länet baserat på information från SMHIs scenariotjänst och snöanalysen. Urvalet av klimatindex har gjorts i samråd med Länsstyrelsen Norrbotten.

2 Metod och presentation

I rapporten beskrivs det framtida klimatet i fjällkedjan med utgångspunkt från flertalet beräknade klimatindex baserade på klimatscenarioer, de presenteras som kartor och diagram tillsammans med beskrivande texter. I följande stycken beskrivs de antaganden som beräkningarna baseras på samt osäkerheter och läsanvisningar.

2.1 Framtida klimat

Klimatets utveckling i framtiden beror på hur atmosfärens innehåll av växthusgaser förändras. För att studera framtidens klimat behövs därför antaganden om hur utsläppen av växthusgaser kommer att bli. Det finns flera möjliga utvecklingar och vilken av dem som slår in beror på människans förmåga att begränsa utsläppen. RCP-scenarierna beskriver resultatet av utsläppen, den så kallade strålningsbalansen i atmosfären, fram till år 2100. I följande analyser används två RCP-scenarioer, RCP4.5 som bygger på begränsade utsläpp, och RCP8.5 med höga utsläpp. De två scenarierna täcker in en stor variationsbredd vad avser framtidens koncentrationer av växthusgaser i atmosfären. Tabell 1 beskriver vilka antaganden som ligger till grund för scenarierna.

Tabell 1. Antaganden som ligger till grund för scenarierna RCP4.5 och RCP8.5.

RCP4.5	RCP8.5
<ul style="list-style-type: none">• Utsläppen av koldioxid ökar något och kulminerar omkring år 2040• Befolkningsmängd något under 9 miljarder i slutet av seklet• Lågt arealbehov för jordbruksproduktion, bland annat till följd av större skördar och förändrade konsumtionsmönster• Omfattande skogsplanteringsprogram• Låg energiintensitet• Kraftfull klimatpolitik	<ul style="list-style-type: none">• Koldioxidutsläppen är tre gånger dagens vid år 2100 och metanutsläppen ökar kraftigt• Jordens befolkning ökar till 12 miljarder vilket leder till ökade anspråk på betes- och odlingsmark för jordbruksproduktion• Teknikutvecklingen mot ökad energieffektivitet fortsätter, men långsamt• Stort beroende av fossila bränslen• Hög energiintensitet• Ingen tillkommande klimatpolitik

För att göra beräkningar av det framtida klimatet krävs klimatmodeller, de är matematiskt formulerade beskrivningar av de fysikaliska processerna i klimatsystemet. Det är mycket omfattande beräkningar som sker i flera steg på superdatorer. En beräkningskedja består ofta av både en global klimatmodell, en regional klimatmodell och ett RCP-scenario. Ett sådant resultat kallas för *klimatscenario*. SMHI:s scenariotjänst innehåller över 100 klimatscenarioer där flera globala och regionala klimatmodeller inkluderas. För hydrologiska beräkningar avseende exempelvis vattenföring och markfuktighet används en del av klimatscenarioerna i en hydrologisk modell.

Rapporten Snö i framtida klimat (Persson m. fl., 2020) baseras på lite äldre beräkningar och innehåller 18 klimatscenarioer. Här har bearbetningar utförts för att möjliggöra hydrologiska beräkningar för snö.

Resultaten presenteras i form av klimatindex, som definieras i respektive avsnitt. Varje enskilt modellresultat har bearbetats separat men resultaten presenteras som medelvärden för scenarierna RCP4.5 respektive RCP8.5. De index som berör temperatur och nederbörd, presenteras med upplösningen $12 \times 12 \text{ km}^2$. De hydrologiska indexen, som berör tillrinning, markfuktighet och snö, presenteras per avrinningsområde.

Majoriteten av de klimatindex som presenteras i föreliggande rapport finns presenterade på SMHI:s klimatscenariotjänst (SMHI, 2021). Tre index har beräknats speciellt för denna rapport:

- Antal dagar med maxtemperatur mellan 13°C och 18°C
- Antal dagar med nederbörd och plusgrader per månad, november – april
- Årscykel på vattenföring i utvalda vattendrag

Utöver detta har information om framtida snödjup hämtats från rapporten Snö i framtida klimat (Persson m. fl., 2020).

2.2 Osäkerheter

Ett klimatscenario kräver en lång kedja av beräkningar och antaganden. Därmed finns flera källor till osäkerheter och de kan sammanfattas i klimatets naturliga variationer, klimatmodellernas begränsningar, efterbearbetningar och framtida utsläpp av växthusgaser.

Den naturliga variationen innebär att klimatet varierar naturligt från år till år. En klimatmodell är inte i fas med verkligheten utan kan enbart ge statistik över långa perioder. Denna osäkerhet påverkar mest klimatscenarier för en nära framtid, då klimatförändringen kan vara svår att urskilja från den naturliga variationen i klimatet.

Alla klimatmodeller baseras på samma grundläggande kunskap om klimatsystemet och fungerar på ungefär samma sätt. Resultaten skiljer sig ändå åt beroende på att processerna i klimatsystemet kan beskrivas på olika sätt, och att fler eller färre processer inkluderas i modellerna. En modell är alltid en förenkling av verkligheten, därför är det bra att sammanväga resultaten från flera olika modeller.

Efterbearbetning av data utgör ytterligare en osäkerhet, med t ex anpassning till befintliga väderobservationer, upplösningen justeras och hydrologisk modellering utförs.

Framtidens klimat beror på framtida utsläpp av växthusgaser. Ett viktigt resultat, som kan utläsas i klimatscenarierna, är att valet av RCP-scenario har mycket liten betydelse för de närmsta årtiondena. Mot mitten på seklet börjar valet av RCP-scenario växa i betydelse för klimatets utveckling, och i slutet av seklet är utsläppen av växthusgaser den största osäkerhetskällan.

2.3 Presentation

På följande sidor presenteras klimatindex i kartor och diagram. Nedan följer en beskrivning av upplägget och stöd till tolkning av resultaten.

2.3.1 Kartor

I kartorna är norrbottensfjällen markerad, samt Sveriges landsgräns mot Norge och Finland. I kartorna syns även några större vattendrag samt Norges och Norrbottens kuststräckor. Alla kartor visar medelvärden över en trettioårsperiod; antingen visas värden för den aktuella perioden eller så visas förändringsvärden jämfört med en historisk referensperiod. Här används perioden 1971-2000 som referens och för det framtida klimatet används perioderna 2041-2070 (refereras till som ”mitten av seklet”) och 2071-2100 (refereras till som ”slutet av seklet”).

2.3.2 Årscykel

Graferna visar ett 30-årigt medelvärde inom ett givet avrinningsområde för varje dag på året. För vattenföring används referensperioden 1971-2000 och för snödjup används referensperioden 1963-1992. Blå och orange kurva visar 30-års medelvärde av klimatscenerierna RCP4.5 respektive RCP8.5.

3 Temperatur

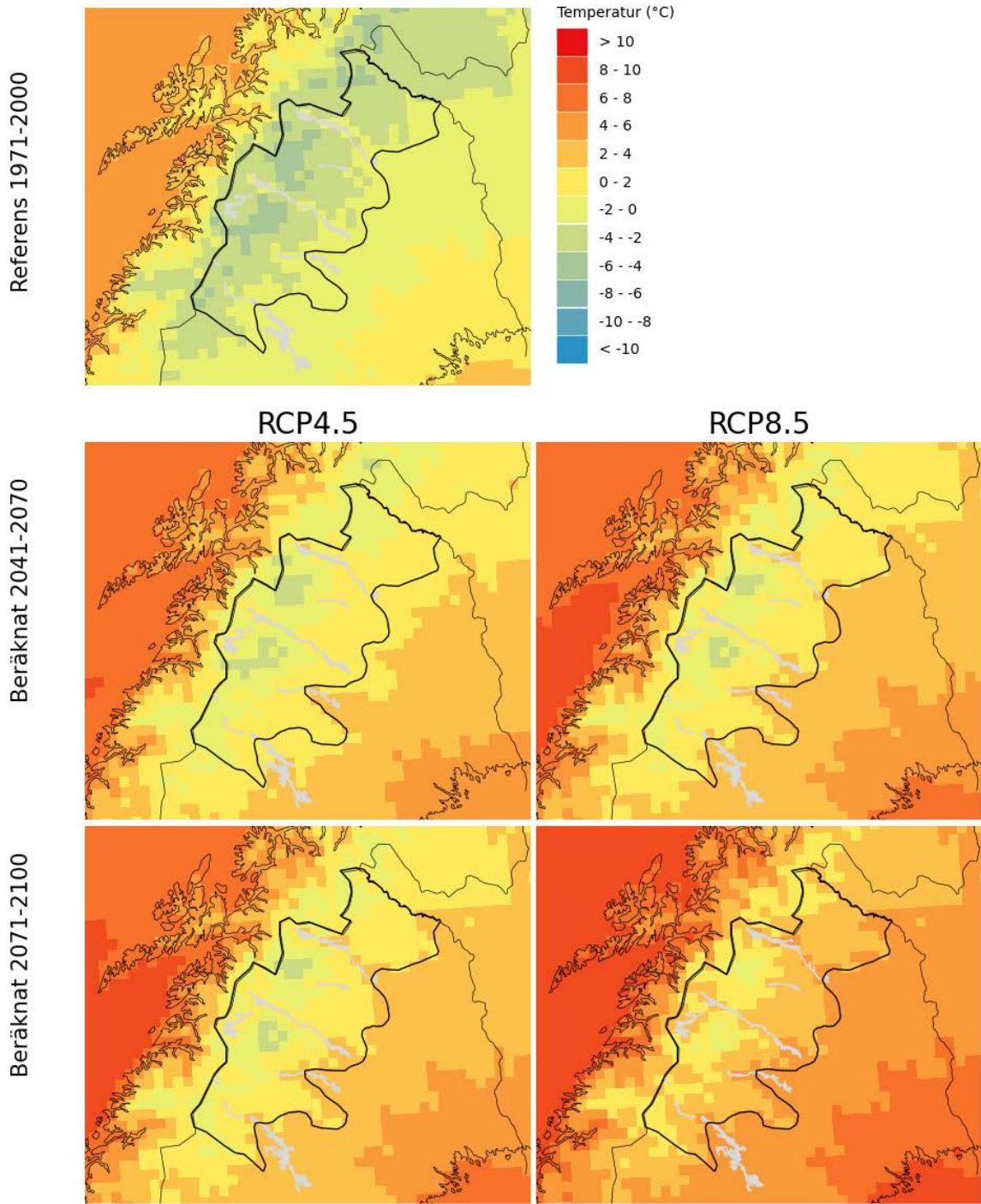
3.1 Årsmedeltemperatur

Årsmedeltemperatur är ett medelvärde av varje års dygnsmedeltemperaturer. Det beskriver klimatförändringen övergripande och förändringar kan jämföras med förändringar hos den globala medeltemperaturen.

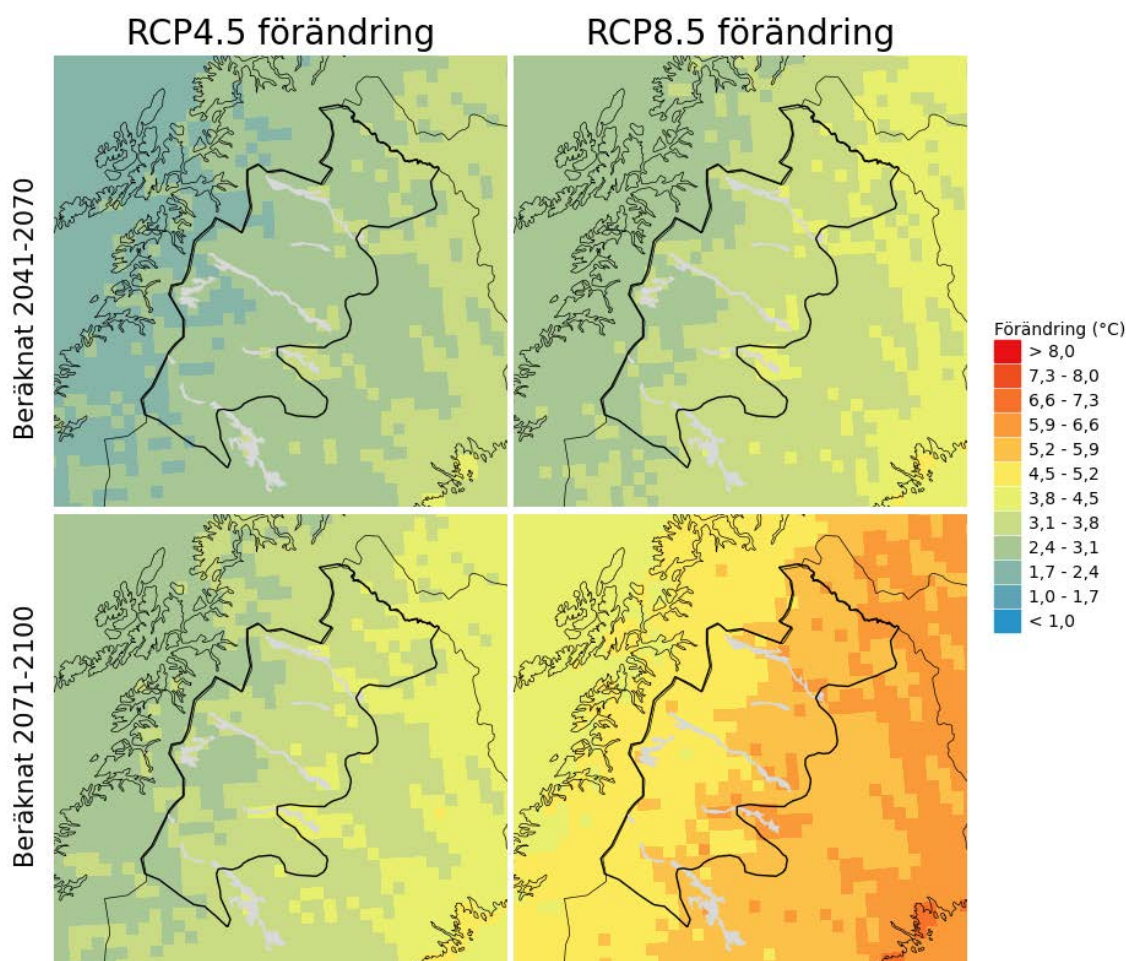
Under perioden 1971-2000 var årsmedeltemperaturen i fjällkedjan på minussidan. Kartorna i Figur 1 visar att temperaturen ökar successivt och trenden att det blir varmare är tydlig i båda scenarierna. I mitten av seklet, perioden 2041-2070, är resultaten från de båda RCP-scenarierna relativt lika, skillnaderna till följd av de olika utsläppsnivåerna tydliggörs först i slutet av seklet, perioden 2071-2100.

Under referensperioden hade Norrbottenskusten en årsmedeltemperatur på 1-2 °C, denna klimatzon har i mitten av seklet förflyttat sig till den östliga delen av fjällområdet, och i slutet av seklet finns klimatzonen även i dalgångarna i västra fjällen (RCP4.5), eller högre upp på fjället (RCP8.5).

Figur 2 visar förändringen i temperatur jämfört med referensperioden 1971-2000. Till slutet av seklet stiger temperaturen med 3-4 grader enligt RCP4.5 och 4-6 grader enligt RCP8.5. Förändringen är störst i östra delen av området.



Figur 1. Årsmedeltemperatur i fjällkedjan, för den historiska perioden 1971-2000 och beräknat för framtidsperioderna 2041-2070 och 2071-2100 enligt RCP4.5 och RCP8.5.



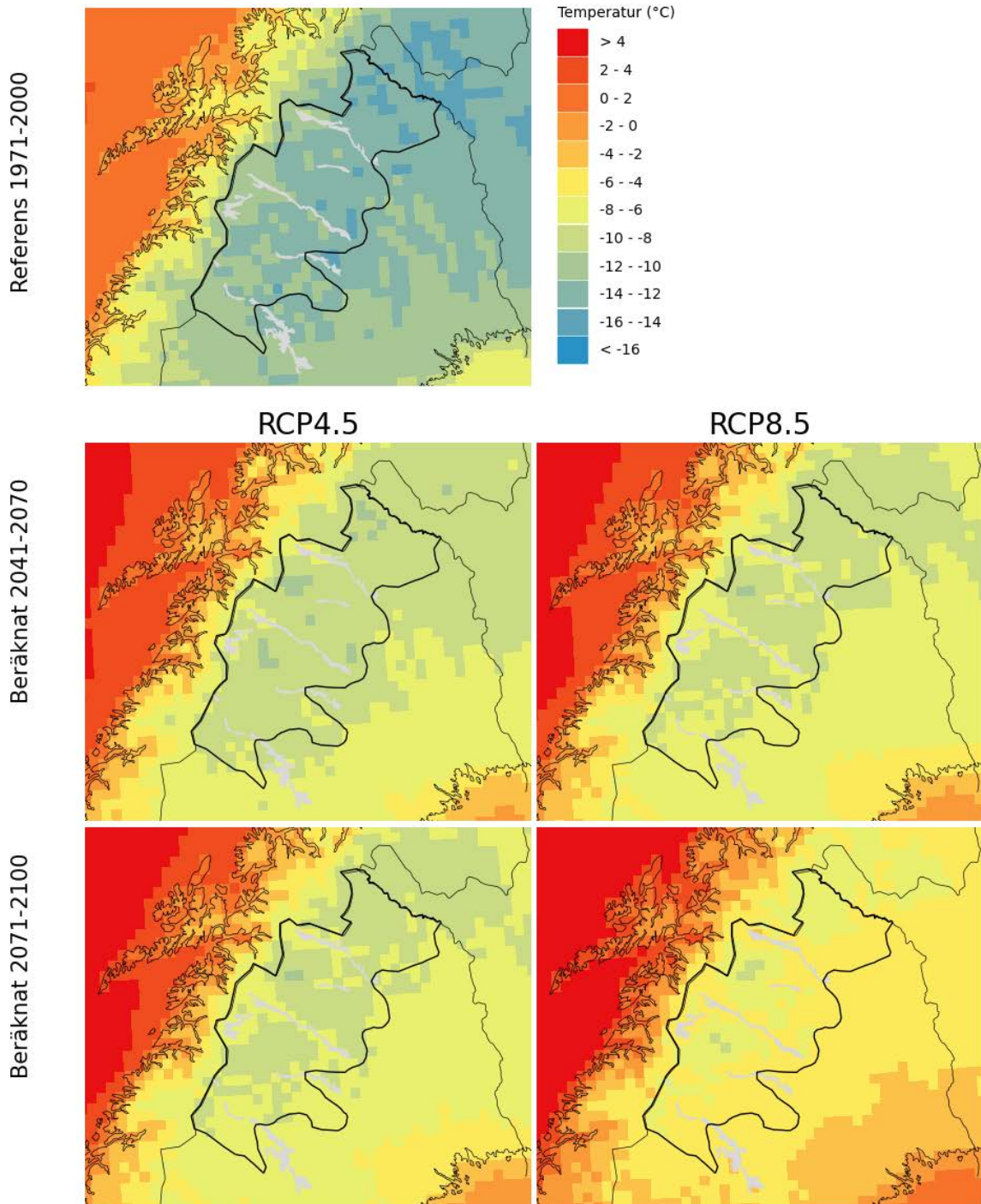
Figur 2. Förändring i årsmedeltemperatur i fjällkedjan, för perioderna 2041-2070 och 2071-2100 jämfört med referensperioden 1971-2000, enligt RCP4.5 och RCP8.5.

3.2 Medeltemperatur vinter

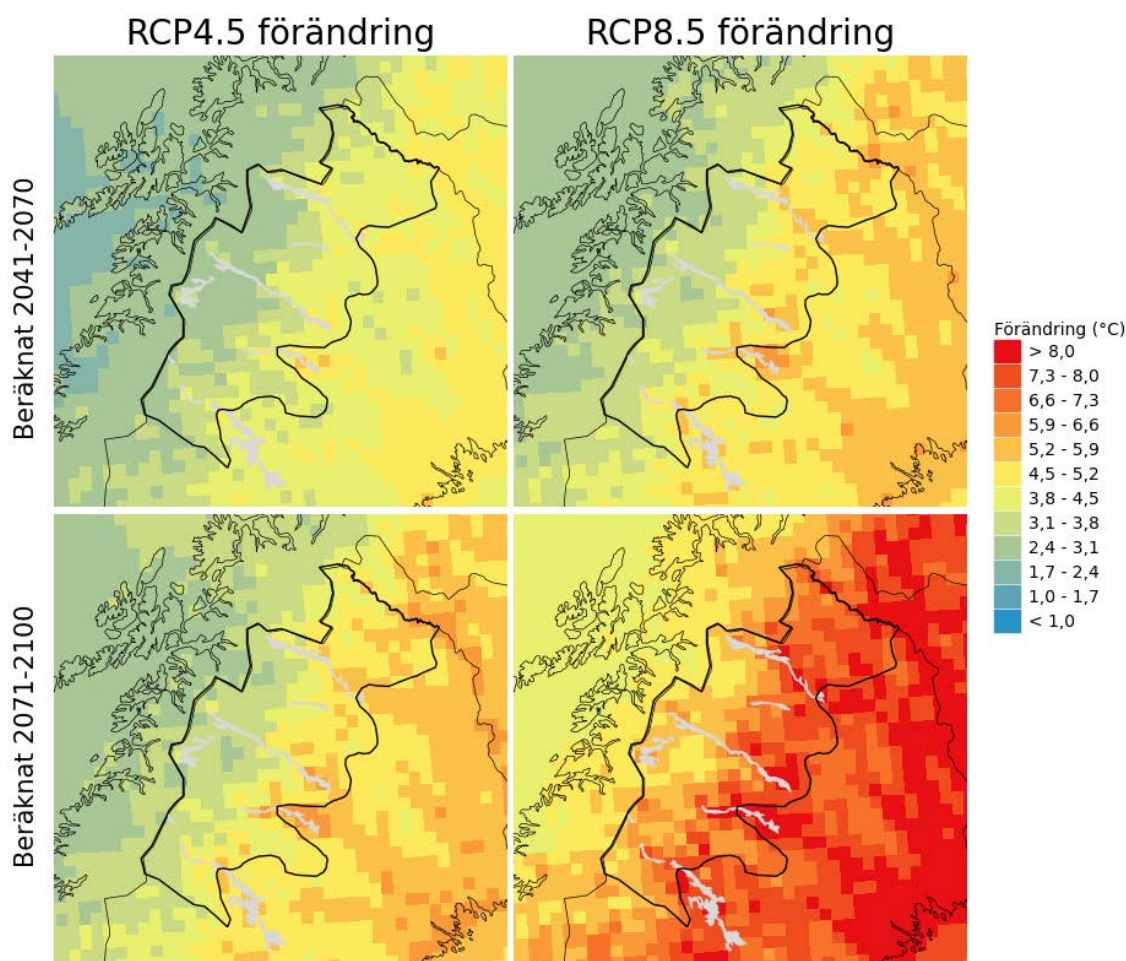
Vinter definieras här som perioden december-februari, under vilken samtliga dygnsmedeltemperaturer ingår i beräknade medelvärden. Figur 3 visar beräknad vintermedeltemperatur för fjällkedjan.

Medeltemperaturen under referensperioden 1971-2000 var ca -14 till -11 °C. De två olika scenarierna ger varmare vintrar framöver, och vid slutet av seklet har vintermedeltemperaturen ökat till ca -10 till -7 enligt RCP4.5 och -8 till -4°C enligt RCP8.5.

Figur 4 visar att uppvärmningen är störst i den östra delen av fjällområdet, enligt RCP8.5 kan vintern i slutet av seklet bli över 8°C varmare här. Vintern värms upp mest i jämförelse med övriga säsonger.



Figur 3. Vintermedeltemperatur i fjällkedjan. Beräknat för referensperioden 1971-2000 samt de två framtida perioderna 2041-2070 och 2071-2100 enligt RCP4.5 och RCP8.5.



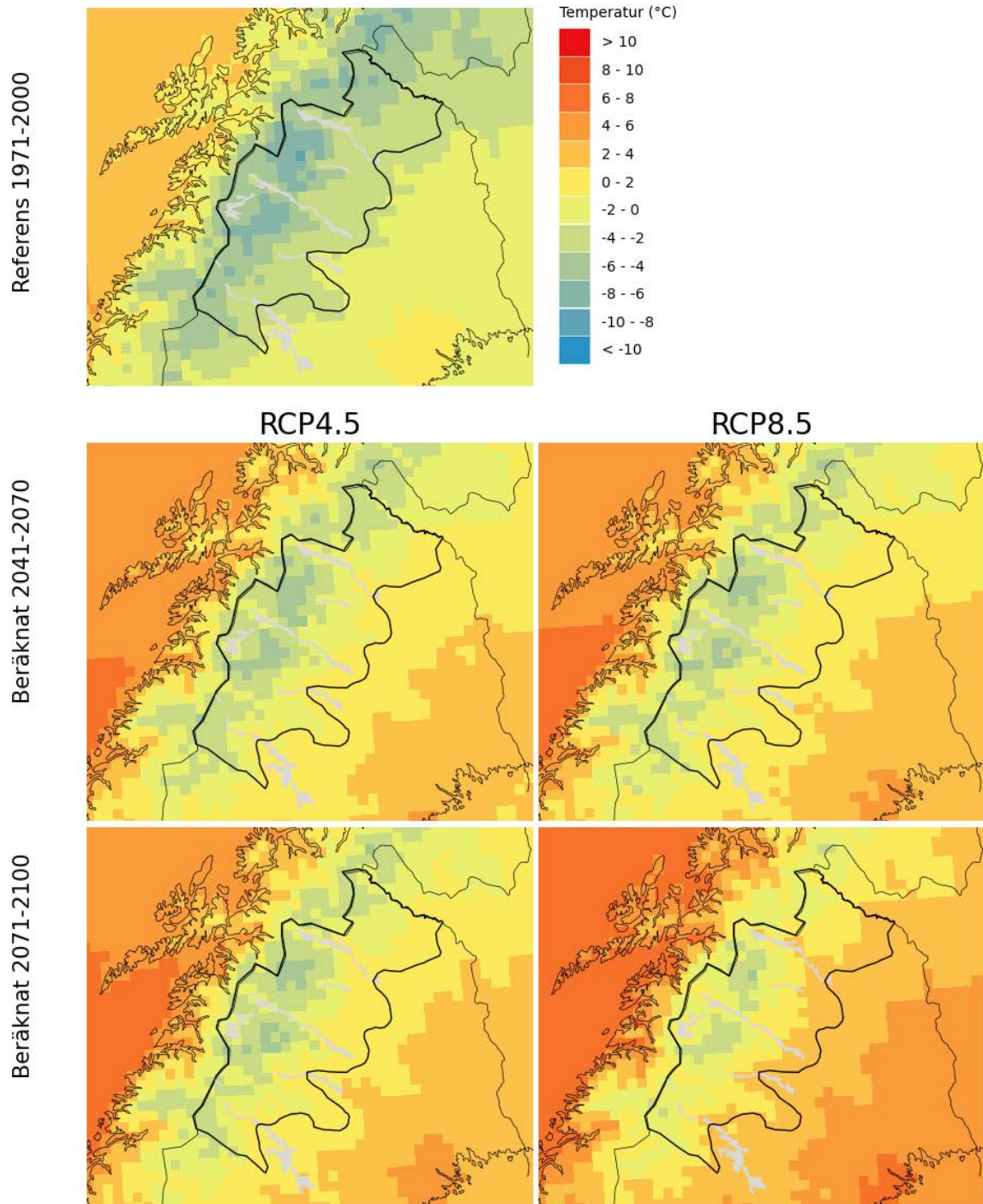
Figur 4. Förändring i vintermedeltemperatur i fjällkedjan, för perioderna 2041-2070 och 2071-2100 jämfört med referensperioden 1971-2000, enligt RCP4.5 och RCP8.5.

3.3 Medeltemperatur vår

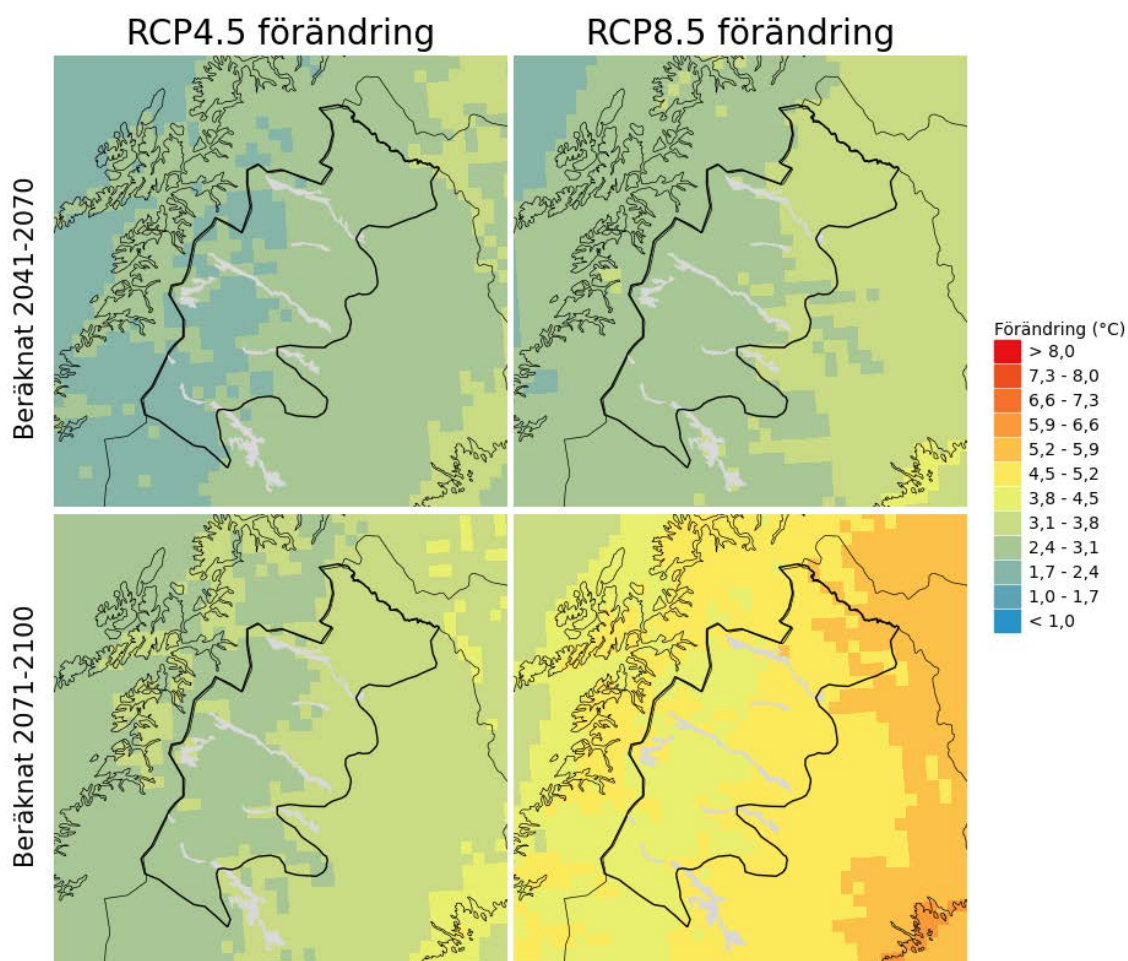
Vår definieras här som perioden mars-maj, under vilken samtliga dygnsmedeltemperaturer ingår i beräknade medelvärden. Figur 5 visar beräknad vårmedeltemperatur för fjällkedjan.

Medeltemperaturen under referensperioden 1971-2000 var i låglandet -4 till -2 °C, och på kalvfjället -8 till -4 °C. I slutet av seklet har låglandets klimat flyttat sig upp på kalvfjället, temperaturen blir -4 till +2 °C enligt RCP4.5 och ytterligare ungefär 2 grader varmare enligt RCP8.5.

Figur 6 visar att temperaturökningen är ca 3 grader enligt RCP4.5 och mellan 4 och 5 grader enligt RCP8.5. Uppvärmningen är störst i öster.



Figur 5. Vårmedeltemperatur i fjällkedjan. Beräknat för referensperioden 1971-2000 samt de två framtida perioderna 2041-2070 och 2071-2100 enligt RCP4.5 och RCP8.5.



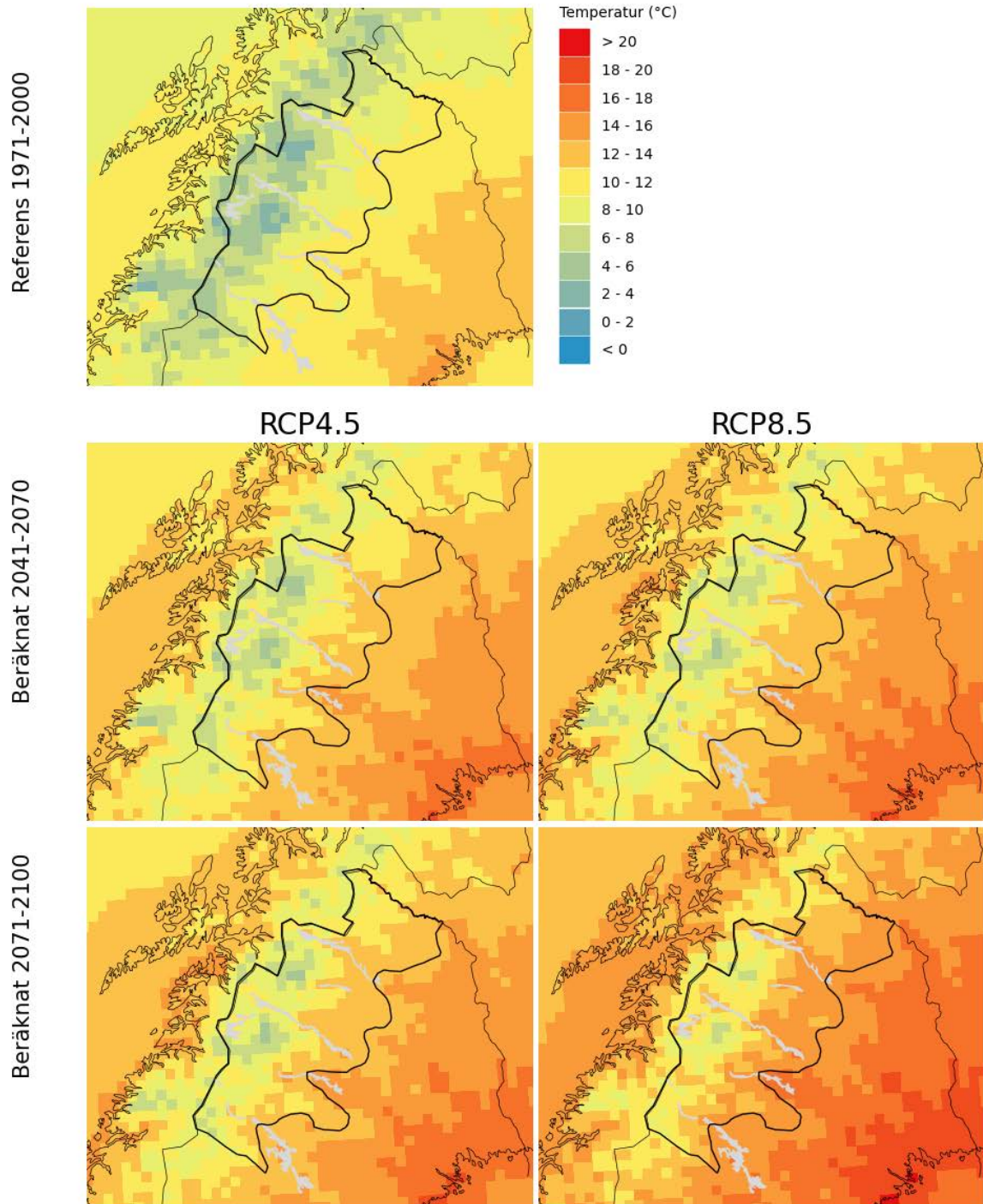
Figur 6. Förändring i vårmedeltemperatur i fjällkedjan, för perioderna 2041-2070 och 2071-2100 jämfört med referensperioden 1971-2000, enligt RCP4.5 och RCP8.5.

3.4 Medeltemperatur sommar

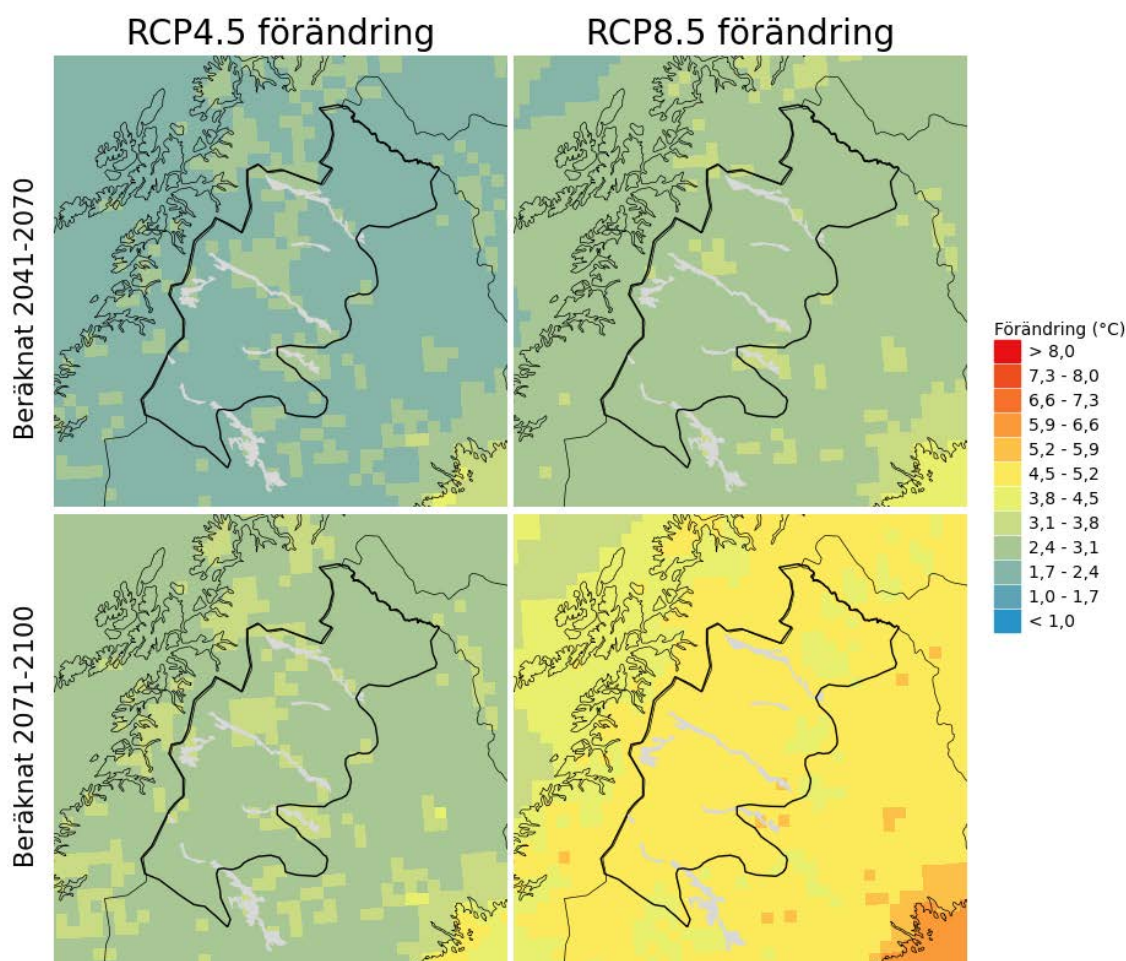
Sommar definieras här som perioden juni-augusti, under vilken samtliga dygnsmedeltemperaturer ingår i beräknade medelvärden. Figur 7 visar beräknad sommarmedeltemperatur för fjällkedjan.

Medeltemperaturen under referensperioden 1971-2000 var ca 4-10 °C. I slutet av seklet hamnar temperaturen på från 6 °C på fjälltopparna till 14 °C i låglandet enligt RCP4.5 och 8-16 °C enligt RCP8.5.

Figur 8 visar att förändringen till slutet av seklet är ca 3 grader enligt RCP4.5 och ca 4,5-5,0 grader enligt RCP8.5.



Figur 7. Sommarmedeltemperatur i fjällkedjan. Beräknat för referensperioden 1971-2000 samt de två framtida perioderna 2041-2070 och 2071-2100 enligt RCP4.5 och RCP8.5.



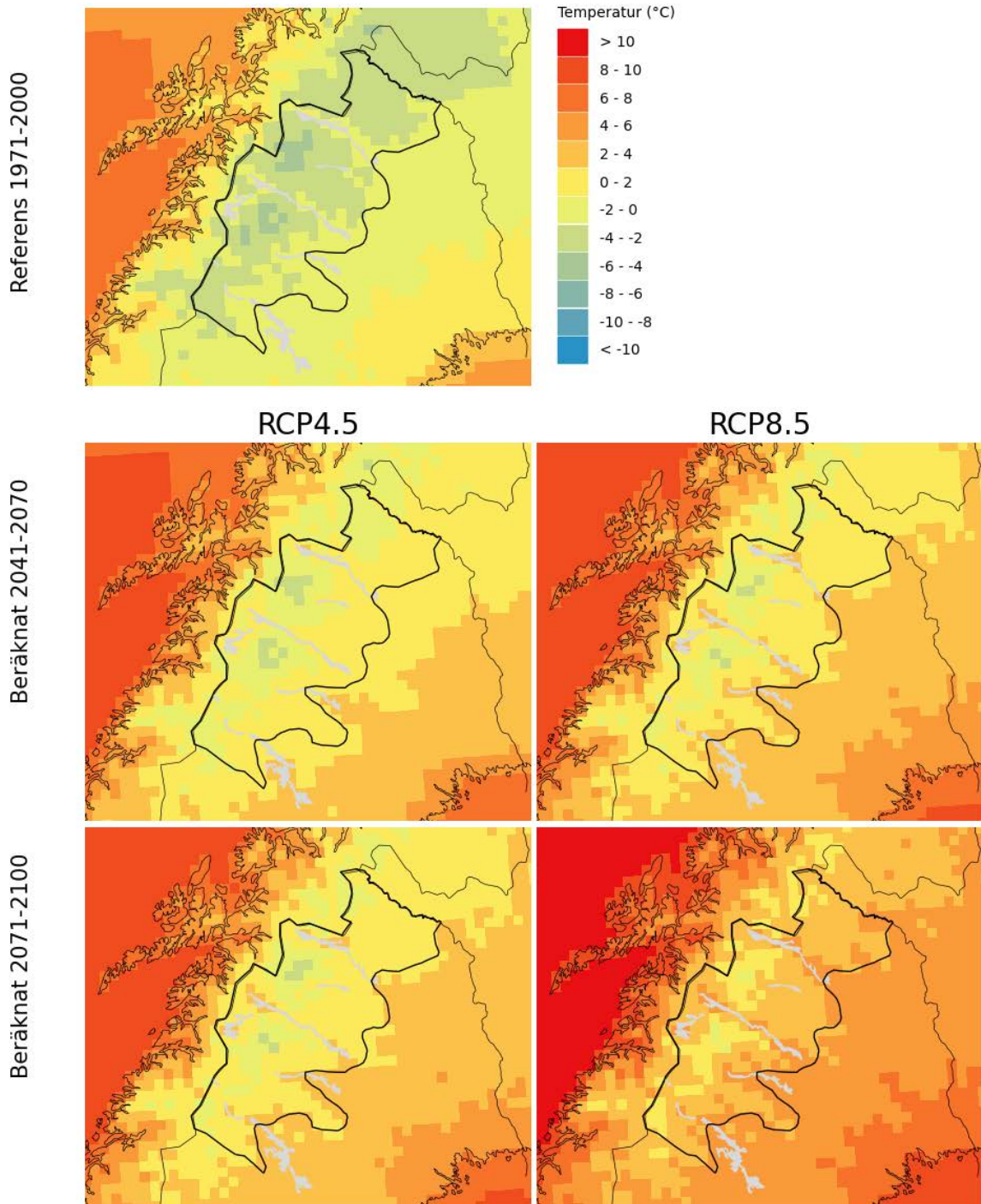
Figur 8. Förändring i somarmedeltemperatur i fjällkedjan, för perioderna 2041-2070 och 2071-2100 jämfört med referensperioden 1971-2000, enligt RCP4.5 och RCP8.5.

3.5 Medeltemperatur höst

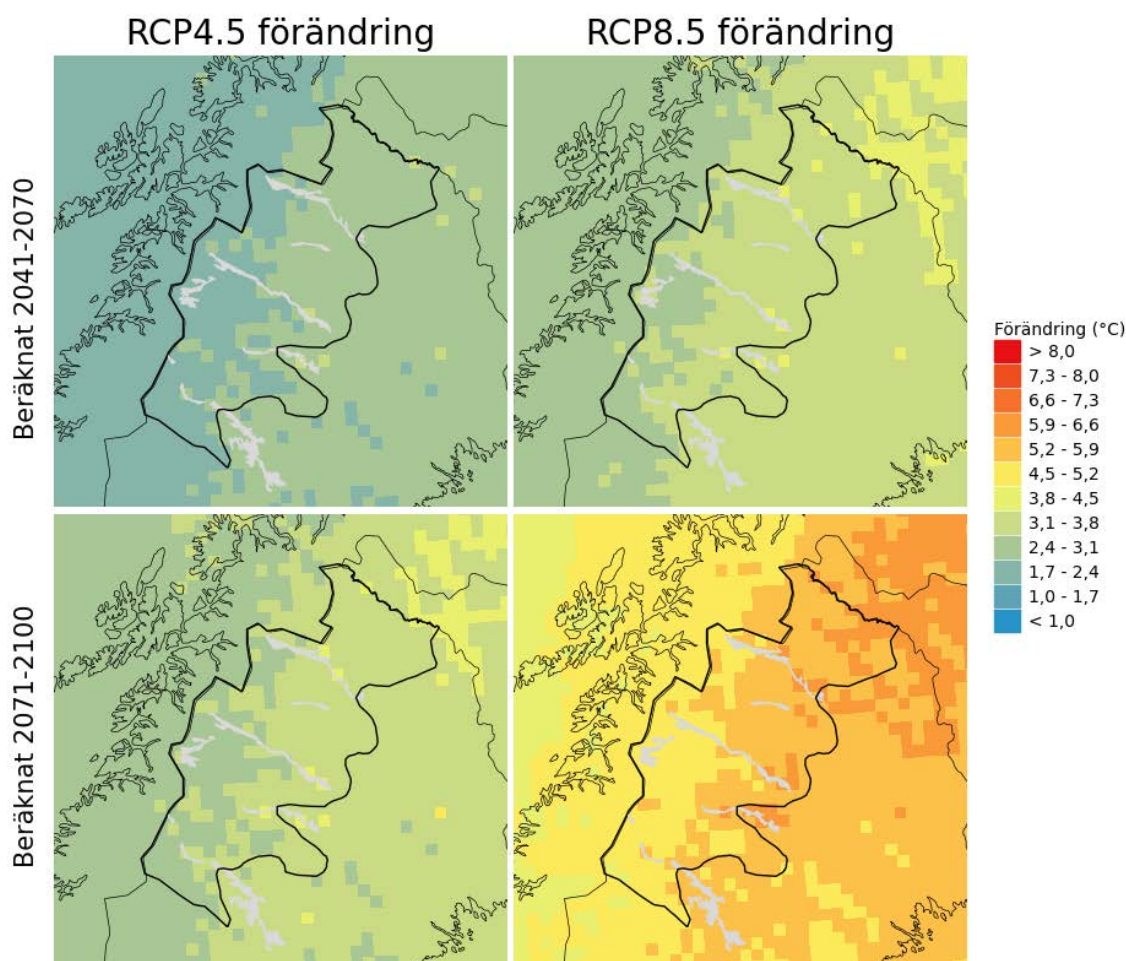
Höst definieras här som perioden september-november, under vilken samtliga dygnsmedeltemperaturer ingår i beräknade medelvärden. Figur 9 visar beräknad höstmedeltemperatur för fjällkedjan.

Medeltemperaturen under referensperioden 1971-2000 var ca -4 till -2 °C. Vid slutet av seklet kommer höstmedeltemperaturen vara strax över 0 enligt RCP4.5, utom på kalfjället. Enligt RCP8.5 hamnar även kalfjället på plusgrader och låglandet på upp till 6 °C.

Figur 10 visar förändringen i temperatur till slutet av seklet, 3-4 grader enligt RCP4.5 och 5-6 grader enligt RCP8.5.



Figur 9. Höstmedeltemperatur i fjällkedjan. Beräknat för referensperioden 1971-2000 samt de två framtida perioderna 2041-2070 och 2071-2100 enligt RCP4.5 och RCP8.5.

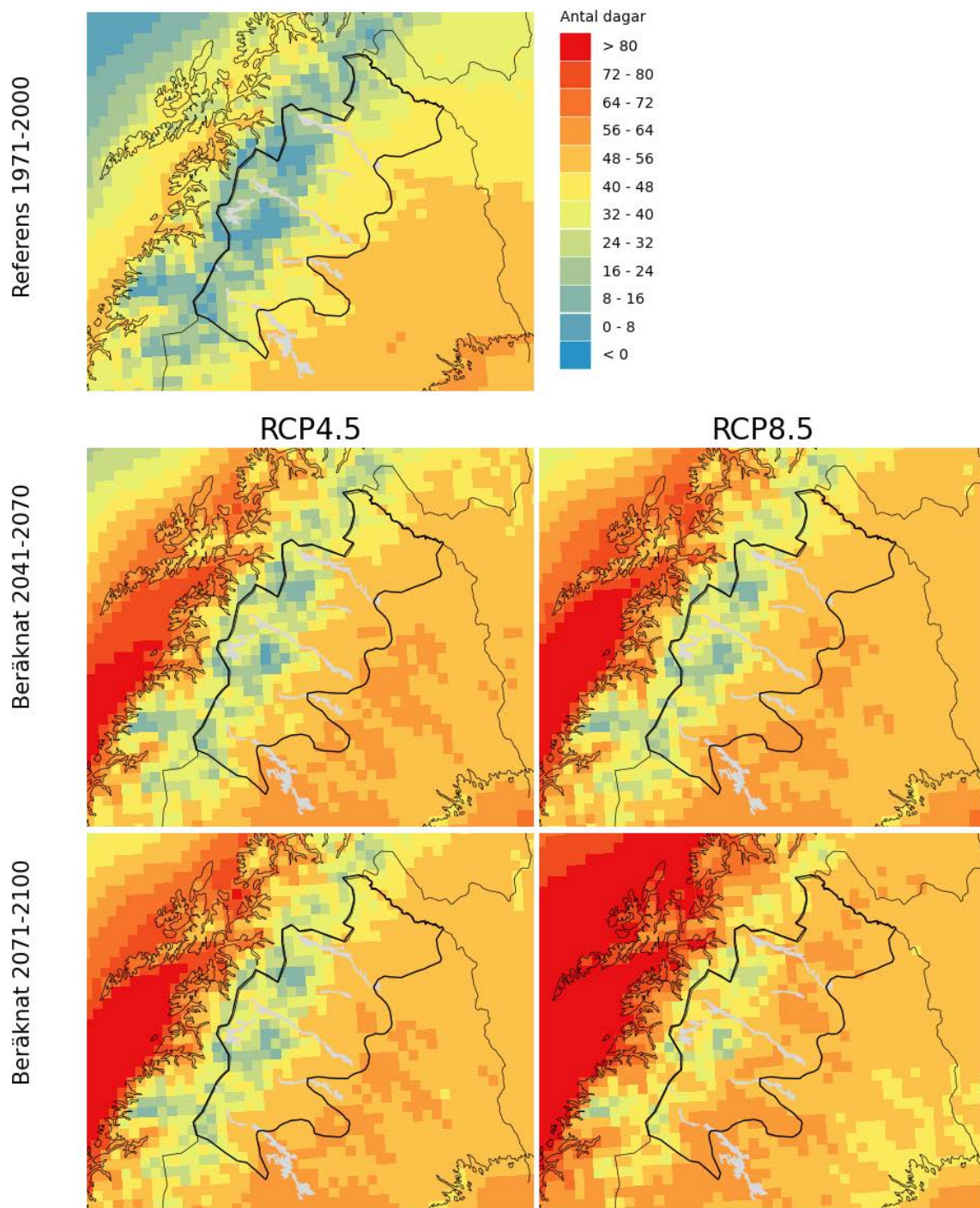


Figur 10. Förändring i höstmedeltemperatur i fjällkedjan, för perioderna 2041-2070 och 2071-2100 jämfört med referensperioden 1971-2000, enligt RCP4.5 och RCP8.5.

3.6 Antal dagar med maxtemperatur mellan 13 och 18°C

Temperaturer mellan 13 och 18 °C mitt på dagen är gynnsamt för trädens tillväxt. Denna beräkning kan ge en indikation på var träd kan växa till och om trädgränsen förflyttas. Beräkningen baseras enbart på temperatur och tar inte hänsyn till solinstrålning.

Figur 11 visar att låglandet hade över 30 dagar per år med temperaturer mellan 13 och 18 grader under referensperioden, och kalfjället inga eller enstaka dagar. Antalet dagar ökar till slutet av seklet. Enligt RCP4.5 får låglandet upp till 40 dagar och högre upp på fjället kan det förekomma 30 dagar. Enligt RCP8.5 kan låglandet få över 50 dagar, eller dubbelt så många som under referensperioden, och högre upp på fjället blir det inte ovanligt med 40 dagar.

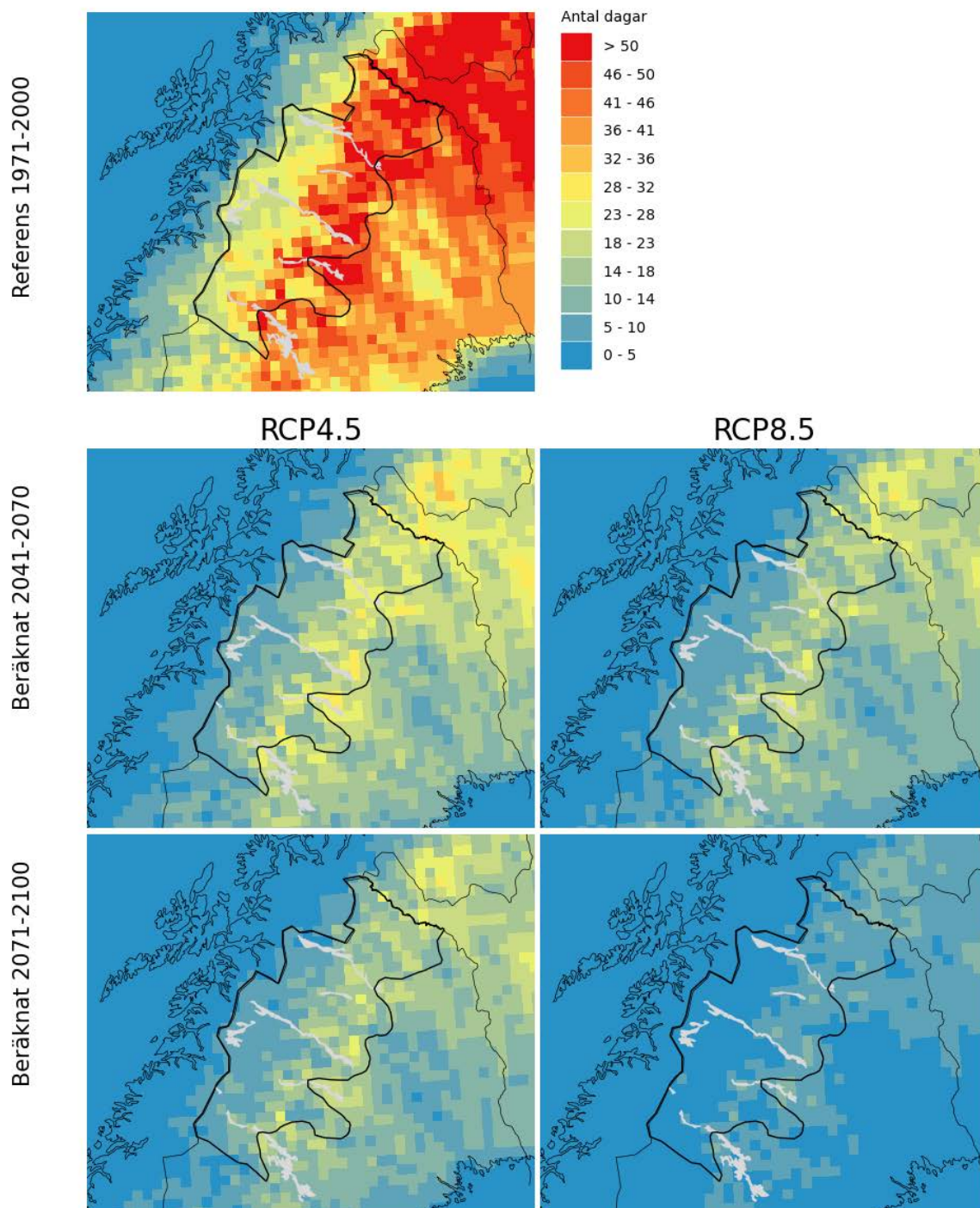


Figur 11. Antal dagar med maxtemperatur mellan 13 och 18°C. Beräknat för referensperioden 1971-2000 samt de två framtida perioderna 2041-2070 och 2071-2100 enligt RCP4.5 och RCP8.5.

3.7 Antal kalla dagar då dygnets mintemperatur är under -20°C

Figur 12 visar antal dagar per år då temperaturen når ner till -20 °C. Vid vindstilla väder, snötäckt mark och klara nätter kan temperaturen sjunka snabbt. Då sjunker den kalla luften i atmosfären ner till marken och lägger sig i låg terräng. Det är därför vanligare med köldknäppar i låglandet än uppe på fjället.

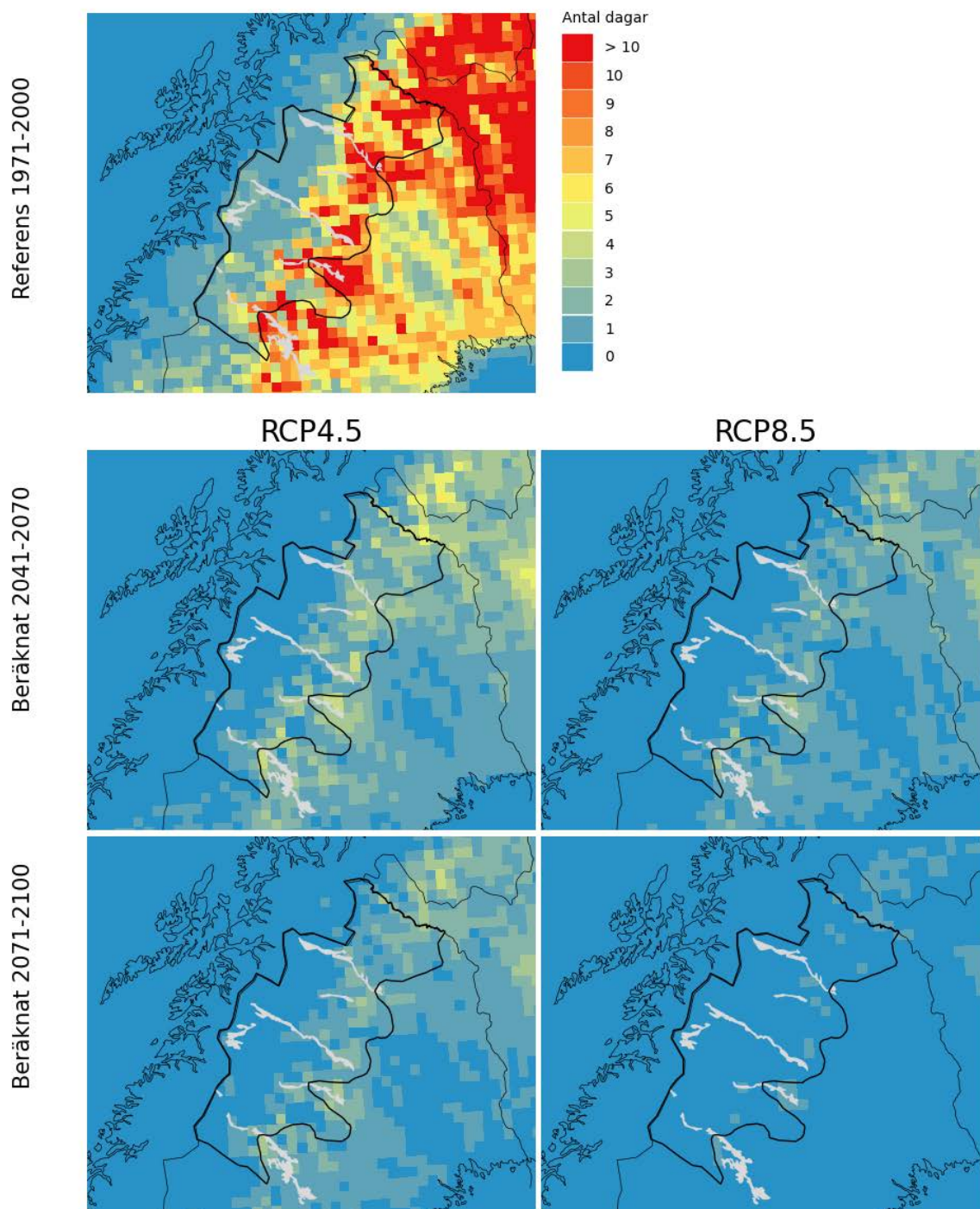
Under referensperioden sjönk temperaturen till under -20°C i vissa områden i låglandet mer än 50 dagar per år. I framtiden blir dessa dagar mer ovanliga och i slutet av seklet är förekomsten i låglandet mellan 10 och 20 dagar enligt RCP4.5 och 0-10 dagar enligt RCP8.5. Även på kalfjället minskar antalet dagar under -20°C .



Figur 12. Antal kalla dagar då dygnets mintemperatur är under -20°C . Beräknat för referensperioden 1971-2000 samt de två framtida perioderna 2041-2070 och 2071-2100 enligt RCP4.5 och RCP8.5.

3.8 Antal extremt kalla dagar då dygnets mintemperatur är under -30°C

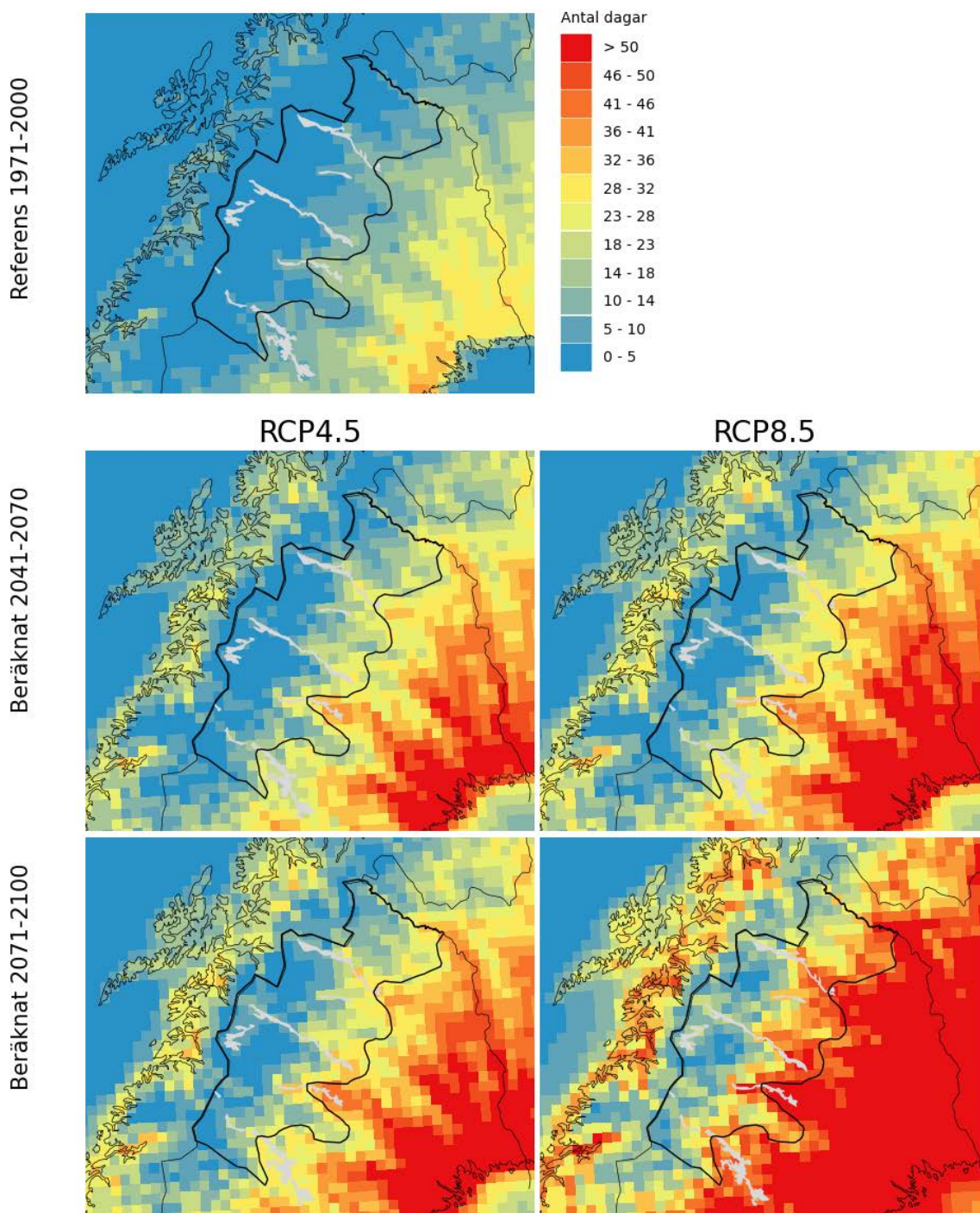
Figur 13 visar antal dagar per år då temperaturen når ner till -30°C . Det är ovanligt på kalfjället men förekommer lokalt i låglandet, upp till ca 10 dagar under referensperioden. I slutet av seklet har förekomsten minskat i och enligt RCP8.5 blir det väldigt ovanligt att temperaturen når ner till -30°C .



Figur 13. Antal extremt kalla dagar då dygnets mintemperatur är under -30°C . Beräknat för referensperioden 1971-2000 samt de två framtida perioderna 2041-2070 och 2071-2100 enligt RCP4.5 och RCP8.5.

3.9 Antal varma dagar då dygnets maxtemperatur är över 20°C

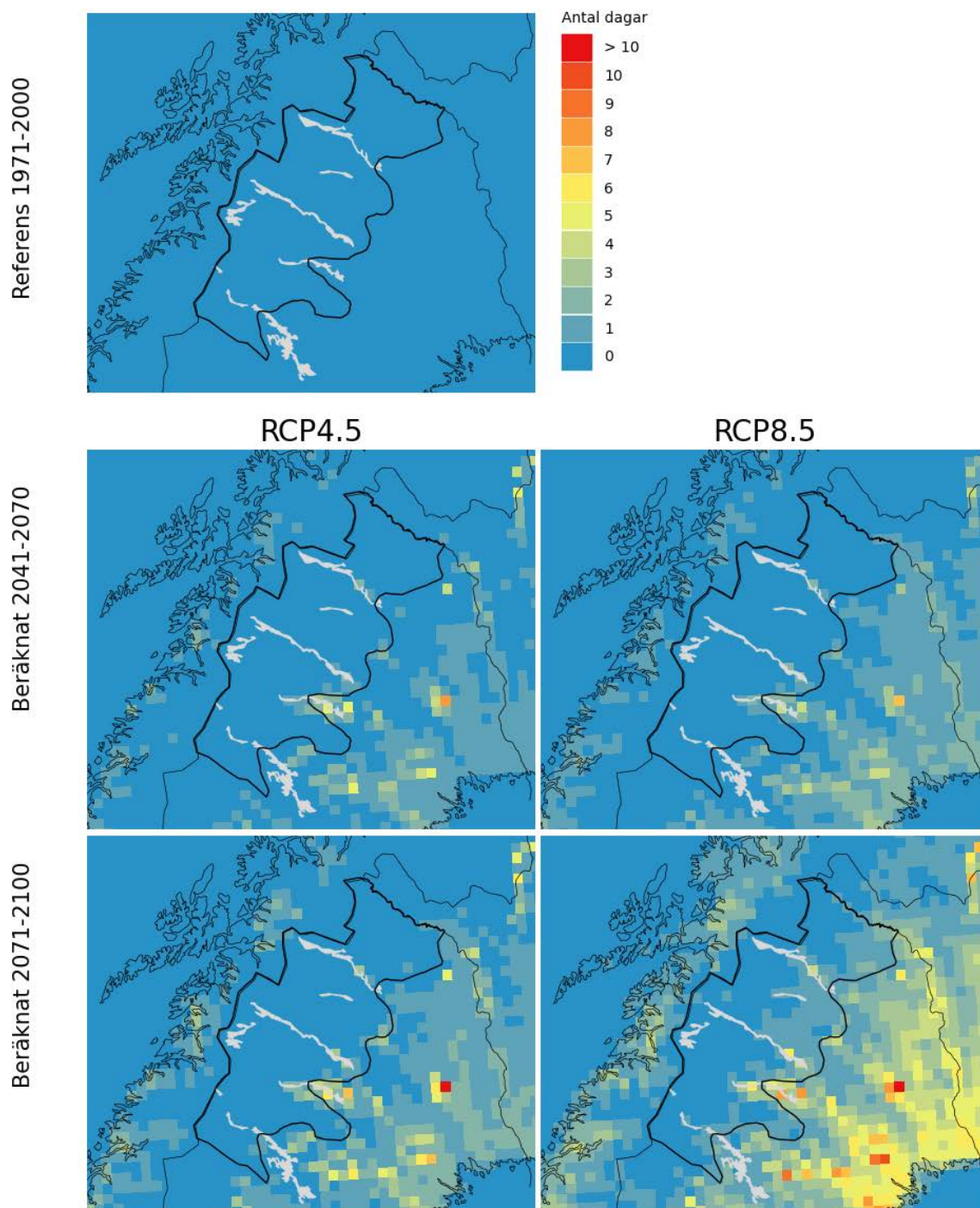
Figur 14 visar antal varma dagar då dygnets maxtemperatur når över 20°C. Under referensperioden förekom det inte alls på kalfjället, men låglandet upp till ca 10 dagar per år. I slutet av seklet förekommer några varma dagar per år i de lägre fjällerna och upp till 30 dagar i låglandet enligt RCP4.5. Enligt RCP8.5 kan några dagar förekomma även på de högre fjällerna och upp till 50 dagar i låglandet.



Figur 14. Antal varma dagar då dygnets maxtemperatur är över 20°C . Beräknat för referensperioden 1971-2000 samt de två framtida perioderna 2041-2070 och 2071-2100 enligt RCP4.5 och RCP8.5.

3.10 Antal extremt varma dagar då dygnets maxtemperatur är över 30°C

Under referensperioden förekom inga dagar över 30 °C, det är åtminstone inte synligt i det 30-åriga medelvärdet. Även i övriga Norrbotten var det mycket ovanligt. I låglandet finns förutsättningar för enstaka dagar redan i mitten av seklet. I slutet av seklet kan 30 °C nås i låglandet i alla fall en gång per år.

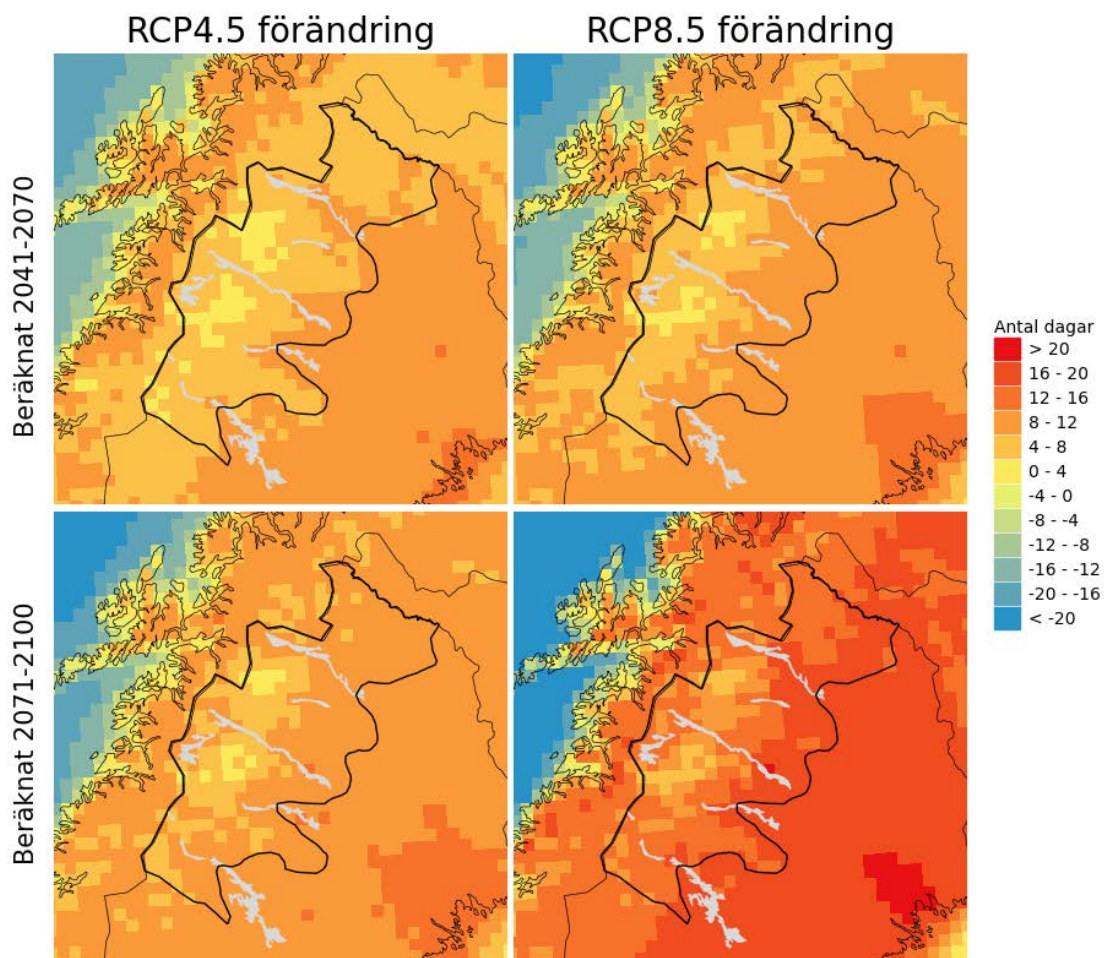


Figur 15. Antal extremt varma dagar då dygnets maxtemperatur är över 30°C . Beräknat för referensperioden 1971-2000 samt de två framtida perioderna 2041-2070 och 2071-2100 enligt RCP4.5 och RCP8.5.

3.11 Antal dagar med nollgenomgångar vinter

Antal dagar med nollgenomgångar beskriver dygn där temperaturen varit både på plus- och minussidan. Det leder till omväxlande töväder och påfrysning, vilket till exempel kan skapa isskorpor på marken och halt väglag. I följande avsnitt beskrivs förändringen av nollgenomgångar till mitten och slutet av seklet, för de fördefinierade säsongerna.

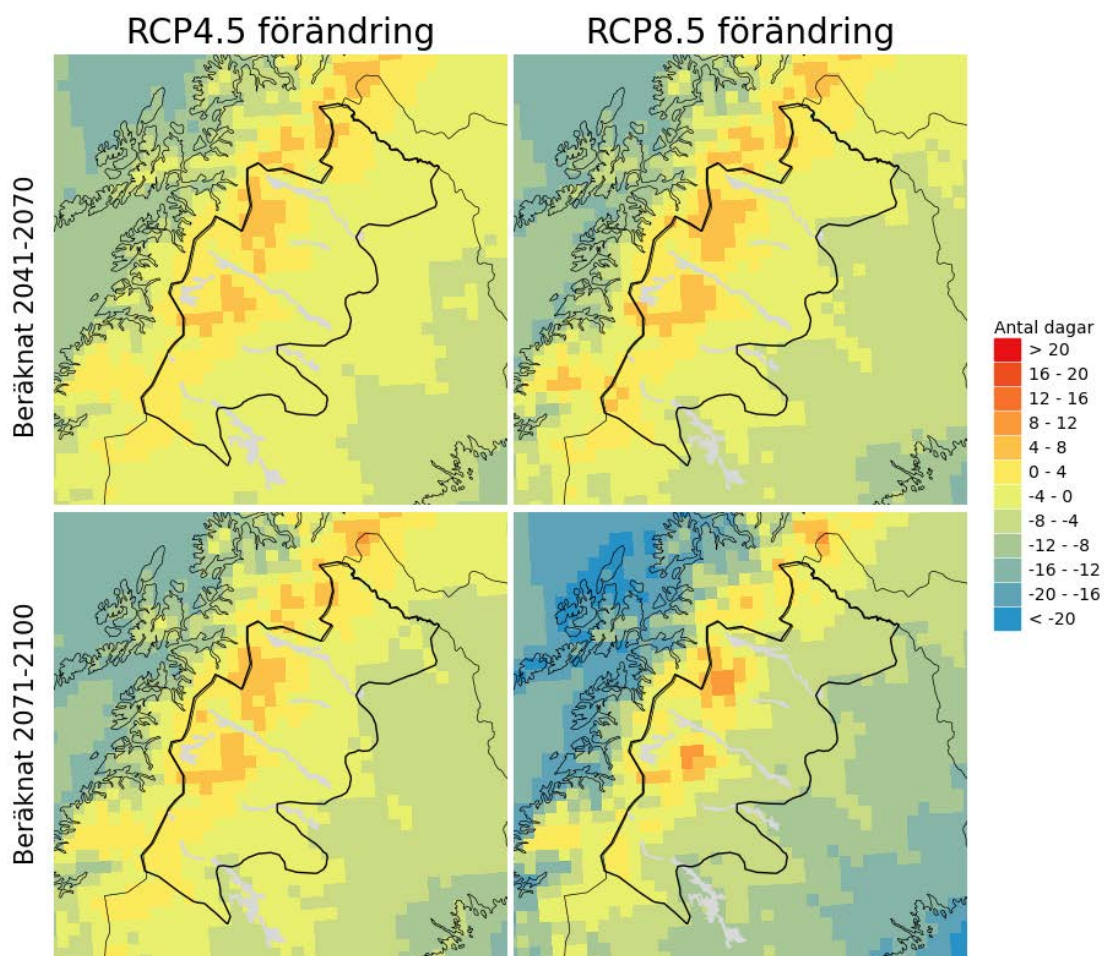
Figur 16 visar förändringen av nollgenomgångar för vintern, här definierad som december till februari. I takt med uppvärmningen sker en ökning av antalet nollgenomgångar enligt båda klimatscenarierna. Störst ökning sker låglandet med RCP8.5, upp till nästan 20 dagar i slutet av seklet.



Figur 16. Förändring i antal nollgenomgångar vinter (DJF), för perioderna 2041-2070 och 2071-2100 jämfört med referensperioden 1971-2000, enligt RCP4.5 och RCP8.5.

3.12 Antal dagar med nollgenomgångar vår

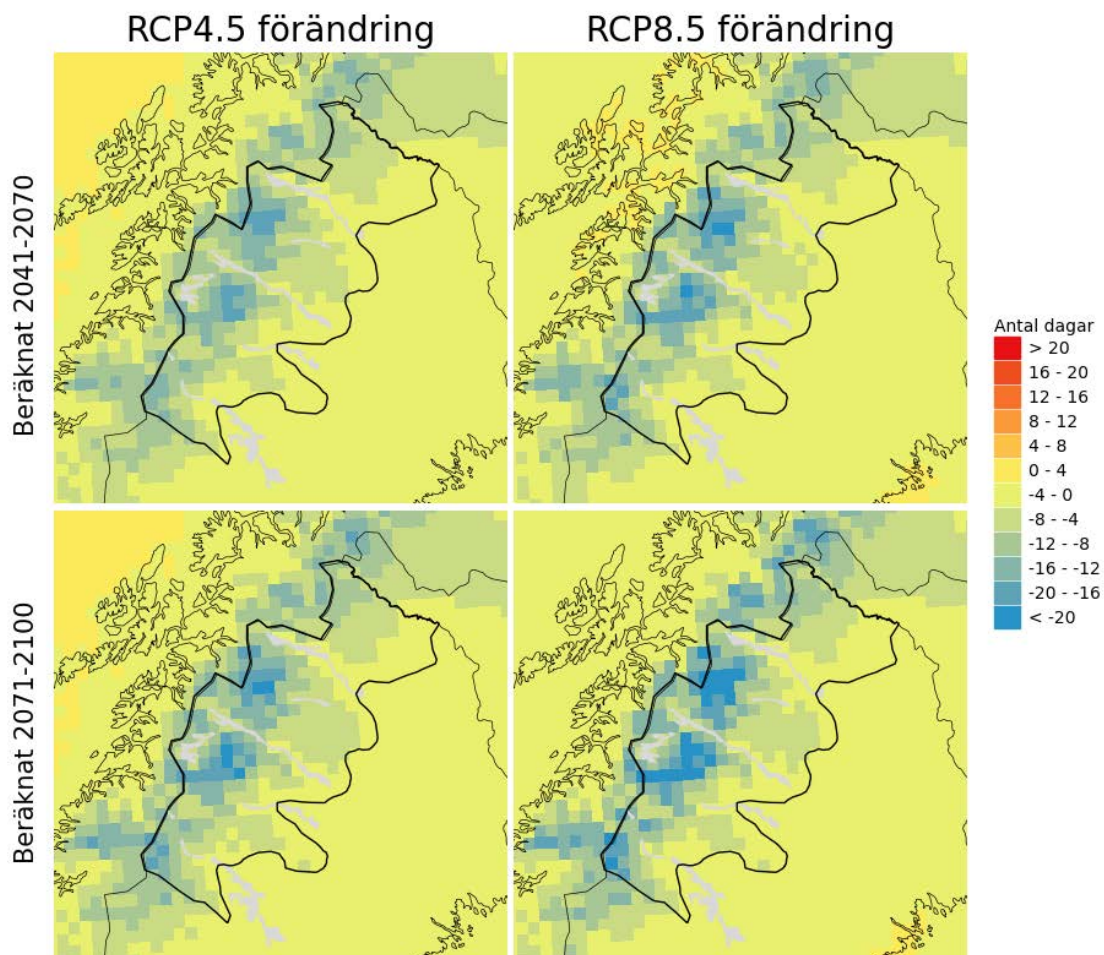
Figur 17Figur 16 visar förändringen av nollgenomgångar för våren, här definierad som mars till maj. På våren ökar antalet nollgenomgångar i högre terräng och på kalfjället, men minskar i låglandet.



Figur 17. Förändring i antal nollgenomgångar vår (MAM), för perioderna 2041-2070 och 2071-2100 jämfört med referensperioden 1971-2000, enligt RCP4.5 och RCP8.5.

3.13 Antal dagar med nollgenomgångar sommar

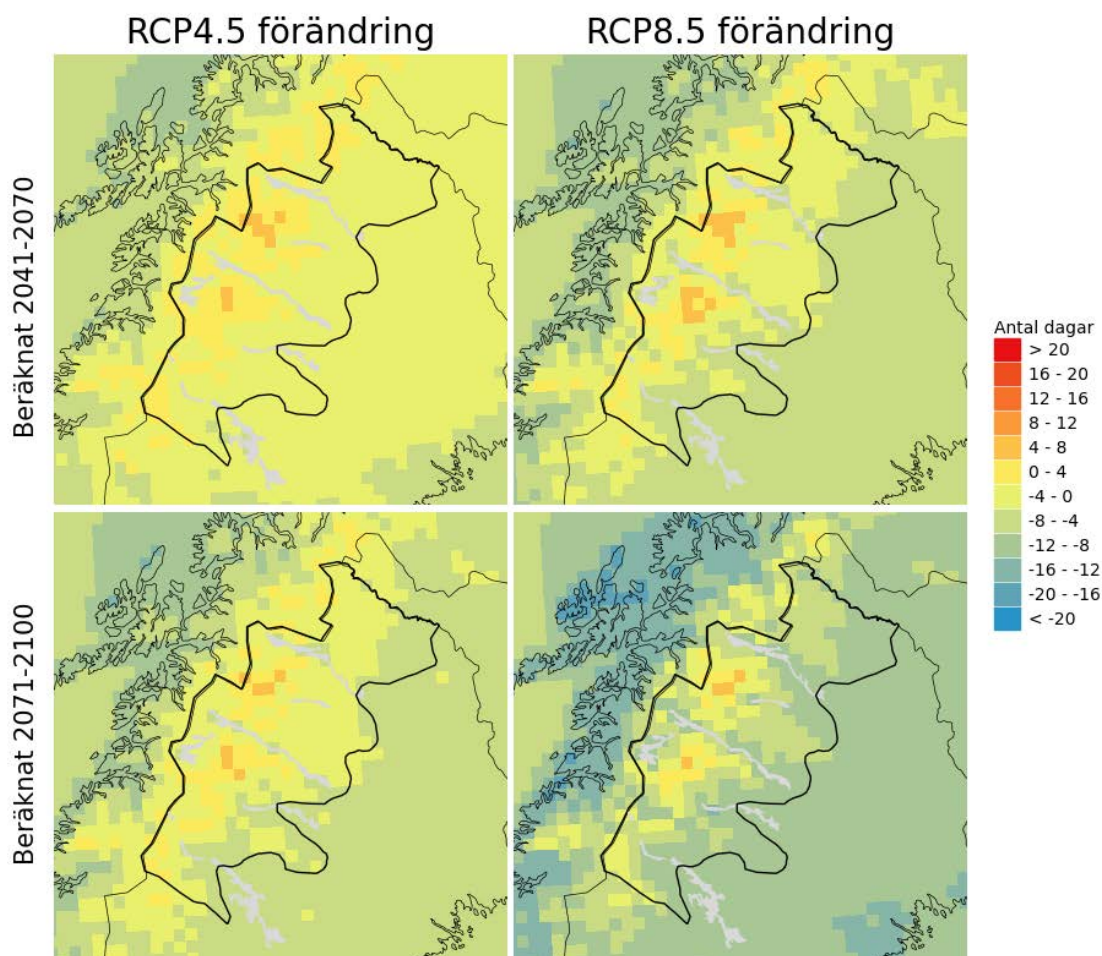
Figur 18 Figur 16 visar förändringen av nollgenomgångar för sommaren, här definierad som juni till augusti. På sommaren blir det mer sällsynt med minusgrader och nollgenomgångarna minskar i hela fjällområdet.



Figur 18. Förändring i antal nollgenomgångar sommar (JJA), för perioderna 2041-2070 och 2071-2100 jämfört med referensperioden 1971-2000, enligt RCP4.5 och RCP8.5.

3.14 Antal dagar med nollgenomgångar höst

Figur 19 Figur 17 Figur 16 visar förändringen av nollgenomgångar för hösten, här definierad som september till november. På hösten ökar antalet nollgenomgångar på kalvfjället, men minskar i låglandet.

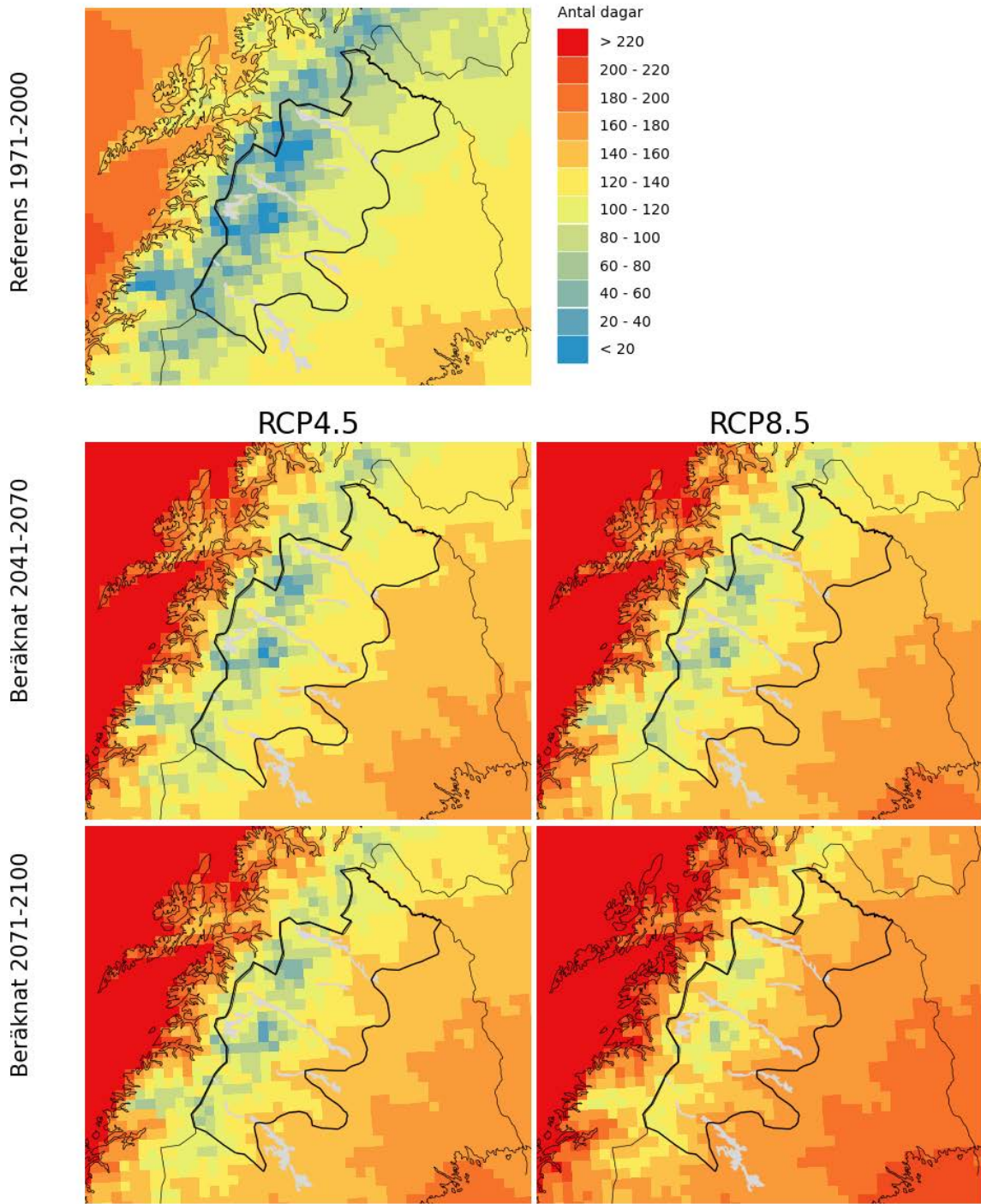


Figur 19. Förändring i antal nollgenomgångar höst (SON), för perioderna 2041-2070 och 2071-2100 jämfört med referensperioden 1971-2000, enligt RCP4.5 och RCP8.5.

3.15 Vegetationsperiodens längd

Vegetationsperioden förlängs när klimatet blir varmare. Här har vegetationsperiodens längd beräknats, vilket motsvarar antal dagar från vegetationsperiodens första dag till och med den sista. Vegetationsperiodens start är det första dygnet i en sammanhängande period om sex dygn då dygnsmedeltemperaturen under alla sex dygnen är över 5 °C. Vegetationsperiodens sista dag är dagen före den första sammanhängande perioden om sex dygn efter den 1 juli då alla sex dygn har en dygnsmedeltemperatur under 5 °C. Beräkningarna baseras enbart på beräkningar med temperatur och tar inte hänsyn till solinstrålning.

Figur 20 visar vegetationsperiodens längd för fjällområdet i dagens och framtidens klimat. Under referensperioden var vegetationsperioden ca 100 dagar i låglandet och på kalvfjället 1-2 månader. I slutet av seklet har den ökat till ca 140 dagar i låglandet och 60-100 dagar på kalvfjället enligt RCP4.5. Enligt RCP8.5 har låglandet upp till 180 dagar (6 månader) och kalvfjället 100-140 dagar. Det betyder att dagens låglandsklimat har flyttat upp på kalvfjället.



Figur 20. Vegetationsperiodens längd. Beräknat för referensperioden 1971-2000 samt de två framtida perioderna 2041-2070 och 2071-2100 enligt RCP4.5 och RCP8.5.

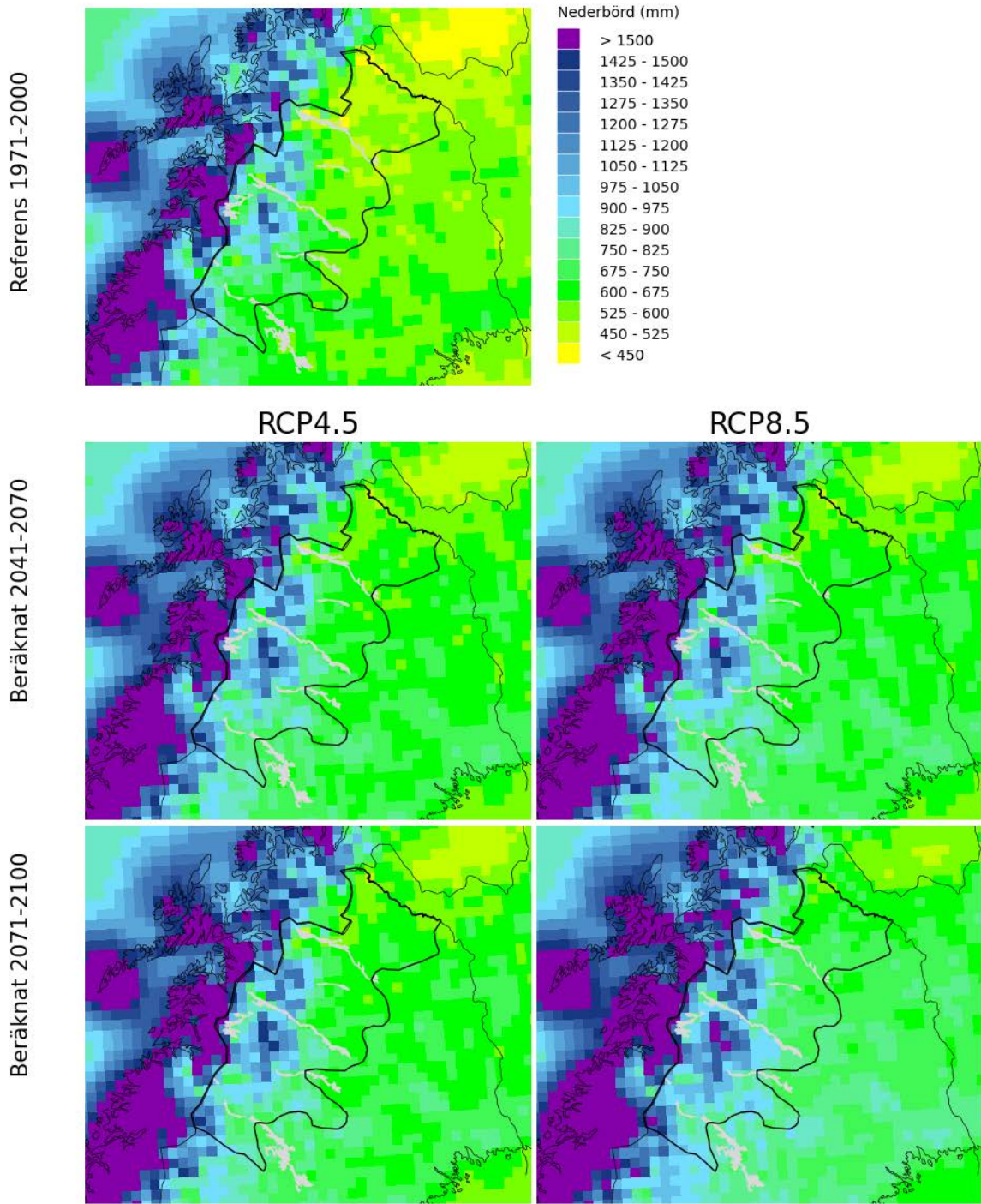
4 Nederbörd

4.1 Årsmedelnederbörd

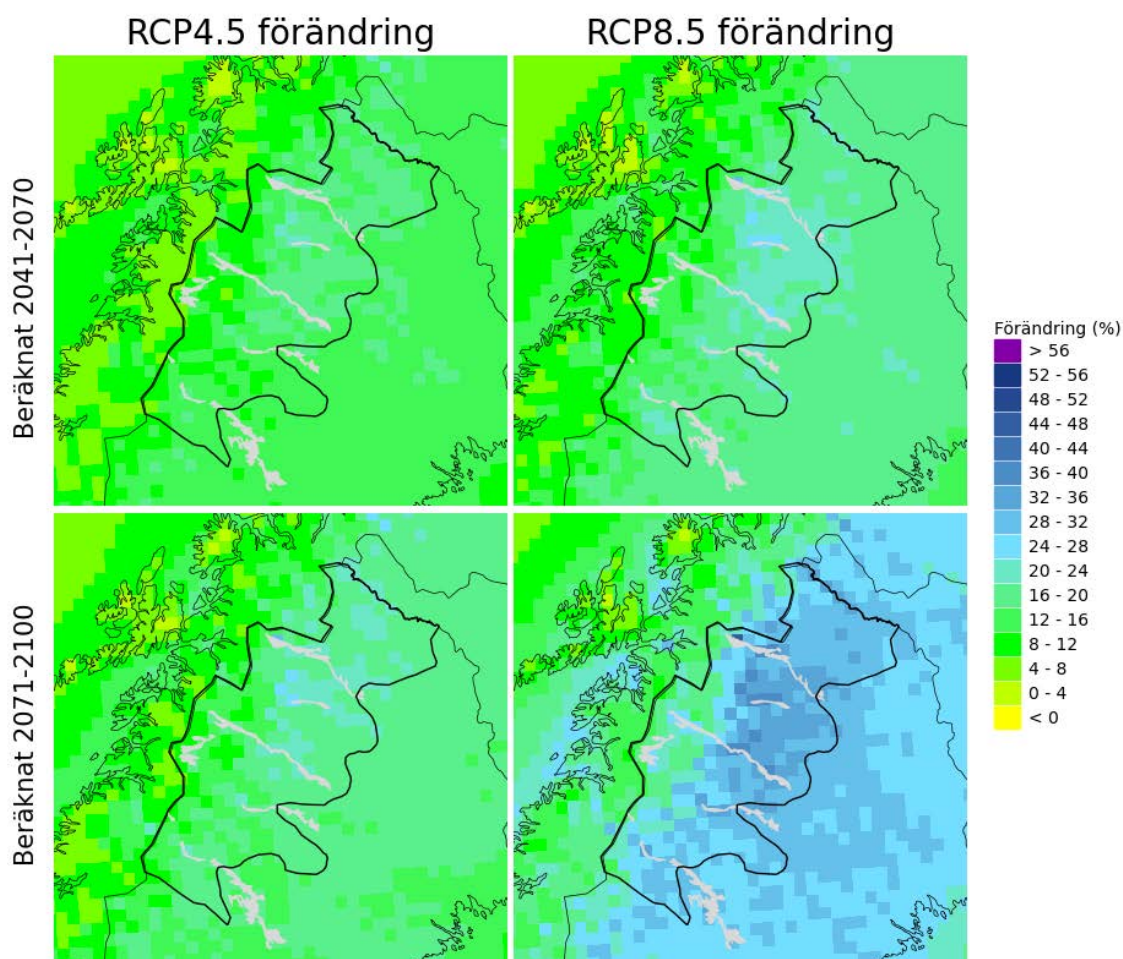
Årsmedelnederbörd är ett mått som används för att studera förändringar i nederbördsmängder under långa tidsperioder. Det avser den summerade nederbörden under ett år, både regn och snö, som presenteras som medelvärden över längre tidsperioder. Figur 21 visar geografisk fördelning av årsmedelnederbörden i fjällkedjan och Figur 22 visar procentuell förändring av nederbörden mellan de olika tidsperioderna.

Nederbörden varierar stort inom fjällområdet. Mest nederbörd faller i den högsta terrängen, i Sarek och i närheten av Kebnekaise, runt eller drygt 1000 mm om året. I lägre terräng är siffran runt 600 mm. Abisko ligger i sk regnskugga bakom både norska och svenska fjäll och är Sveriges nederbördsfattigaste plats med endast ca 300 mm per år. De största mängderna faller i västra fjällen, vanligen mellan 200-300 mm i smält form.

Kartorna visar att nederbörden ökar i framtiden, och mest ökar den enligt RCP8.5. Ökningen är tydligast i Figur 22 som visar den procentuella förändringen, och det är framförallt låglandet som får större nederbördsmängder, upp till 30 % enligt RCP8.5 till slutet av seklet.



Figur 21. Årsmedelnederbörd, beräknat för referensperioden 1971-2000 samt framtidsperioderna 2041-2070 och 2071-2100 enligt RCP4.5 och RCP8.5.



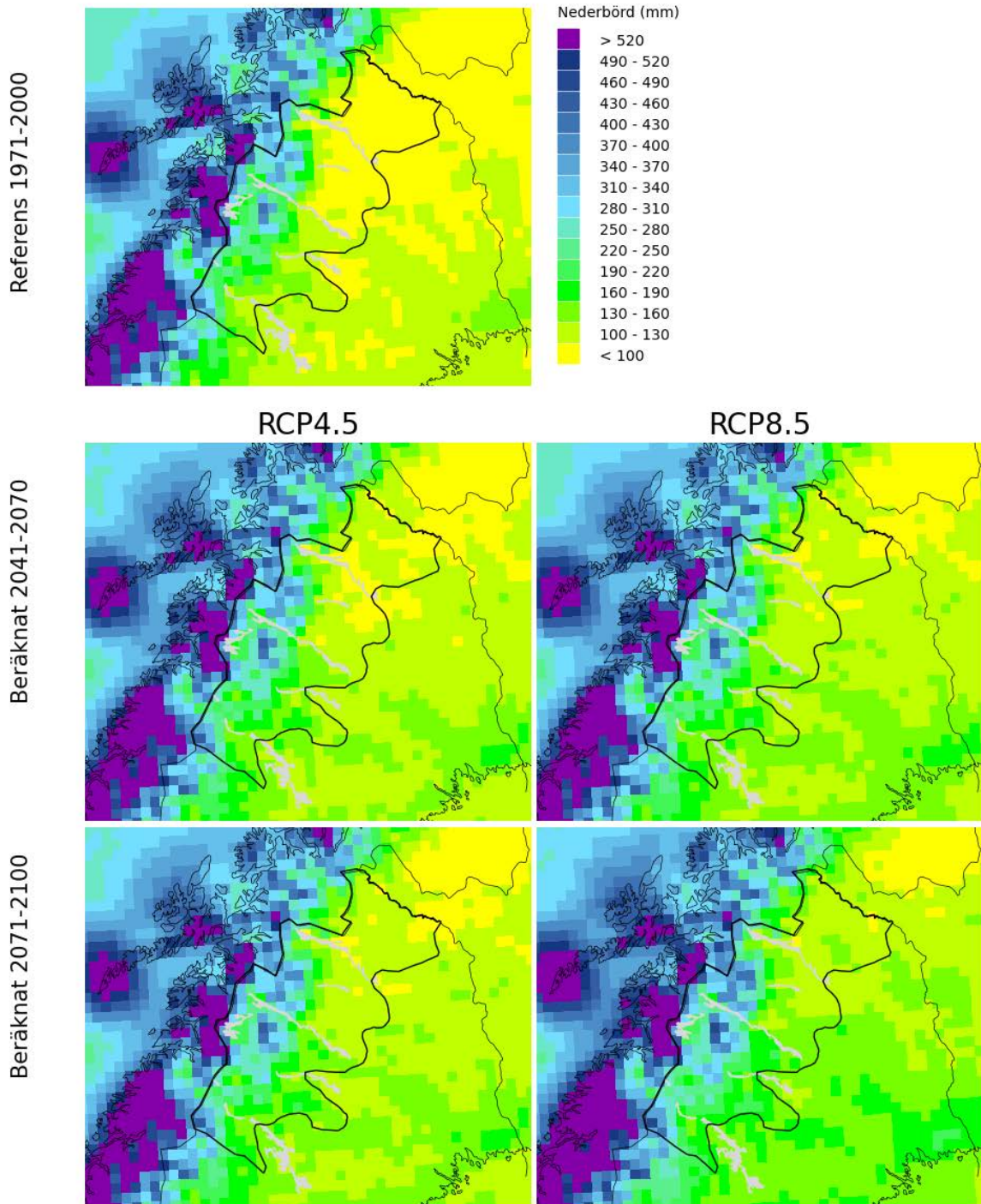
Figur 22. Procentuell förändring av årsmedelnederbörd i fjällkedjan, för perioderna 2041-2070 och 2071-2100 jämfört med referensperioden 1971-2000, enligt RCP4.5 och RCP8.5.

4.2 Medelnederbörd vinter

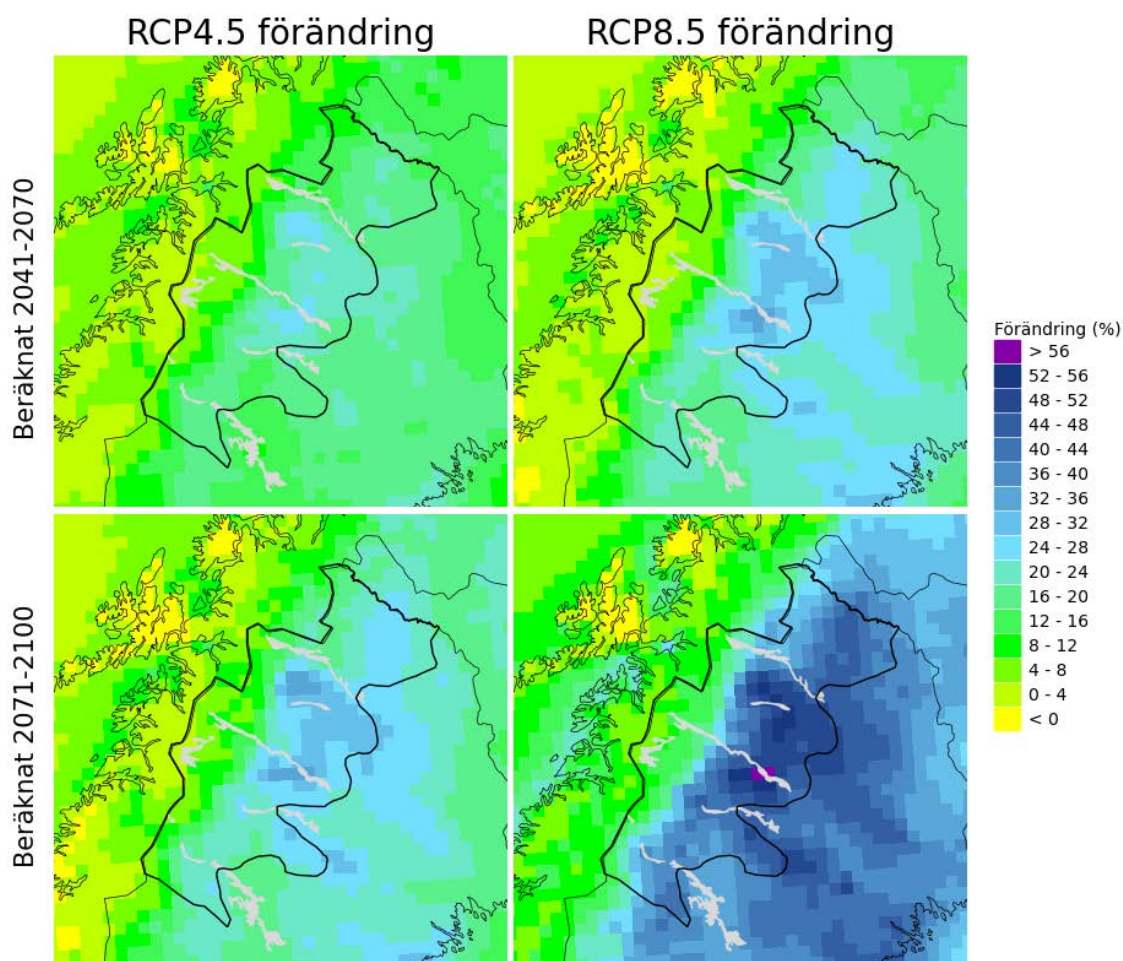
Vinter definieras här som perioden december-februari, över vilken nederbörden är summerad för varje år, och därefter har ett medelvärde räknats fram. Figur 23 visar geografisk fördelning av vintermedelnederbörden i fjällkedjan och Figur 24 visar procentuell förändring av nederbörden.

Vinternederbörden faller mest som snö. De största mängderna faller i västra fjällen, vanligen mellan 200-300 mm i smält form. Kartorna visar att nederbörden ökar i framtiden, och mest ökar den enligt RCP8.5.

Ökningen är tydligast i Figur 24 som visar den procentuella förändringen, och det är framförallt låglandet som får större nederbördsmängder, upp till 30 % enligt RCP4.5 och 40-50 % enligt RCP8.5 till slutet av seklet.



Figur 23. Vintermedelnederbörd, beräknat för referensperioden 1971-2000 samt framtidsperioderna 2041-2070 och 2071-2100 enligt RCP4.5 och RCP8.5.

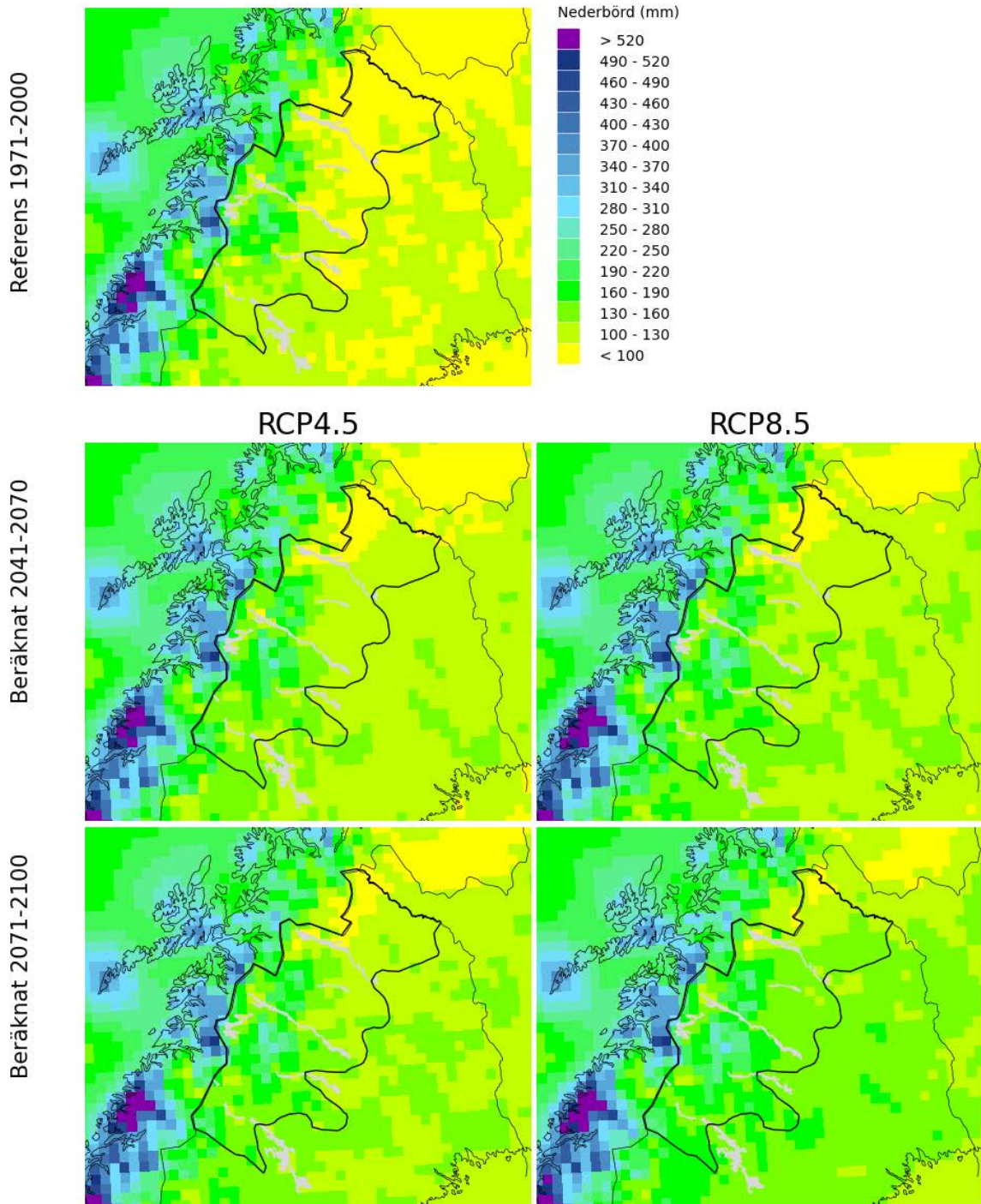


Figur 24. Procentuell förändring av vintermedelnederbörd i fjällkedjan, för perioderna 2041-2070 och 2071-2100 jämfört med referensperioden 1971-2000, enligt RCP4.5 och RCP8.5.

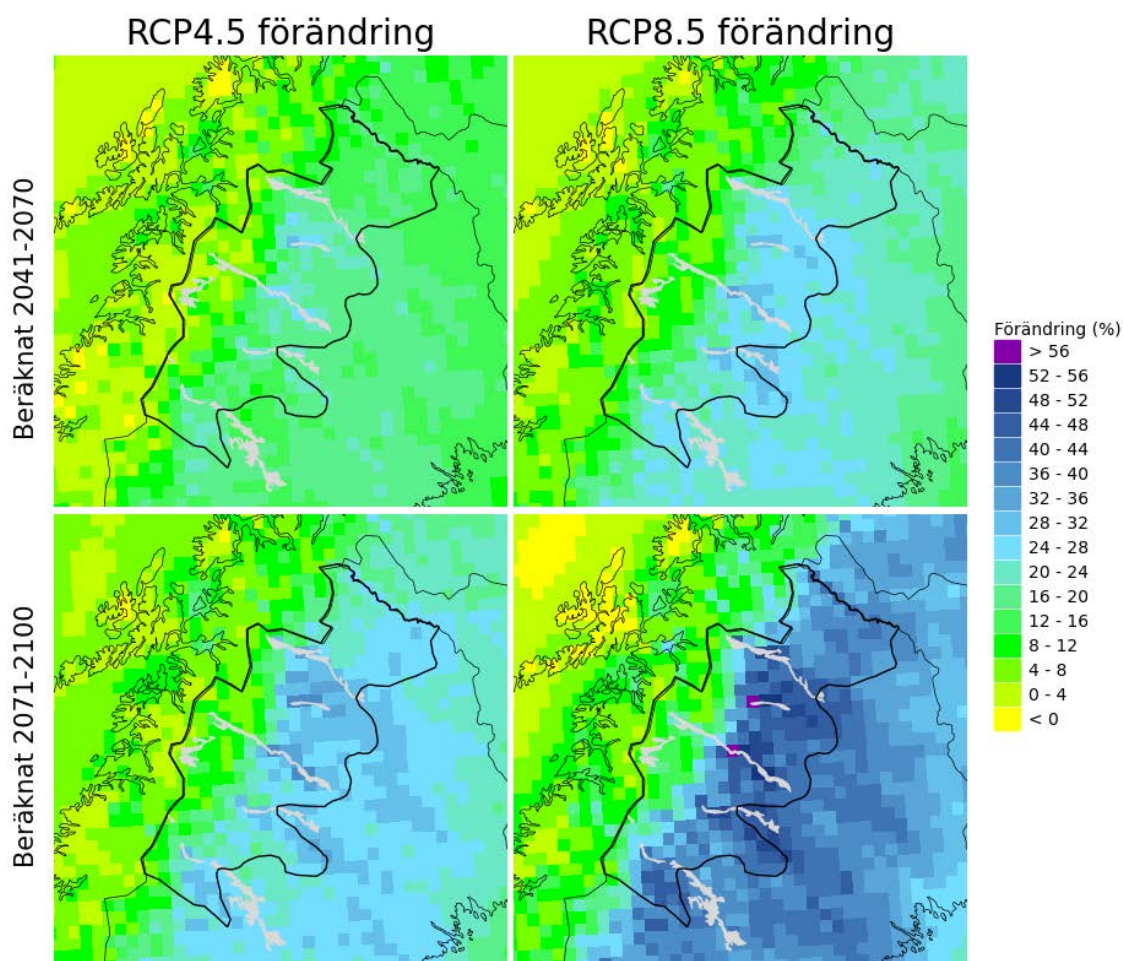
4.3 Medelnederbörd vår

Vår definieras här som perioden mars-maj, över vilken nederbörden är summerad för varje år. Figur 25 visar geografisk fördelning av vårmedelnederbörden i fjällkedjan och Figur 26 visar procentuell förändring av nederbörden.

Vårnederbörden är relativt jämnt fördelad över fjällområdet, med lite större mängder i väster, upp till ca 200 mm per år. Kartorna visar att nederbörden ökar i framtiden. Ökningen är tydligast i Figur 26 som visar den procentuella förändringen. Nederbörden ökar mest i låglandet, upp till 30 % enligt RCP4.5 och 40-50 % enligt RCP8.5 till slutet av seklet.



Figur 25. Vårmedelnederbörd, beräknat för referensperioden 1971-2000 samt framtidsperioderna 2041-2070 och 2071-2100 enligt RCP4.5 och RCP8.5.

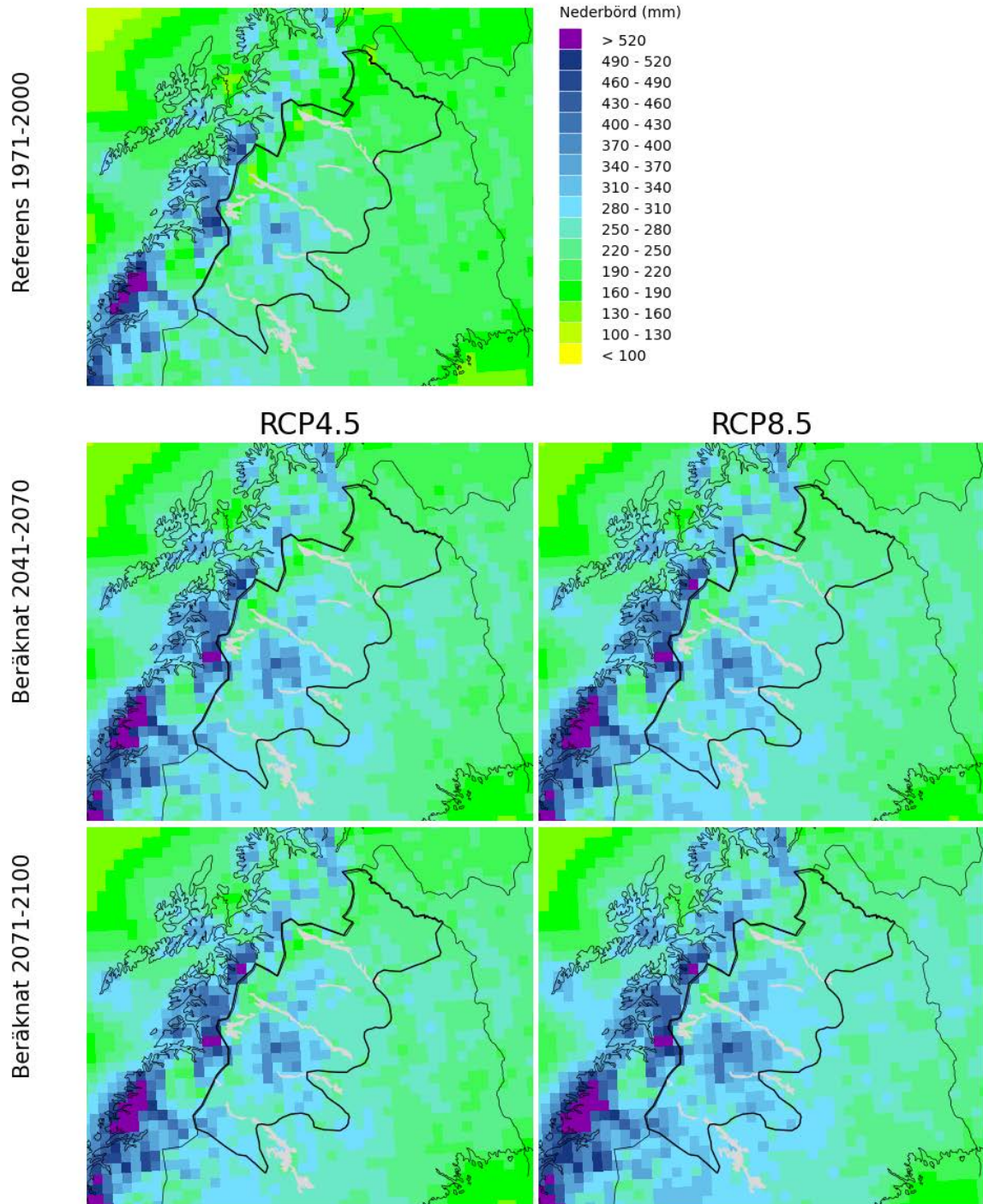


Figur 26. Procentuell förändring av vårmedelnederbörd i fjällkedjan, för perioderna 2041-2070 och 2071-2100 jämfört med referensperioden 1971-2000, enligt RCP4.5 och RCP8.5.

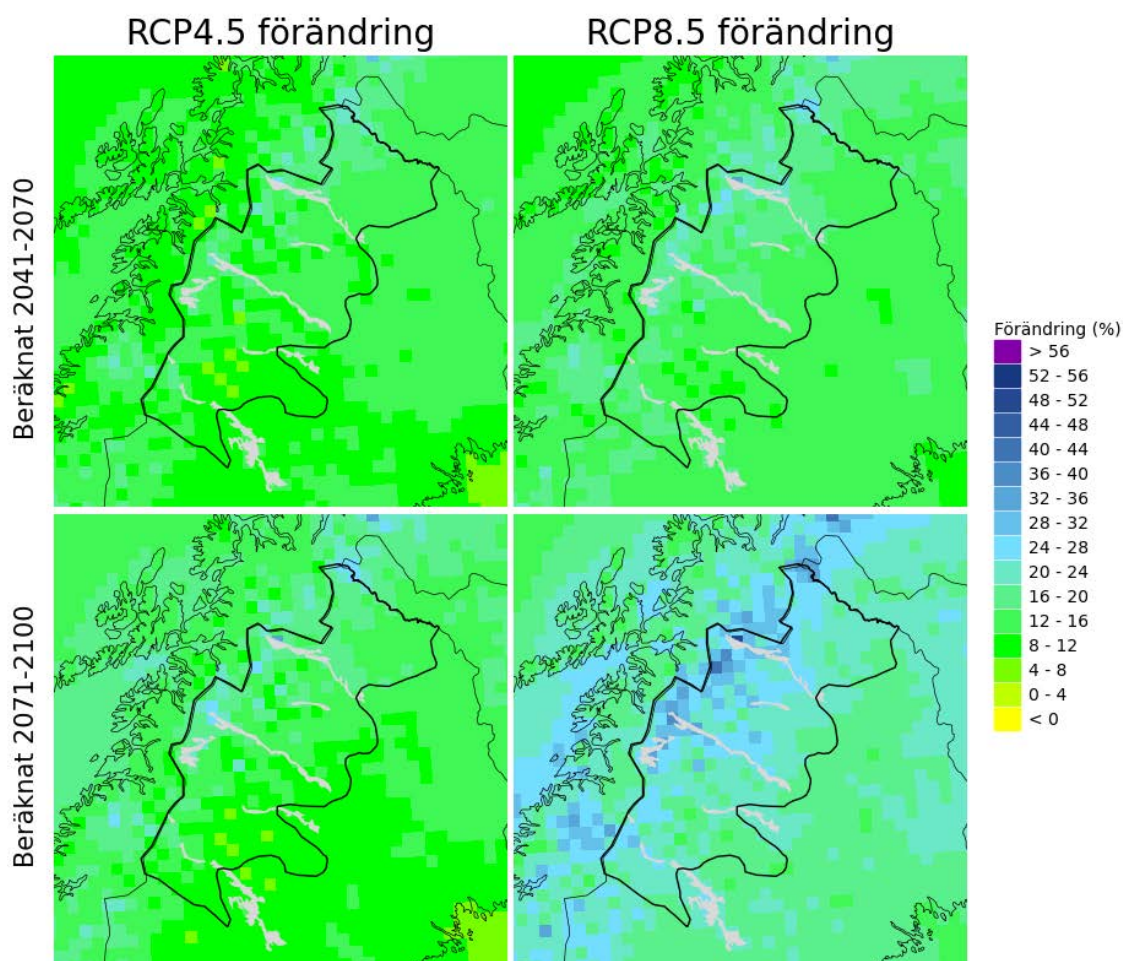
4.4 Medelnederbörd sommar

Sommar definieras här som perioden juni-augusti, över vilken nederbörden är summerad för varje år. Figur 27 visar geografisk fördelning av somarmedelnederbörden i fjällkedjan och Figur 28 visar procentuell förändring av nederbörden.

Under referensperioden var nederbörden 200-300 mm under sommaren. Störst är mängderna i högre terräng. Somarnederbörden får en liten ökning i framtiden, 10-20 % enligt RCP4.5 och 20-30 % enligt RCP8.5 till slutet av seklet.



Figur 27. Somarmedelnederbörd, beräknat för referensperioden 1971-2000 samt framtidsperioderna 2041-2070 och 2071-2100 enligt RCP4.5 och RCP8.5.

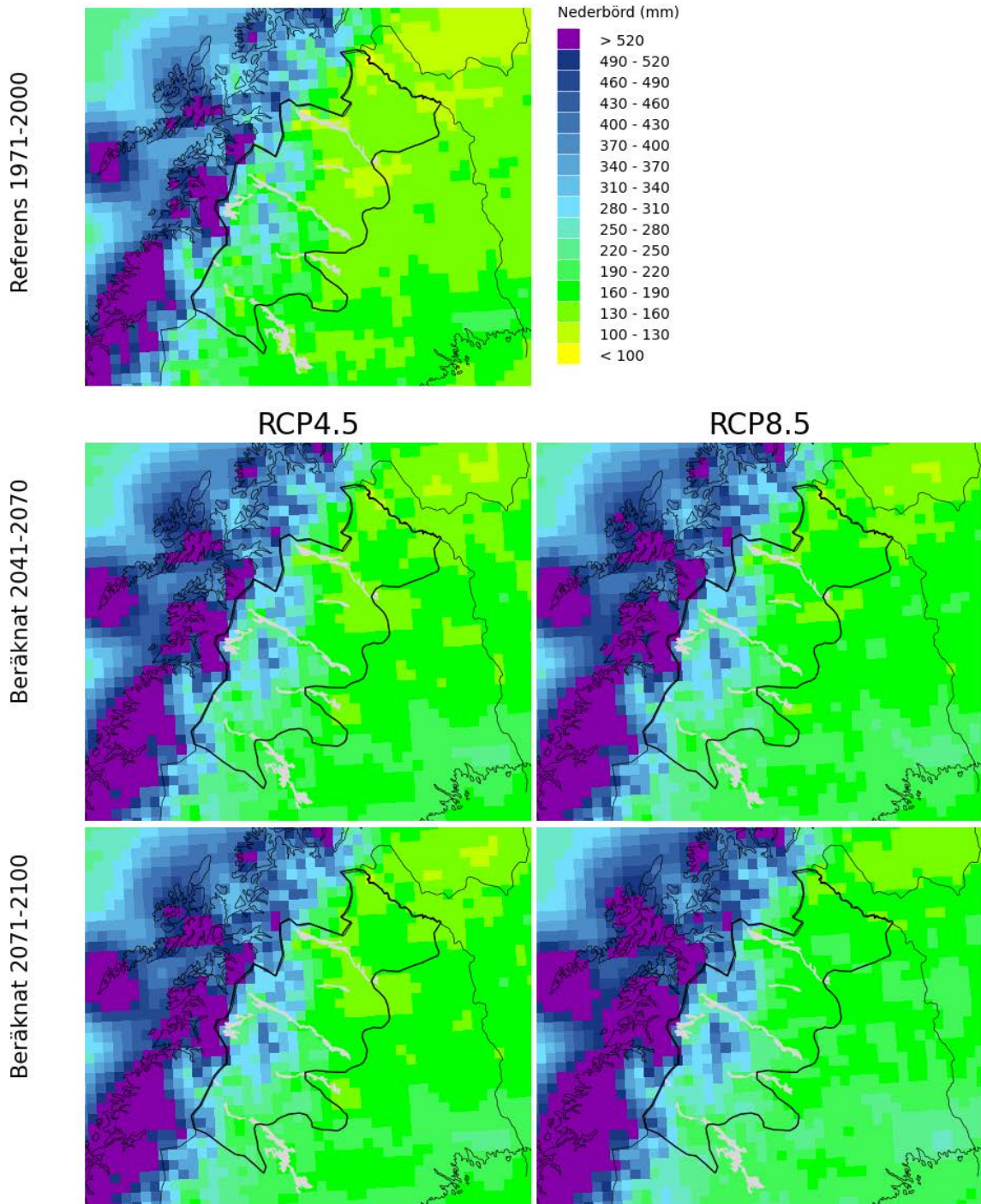


Figur 28. Procentuell förändring av somarmedelnederbörd i fjällkedjan, för perioderna 2041-2070 och 2071-2100 jämfört med referensperioden 1971-2000, enligt RCP4.5 och RCP8.5.

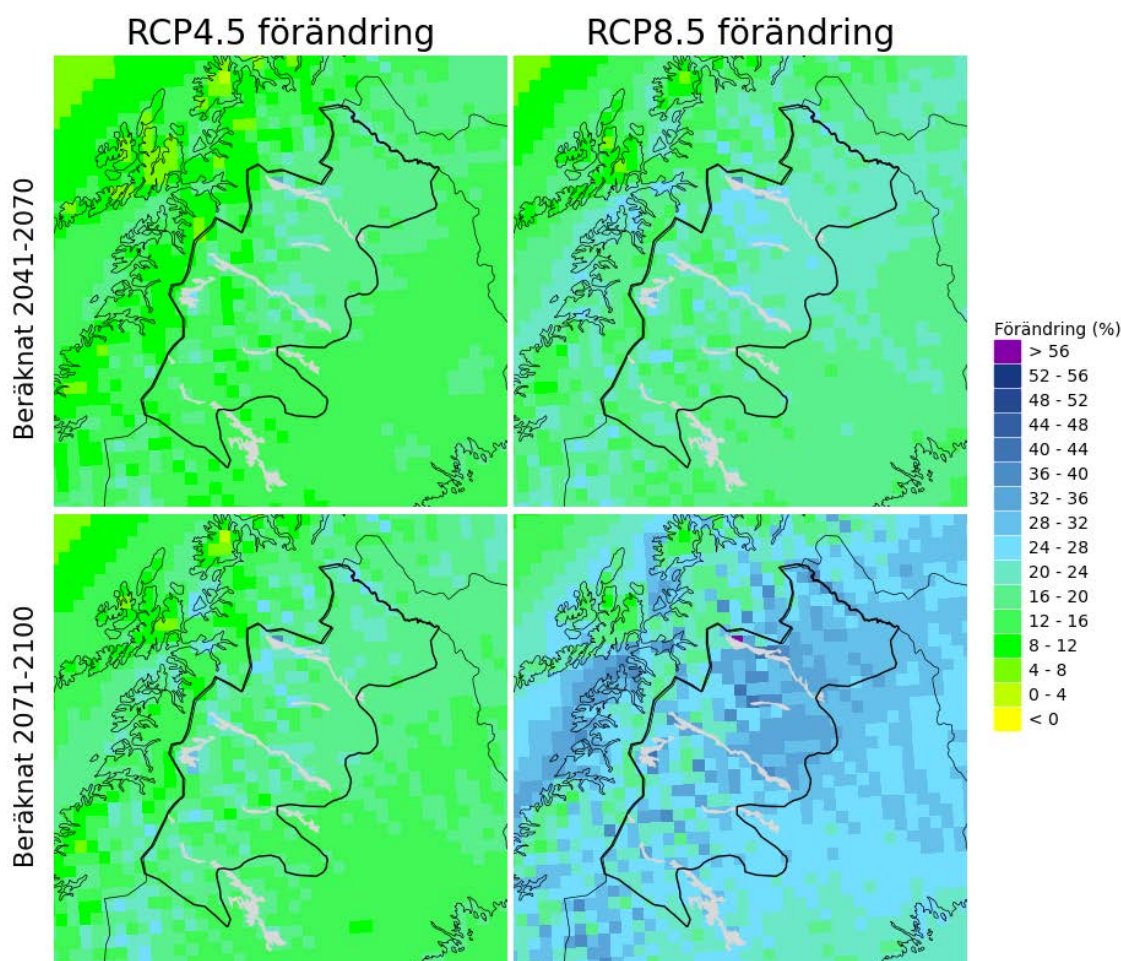
4.5 Medelnederbörd höst

Höst definieras här som perioden september-november, över vilken nederbörden är summerad för varje år. Figur 29 visar geografisk fördelning av höstmedelnederbörden i fjällkedjan och Figur 30 visar procentuell förändring av nederbörden.

Under referensperioden var årsmedelvärdet av höstnederbörden 100-300 mm inom fjällområdet, störst var mängderna i högre terräng. Nederbörden ökar något i framtiden, 10-20 % enligt RCP4.5 och 20-30 % enligt RCP8.5 till slutet av seklet.



Figur 29. Höstmedelnederbörd, beräknat för referensperioden 1971-2000 samt framtidsperioderna 2041-2070 och 2071-2100 enligt RCP4.5 och RCP8.5.



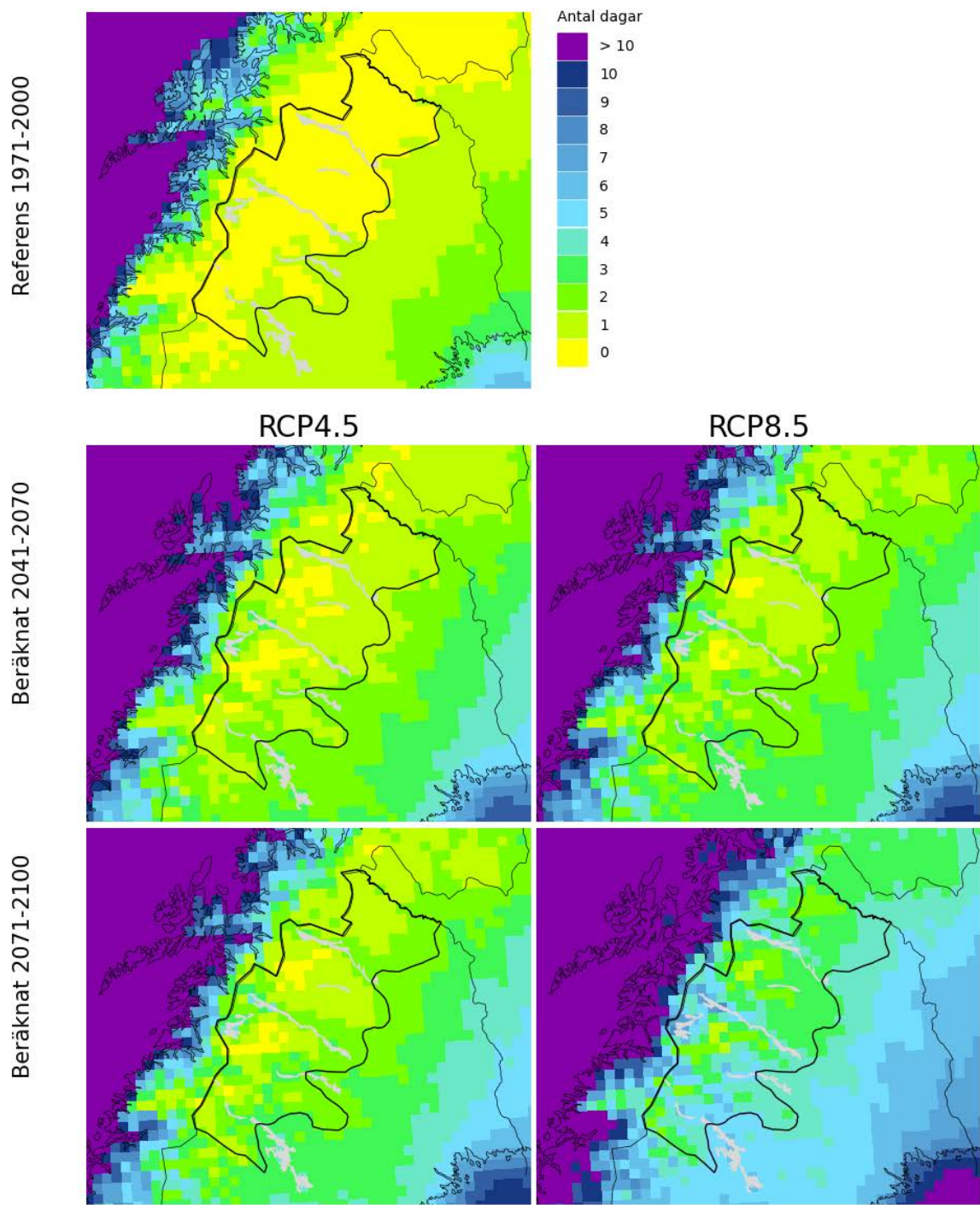
Figur 30. Procentuell förändring av höstmedelnederbörd i fjällkedjan, för perioderna 2041-2070 och 2071-2100 jämfört med referensperioden 1971-2000, enligt RCP4.5 och RCP8.5.

4.6 Antal dagar med nederbörd och plusgrader

I ett varmare klimat faller allt mer nederbörd som regn i stället för snö på vintern. Ett sätt att ta reda på hur ofta det sker är att beräkna antalet dagar med nederbörd och plusgrader. Det bedöms ge en ungefärlig uppskattning av regndagarna på vintern, även om regn kan förekomma i minusgrader (underkyllt) och snöfall kan förekomma i plusgrader (blötsnö).

Figur 31 visar antal dagar med nederbörd och plusgrader i november månad, i dagens och framtidens klimat. Historiskt har det varit ovanligt med regn i fjällområdet i november men i framtiden blir det vanligare. Det kan förekomma upp till 7 dagar med regn i låglandet i slutet av seklet enligt RCP8.5.

I Bilaga 9.1 finns kartor för månaderna december till april. November månad ger störst förändring till slutet av seklet, men även april får fler regndagar i framtiden.



Figur 31. Antal dagar med nederbörd och plusgrader i november, beräknat för referensperioden 1971-2000 samt framtidsperioderna 2041-2070 och 2071-2100 enligt RCP4.5 och RCP8.5.

5 Vatten, snö och is

5.1 Årsdynamik vattenföring

Som en konsekvens av förändrad temperatur och nederbörd förändras också flödena i vattendragen. Genom att studera årsdynamiken i ett vattendrag i historiskt och framtida klimat ges en bild av hur flödena förändras över året. Ett antal platser har valts ut i Norrbottensfjällen för beräkningar av vattenföringen, se Tabell 2.

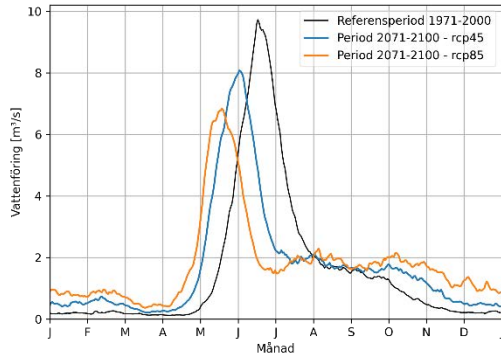
Figur 32 visar grafer på årsdynamiken i respektive vattendrag. Den svarta kurvan visar medelvärden för referensperioden och här syns att vårfloden inträffade någon gång i juni i samtliga vattendrag. Den blå och orangea kurvan visar scenarierna RCP4.5 respektive RCP8.5 i slutet av seklet. Hos samtliga vattendrag tidigareläggs vårfloden, störst är förändringen med RCP8.5. Amplituden på vårfloden minskar, även här sker den största förändringen med RCP8.5. Flödena ökar i stället på vintern och fram till vårfloden, samt på hösten. På sommaren, under juni och juli, minskar flödena i de flesta studerade vattendrag.

I ett framtida varmare klimat är snömagasinen oftast mindre, vilket är orsaken till den minskade vårfloden. Nederbörden ökar under vinter, vår och höst (se kapitel 0) vilket ger ökad vattenföring, och dessutom faller allt mer nederbörd som regn i stället för snö på vintern. Eftersom vårfloden tidigareläggs blir vattenflödena lägre under sommaren.

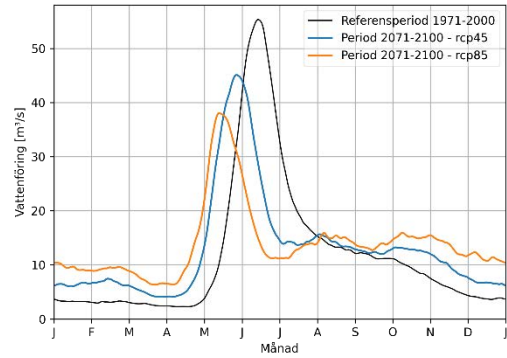
Tabell 2. Platser där beräkningar för tillrinning har utförts.

Benämning	Beskrivning	Koordinater
Bealčánjohka	Vid bron strax sydväst om Pältsastugan	714168,5 E 7660384,53 N
Könkämäälven	Geaggáeatnu, bron till Keinovuopio (Geainnovuohppi)	742060,79 E 7653088 N
Njuoraetnu	Vid bron på Nordkalottleden mellan Tornehamn och Pálnostugan	64783,51 E 7598885,55 N
Abiskoeatnu	Vid "Marmorbrottet" ca 2,4 km söderut efter Kungledens början i Abisko nationalpark	654925,96 E 7585611,78 N
Rágeseatnu	Rakiseno, vid bron vid rengärdet	705945,47 E 7587405,33 N
Valldajáhkå	Vid bron närmast Akkajaure (Áhkájávrrre)	591966,21 E 7518276,83 N
Ráhpaaädno	Vid Litnokstugan	632905,41 E 7453441,51 N
Tarraätno	Darreädno, vid Njunjesstugan	605229,53 E 7428941,15 N
Gamájáhkå	Vid Kvikkjokk	618682,87 E 7429118,38 N
Seldutjáhkå	Vid bron ca 8,5 km nordväst om Vuogatjälme	556886,07 E 7392125,29 N
Laisälven	Lájsso, vid Bäverholmen (Vaddnemsuolo)	569742,32 E 7352523,56 N
Dellikälven	(Delliekjuhka) vid skoterledens överfart mellan Delliknäs och Laisälven	596985,62 E 7316665,89 N

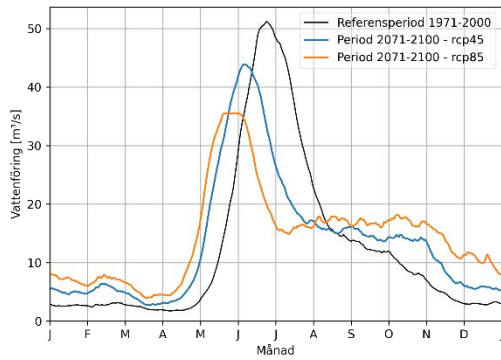
Bealčanjohka



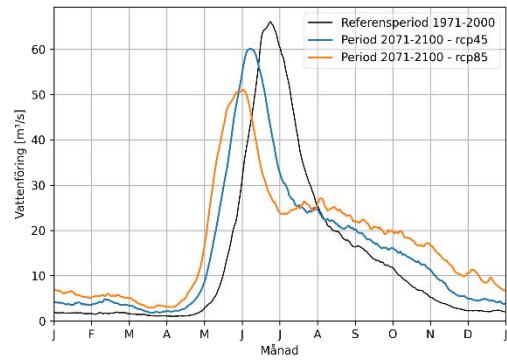
Köncämäälven



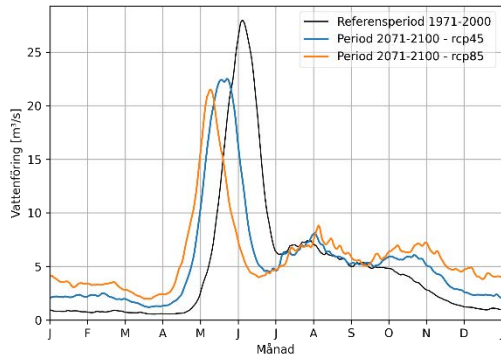
Njuoraetnu



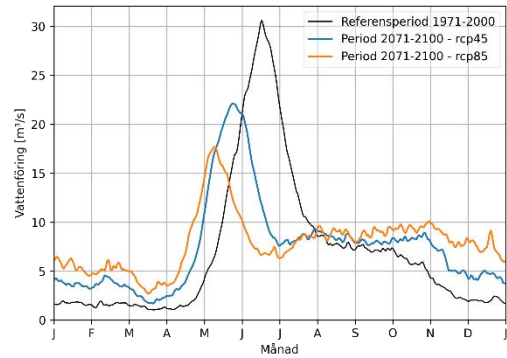
Abiskoeatnu



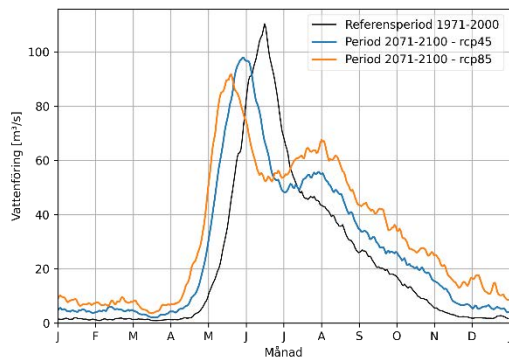
Rágeseatnu



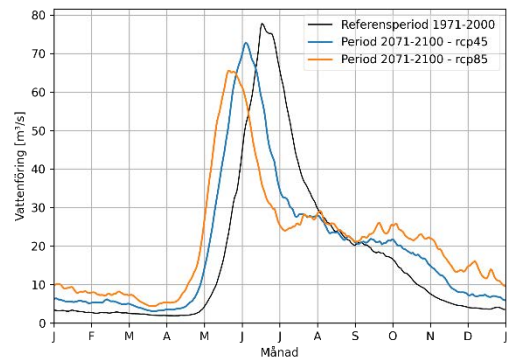
Valldejähká



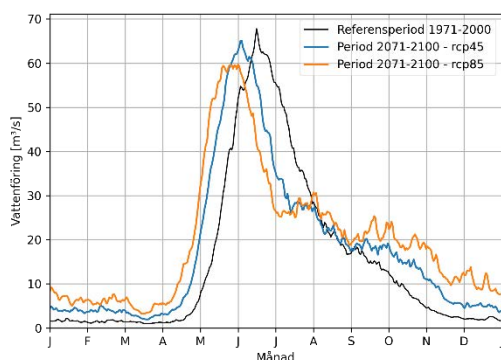
Ráhpaadno



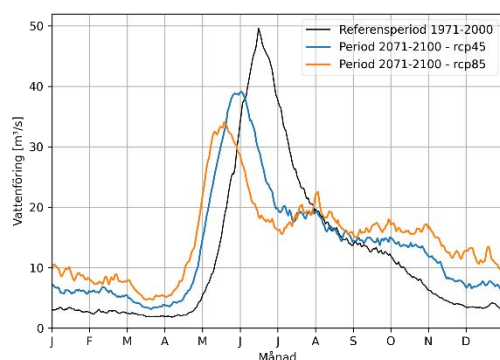
Tarraätno



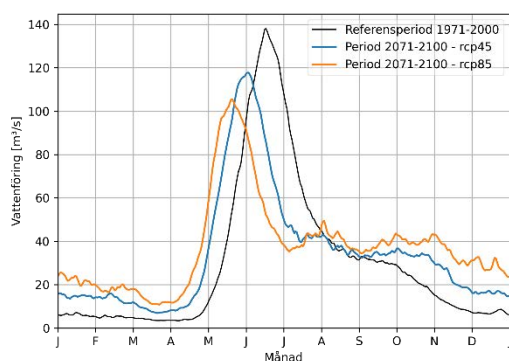
Gamajåhkå



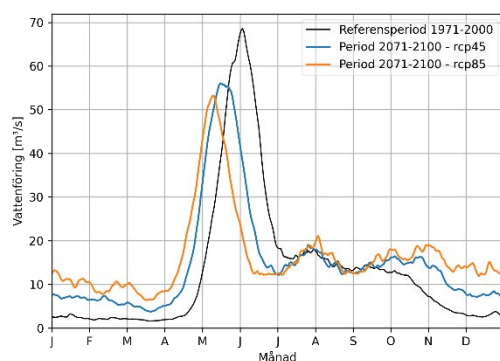
Seldutjåhkå



Laisälven



Dellikälven



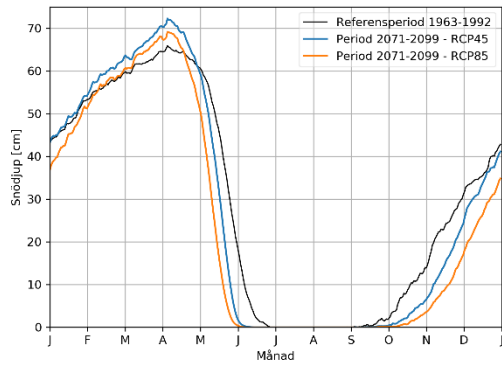
Figur 32. Årsdynamik för vattenföring i utvalda vattendrag i Norrbottensfjällen. Svart linje visar medelvärden för referensperioden 1971-2000, blå och orange kurva visar medelvärden av klimatscenerierna RCP4.5 respektive RCP8.5 i slutet av seklet.

5.2 Årsdynamik snödjup

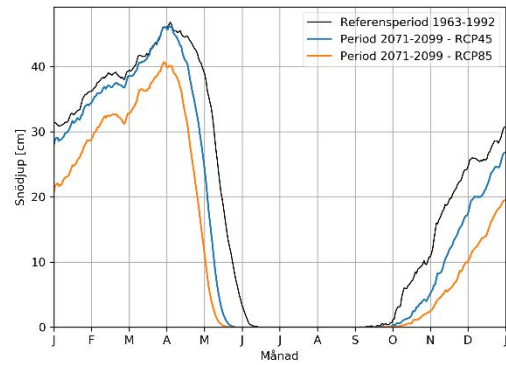
Figur 33 visar hur snödjupet varierar över året på ett antal platser i fjällområdet. Den svarta kurvan visar medelvärdet under referensperioden 1963–1992. Den blå och orangea kurvan visar resultat för RCP4.5 respektive RCP8.5 i slutet av seklet.

På samtliga platser blir snösäsongen kortare i framtiden och barmarksperioden förlängs. På en del platser minskar medelsnödjupet, medan det på andra platser ökar under vintern. Nederbörden ökar på vintern men hur stor andel som faller som regn i stället för snö kan variera, vilket troligtvis är förklaringen till skillnaden i förändring mellan de olika platserna. Observera att resultaten inte är helt jämförbara med beräkningarna av vattenföring, då olika klimatscenerier har använts.

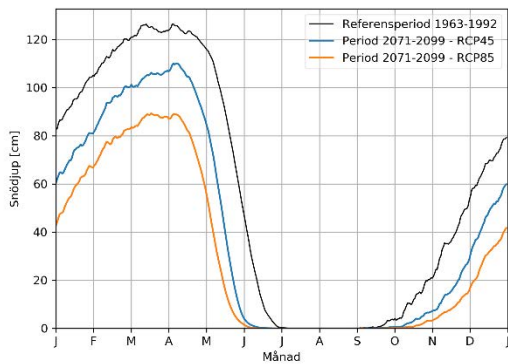
Keinovuopio



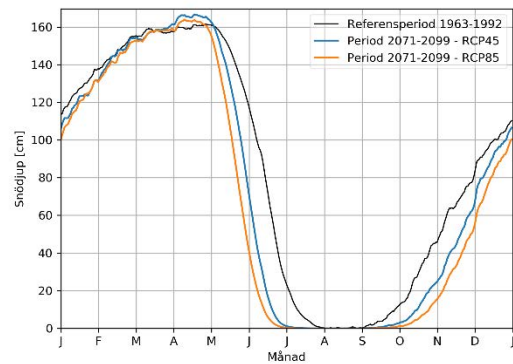
Karesuando



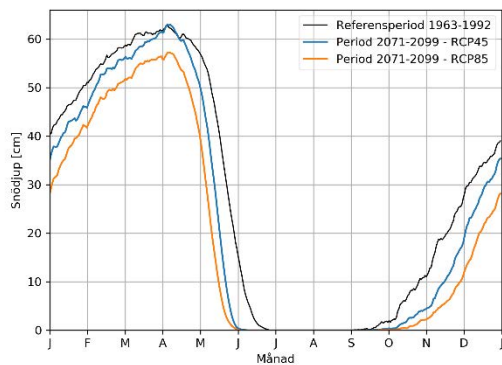
Katterjåkk (väderstationen)



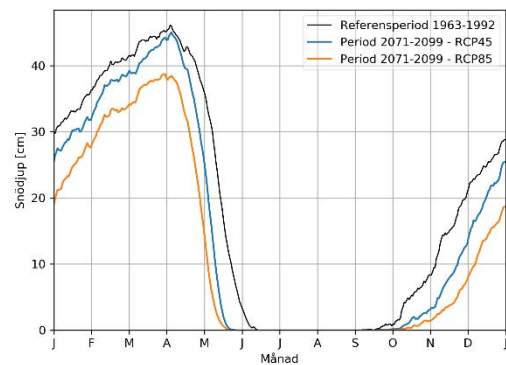
Björkliden station



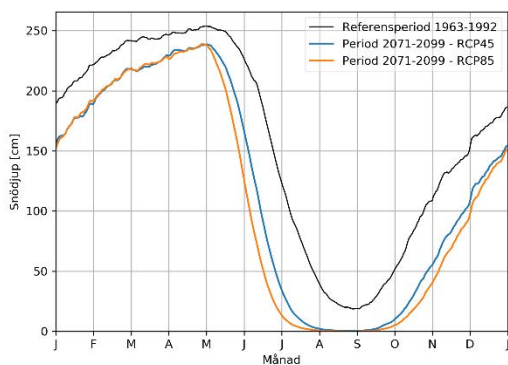
Abisko turiststation



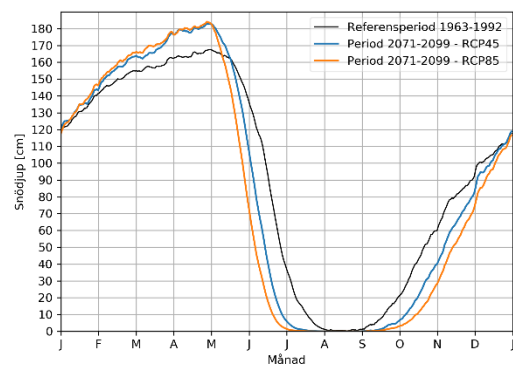
Torneträsk station



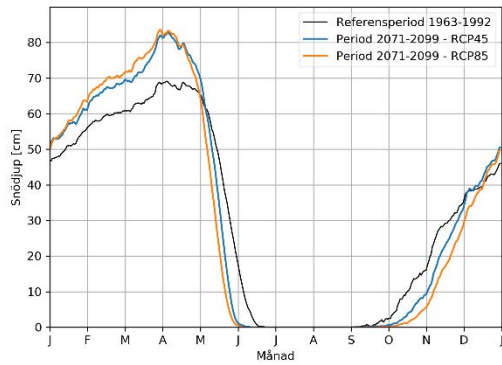
Tjäktjapasset



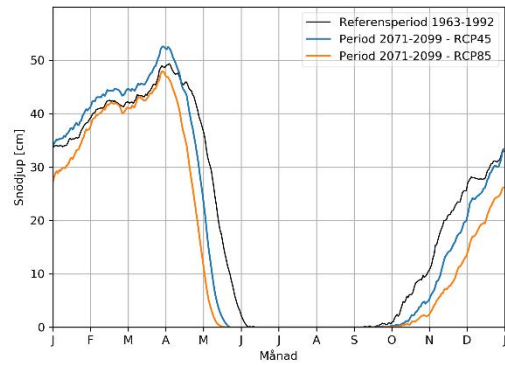
Kebnekaise station



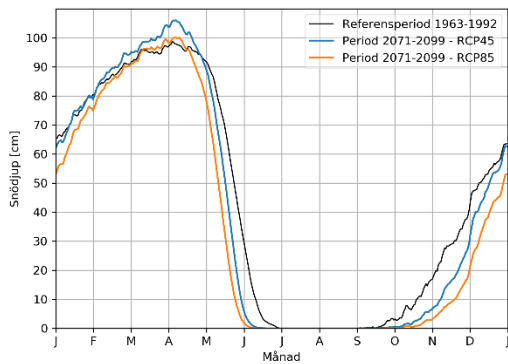
Nikkaluokta



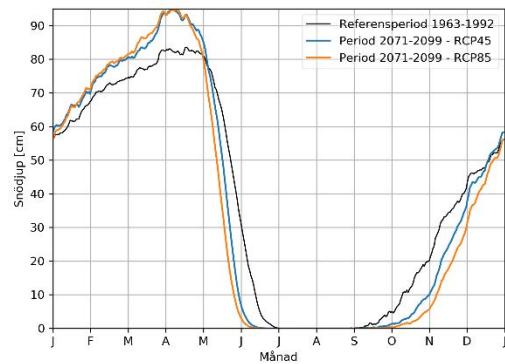
Kaitum



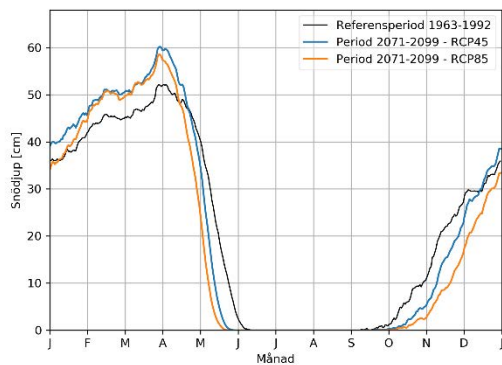
Ritsem



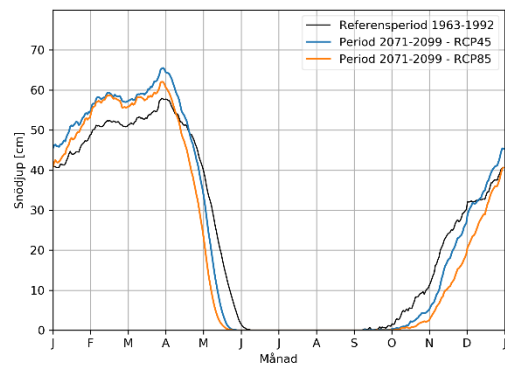
Vietas



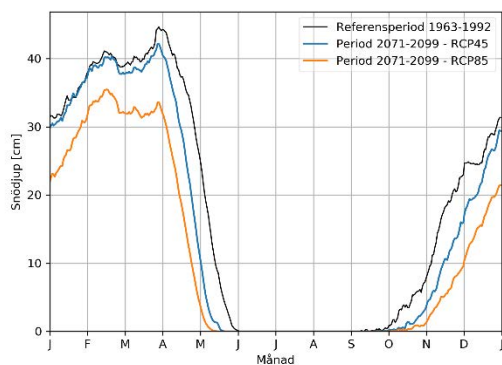
Saltoluoka fjällstation



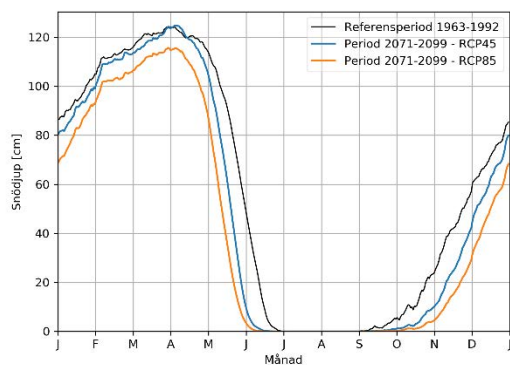
Kvikkjokk

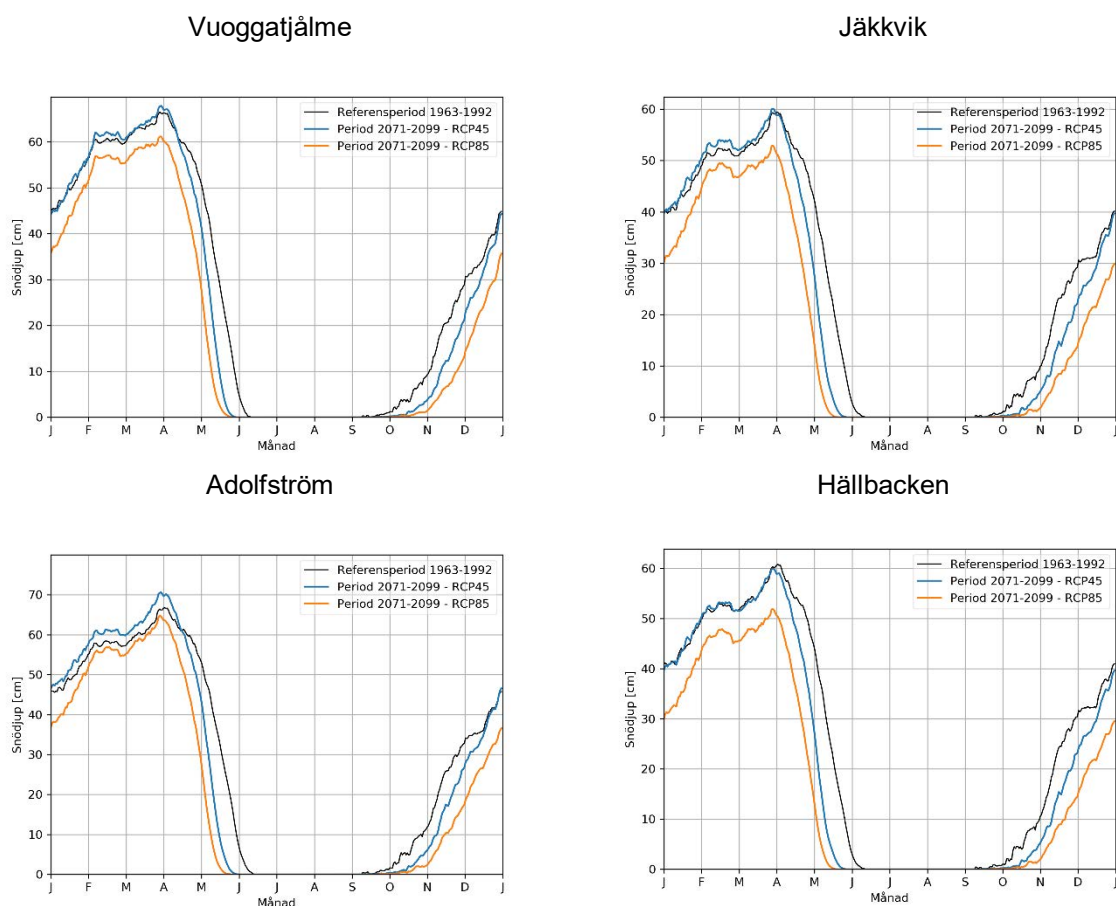


Tjåmotis



Mierkenis





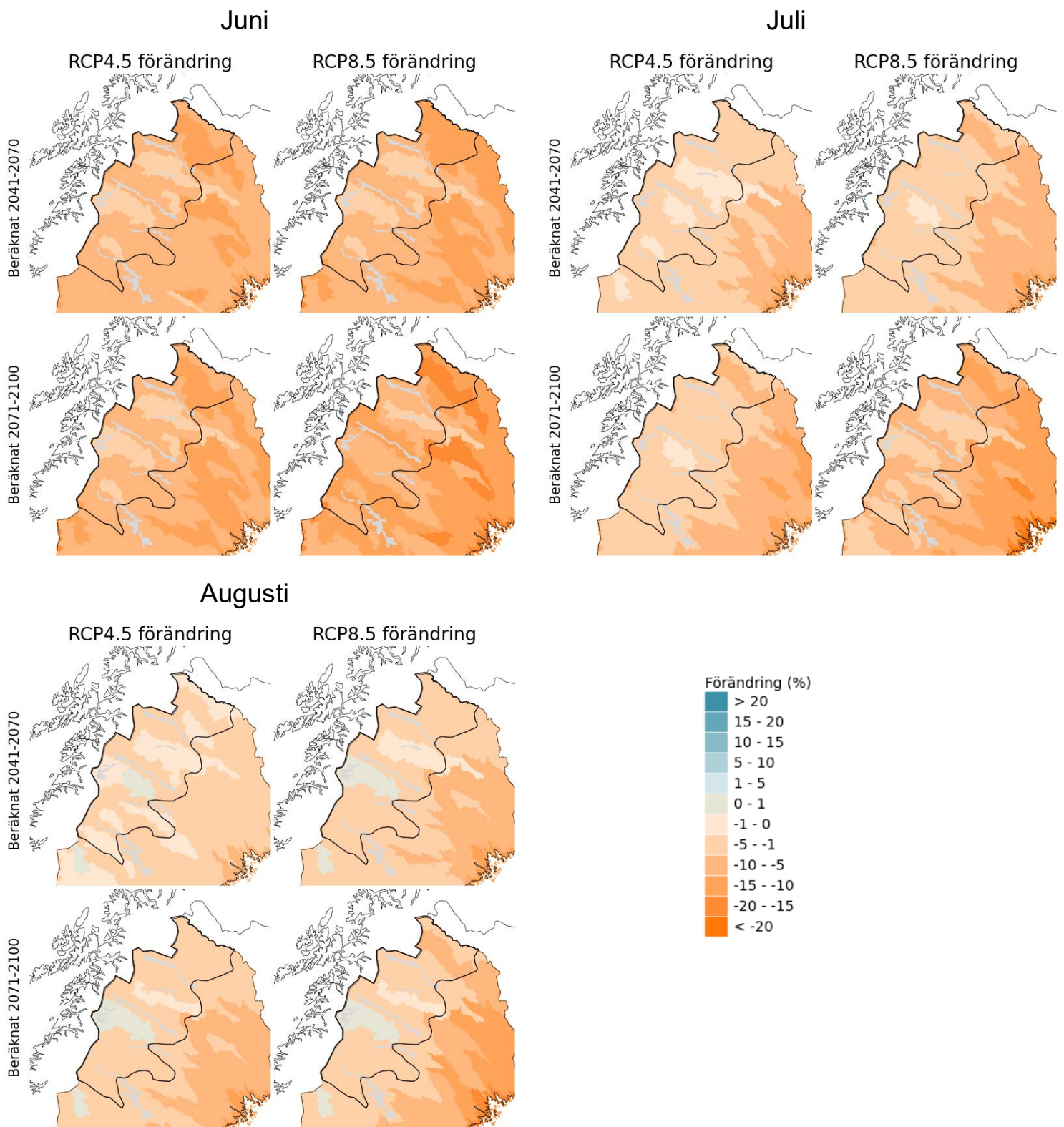
Figur 33. Årscykel för snödjup, medelvärde för referensperioden 1963–1992 samt slutet av seklet, 2071–2099 enligt RCP4.5 och RCP8.5.

5.3 Markfuktighet

I ett varmare klimat ökar avdunstningen från marken vilket i många fall innebär att marken blir torrare, även om nederbördsmängderna ökar. Det kan innebära större risk för torka och bränder.

Här har medelvärdet av markfuktigheten, eller mätnadsgraden, i växternas rotzon beräknats för de två framtida tidsperioderna. Resultaten presenteras som förändring i procent jämfört med referensperioden, se Figur 34. Beräkningarna är gjorda månadsvis för juni, juli och augusti. Resultaten presenteras på delavrinningsområden, dvs områden som används i de hydrologiska beräkningarna.

Kartorna visar att markfuktigheten minskar för samtliga tre månader och oavsett tidsperiod eller scenario. Störst är förändringen i juni månad, med upp emot 15 % minskning av markfuktigheten. I augusti är förändringen inte så stor och i vissa områden finns antydning till en ökning av markfuktigheten.



Figur 34. Förändring i markfuktighet (%) för juni, juli och augusti. Beräknat för de två framtida perioderna 2041-2070 och 2071-2100 enligt RCP4.5 och RCP8.5, jämfört med perioden 1971-2000.

5.4 Isläggning och islossning

Tidpunkter för isläggning och islossning på sjöar i fjällområdet är avgörande för ekosystem och framkomlighet i form av isvägar eller vandringsleder för rennäringen. Det finns observationer för ett fåtal sjöar i Norrbottensfjällen som sträcker sig några decennier bakåt i tiden.

Isläggning sker först i små, grunda och högt belägna sjöar och sist i stora, djupa sjöar på låg höjd. Det finns ett starkt samband mellan isläggningstidpunkt och sjödjup. Vädret under hösten avgör hur snabbt vattnet i sjön kyls ner. När sjövattnet är avkyllt till 4°C är det vind, molnighet och lufttemperatur som har störst betydelse för när isen lägger sig på sjön.

För islossningen har väderförhållandena under våren större betydelse än sjöns egenskaper. Inom samma område sker islossning ofta ungefär samtidigt i sjöar med olika storlek och djup.

Det finns en generell trend att isläggningen kommer senare och islossningen tidigare, där trenden mot senare isläggning är tydligast. För många sjöar i Sverige finns ett trendbrott under 1990-talet till kortare islagd tid. I södra Sverige märks också att det blir vanligare att isen uteblir helt vissa vintrar.

Den förändrade isperioden påverkar sjöarnas fysikaliska förutsättningar med påverkan på ekosystem och vattenkvalitet som följd. Isvägar eller verksamheter som är beroende av att isen ligger vid bestämda tidpunkter och platser påverkas av en kortare isperiod. Isarna kan också bli mer instabila och svårbedömda i ett varmare klimat.

Kartan i Figur 35 visar platser i västra Norrbotten där observationer utförs på isläggning och islossning. Torneträsk, Jukkasjärvi, Tjåmotisjaure och Saddajaure ligger inom det definierade fjällområdet. Tyvärr har observationerna för Tjåmotisjaure en del luckor, vilket lämnar tre serier att studera här. Jukkasjärvi har en obruten serie ända sedan 1899, vilket är unikt. Torneträsk har en obruten serie från 1917 och Saddajaure 1910–2016, dock saknas data för 7 år. Observationerna utförs manuellt och bedömningen görs utifrån den plats observatören befinner sig.

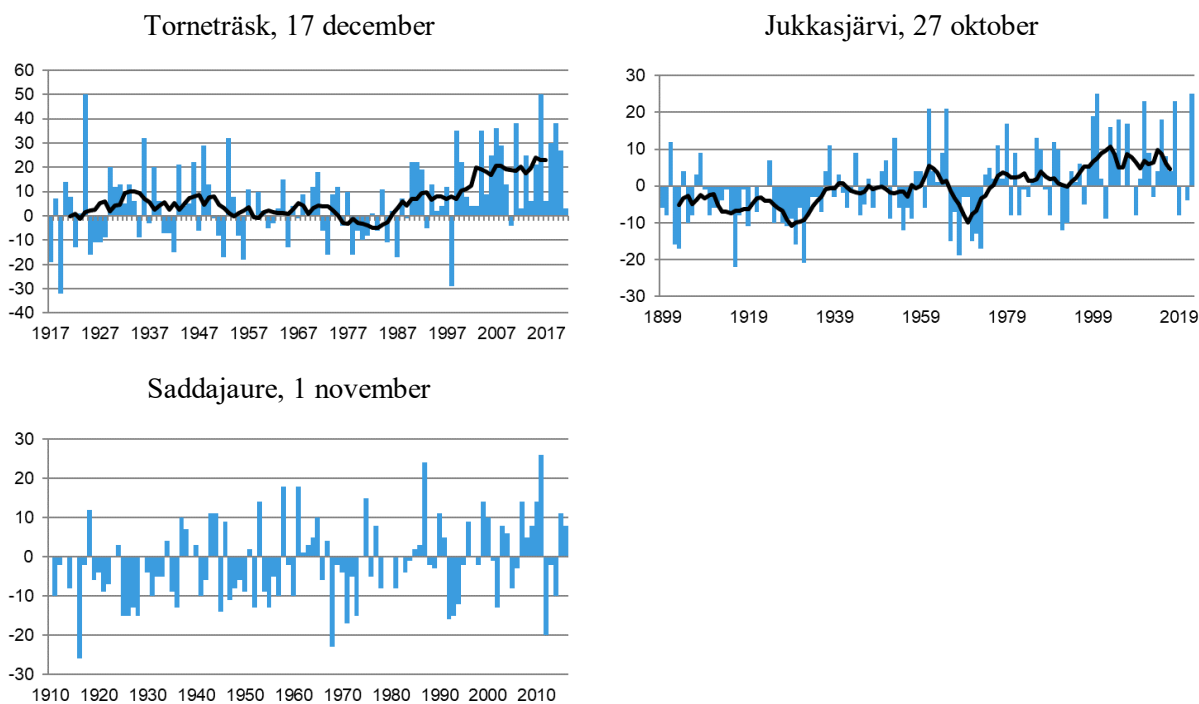


Figur 35. Karta över sjöar där isläggning och islossning har observerats. (SMHI)

Isläggning

Figur 36 visar tidsserier för isläggning på Torneträsk, Jukkasjärvi och Saddajaure. Samtliga data visas som avvikelse från medelvärdet för referensperioden 1961–1990, vilket redovisas ovanför varje graf. För Torneträsk var till exempel medelvärdet för isläggningen den 17 december under referensperioden.

För Torneträsk syns en tydlig trend med allt senare isläggning under de senaste decennierna. En senare isläggning syns även hos Jukkasjärvi och Saddajaure, även om trenden inte är lika tydlig där.

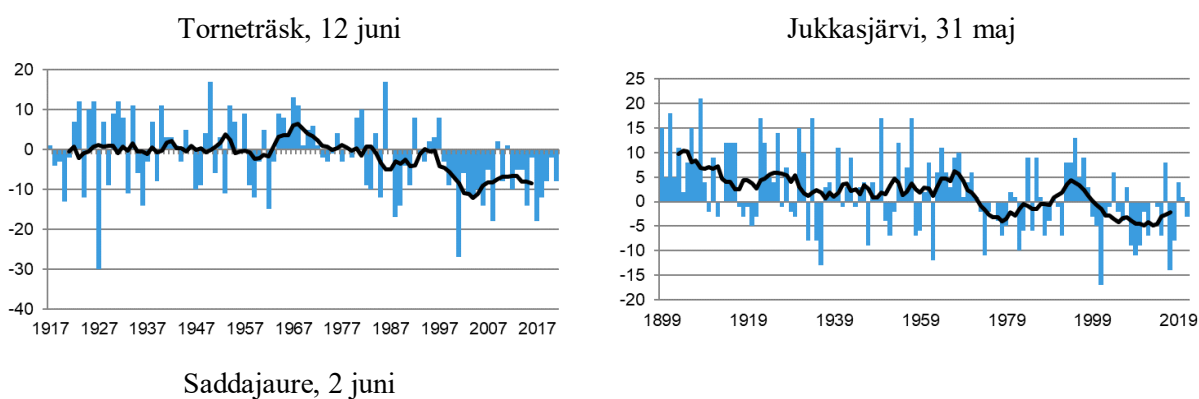


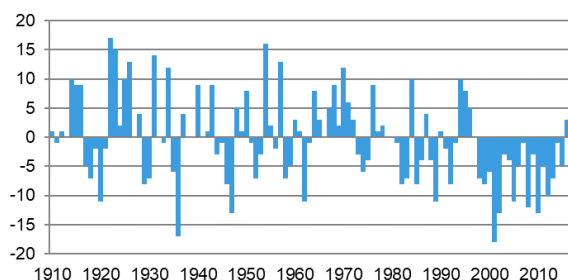
Figur 36. Isläggning. Antal dagar i avvikelse från medelvärdet för 1961-1990 för respektive sjö. Trendkurvor visas som svarta linjer för Torneträsk och Jukkasjärvi, dock ej för Saddajaure som har luckor i data.

Islossning

Figur 37 visar tidsserier för islossning på Torneträsk, Jukkasjärvi och Saddajaure. Samtliga data visas som avvikelse från medelvärdet för referensperioden 1961–1990, vilket redovisas ovanför varje graf. För Torneträsk var till exempel medelvärdet för islossning den 12 juni under referensperioden.

För Torneträsk syns en tydlig trend med tidigare islossning under de senaste decennierna. Hos Jukkasjärvi syns redan från 1900-talets början en trend mot tidigare islossning. Hos Saddajaure är trenden tydlig först från början av 2000-talet.



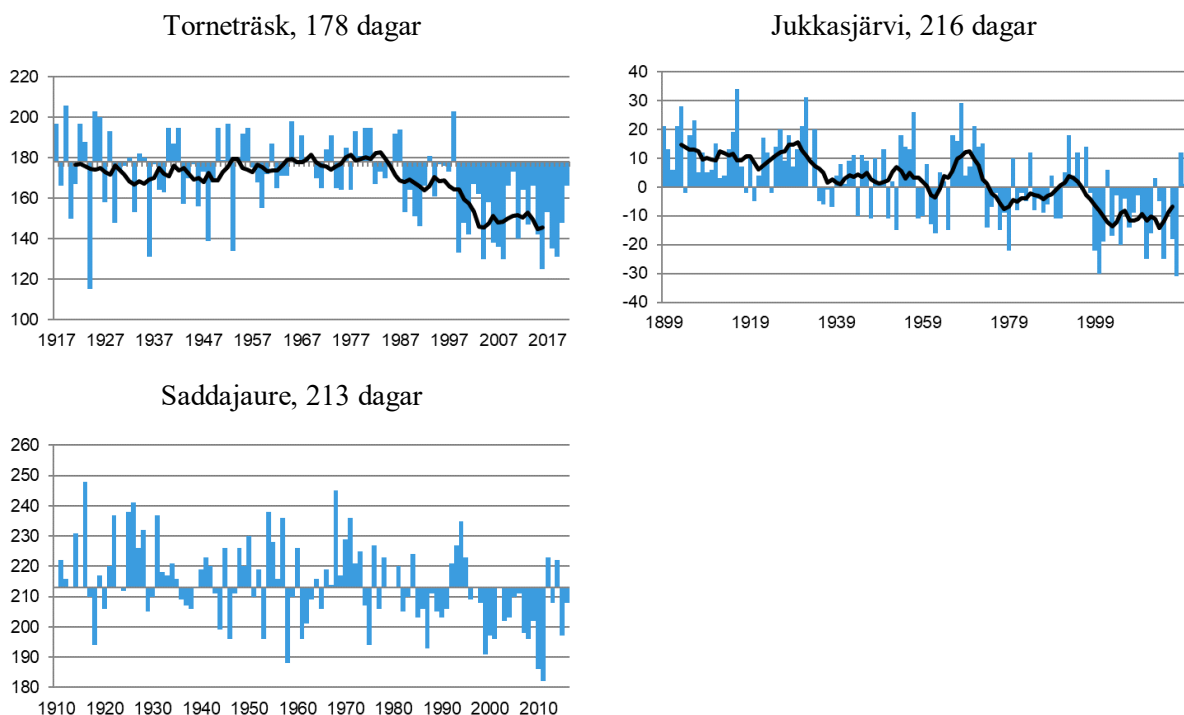


Figur 37. Islossning. Antal dagar i avvikelse från medelvärdet för 1961-1990 för respektive sjö. Trendkurvor visas som svarta linjer för Torneträsk och Jukkasjärvi, dock ej för Saddajaure som har luckor i data.

Isperiod

Figur 38 visar den islagda perioden, dvs antalet dagar mellan isläggning och isloggning i Torneträsk, Jukkasjärvi och Saddajaure. Samtliga data visas som avvikelse från medelvärdet för referensperioden 1961–1990, vilket redovisas ovanför varje graf. För Torneträsk var till exempel medelvärdet av den islagda perioden 178 dagar under referensperioden.

För Torneträsk syns en tydlig trend med kortare isperiod under de senaste decennierna. Även för Jukkasjärvi syns en tydlig trend och där har isperioden minskat kontinuerligt sedan 1900-talets början. Hos Saddajaure är det först från början av 2000-talet som isperioden är tydligt kortare.



Figur 38. Isperiod. Antal dagar i avvikelse från medelvärdet för 1961-1990 för respektive sjö. Trendkurvor visas som svarta linjer för Torneträsk och Jukkasjärvi, dock ej för Saddajaure som har luckor i data.

Att beräkna isläggning och islossning i ett framtida klimat är komplicerat, eftersom isen påverkas av flera olika faktorer så som lufttemperatur, vattentemperatur, vind och molnighet. Det finns idag ingen självklar metodik. I Klimatsammanställningen för fjällkedjan (Eklund, 2011) togs ett samband mellan temperatur och isförhållanden fram som användes för att beräkna framtida isperioder utifrån temperatur i klimatscenerierna. Denna metodik är en förenkling av verkligheten då den inte tar hänsyn till övriga påverkansfaktorer.

Analysen för fem sjöar i Norrbottensfjällen togs fram och samtliga bekräftade att isperioden förkortas och att isläggningen senareläggs mer än vad islossningen tidigareläggs. Sjöarna i Norrbottensfjällen visade en senare isläggning med upp till ca 40 dagar och en tidigare islossning med ca 20 – 30 dagar i slutet av seklet. Scenariot som användes i analysen kallas A1B och ligger mellan RCP4.5 och RCP8.5 i utsläppsnivå.

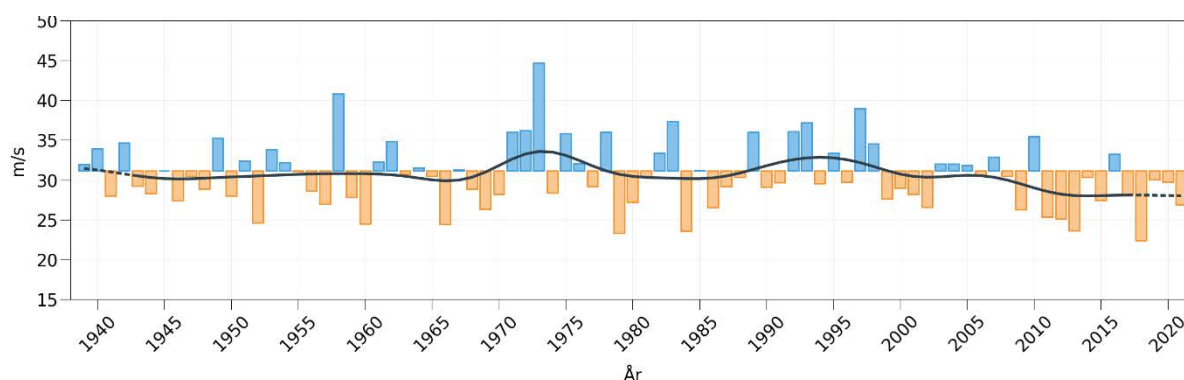
6 Övriga klimatindikatorer

6.1 Vind

Sveriges vindklimat påverkas av atmosfärens storskaliga cirkulation som ger kontinuerliga västvindar på våra breddgrader. Det innebär för fjällen att det oftast är blåsigast i den västra delen och både lugnare och varmare öster om fjällkedjan. Kalfjället är direkt utsatt för vinden och i dalgångarna återfinns vindskugga, men dalgångar kan även förstärka vindhastigheten om vindriktningen är i dalgångens riktning.

Den vind vi upplever och som mäts med vindmätare är ofta påverkad av lokala faktorer som friktion, turbulens och olika hinder. Att jämföra vindmätningar mellan olika platser är därför inte helt enkelt. För att studera trender i vinden används därför ofta geostrofisk vind, som är en genomsnittlig vind en bit upp i atmosfären, vilken beräknas med hjälp av lufttryck.

Figur 39 visar tidsutvecklingen av den största geostrofiska vinden varje år över området Kvikkjokk – Karesuando – Haparanda sedan 1939. Här syns att vindhastigheten har minskat något de senaste decennierna.

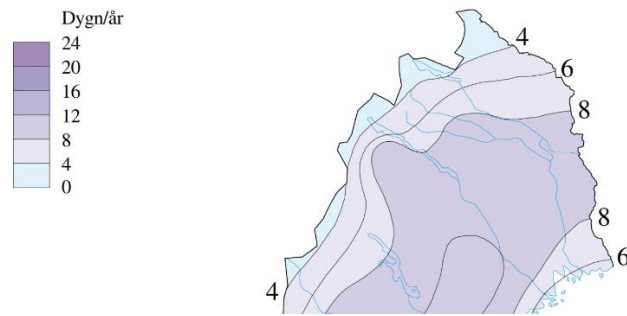


Figur 39. Maximal geotrofisk vind ör triangeln Kvikkjokk – Karesuando – Haparanda. Staplarna visar årsvisa avvikelser från medelvärdet för referensperioden 1961-1990, där blå är högre värden och orangea är lägre värden. Den grå linjen visar ett medelvärde över 10 år. (SMHI)

Dagens klimatforskning ger inget entydigt svar på hur vinden kommer att förändras i ett framtida klimat. Medelvinden påverkas i första hand av tryck- och temperaturskillnader mellan nordpolen och ekvatorn och dessa kan komma att minska i framtiden, vilket i så fall skulle innebära att medelvinden kan avta något. Däremot finns mer energi i en varmare atmosfär, som kan bidra till att öka vindhastigheterna vid redan blåsiga tillfällen.

6.2 Åska

Åska innebär en blixurladdning från moln till mark eller inuti moln. Åska är vanligast förekommande över land med växtlighet som kan bidra med fukt till åskmolnen. Figur 40 visar genomsnittligt antal dagar med åska per år under referensperioden 1961-1990. Här syns att åska är ovanligt i västra fjällen, och vanligare längre ner mot inlandet.



Figur 40. Antal dygn med åska, medelvärde för perioden 1961-1990. (SMHI)

I takt med att klimatet värms upp blir förutsättningarna för åska gynnsammare. Luften innehåller då mer energi och fukt, vilket krävs för att skapa åskmoln. Därmed väntas risken för åska öka något i framtiden.

7 Slutsatser

Under referensperioden hade Norrbottenskusten en årsmedeltemperatur på 1-2 °C, denna klimatzon har i mitten av seklet förflyttat sig till den östliga delen av fjällområdet, och i slutet av seklet finns klimatzonen även i dalgångarna i västra fjällen (RCP4.5), eller högre upp på fjället (RCP8.5).

Till slutet av seklet stiger temperaturen med 3-4 °C enligt RCP4.5 och 4-6 °C enligt RCP8.5. Vintern värms upp mest i jämförelse med övriga säsonger. Uppvärmningen är störst i låglandet, enligt RCP8.5 kan vintern i slutet av seklet bli över 8°C varmare här.

Antal dagar då det är gynnsamt för trädens tillväxt (13-18 grader på dagen) ökar i hela fjällområdet. På kalfjället har det tidigare förekommit enstaka dagar per år men enligt RCP8.5 kan det bli drygt en månad i slutet av seklet.

Antalet kalla dagar blir allt mer sällsynta, enligt RCP8.5 blir det sällsynt med temperaturer under -30 °C i slutet av seklet. Varma dagar ökar i frekvens, på kalfjället blir det vanligare med temperaturer över 20°C och i låglandet över 30 °C.

Nollgenomgångarna ökar i hela området på vintern. På våren och hösten ökar antalet nollgenomgångar på kalfjället, men minskar i låglandet. På sommaren minskar nollgenomgångarna i hela fjällområdet.

Vegetationsperiodens längd ökar med ca 1 månad enligt RCP4.5 och två månader enligt RCP8.5 till slutet av seklet. Det betyder att dagens låglandsklimat har flyttat upp på kalfjället.

Nederbörden ökar, upp till 50 % på vintern enligt RCP8.5. Den ökade nederbörden påverkar flödena som ökar under höst, vinter och vår. Vårfloden tidigareläggs och minskar generellt i amplitud. Sommarflödena blir något lägre än tidigare. Det leder till att markfuktigheten minskar under sommaren, förändringen är störst i juni månad.

Vårfloden tidigareläggs och amplituden på vårfloden minskar, störst är förändringen med RCP8.5. Flödena ökar i stället på vintern och fram till vårfloden, samt på hösten. På sommaren, under juni och juli, minskar flödena.

Snösäsongen minskar i framtiden och barmarksperioden förlängs. På en del platser minskar medelsnödjupet, medan det på andra platser kan öka under vintern. Förekomsten av nederbörd i form av regn i stället för snö ökar på vintern, framförallt i november och april.

Isperioden vid Torneträsk, Jukkasjärvi och Saddajaure har förkortats under det senaste seklet, isläggningen har senarelagts och islossningen har tidigarelagts. Tidigare analyser visar att isperioden sannolikt förkortas ännu mer i framtiden.

De högsta vindhastigheterna i fjällområdet har minskat något under det senaste seklet. Det finns inga tydliga budskap för framtiden, sannolikt förändras inte vinden i någon större utsträckning. Riskerna för åska kan däremot öka något i ett varmare klimat.

8 Referenser

Eklund, D. (2011) *Klimatsammanställning – Fjällkedjan*. Rapport nr 2011-40. SMHI.

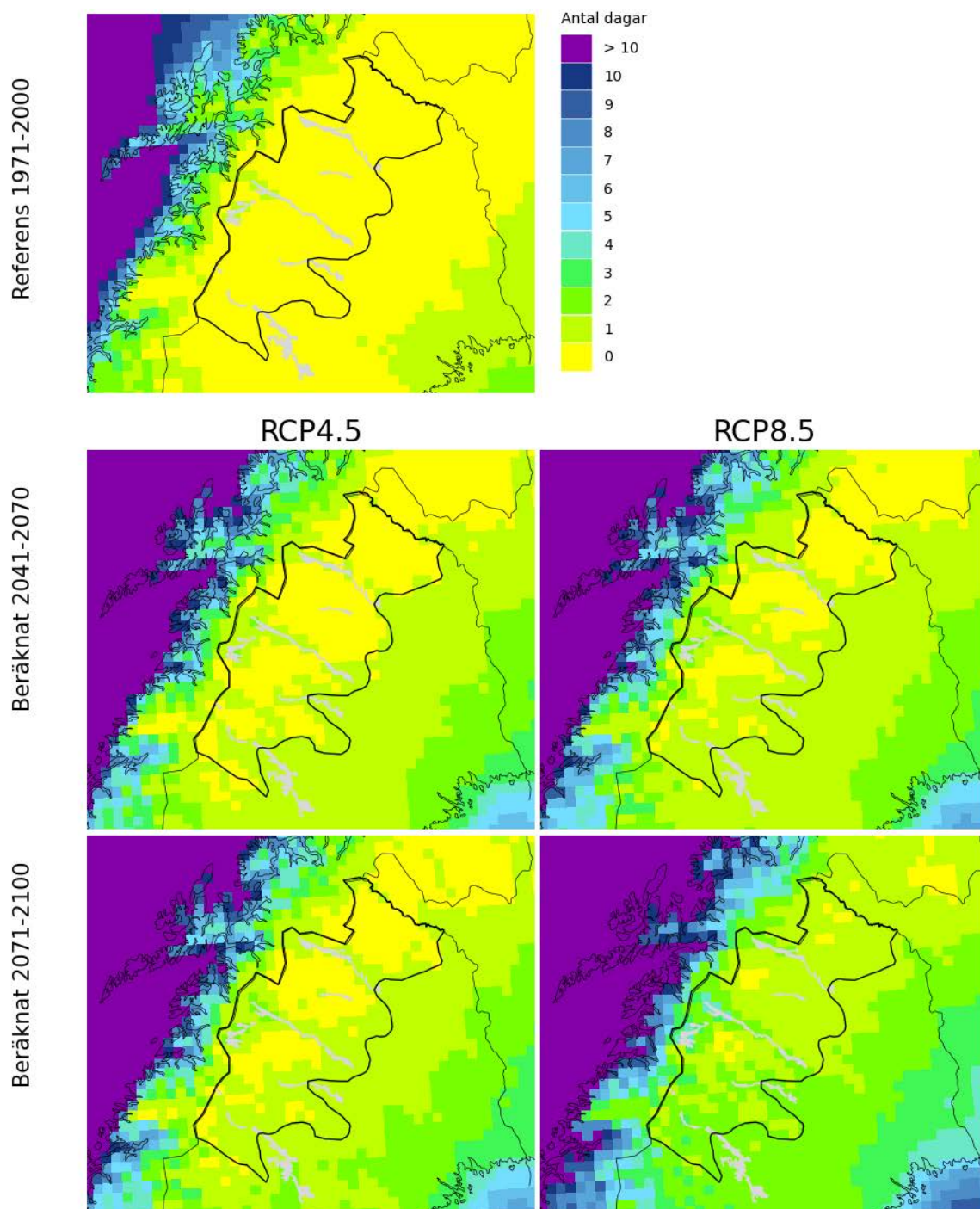
Persson, H., Johnell, A., Sjökvist, E., och Dahné, J. (2020) *Snö i framtida klimat, för de sju nordligaste länen*. Rapport 2020-29. SMHI.

Sjökvist, E., Björck, E., Carlsson, D., Eklund, A., Jacobsson, K., Johnell, A., Södling, J., Zabori, J. (2022) *Jämförelse länsanalyser och scenariorjämnst*. SMHI Klimatologi nr 70.

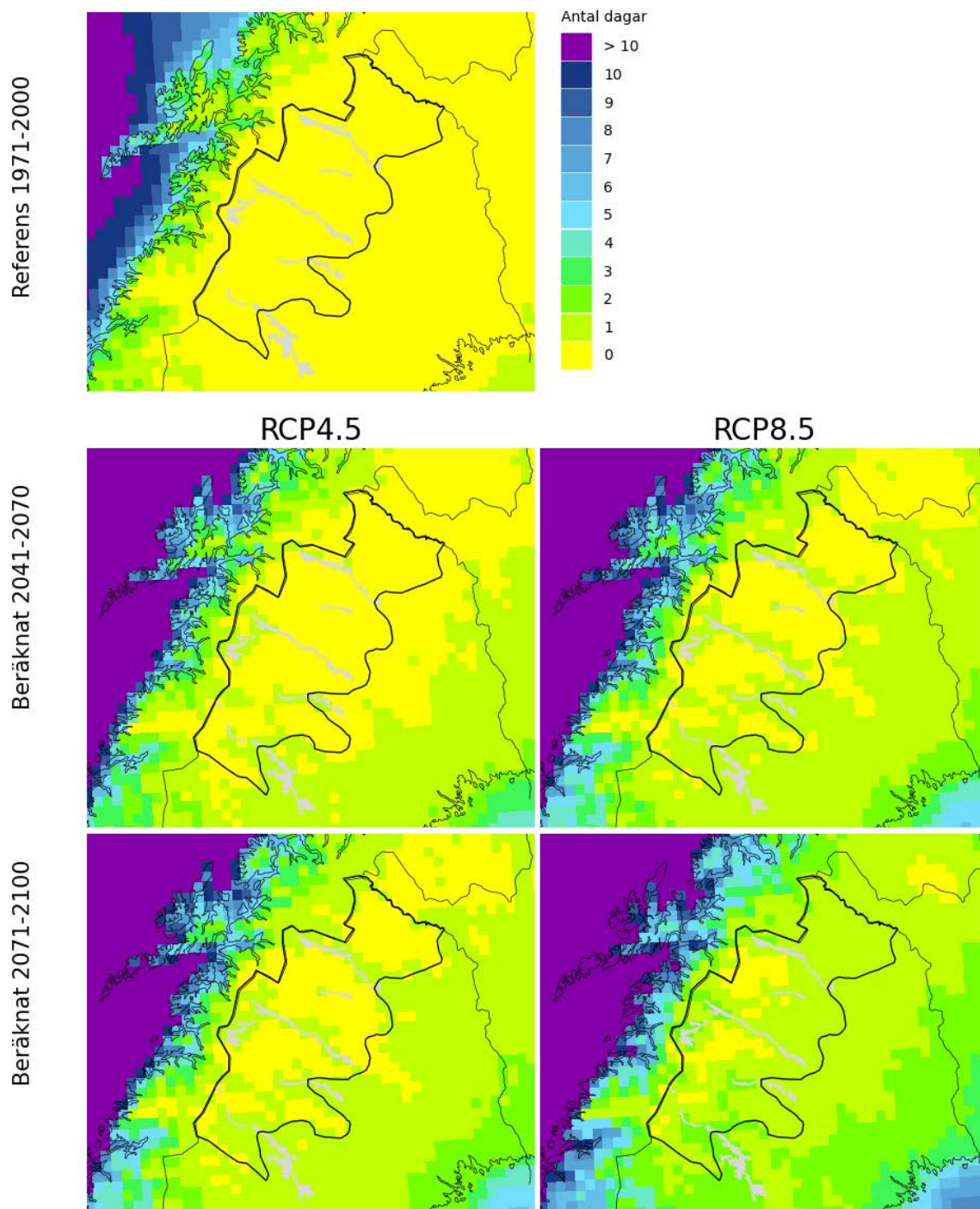
SMHI (2021) *Fördjupad klimatscenariorjämnst*, <https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/fordjupade-klimatscenarier/>.

9 Bilaga

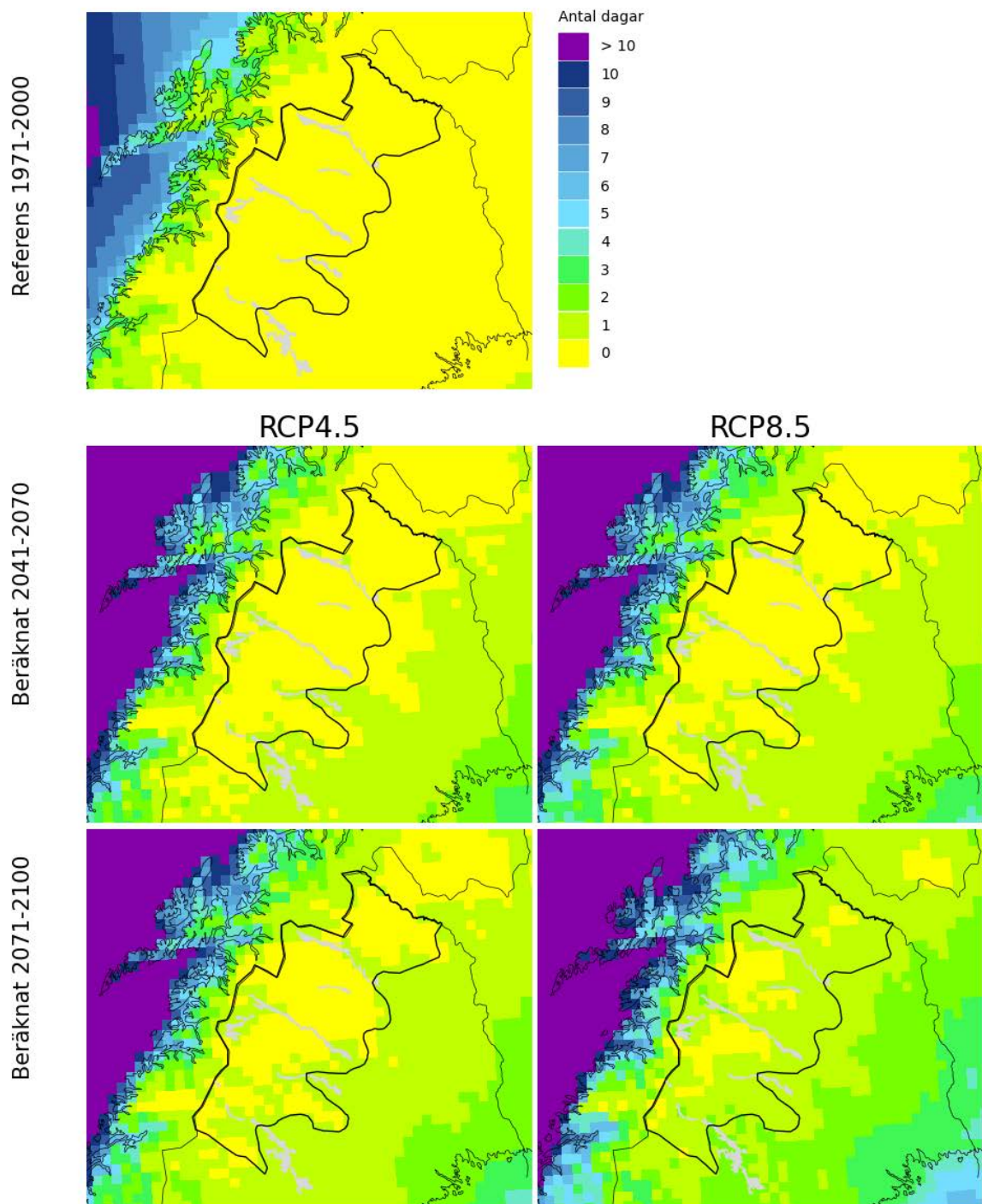
9.1 Antal dagar med nederbörd och plusgrader december-april



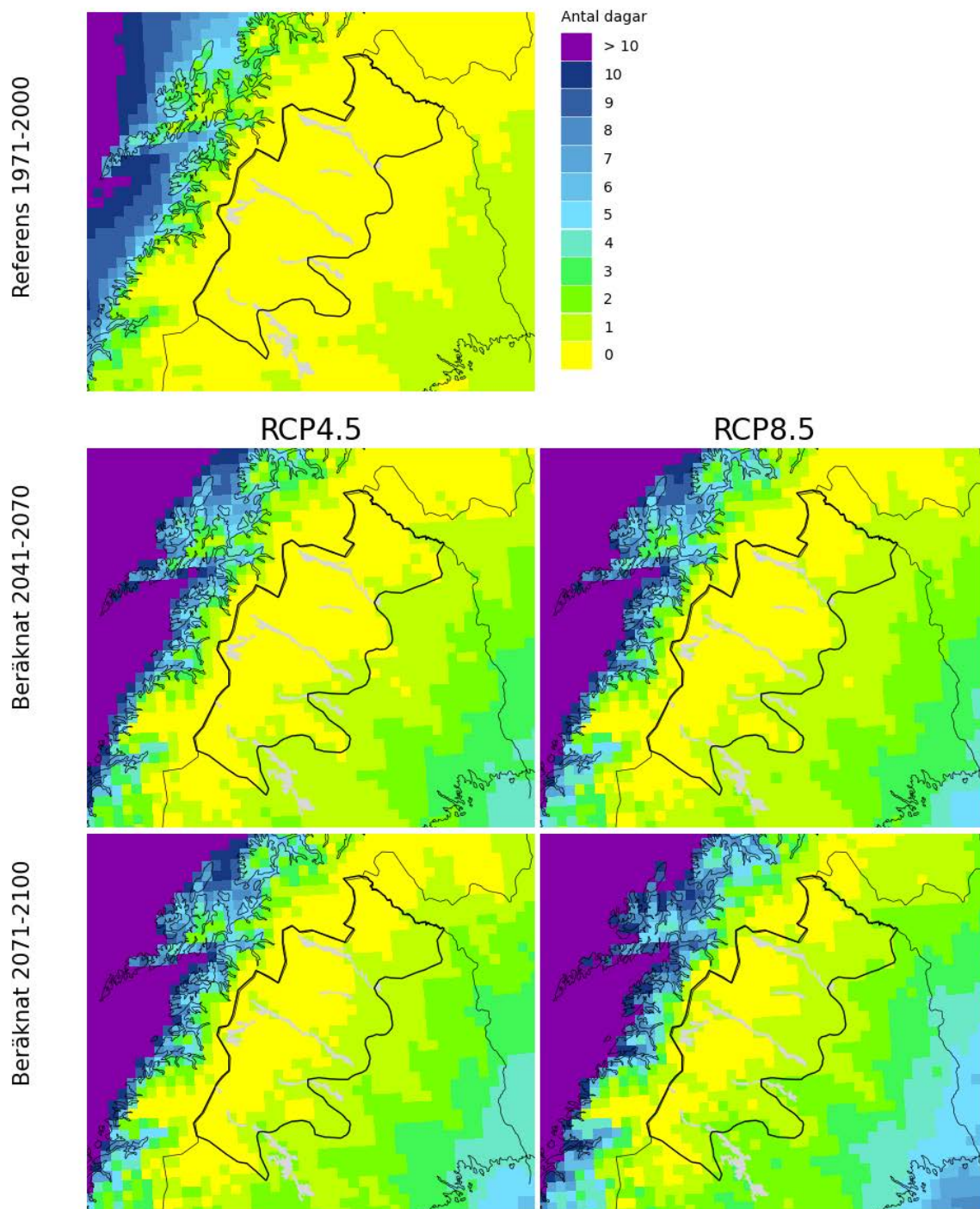
Figur 41. Antal dagar med nederbörd och plusgrader i december, beräknat för referensperioden 1971-2000 samt framtidsperioderna 2041-2070 och 2071-2100 enligt RCP4.5 och RCP8.5.



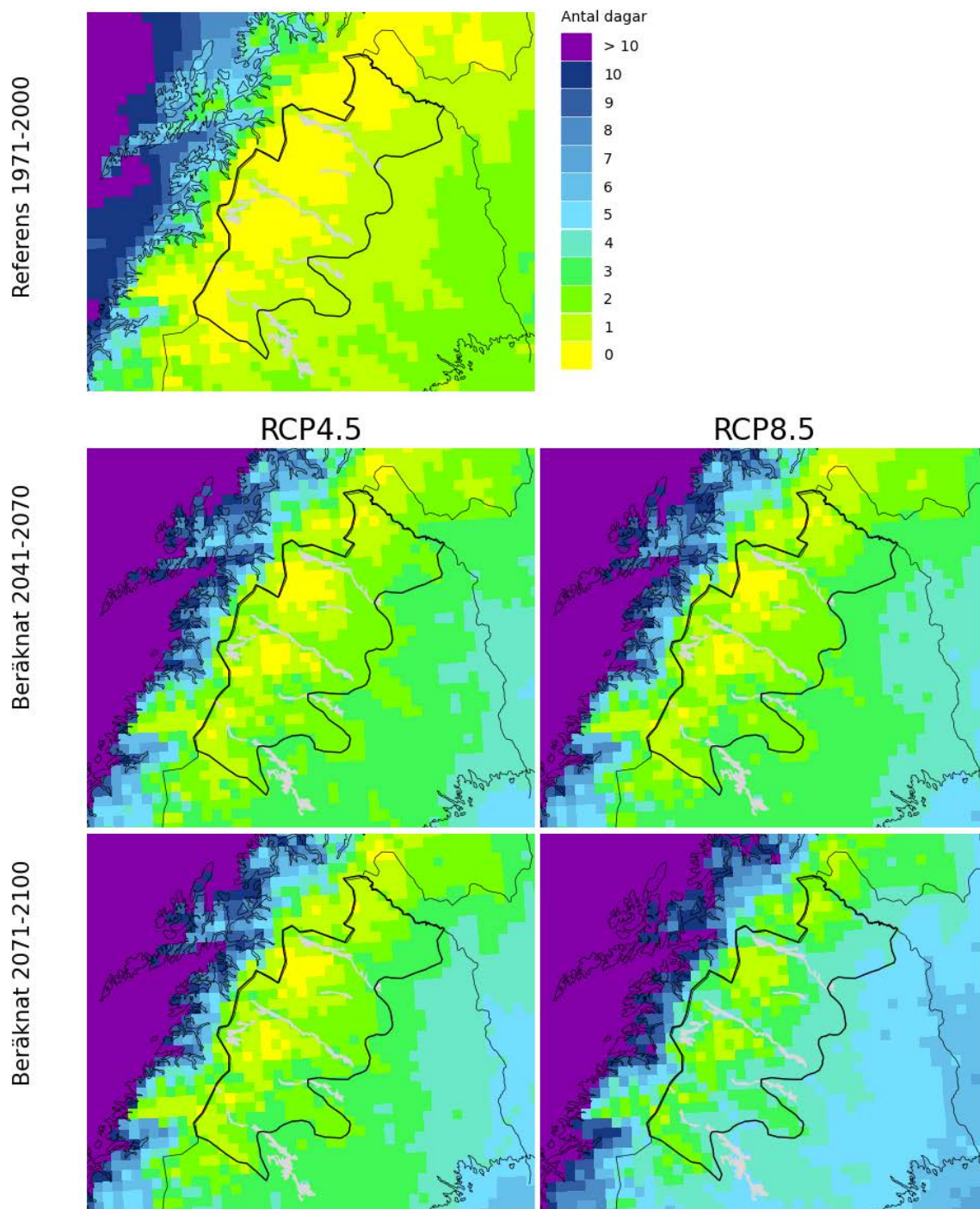
Figur 42. Antal dagar med nederbörd och plusgrader i januari, beräknat för referensperioden 1971-2000 samt framtidsperioderna 2041-2070 och 2071-2100 enligt RCP4.5 och RCP8.5.



Figur 43. Antal dagar med nederbörd och plusgrader i februari, beräknat för referensperioden 1971-2000 samt framtidsperioderna 2041-2070 och 2071-2100 enligt RCP4.5 och RCP8.5.



Figur 44. Antal dagar med nederbörd och plusgrader i mars, beräknat för referensperioden 1971-2000 samt framtidsperioderna 2041-2070 och 2071-2100 enligt RCP4.5 och RCP8.5.



Figur 45. Antal dagar med nederbörd och plusgrader i april, beräknat för referensperioden 1971-2000 samt framtidsperioderna 2041-2070 och 2071-2100 enligt RCP4.5 och RCP8.5.

SMHI har en livsviktig roll som pålitlig expertmyndighet. Genom vår gedigna kunskap om väder, vatten och klimat bidrar vi till att öka hela samhällets hållbarhet.

Vi samlar in mängder av data som vi bearbetar, modellerar och visualiserar utifrån olika scenarier. Vi följer omvärldens utveckling och genom vår egen forskning utvecklar och sprider vi kunskap och tjänster som bygger på vetenskaplig grund. Vi utvärderar, analyserar, prognostiserar och följer upp. Varje dag, dygnet runt, året om.

Därför vågar vi lova dig ständigt aktuella beslutsunderlag som gör det lättare att planera på både kort och lång sikt – allt från din utflykt till framtidens infrastruktur. Våra underlag hjälper samhället att nå de nationella miljökvalitetsmålen och hantera morgondagens globala utmaningar.

SMHI omsätter 916 miljoner kronor och har cirka 670 medarbetare. Huvudkontoret finns i Norrköping. SMHI har också kontor i Göteborg och Uppsala.

SMHI. Alltid de bästa underlagen för dina beslut.



SMHI – SVERIGES METEOROLOGISKA OCH HYDROLOGISKA INSTITUT

601 76 Norrköping • Besöksadress Folkborgsvägen 17 • Telefon 011-495 80 00 • E-Post smhi@smhi.se • www.smhi.se

Författare:
SMHI Elin Sjökvist, Anna Eklund, Emelie Karlsson,
Gustav Strandberg, Jan Pietron, Johan Södling

Kontaktuppgifter:
Micael Bredefeldt, Josefin Strand
Länstyrelsen i Norrbottens län, 971 86 Luleå
Telefon: 010-225 50 00 E-post: norrbotten@lansstyrelsen.se

Omslagsfoto: Länsstyrelsen Norrbotten

Diarienummer: 15092-2022

Tillsammans för Norrbottens bästa

lansstyrelsen.se/norbotten



Länsstyrelsen
Norrbotten