

Klimatunderlag för klimat- och sårbarhetsanalyser



Pärbild: Most Photos. SMHI.

ISSN: 1654-2258 © SMHI

KLIMATOLOGI Nr 74, 2025

Klimatunderlag för klimat- och sårbarhetsanalyser

Elin Sjökvist, Maria Andersson, Anna Eklund, Emelie Karlsson och Maria Norman

Granskad av:

Metodik och Meteorologi: Gustav Strandberg, klimatforskare, SMHI

Hydrologi, exkl. grundvatten: Peter Berg, forskare hydrologi, SMHI

Grundvatten: Carl-Erik Hjerne och Bo Thunholm, SGU

Oceanografi: Lars Arneborg, forskare oceanografi, SMHI

Denna sida är avsiktligt blank

Sammanfattning

Detta underlag är framtaget på uppdrag av Nationella expertrådet för klimatanpassning i syfte att användas som underlag i den nationella klimat- och sårbarhetsanalys som ska tas fram i samband med rådets rapportering till regeringen. En klimat- och sårbarhetsanalys utgör ett viktigt underlag för att identifiera åtgärder för hantering av klimatrelaterade risker. Rapporten presenterar Sveriges framtida klimat utifrån rådande kunskapsläge och innehåller analyser av meteorologiska, oceanografiska och hydrologiska förändringar.

Klimatets utveckling i framtiden beror på hur atmosfärens innehåll av växthusgaser förändras. Temperaturen ökar med högre halt av växthusgaser. I Sverige sker uppvärmningen snabbare än det globala genomsnittet. Uppvärmningen i Sverige sedan mitten av 1800-talet är hittills 1,9 grader. Mot slutet av seklet kan temperaturen stiga med 3,0-4,5 grader (RCP4,5) eller 4,5-6,5 grader (RCP8,5) jämfört med perioden 1971-2000. Uppvärmningen är störst i norra Sverige och på vintern.

Uppvärmningen leder till fler varma perioder, färre dagar med minusgrader, mindre is och snö och förlängd vegetationsperiod. Nederbördsmönstren förändras och den extrema nederbörden ökar.

Vattenföringens variation under året förändras och i ett varmare klimat kommer vårfloden utebli de flesta år i Götaland och södra Svealand i slutet av seklet. I norra Svealand och i Norrland kommer vårfloden inträffa tidigare och vara mindre. Det blir vanligare med höga flöden i Götaland, södra Svealand och delar av de norra fjälltrakterna.

Växtsäsongen blir längre vilket medför en ökad avdunstning, som i sin tur leder till lägre vattenflöden sommartid. Mängden is på sjöar minskar. Längs norrlandskusten, i Götaland och i Svealand blir perioderna med grundvattentorka längre.

Längs Sveriges kust ökar ytvattentemperaturen, isutbredningen minskar och bottensyrehalten minskar. Medelvattenståndet i havet stiger och kommer att fortsätta stiga lång tid framöver. I norra Sverige motverkas effekten av havsnivåhöjningen av den pågående landhöjningen. På platser där medelvattenståndet stiger fås ett högre utgångsläge och tillfälliga högvattenhändelser blir vanligare. Mest stiger medelvattenståndet i Skåne och Blekinge.

Summary

This report presents Sweden's future climate based on the current state of knowledge and includes analyses of meteorological, oceanographic, and hydrological changes. The report has been commissioned by the Swedish Expert Council on Climate Adaptation to serve as a basis to the National Climate Risk and Vulnerability Assessment, due to be delivered in connection to the Council's reporting to the government in December 2026. A Climate Risk and Vulnerability Assessment is essential in order to systematically identify climate-related risks and prioritise climate adaptation measures.

Future climatic changes depend on the concentration of greenhouse gases in the atmosphere. Higher concentrations of greenhouse gases lead to rising temperatures. In Sweden, warming is occurring faster than the global average; since the mid-19th century, the temperature in Sweden has increased by 1.9 degrees. By the end of the century, temperatures could rise by an additional 3.0–4.5 degrees (RCP4.5) or 4.5–6.5 degrees (RCP8.5) compared to the period 1971–2000. The warming is more pronounced in northern Sweden and during winter. In a warmer climate, Sweden can expect more frequent warm periods, fewer days with sub-zero temperatures, reduced ice and snow cover, and a prolonged growing season. Precipitation patterns have already changed, and extreme rainfall events are becoming more common.

The annual average streamflow is expected to decrease in parts of southern Sweden, while an increase can be seen in large parts of northern Sweden. High streamflow is expected to become less frequent in large parts of northern Sweden as the spring flood is projected to decrease and occur earlier. However, in parts of southern Sweden and parts of the northern mountain regions high streamflow may occur more regularly. In southern Sweden, low streamflow is estimated to become more frequent in summertime due to increasing evaporation and vegetation water demand. Ice coverage on lakes will be reduced.

The impacts from climate change on groundwater levels differs between different geographical areas. In the Swedish mountains and inland in northern Sweden groundwater levels are expected to increase during winters. In southern Sweden and along the coast in northern Sweden periods of low groundwater levels are expected to increase.

In the Baltic Sea, surface water temperatures will rise, ice coverage will decrease and the oxygen concentration at the bottom of the sea will decline. The mean sea level is rising and will continue to do so for a long time. In northern Sweden, the effects of sea level rise are counteracted by the postglacial rebound. In areas where mean sea levels rise, higher baseline levels will make temporary high-water events more frequent. The largest increases in mean sea level are expected in the very south of the country, in Skåne and Blekinge.

Ordlista

Avdunstning	Här används avdunstning för summan av vatten som avgår till luften från mark eller vattenytor (evaporation) och från växlighet (transpiration).
Avrinningsområde	Ett avrinningsområde avgränsas ytterst av en ytvattendelare. All avrinning från området har ett gemensamt utlopp vid en given punkt i ett vattendrag. Avrinningsområdet definieras av uppströmsområden till denna punkt.
Ensemble	En ensemble är en samling av olika klimatscenarier. Klimatscenarierna kan till exempel skilja sig åt med avseende på val av klimatmodell eller utsläpps- och strålningsscenario. Ett klimatscenario som ingår i en ensemble kallas för en medlem.
Fältkapacitet	Den maximala vattenhalten som marken kan hålla mot gravitationen. Här används 50 % av fältkapaciteten som en definition av låg markfuktighet.
Globalstrålning	Den totala mängd solinstrålning som faller in mot en horisontell (mark) yta. Den totala solinstrålningen är summan av direkt och diffus strålning. Diffus strålning är strålning som spridits av luftens molekyler och partiklar, eller reflekterats av moln.
IPCC	The Intergovernmental Panel on Climate Change – FN:s klimatpanel.
Klimatanpassning	Åtgärder för att anpassa samhället till de klimatförändringar vi redan märker av idag och de som vi inte kan förhindra i framtiden.
Klimatindikator	En parameter som mäts under lång tid för förståelse kring hur klimatet förändras. Det kan vara medeltemperatur, vegetationsperiodens längd, solinstrålning, antal dagar med snötäcke, nederbörd m.m. Begreppet används även för scenariodata för framtida utvecklingar i klimatet.
Klimatmodell	En matematisk beskrivning av jordens klimat.
Klimatscenario	En beräkning av det framtida klimatet utifrån en eller flera klimatmodeller och ett utsläppsscenario.
Lågflöde	Här definieras gränsen för ett lågflöde som ett medelvärde av varje års lägsta vattenflöde (MLQ)
Markfuktighet	Ett mått på hur mycket vatten som finns i marken ovanför grundvattennivån.
Klimat- och sårbarhetsanalys (KSA)	Analysmetod som syftar till att analysera och bedöma de främsta klimatrelaterade riskerna för samhälle och ekosystem.
Oreglerade vattenflöden	Vattenflöden som inte är påverkade av reglering.
RCP	Representative Concentration Pathways – Antaganden om framtida utvecklingsvägar för utsläpp av växthusgaser. RCP-scenarierna betecknas med siffror som anger den strålningsdrivning de olika utvecklingsvägarna ger upphov till år 2100.
Reglering	Se vattenreglering.
SSP	Shared Socioeconomic Pathways - Beskriver fem möjliga samhällsutvecklingar in i framtiden utifrån hur väl vi lyckas minska utsläppen och klimatanpassa samhället.
Skyfall	SMHIs definition är "minst 50 mm nederbörd på en timme eller minst 1 mm på en minut". Men även mindre regnmängder kan få konsekvenser förknippade med skyfall.
Stålningsdrivning	Förstärkning av växthuseffekten på grund av externa faktorer, som till exempel utsläpp av växthusgaser. Mäts i Watt per kvadratmeter (W/m ²)

Vattenflöde	Ett mått på hur mycket vatten per tidsenhet som passerar genom en tvärsnitt av vattendraget. I Sverige används enheten m ³ /s eller l/s för vattenflöde.
Vattenföring	Se vattenflöde
Vattenreglering	Åtgärd för ändring av vattenföringen i ett vattendrag eller avbördningen från en sjö (indirekt vattenståndet) till förmån för utvinnande av vattenkraft, vattenförsörjning och torrläggning m.m.
Växthusgaser	Gaser i atmosfären som har den egenskapen att de absorberar jordens värmestrålning och på så sätt hindrar en del av värmestrålningen att försvinna från atmosfären och ut i rymden. Exempel på växthusgaser är koldioxid, metan och vattenånga.
Återkomsttid	Med återkomsttid menas att händelsen i genomsnitt inträffar eller överträffas en gång under denna tid. Ett regn eller ett flöde som har en återkomsttid på 50 år uppnås eller överträffas i genomsnitt en gång på 50 år. Det innebär att sannolikheten är 2 % varje enskilt år. Eftersom man exponerar sig för risken under flera år blir den ackumulerade risken avsevärt större. För en konstruktion vars livslängd beräknas till 100 år blir den ackumulerade risken hela 87 % att 50-årsvärdet överskrids någon gång under 100 år.
Östersjölandskapen	I denna rapport används begreppet Östersjölandskapen för landskapen som har kust mot den Egentliga Östersjön; Skåne, Blekinge, Småland, Öland, Gotland, Östergötland, Södermanland och Uppland.

Innehållsförteckning

1	BAKGRUND OCH SYFTE	8
2	METODIK	8
2.1	Framtida klimatpåverkan	8
2.2	Klimatmodeller	10
2.3	Bearbetning och bias-justering	10
2.4	Hydrologisk modellering	10
2.5	Oceanografiska parametrar	10
2.6	Hantering av osäkerheter	10
2.7	Presentation av indikatorer	11
3	METEOROLOGI	12
3.1	Årsmedeltemperatur	12
3.2	Medeltemperatur vinter	14
3.3	Medeltemperatur vår	16
3.4	Medeltemperatur sommar	18
3.5	Medeltemperatur höst	20
3.6	Frostdygn	22
3.7	Högsommardygn	24
3.8	Längsta period med högsommardygn	26
3.9	Kalla dygn	28
3.10	Nollgenomgångar vinter	30
3.11	Nollgenomgångar vår	32
3.12	Nollgenomgångar höst	34
3.13	Tropiska dygn	36
3.14	Vegetationsperiodens start	38
3.15	Vegetationsperiodens längd	40
3.16	Årsmedelnederbörd	42
3.17	Medelnederbörd vinter	45
3.18	Medelnederbörd vår	47
3.19	Medelnederbörd sommar	49
3.20	Medelnederbörd höst	51
3.21	Dygn med extrem nederbörd (20 mm)	53
3.22	Skyfall och intensiv nederbörd	55
3.23	Luftfuktighet	56
3.24	Vind	57
3.25	Solinstrålning	57

4	HYDROLOGI	58
4.1	Vattenföringens förändring under året.....	59
4.2	Medelvattenföring	61
4.3	Vattenföring med 10 och 50 års återkomsttid	63
4.4	Dygn med låg vattenföring	66
4.5	Låg markfuktighet.....	68
4.6	Snödjup	70
4.7	Brandrisk	72
4.8	Isläggning och islossning på sjöar.....	75
4.9	Grundvatten.....	76
5	OCEANOGRAFI	78
5.1	Yttemperatur.....	79
5.2	Maximal isutbredning	81
5.3	Bottensyrehalt.....	83
5.4	Havsnivåhöjning	85
6	REFERENSER	87
7	BILAGA	89
7.1	Årsmedeltemperatur, förändring	89
7.2	Medeltemperatur vinter, förändring.....	90
7.3	Medeltemperatur vår, förändring	91
7.4	Medeltemperatur sommar, förändring.....	92
7.5	Medeltemperatur höst, förändring	93
7.6	Snödjup	94

1 Bakgrund och syfte

Vi befinner oss i en mycket snabb klimatförändring. Förutom det brådskande arbetet med att minska våra utsläpp behövs en upptrappning av arbetet med klimatanpassning. Klimatanpassning innebär att vi anpassar samhället till dagens klimat och förbereder oss för framtida klimatförändringar.

Denna rapport är framtagen för att utgöra underlag till den nationella klimat- och sårbarhetsanalys (NKSA) som det Nationella expertrådet för klimatanpassning har i uppdrag att ta fram i samband med rådets andra rapport till regeringen. Det Nationella expertrådet för klimatanpassning är tillsatt av regeringen och har i uppdrag att vart femte år utvärdera arbetet med klimatanpassning i Sverige och ge förslag på fortsatt arbete. Expertrådets första rapport lämnades till regeringen i februari 2022 och den andra rapporten ska överlämnas i december 2026.

En klimat- och sårbarhetsanalys (KSA) utgör ett viktigt underlag för att identifiera och prioritera åtgärder för klimatanpassning och är en metod för analys och bedömning av de främsta klimatrelaterade riskerna inom ett analysområde utifrån sårbarhet och exponering för klimatrelaterade händelser. Information om hur klimatet förändras är ett viktigt underlag för att kunna identifiera och bedöma klimatrelaterade händelser.

Den här rapporten presenterar Sveriges framtida klimat utifrån rådande kunskapsläge. Den innehåller analyser av senast tillgängliga information om framtida klimat där meteorologiska, hydrologiska och oceanografiska förändringar är inkluderade. Upplägget är anpassat för att även kunna stötta andra samhällsaktörer såsom myndigheter, kommuner och regioner, företag och frivilligorganisationer i sina bedömningar av klimatrelaterade risker.

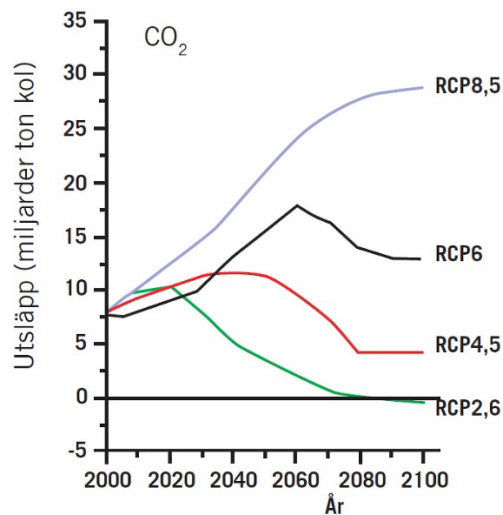
2 Metodik

I rapporten presenteras meteorologiska, hydrologiska och oceanografiska klimatindikatorer. En klimatindikator är ett sätt att beskriva klimatet och dess eventuella förändring. Det kan vara temperatur och nederbörd, men också till exempel kalla dygn, vattenföring och havsnivå. För de flesta indikatorer presenteras resultatet på kartor för hela Sverige och för vissa indikatorer presenteras resultatet i diagram.

I följande stycken beskrivs framtagandet av klimatindikatorerna översiktligt samt vilka antaganden som ligger till grund för beräkningar och analyser.

2.1 Framtida klimatpåverkan

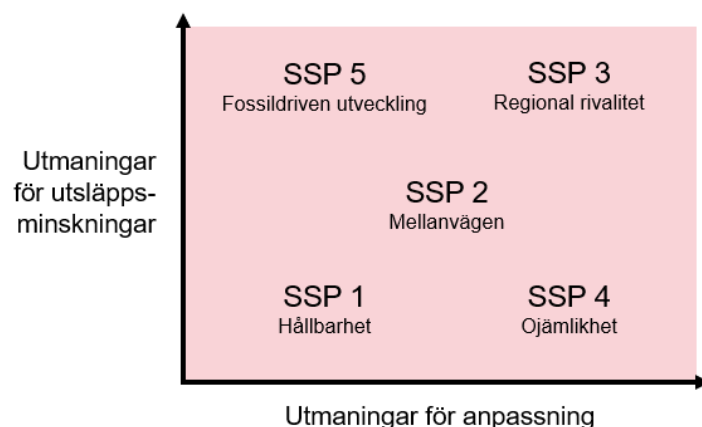
Klimatets utveckling i framtiden beror på hur atmosfärens innehåll av växthusgaser förändras. För att kunna studera framtidens klimat behövs därför antaganden om hur utsläppen av växthusgaser kommer att bli. I IPCCs femte sammanställning (IPCC, 2013) introducerades RCP-scenarierna (Representative Concentration Pathways) som beskriver ett antal olika utsläppsbanor fram till år 2100 (Figur 1). Utsläppen av växthusgaser påverkar växthuseffekten. Ett mått på hur växthuseffekten förändras i framtiden är strålningsdrivning, som mäts i effekt per kvadratmeter (W/m^2). Ju mer utsläpp av växthusgaser desto mer strålningsdrivning. RCP-scenarierna får sina namn från strålningsdrivningen vid år 2100.



Figur 1. Utsläpp per år av koldioxid vid olika RCP-scenarier angivet som miljarder ton kol.

RCP8,5 beskriver en framtid med fortsatt kraftig ökning av växthusgasutsläpp. RCP6.0 och RCP4,5 innebär att utsläppen ökar ungefär fram till dryga mitten, respektive knappa mitten, av seklet och minskar därefter. RCP2.6 beskriver att vi från år 2020 minskar utsläppen, vilket innebär att detta scenario ligger närmast målen för Parisavtalet. Scenarierna är utvecklade för att ge en bild av olika tänkbara utvecklingar. Vilket utsläppsscenario som kommer närmast verkligheten beror på dagens och framtidens utsläpp av växthusgaser.

I IPCCs sjätte sammanställning (IPCC, 2021) introducerades SSP-scenarier. SSP står för Shared Socioeconomic Pathways och beskriver fem möjliga samhällsutvecklingar in i framtiden utifrån hur väl vi lyckas minska utsläppen och klimatanpassa samhället. SSP2 beskriver en framtid som följer den historiska utvecklingen, medan de andra går i fyra olika riktningar, se Figur 2. Samtliga innehåller beskrivningar om befolkningsmängd, ekonomisk tillväxt, utbildning, urbanisering och teknisk utveckling. Antaganden om samhällsutveckling kan kombineras med antaganden om strålningsdrivning. Ett exempel är ”SSP2-4,5” där ”2” anger samhällsutveckling (Fig. 2) och 4.5 anger strålningsdrivning.



Figur 2. De fem SSP-scenarierna beskrivs utifrån utmaningar för utsläppsminskningar och klimatanpassning.

Klimatindikatorerna i denna rapport baseras främst på scenarierna RCP4,5 och RCP8,5, då de täcker in en stor variationsbredd avseende framtidens koncentrationer av växthusgaser i atmosfären. Båda scenarierna resulterar dock i högre uppvärmning än vad Parisavtalet anger. I arbetet med denna rapport finns endast SSP-scenarier tillgängliga för framtida havsnivåhöjning.

2.2 Klimatmodeller

En klimatmodell är en matematisk beskrivning av jordens klimatsystem där atmosfär, landyta, hav och sjöar ingår. Atmosfären är uppdelad i ett tredimensionellt rutnät längs med jordytan och upp i luften. Sådana modeller kallas globala klimatmodeller. I varje punkt i rutnätet beräknas tidsutvecklingen för olika klimatologiska parametrar.

Klimatmodeller skapar stora informationsmängder och kräver därför mycket datorkraft vilket innebär att det tredimensionella rutnätet måste begränsas. I en global klimatmodell blir därför rutnätet ofta ganska glest, vilket leder till att detaljrikedomen blir låg på regional skala. I regionala klimatmodeller läggs rutnätet istället över ett mindre område, till exempel Europa. På så sätt kan högre detaljrikedom uppnås för ett mindre område utan att det krävs alltför mycket datorkraft. Det som händer utanför beräkningsområdet i en regional klimatmodell styrs av resultatet från en global klimatmodell. Ett klimatscenario är en kombination av utsläpps- eller strålningsscenario, global klimatmodell, regional klimatmodell samt vald tidsperiod.

2.3 Bearbetning och bias-justering

Klimatmodeller är en generalisering av jordens klimatsystem och en modell blir aldrig perfekt. Klimatscenerierna kan ge systematiska avvikelser från det observerade klimatet, som kan orsaka problem om data ska användas för vidare beräkningar. En hydrologisk modell används för beräkningar av bland annat vattenflöden och är känslig för avvikelser i klimatmodellen. Med hjälp av statistiska metoder kan modelldata justeras så att systematiska avvikelser minimeras, så kallad bias-justering. De meteorologiska och hydrologiska indikatorerna som presenteras i denna rapport är baserade på bias-justerad temperatur och nederbörd.

2.4 Hydrologisk modellering

För beräkning av hydrologiska parametrar så som översvämningsrisker, flöden och snötäcke används en hydrologisk modell. Modellen beskriver landskapet utifrån vad som påverkar vattnets väg och använder temperatur och nederbörd för att beräkna flöden i vattendrag i Sverige. Genom att använda bias-justerad data från klimatmodeller kan modellen beskriva framtidens vattenflöden. Resultaten presenteras per avrinningsområde enligt den hydrologiska modellen.

2.5 Oceanografiska parametrar

Havet får sin energi från händelser i atmosfären vilket gör att oceanografiska beräkningar är beroende av meteorologiska parametrar så som nederbörd, temperatur och vind. I en del klimatmodeller ingår förutom atmosfären även havets fysik och kemi, vilket innebär att ytvattentemperatur, isutbredning och syrehalt på havsbotten kan beskrivas.

Havet stiger i ett varmare klimat till följd av att vattnet utvidgas när det blir varmare och att isar på land smälter. Havsnivåhöjningen i framtida klimat behöver därför beskrivas med flera olika modeller; dels klimatmodeller, som innehåller hav och atmosfär, och dels separata modeller som beskriver avsmältningen från Grönland, Antarktis och glaciärer på land. Dessutom påverkas havsnivåhöjningen av landhöjningen, som också beskrivs av modeller.

2.6 Hantering av osäkerheter

Information om framtida klimat bygger på avancerade modeller med olika antaganden om klimatprocesser och olika sätt att implementera dessa. Det innebär flera källor till osäkerheter, varav de främsta gäller klimatets naturliga variationer, fysikaliska beskrivningar av klimatsystemet och framtida utsläpp av växthusgaser.

Den naturliga variationen innebär att klimatet varierar naturligt från år till år. Den naturliga variationen är olika stor för olika variabler. Beroende på hur stor trenden i klimatförändringen är jämfört med storleken på den naturliga variationen, kan det vara svårt att urskilja klimatförändringen 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 eftersom processerna i klimatsystemet kan beskrivas på olika sätt, och att fler eller färre processer inkluderas i modellerna. Ingen modell är perfekt, därför sammanvägs resultaten från flera olika modeller i ensembler.

En ytterligare osäkerhet uppstår på grund av så kallade tippningspunkter. Eftersom modellerna i olika grad inkluderar processerna som styr tippningspunkter är de också olika bra på att fånga effekterna av dem. Havscirkulationen och havsis är med i alla modeller, vilket gör att effekten av Amoc (ett större system av havsströmmar i Atlanten) finns med. Alla processer beskrivs inte lika väl, vilket betyder att klimatmodellerna inte kan beskriva den fulla vidden av tänkbara klimat.

Efterbearbetningar med biasjustering, hydrologisk modellering och oceanografisk modellering innehåller också antaganden och generaliseringar som bidrar med ytterligare osäkerheter.

En stor del av osäkerheterna för framtiden beror dock på framtida utsläpp av växthusgaser. De olika utsläppsscenarierna ger mycket lika resultat de närmsta årtiondena. Mot mitten på seklet börjar de skilja sig åt och mot slutet av seklet är mängden växthusgaser i atmosfären avgörande för resultaten. Resultaten från de olika utsläppsscenarierna beskrivs därför separat. Bredden av utsläppsscenarioer bör beaktas vid planering för framtiden.

2.7 Presentation av indikatorer

Med meteorologiska, hydrologiska och oceanografiska data kan klimatindikatorer beräknas. Resultat från flera olika klimatscenarier används och de grupperas efter utsläppsscenario i så kallade ensembler. Storleken på ensemblerna beror på vilket underlag som finns tillgängligt för en given klimatindikator. Eftersom hydrologiska och oceanografiska indikatorer kräver en längre beräkningskedja än meteorologiska, är de hydrologiska och oceanografiska ensemblerna mindre än den meteorologiska ensemblen, de innehåller alltså färre klimatscenarier.

Statistik för klimatindikatorerna sammanställs för valda 30-årsperioder. Vanligtvis används en referensperiod baserat på observerat klimat som framtida tidsperioder jämförs mot. I rapporten används i första hand perioden 1971-2000, men även 1961-1990, 1991-2020 och 1995-2014 förekommer. För framtida klimat används oftast en period för mitten av seklet och en period för slutet av seklet. För havsnivå finns vissa resultat fram till år 2150.

Observera att många av kartorna visar medelvärden över 30 år, vilka inte visar den naturliga variabiliteten mellan år. Det kan därmed ha förekommit betydligt högre eller lägre värden inom respektive period än vad kartorna visar. De visar inte heller osäkerheten i beräkningarna, eller spridningen i resultaten.

De flesta kartor visar absolutvärden för respektive indikator, alltså medelvärdet för respektive tidsperiod. I de fall då förändringen bedömts mer relevant att visa har denna beräknats jämfört med en referensperiod. I vissa fall finns kompletterade kartor i Bilaga 7. För att underlätta tolkningen av kartorna är Sveriges län och större sjöar markerade. Oceanografiska kartor inkluderar havet längs Sveriges kust.

3 Meteorologi

I detta kapitel beskrivs det historiska och framtida klimatet baserat på meteorologiska indikatorer. För beskrivning av det historiska klimatet har rapporten "Observerad klimatförändring i Sverige 1860-2021" (SMHI, 2022) och SMHIs klimatindikatorer (SMHI, 2024b) använts. För beskrivning av både historiskt och framtida klimat i kartor har SMHIs klimatscenariotjänst (SMHI, 2025) använts. Avsnittet om skyfall och intensiv nederbörd baseras på rapporten "Extremregn i nuvarande och framtida klimat" (SMHI, 2017).

Meteorologiska resultat presenteras med samma upplösning som klimatmodellerna; beräkningsrutorna är 12 km². I kartorna kan det därmed förekomma ett "rutmönster". Detta är en generalisering av verkligheten där verkliga klimatet inte följer skarpa gränser. Temperatur och nederbörd kan dessutom variera stort inom en beräkningsruta, vilket inte fångas av klimatmodellerna. Färgskalorna följer i stort de som finns på SMHIs klimatscenariotjänst, men undantag förekommer då det funnits behov av att förtydliga resultaten.

3.1 Årsmedeltemperatur

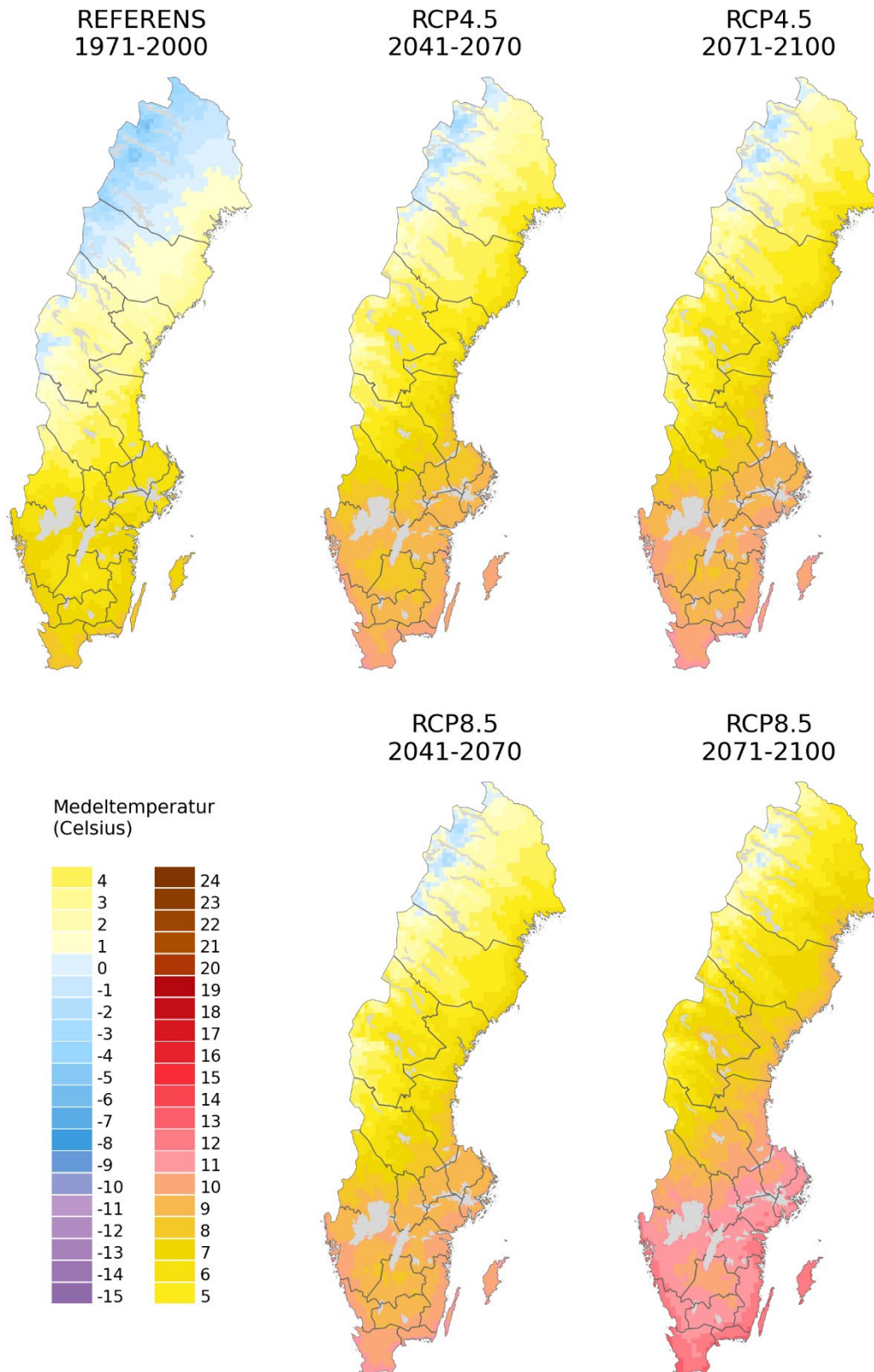
Årsmedeltemperatur är det vanligaste måttet för att beskriva en klimatförändring. De globala klimatmålen är baserade på förändringar i den globala årsmedeltemperaturen. Förändringen är dock inte jämnt fördelad över jorden, i Sverige sker uppvärmningen snabbare än det globala genomsnittet. Anledningen till den snabba uppvärmningen i Sverige beror dels på att kontinenter värms snabbare än hav, och dels på att snö och is som reflekterar inkommande solstrålning minskar i utbredning. Analyser av temperaturmätningar från mitten av 1800-talet fram till nu visar att uppvärmningen i Sverige hittills är 1,9 grader.

Figur 3 visar årsmedeltemperatur för en historisk period, 1971-2000 (referensperiod) samt två framtidsperioder, 2041-2070 och 2071-2100. Framtidsperioderna beskrivs separat av de två utsläppsscenarierna RCP4,5 (medelhöga utsläpp) och RCP8,5 (höga utsläpp).

Under referensperioden 1971-2000 var årsmedeltemperaturen i Sverige mellan 5 minusgrader i norr och 8 plusgrader längst i söder. Gränsen mellan minusgrader och plusgrader gick i norra Norrlands inland.

Temperaturen ökar med högre halt av växthusgaser i atmosfären. Framtidskartorna visar att gränsen mellan plus- och minusgrader flyttar allt längre upp i norra fjällkedjan. Skånes temperaturklimat under referensperioden hamnar i slutet av seklet på gränsen mellan Svealand och Norrland (RCP4,5) eller längs med Norrlandskusten (RCP8,5).

Temperaturen ökar mest i norra Sverige, enligt RCP4,5 är ökningen 4,5 grader i norr och 3,0 grader i söder till slutet av seklet. Enligt RCP8,5 mellan 4,5 och 6,5 grader. Bilaga 7.1 visar förändringen i årsmedeltemperatur för samma framtidsperioder, jämfört med referensperioden 1971-2000.



Figur 3. Årsmedeltemperatur för den historiska tidsperioden 1971-2000 samt två framtidsperioder; 2041-2070 och 2071-2100. Framtidsperioderna beskrivs med scenarierna RCP4,5 och RCP8,5.

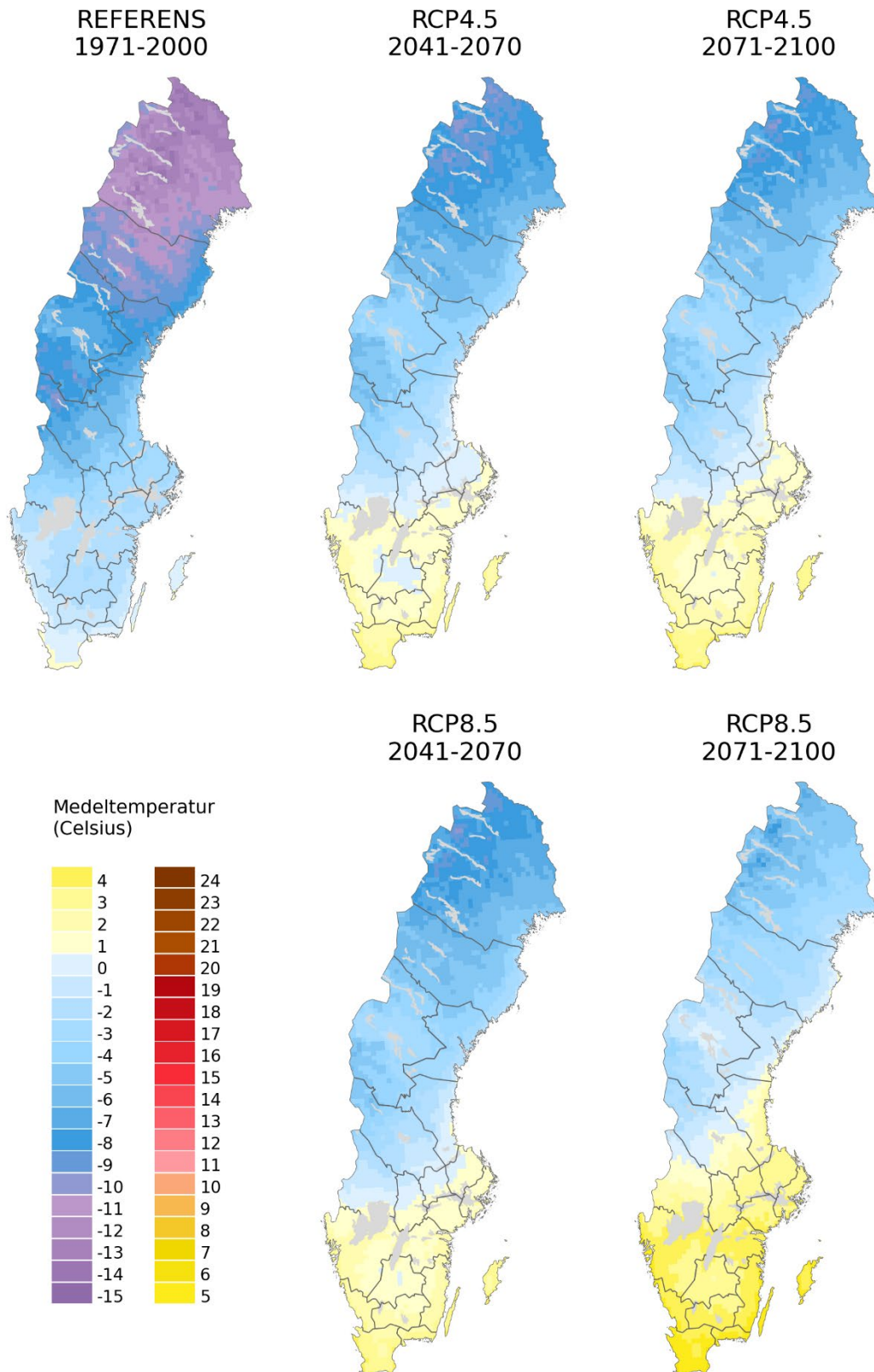
3.2 Medeltemperatur vinter

Medeltemperaturen förändras olika mycket under olika årstider. Sedan mitten av 1800-talet fram till perioden 1991-2020 har medeltemperaturen i Sverige under vintermånaderna (december, januari och februari) ökat med 2,3 grader. Vintertemperaturen ökar i framtiden i genomsnitt mer än årsmedeltemperaturen och mer än under någon annan årstid. Den största förändringen ses i norra Sveriges kust- och inland.

Under referensperioden 1971-2000 var medeltemperaturen mellan ungefär 14 minusgrader i norr och ungefär 0°C i söder, se Figur 4. Endast längs med den skånska kusten var medeltemperaturen på plussidan.

Figur 4 visar att gränsen mellan plus- och minusgrader flyttar allt längre norrut. Oavsett framtidsscenario blir det plusgrader i stort sett hela Götaland i södra delarna av Svealand i slutet av seklet. Samma vintertemperaturer som under referensperioden syns i Skåne kommer i slutet av seklet finnas i mellersta Svealand (RCP4,5), eller södra Norrland och Norrlandskusten (RCP8,5).

Temperaturen under vintersäsongen ökar mest i norra Sverige. Enligt RCP4,5 ökar temperaturen mellan 2,5 grader i söder och 6,5 grader i norr till slutet av seklet. Enligt RCP8,5 upp till 8,0 grader till slutet av seklet, i söder ungefär 4,5 grader. Se Bilaga 7.2 för karta på temperaturförändringen.



Figur 4. Vintermedeltemperatur (december, januari, februari) för den historiska tidsperioden 1971-2000 samt två framtidsperioder; 2041-2070 och 2071-2100. Framtidsperioderna beskrivs med scenarierna RCP4,5 och RCP8,5

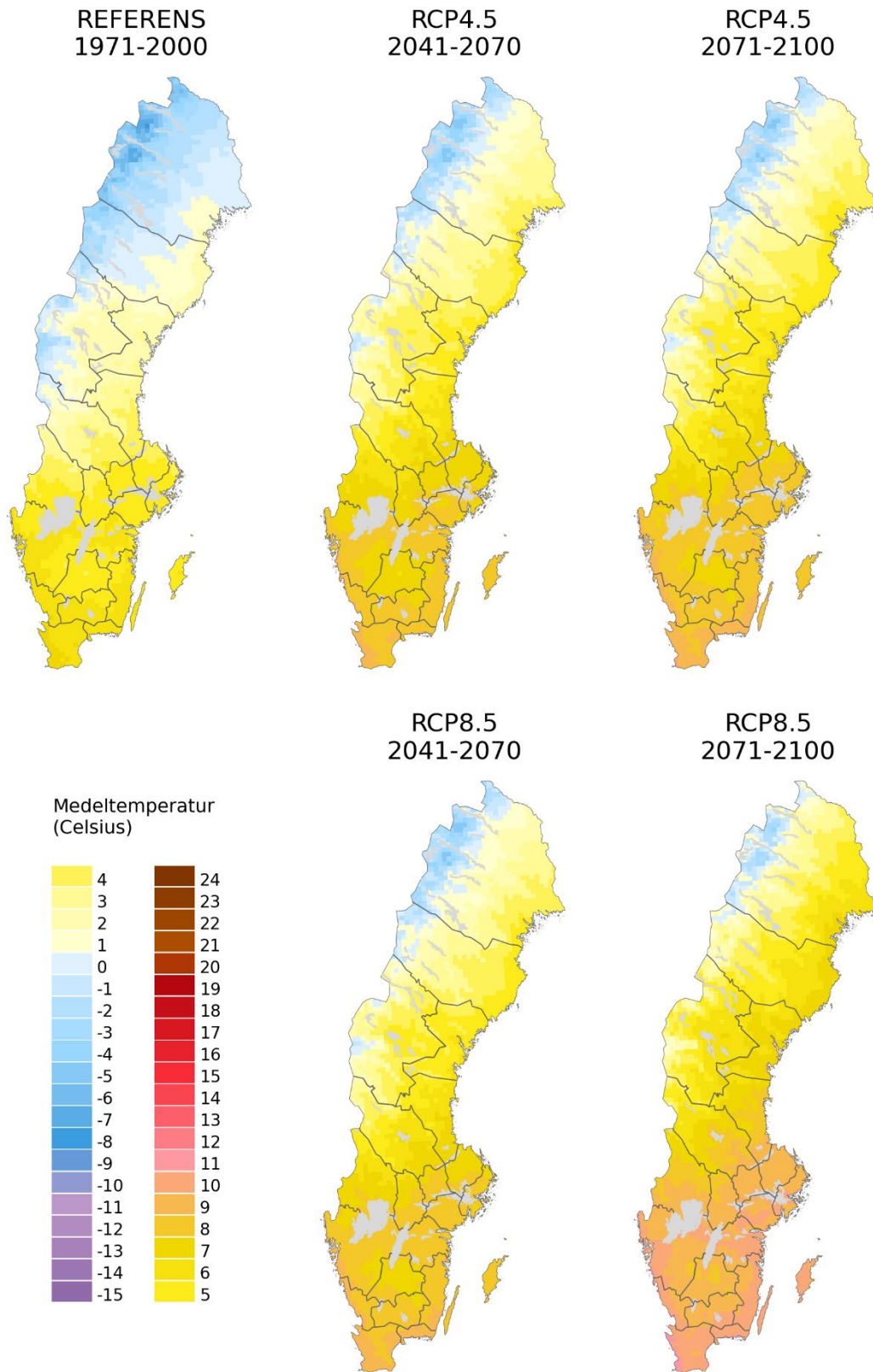
3.3 Medeltemperatur vår

Sedan mitten av 1800-talet och fram till de senaste 30 åren har medeltemperaturen i Sverige under vårmånaderna (mars, april och maj) ökat med 2,6 grader. Historiskt har alltså vårtemperaturen ökat mer än temperaturen under övriga årstider. För vårtemperaturen i framtiden ses den största förändringen i Sveriges norra del, och ökningen är lite lägre än årsmedeltemperaturen.

Under referensperioden 1971-2000 var medeltemperaturen mellan 8 minusgrader i norr och 7 plusgrader längst i söder enligt Figur 5. Gränsen mellan plus- och minusgrader gick genom Norrlands inland.

Framtidskartorna i Figur 5 visar att gränsen mellan plus- och minusgrader flyttar allt längre norrut. Endast fjällområden har medeltemperatur under 0°C i slutet av seklet. Samma vårtemperaturer som under referensperioden syns i Skåne kommer i slutet av seklet synas i mellersta Svealand (RCP4,5) eller södra Norrlands inland och längs med Norrlandskusten (RCP8,5).

Temperaturen under vårsäsongen ökar mest i norra Sverige. Enligt RCP4,5 stiger temperaturen med mellan 2,0 och 4,0 grader till slutet av seklet. Enligt RCP8,5 upp till 6,0 grader till slutet av seklet, i söder ca 3,5 grader. Se Bilaga 7.3 för kartor på temperaturförändringen.



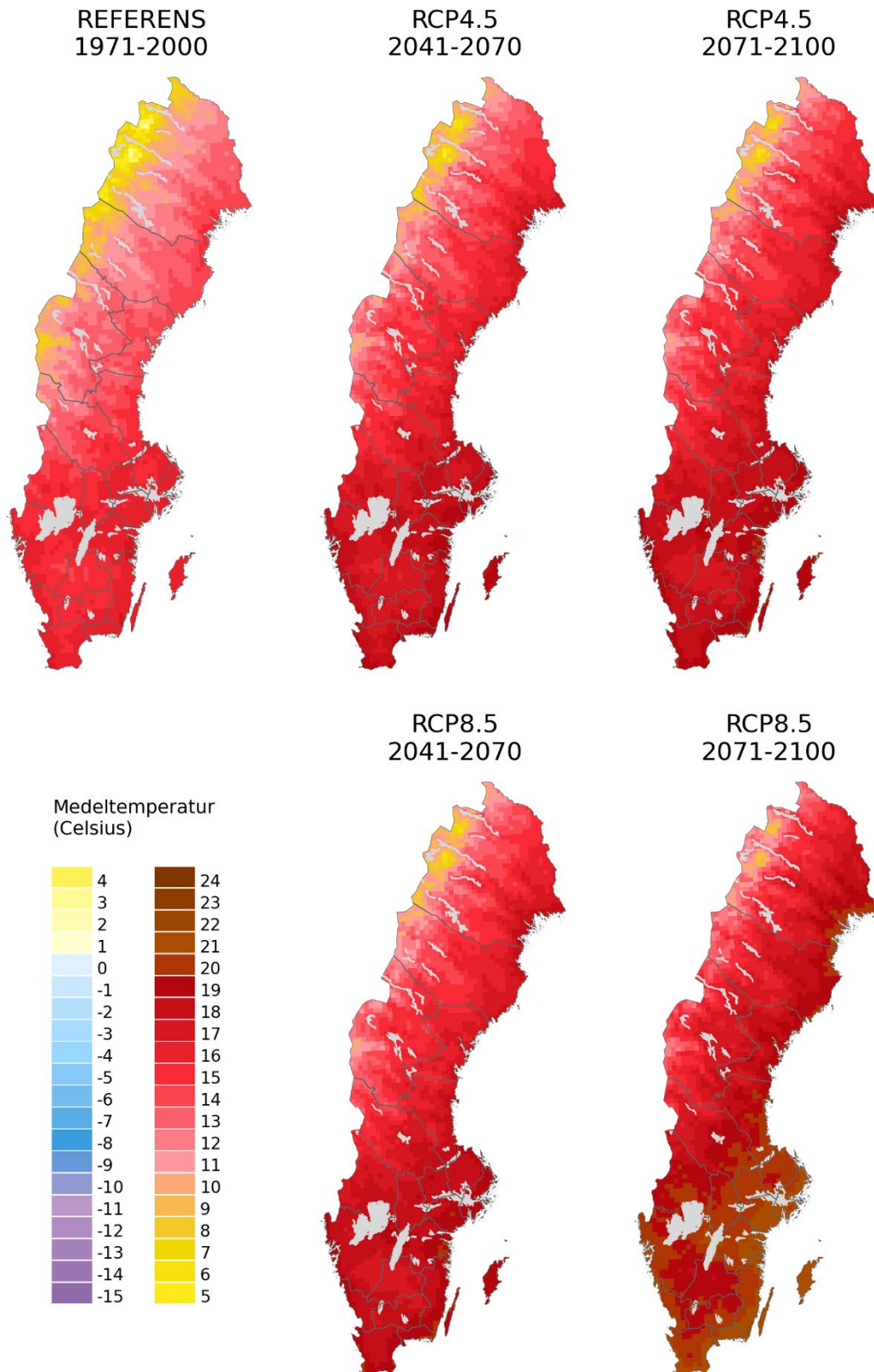
Figur 5. Vårmedeltemperatur (mars, april, maj) för den historiska tidsperioden 1971-2000 samt två framtidsperioder; 2041-2070 och 2071-2100. Framtidsperioderna beskrivs med scenarierna RCP4,5 och RCP8,5

3.4 Medeltemperatur sommar

Sedan mitten av 1800-talet fram till de senaste 30 åren har sommartemperaturen (juni, juli och augusti) i Sverige ökat med 1,3 grader, vilket innebär att sommartemperaturen har ökat minst av alla säsongstemperaturer. För sommartemperaturen i framtiden ses den största förändringen i Sveriges norra del samt längs med kusterna, och uppvärmningen går långsammare än året som helhet.

Under referensperioden 1971-2000 var sommartemperaturen mellan 3°C i fjällen och 18°C längst i söder enligt Figur 6. Endast i fjällen var medeltemperaturen under 10°C.

Figur 6 visar att även fjällen blir allt varmare. Temperaturen under sommarsäsongen ökar mest i norra Sverige och i kustområden upp till ca 5,5 grader enligt RCP8,5 till slutet av seklet, i söder ca 4,0 grader. Enligt RCP4,5 ökar temperaturen mellan 2,0 och 3,5 grader till slutet av seklet. Se Bilaga 7.4 för kartor på temperaturförändringen.



Figur 6. Sommarmedeltemperatur (juni, juli, augusti) för den historiska tidsperioden 1971-2000 samt två framtidsperioder; 2041-2070 och 2071-2100. Framtidsperioderna beskrivs med scenarierna RCP4,5 och RCP8,5

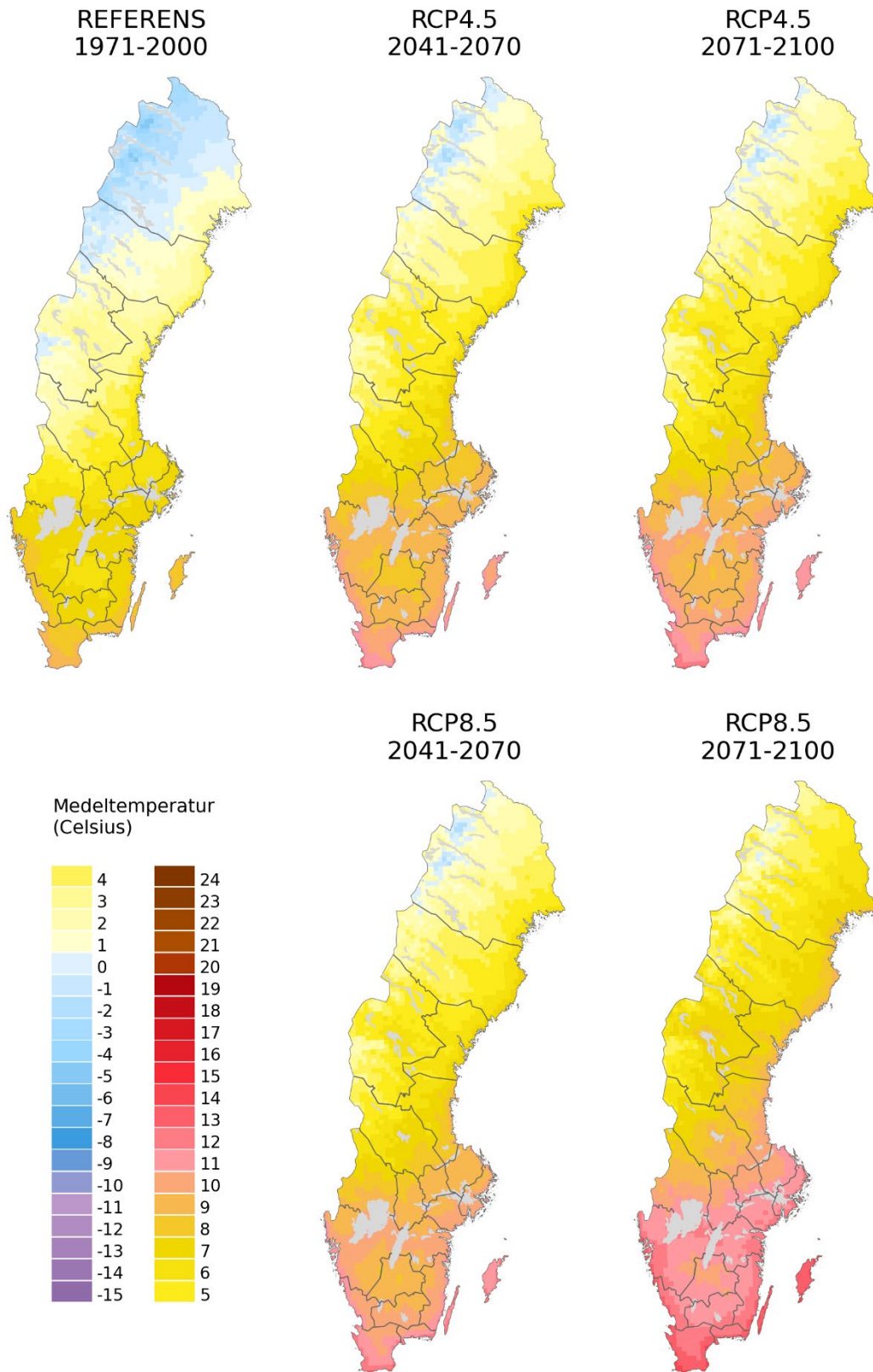
3.5 Medeltemperatur höst

Sedan mitten av 1800-talet fram till de senaste 30 åren har medeltemperaturen i Sverige under höstmånaderna (september, oktober och november) ökat med 1,5 grader. För hösttemperaturen i framtiden ses den största förändringen i norra Sverige, och ökningen sker lite långsammare än årsmedeltemperaturen.

Under referensperioden 1971-2000 var medeltemperaturen för hösten mellan 5 minusgrader i norr och 9 plusgrader längst i söder, se Figur 7. Gränsen mellan plus- och minusgrader gick genom norra Norrlands inland.

Figur 7 visar att gränsen mellan plus- och minusgrader flyttar allt längre norrut. I slutet av seklet finns enligt RCP4,5 endast ett mindre område med minusgrader i norra Norrlands fjällkedja, medan det enligt RCP8,5 är plusgrader i stort sett hela landet. Skånes temperaturklimat för höstsäsongen under referensperioden hamnar i slutet av seklet i mellersta Svealand (RCP4,5) eller norra Svealand (RCP8,5).

Temperaturen under höstsäsongen ökar mest i norra Sverige, upp till 6 grader i norr enligt RCP8,5 till slutet av seklet, i söder ca 4 grader. Enligt RCP4,5 ökar temperaturen mellan 2 och 4 grader till slutet av seklet. Se Bilaga 7.5 för kartor på temperaturförändringen.

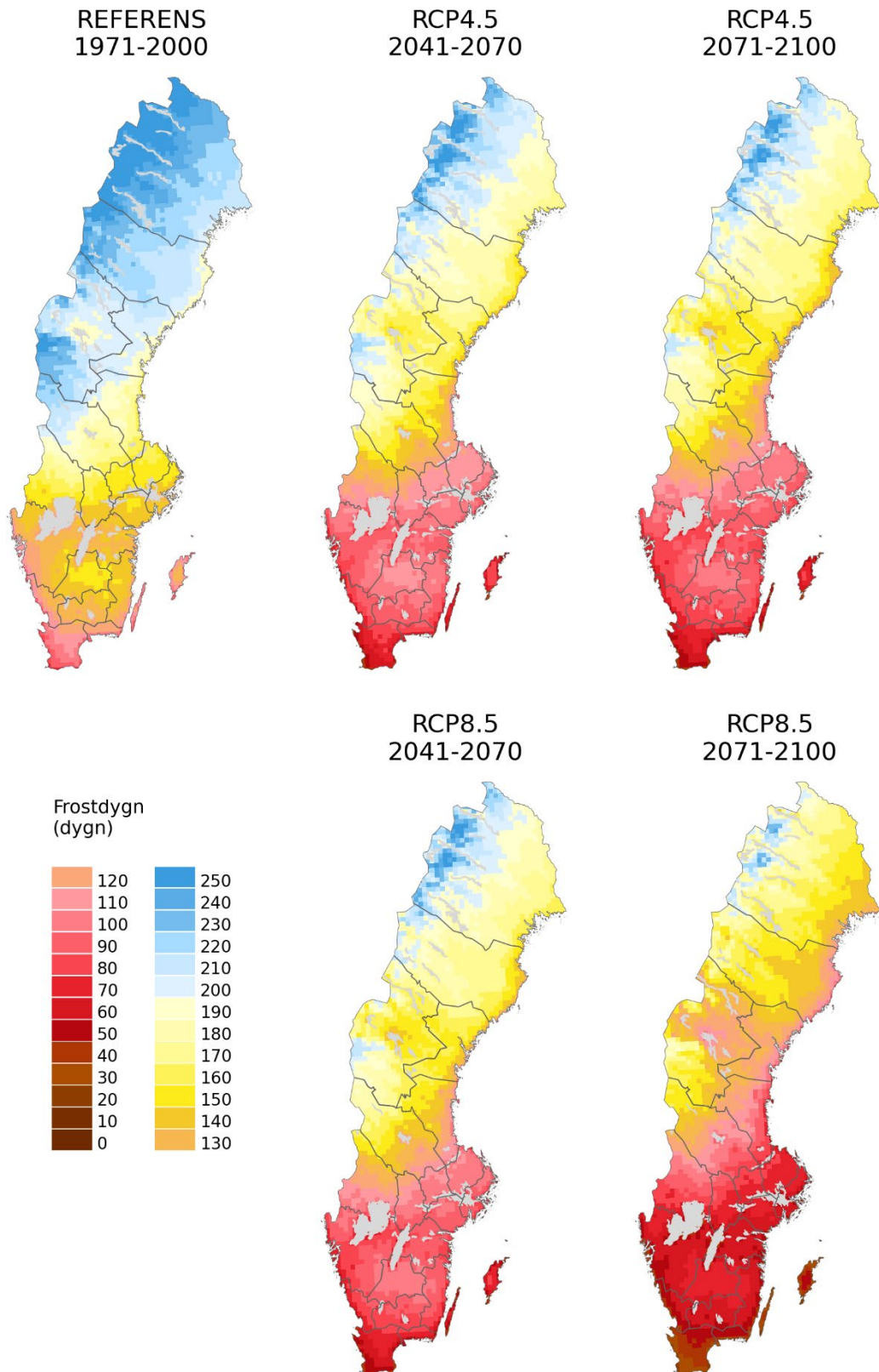


Figur 7. Höstmedeltemperatur (september, oktober, november) för den historiska tidsperioden 1971-2000 samt två framtidsperioder; 2041-2070 och 2071-2100. Framtidsperioderna beskrivs med scenarierna RCP4,5 och RCP8,5

3.6 Frostdygn

Frostdygn är de dygn då den lägsta temperaturen under dygnet understiger 0°C. Antalet frostdygn per år minskar i hela landet.

Under referensperioden 1971-2000 var antalet frostdygn per år i Sverige mellan 90 dygn i söder och 250 dygn längst i norr enligt Figur 8. Antalet frostdygn minskar ungefär lika mycket över hela landet. I slutet av seklet blir frostdygn ovanliga längs med Götalandskusten. Skånes förhållanden under referensperioden har förflyttats till Norrlandskusten och området kring Storsjön enligt RCP8,5, vilket innebär en minskning på 2-3 månader av antalet frostdygn. Enligt RCP4,5 är förändringen mindre, antal frostdygn minskar med 1-2 månader.

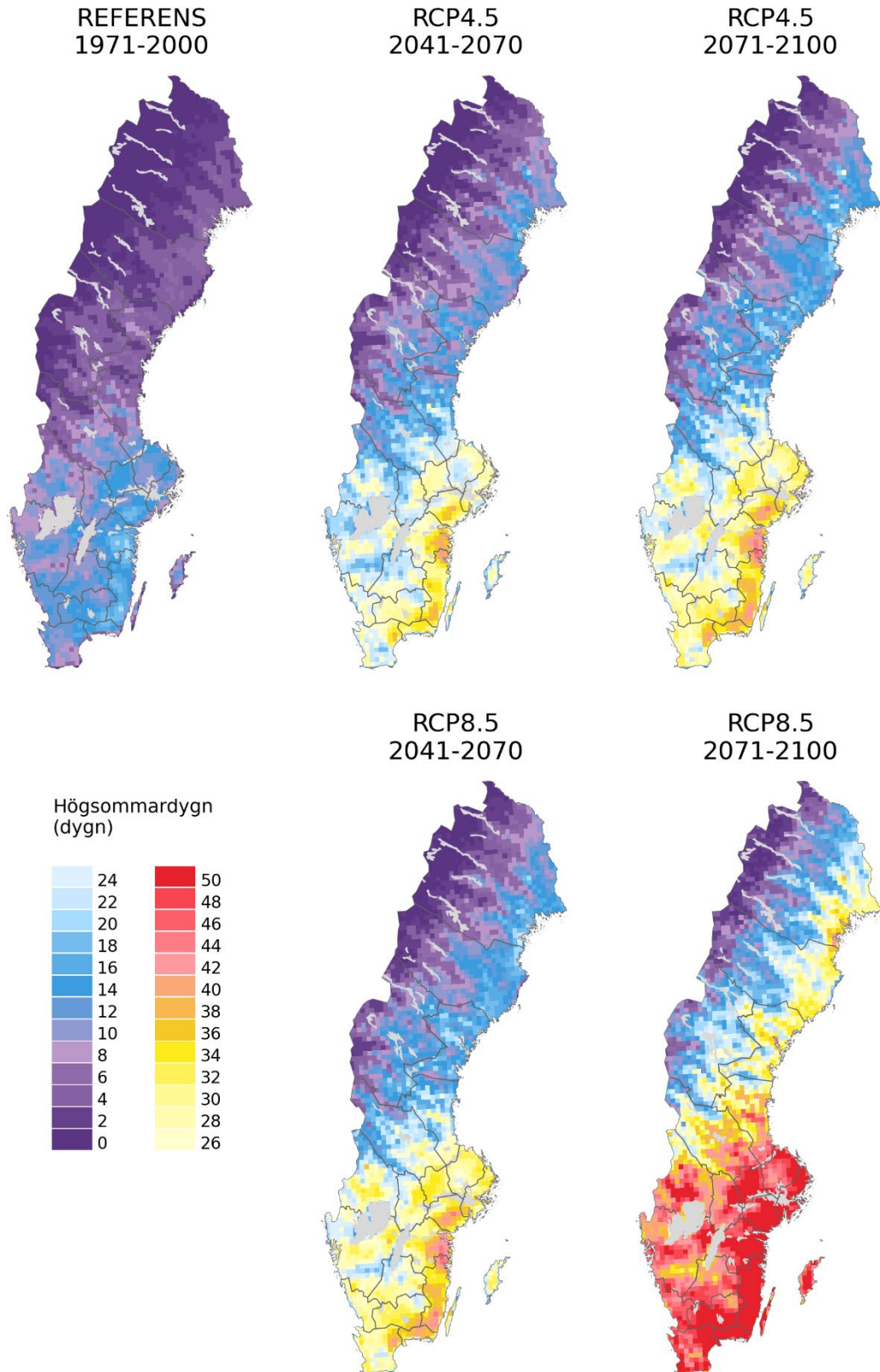


Figur 8. Antal frostdygn per år för den historiska tidsperioden 1971-2000 samt två framtidsperioder; 2041-2070 och 2071-2100. Framtidsperioderna beskrivs med scenarierna RCP4,5 och RCP8,5

3.7 Högsommardygn

Högsommardygn är dygn då dygnets maxtemperatur överstiger 25°C. I takt med att klimatet blir varmare ökar antal högsommardygn per år i stort sett i hela Sverige. Den största ökningen sker i södra Sverige, speciellt i Östersjölandskapen.

Under referensperioden 1971-2000 var antalet högsommardygn i södra Sverige ca 10 per år. I norra Sverige upp till 6 per år och i fjällen var de ovanliga. Antalet högsommardygn ökar i hela landet. Figur 9 visar att det kan förekomma mellan 20 till 40 högsommardygn i södra Sverige med RCP4,5, i norra Sverige runt 10. Enligt RCP8,5 blir det upp till 50 högsommardygn per år i Östersjölandskapen i slutet av seklet. Längs med Norrlandskusten runt 30 och i Norrlands inland 10-20. På kalfjället kommer högsommardygn fortsatt att vara ovanligt.



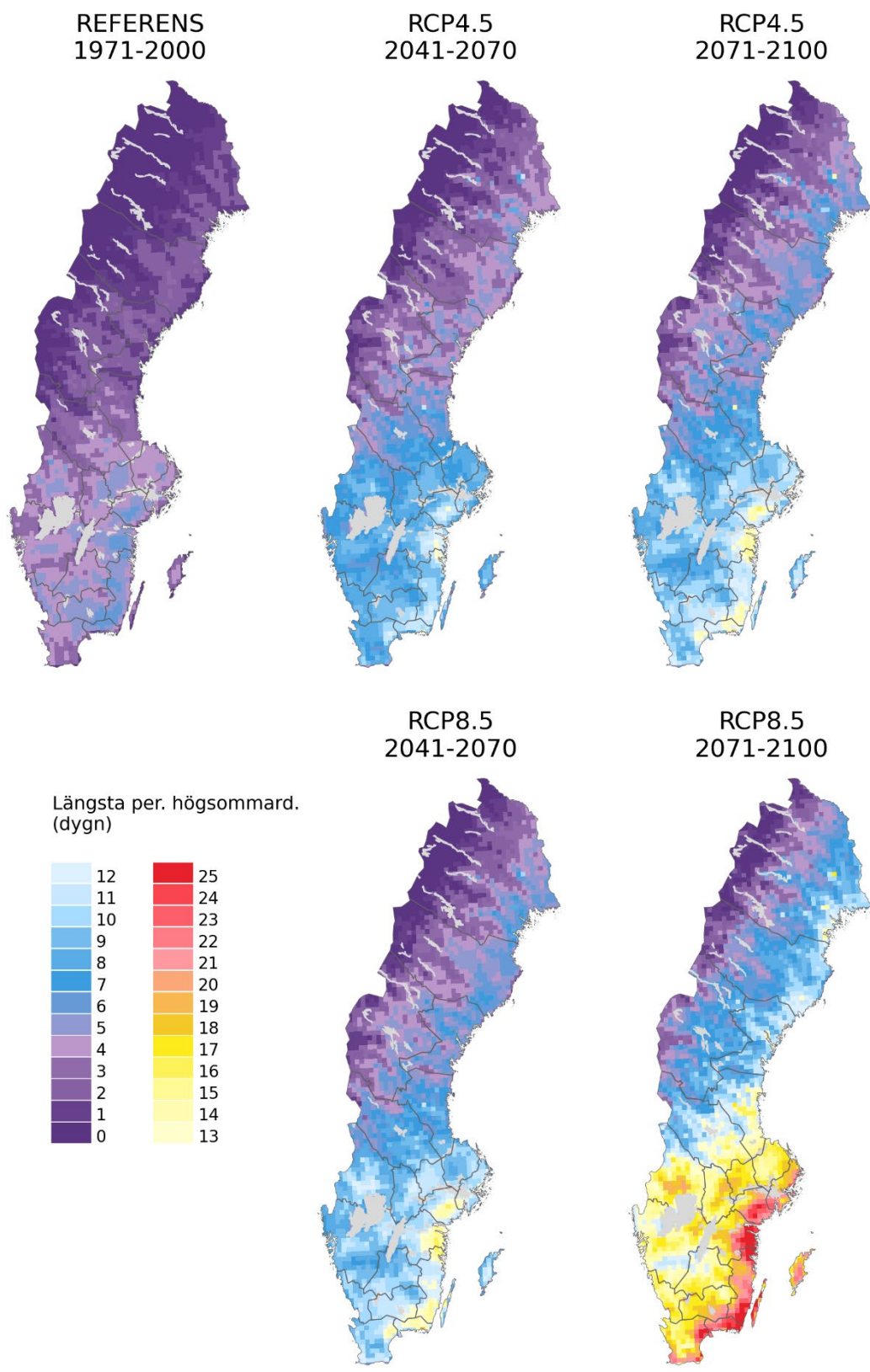
Figur 9. Antal högsommardygn per år för den historiska tidsperioden 1971-2000 samt två framtidsperioder; 2041-2070 och 2071-2100. Framtidsperioderna beskrivs med scenarierna RCP4,5 och RCP8,5

3.8 Längsta period med högsommardygn

Längsta period med högsommardygn är den längsta sammanhängande period per år då temperaturen varje dag överstigit 25 °C. Det är ett sätt att beskriva värmebölja. Längsta perioden med högsommardygn ökar, mest i söder och speciellt i Östersjölandskapen.

Under referensperioden 1971-2000 var den längsta sammanhängande perioden med högsommardagar per år i Sverige upp till 6 dygn i söder och upp till 2 dygn i östra Norrland, se Figur 10. Observera att kartorna visar medelvärden över 30 år, det kan därmed ha förekommit betydligt längre perioder enskilda år.

Längsta period med högsommardygn blir längre i stort sett hela landet, framförallt i söder. I Östersjölandskapen blir perioderna runt 10 dagar i söder, och runt 5 i norr enligt RCP4,5. Enligt RCP8,5 blir perioderna med högsommardygn upp till 25 dagar långa, i resten av södra Sverige knappt 20 dagar. I norra Sverige upp till 10 dagar, i fjällen förekommer dock inga högsommardygn.



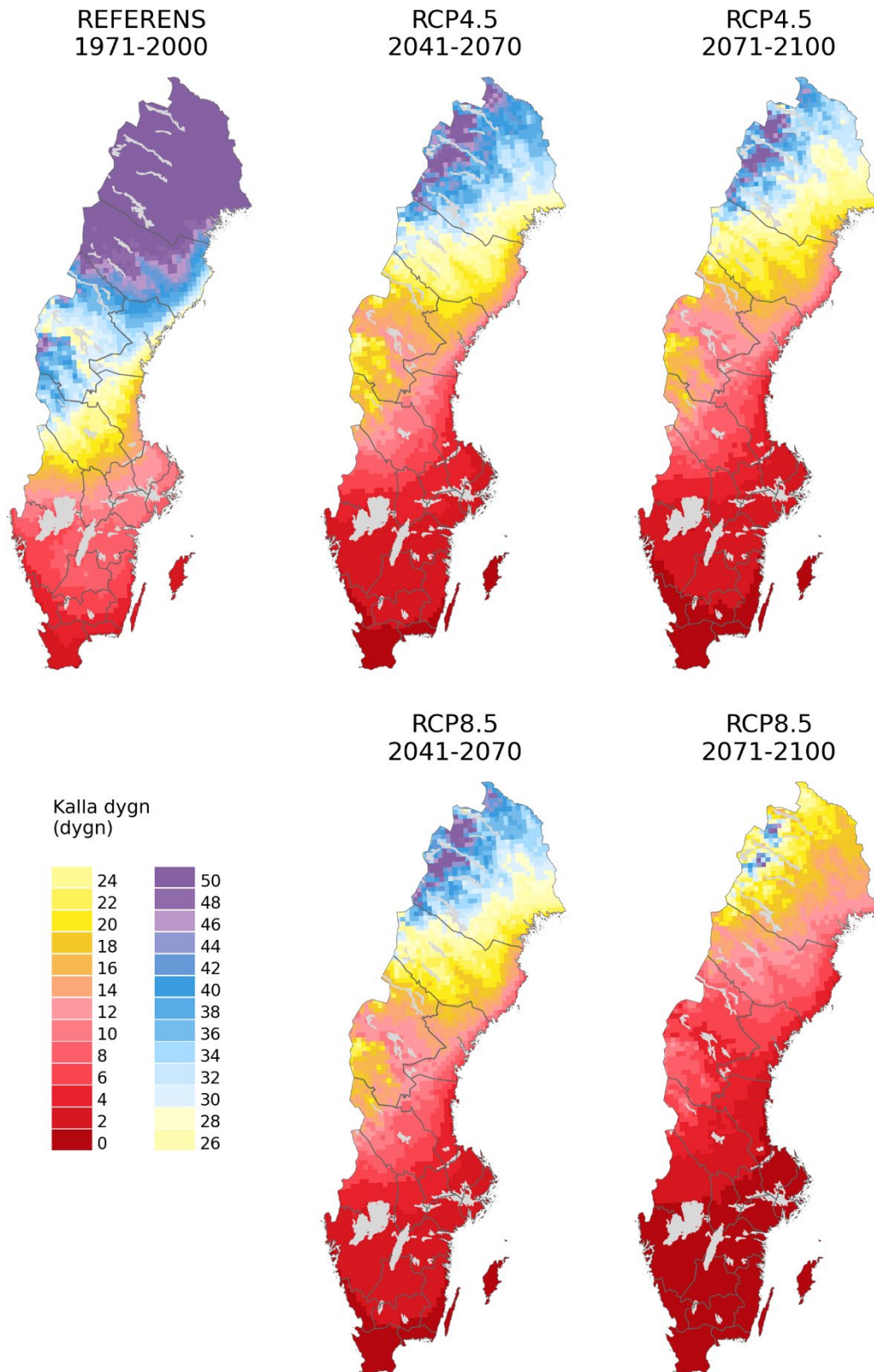
Figur 10. Längsta period med högsommardygner per år för den historiska tidsperioden 1971-2000 samt två framtidsperioder; 2041-2070 och 2071-2100. Framtidsperioderna beskrivs med scenarierna RCP4,5 och RCP8,5

3.9 Kalla dygn

Kalla dygn är här definierat som dygn då maxtemperaturen understiger $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$, alltså kalla vinterdagar. Antalet kalla dygn per år minskar i hela Sverige, och den största minskningen sker i norra Sverige.

Under referensperioden 1971–2020 var antalet kalla dygn per år i Sverige från 0 i söder, runt 20 i mellersta Sverige till över 50 längst i norr, se Figur 11.

Enligt RCP4,5 blir det inga eller bara enstaka kalla dygn i Götaland och södra Svealand samt södra Norrlandskusten i slutet av seklet. I södra Norrland runt 10 kalla dygn, med en gradvis ökning norrut, i fjällkedjan upp mot 50 dygn. Enligt RCP8,5 blir antalet kalla dygn ännu färre, ett fåtal i södra Norrland och 10-20 i norra Norrland.



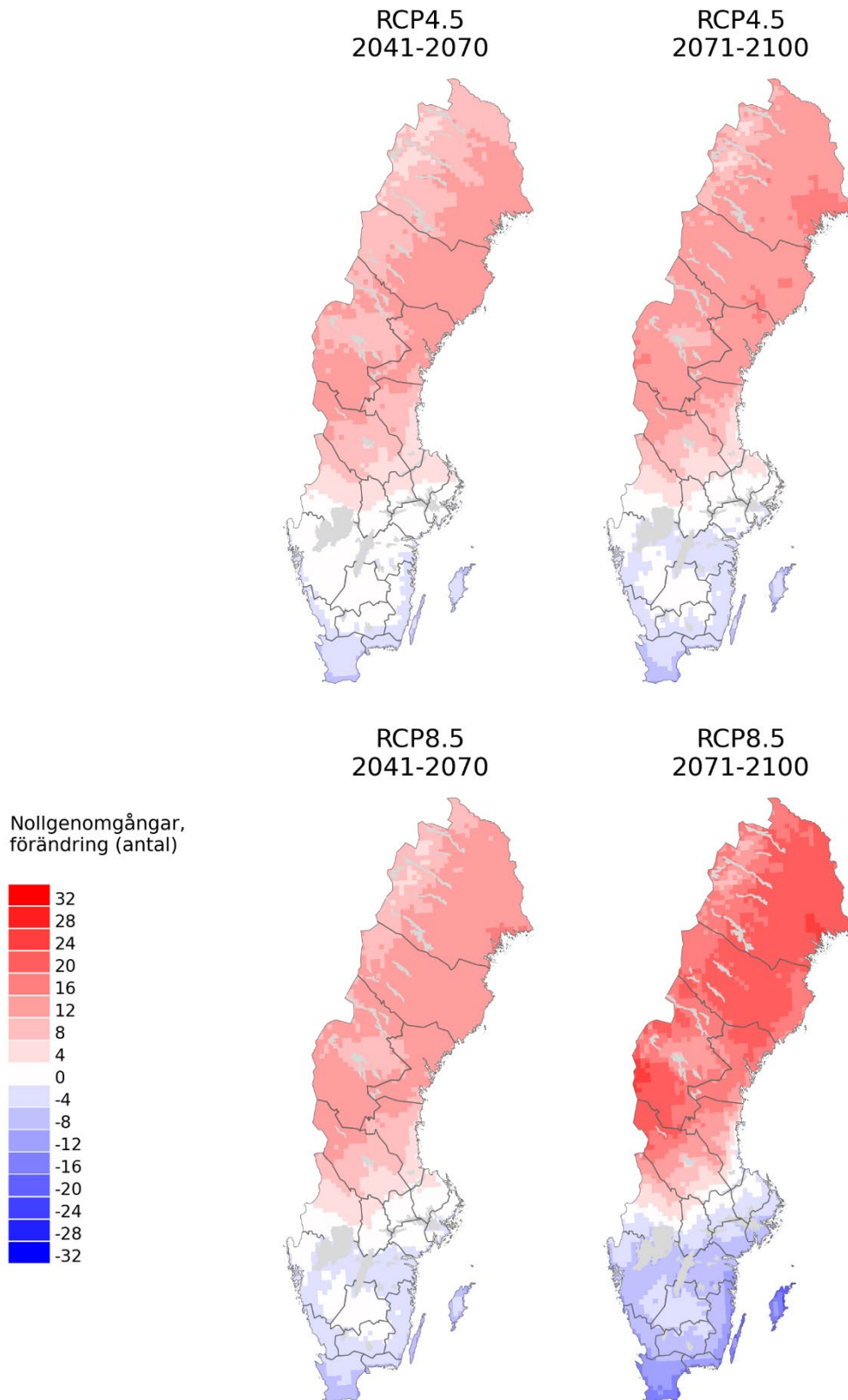
Figur 11. Antal kalla dygn per år för den historiska tidsperioden 1971-2000 samt två framtidsperioder; 2041-2070 och 2071-2100. Framtidsperioderna beskrivs med scenarierna RCP4,5 och RCP8,5

3.10 Nollgenomgångar vinter

Ett dygn med nollgenomgång är ett dygn där den högsta temperaturen är över noll grader, och där den lägsta temperaturen är under noll grader. Här presenteras *förändringen* i antal dygn per år där nollgenomgångar förekommer.

Under referensperioden 1971–2000 var antalet dagar med nollgenomgångar under vintermånaderna (december, januari och februari) upp till 40 stycken i södra Götaland och Svealand samt längs södra Norrlandskusten. Antalet nollgenomgångar avtog norrut där temperaturen vintertid höll sig väl under noll grader.

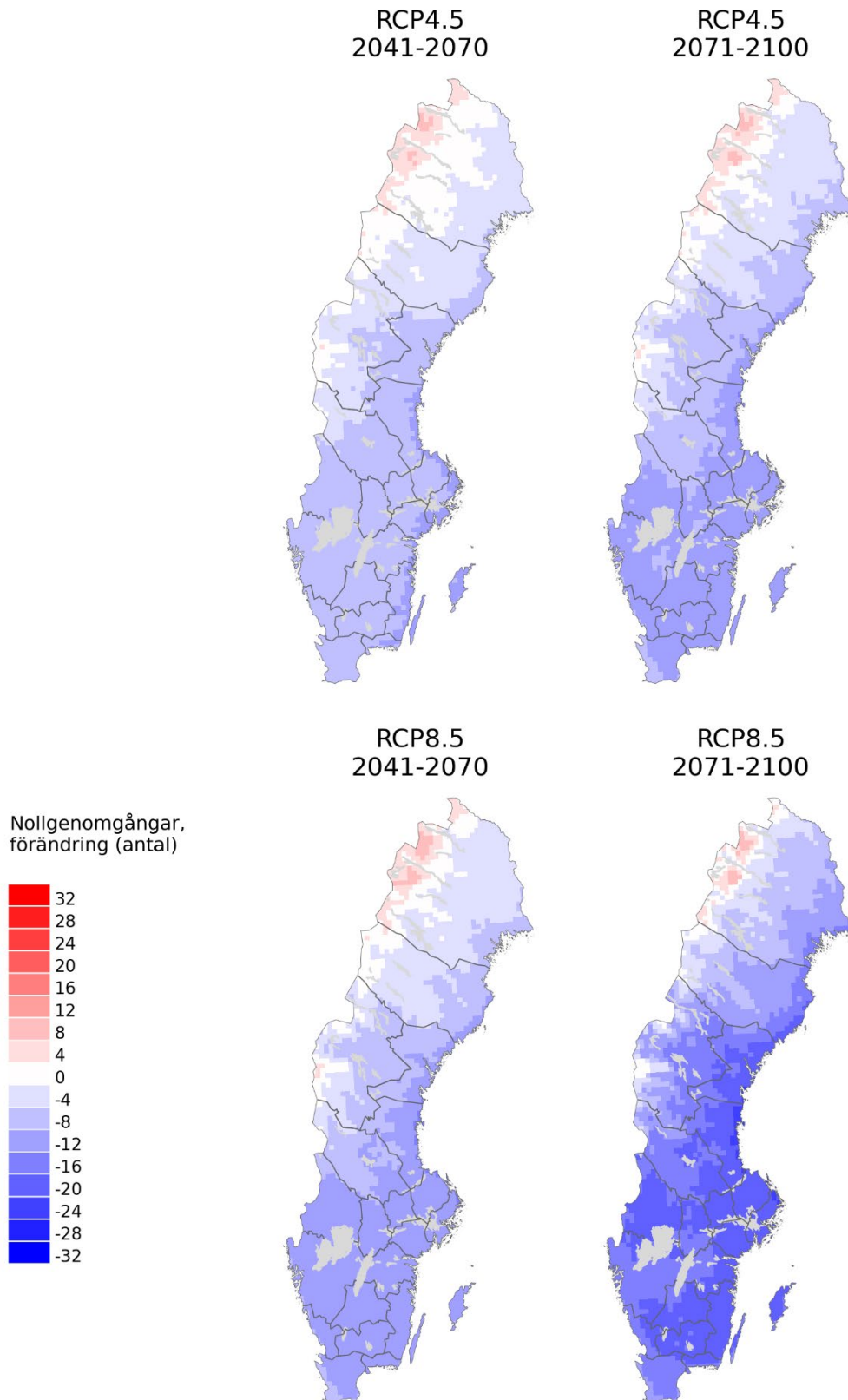
Med ökad temperatur ökar antalet dagar med nollgenomgångar på vintern i Norrland och norra Svealand, medan antalet minskar i södra Svealand och Götaland, se Figur 12. Ökningen i Norrland beror på en ökad förekomst av plusgrader på vintern och minskningen i söder beror på att temperaturen oftare håller sig på plussidan hela dygnet. Ökningen i Norrland är upp till 24 dagar enligt RCP8,5, och upp till 16 dagar enligt RCP4,5



Figur 12. Förändring i antal dygn med nollgenomgångar på vintern för framtidsperioderna 2041-2070 och 2071-2100 jämfört med historiska tidsperioden 1971-2000. Framtidsperioderna beskrivs med scenarierna RCP4,5 och RCP8,5.

3.11 Nollgenomgångar vår

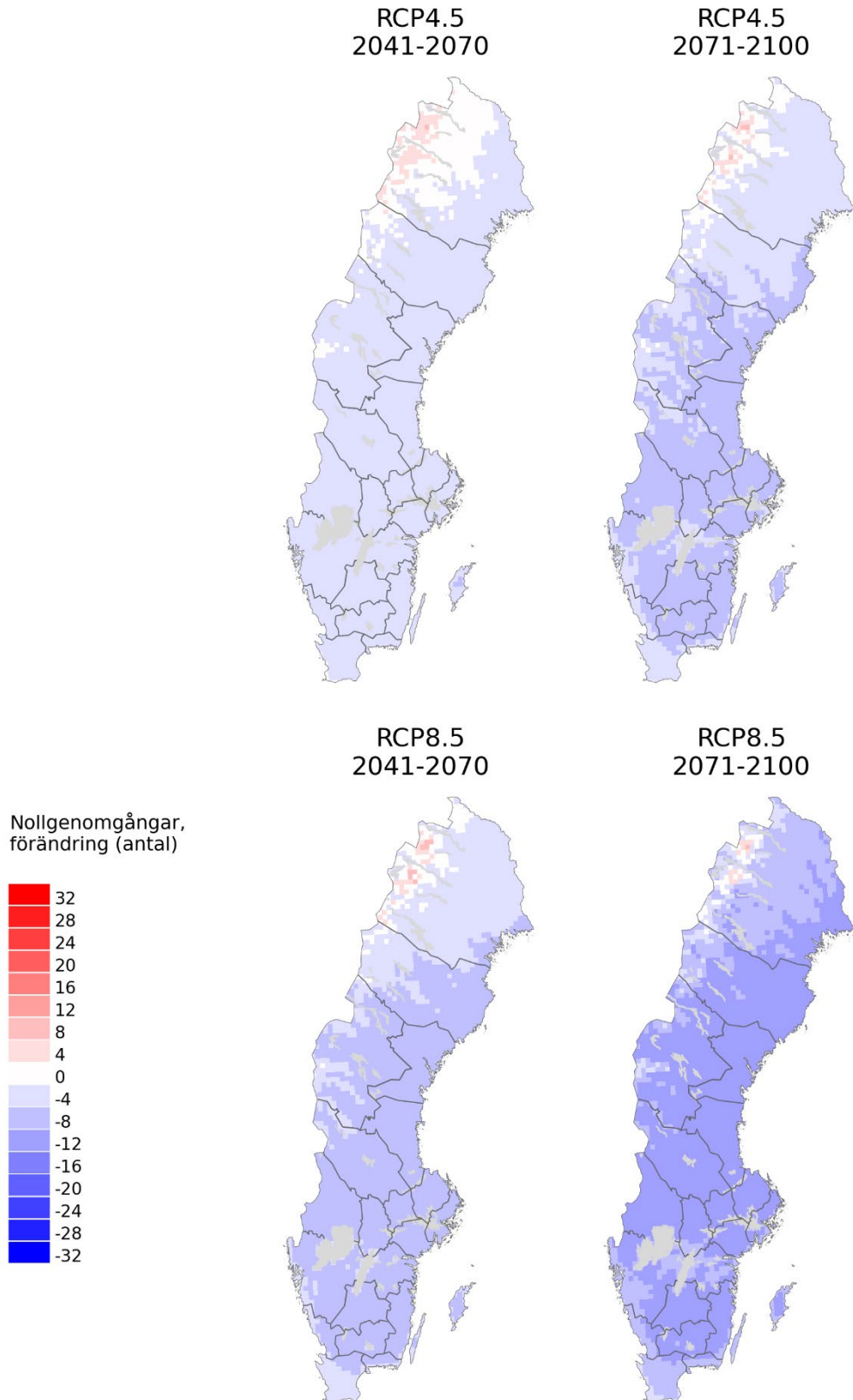
Figur 13 visar förändringen av antalet dygn med nollgenomgångar under våren (mars, april och maj) för två framtidsperioder jämfört med 1971-2000. Nollgenomgångarna minskar i hela landet, förutom i nordligaste fjällen. Våren kommer tidigare och plusgrader blir vanligare. Störst är förändringen i landets södra delar, upp till ca 20 dagar färre dagar med nollgenomgångar enligt RCP8,5 till slutet av seklet, i norr upp till 16 dagar. Enligt RCP4,5 minskar antal dagar med nollgenomgångar i samma områden, men inte i lika stor omfattning.



Figur 13. Förändring i antal dygn med nollgenomgångar på vånr för framtidsperioderna 2041-2070 och 2071-2100 jämfört med historiska tidsperioden 1971-2000. Framtidsperioderna beskrivs med scenarierna RCP4,5 och RCP8,5.

3.12 Nollgenomgångar höst

Figur 14 visar att antalet dygn med nollgenomgångar under hösten (september, oktober och november) minskar i hela landet, förutom i nordligaste fjällerna. Störst är förändringen i östra Götaland, Svealand och södra Norrland, upp till ca 12 dagar färre enligt RCP8,5 till slutet av seklet. Enligt RCP4,5 minskar antal dagar med nollgenomgångar upp till 8 per år till slutet av seklet.

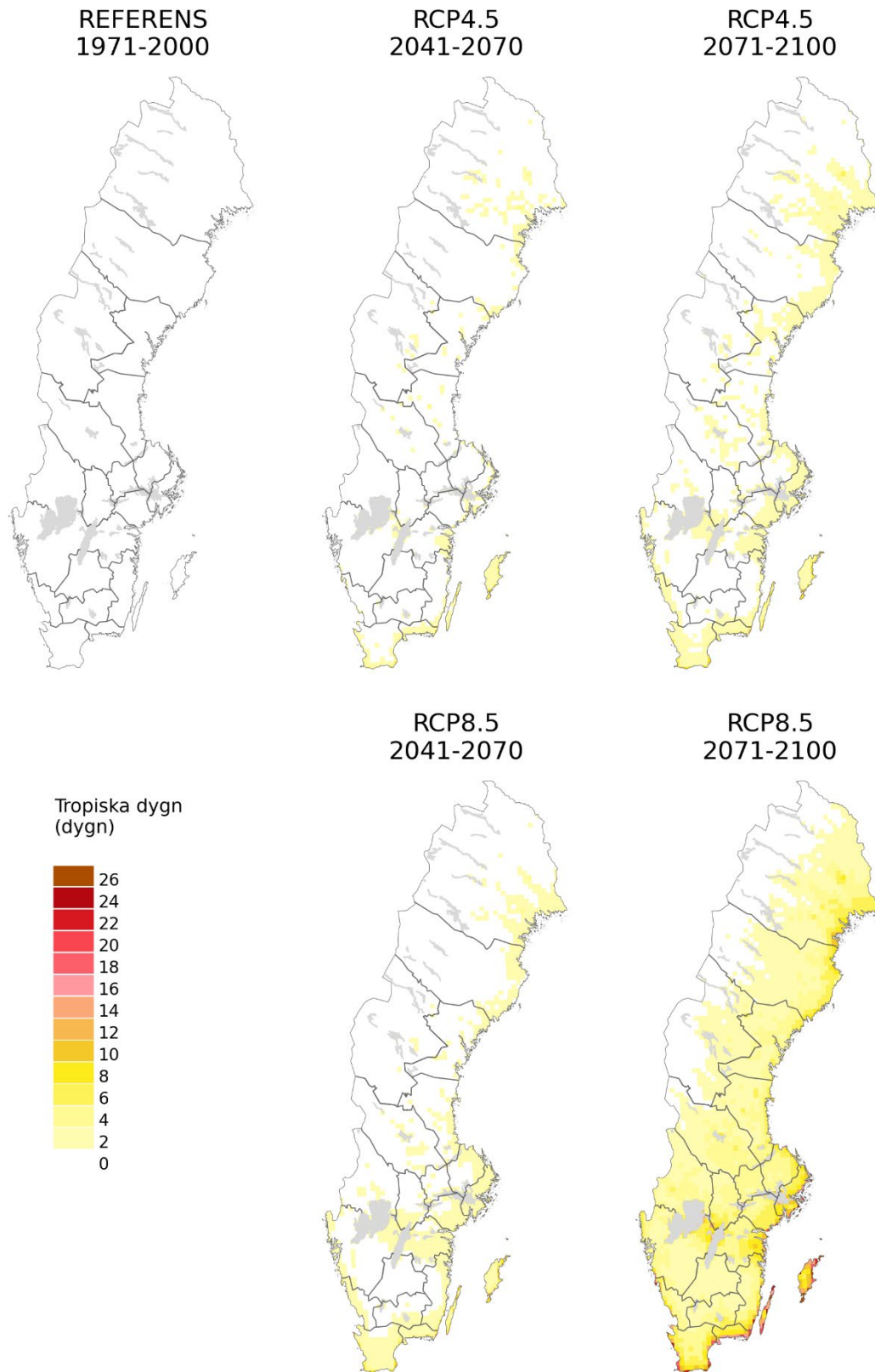


Figur 14. Förändring i antal dygn med nollgenomgångar på hösten för framtidsperioderna 2041-2070 och 2071-2100 jämfört med historiska tidsperioden 1971-2000. Framtidsperioderna beskrivs med scenarierna RCP4,5 och RCP8,5.

3.13 Tropiska dygn

Tropiska dygn är dygn då den lägsta temperaturen överstiger 20°C, alltså dygn med ovanligt varma nätter. Tropiska dygn har historiskt varit mycket ovanligt i Sverige, men ökar i hela landet.

Under referensperioden 1971-2000 förekom inga eller ett fåtal tropiska dygn per år enligt Figur 15. De tropiska dygnen ökar i hela landet i framtiden. Störst är ökningen längs med kusten, framförallt i Östersjölandskapen och på Öland och Gotland. Här kan det bli upp emot 20 tropiska dygn per år i slutet av seklet, enligt RCP8,5, men även Norrlandskusten kan få runt 8-10 tropiska dygn per år. I Götaland, Svealand och Norrlands inland upp till 5 dygn, i fjällkedjan är de fortsatt ovanliga. RCP 4.5 visar på runt 5 dygn längs kusten, lite färre i Norrland. Generellt sett är ökningen störst längs med kusterna.



Figur 15. Antal tropiska dygn per år för den historiska tidsperioden 1971-2000 samt två framtidsperioder; 2041-2070 och 2071-2100. Framtidsperioderna beskrivs med scenarierna RCP4,5 och RCP8,5

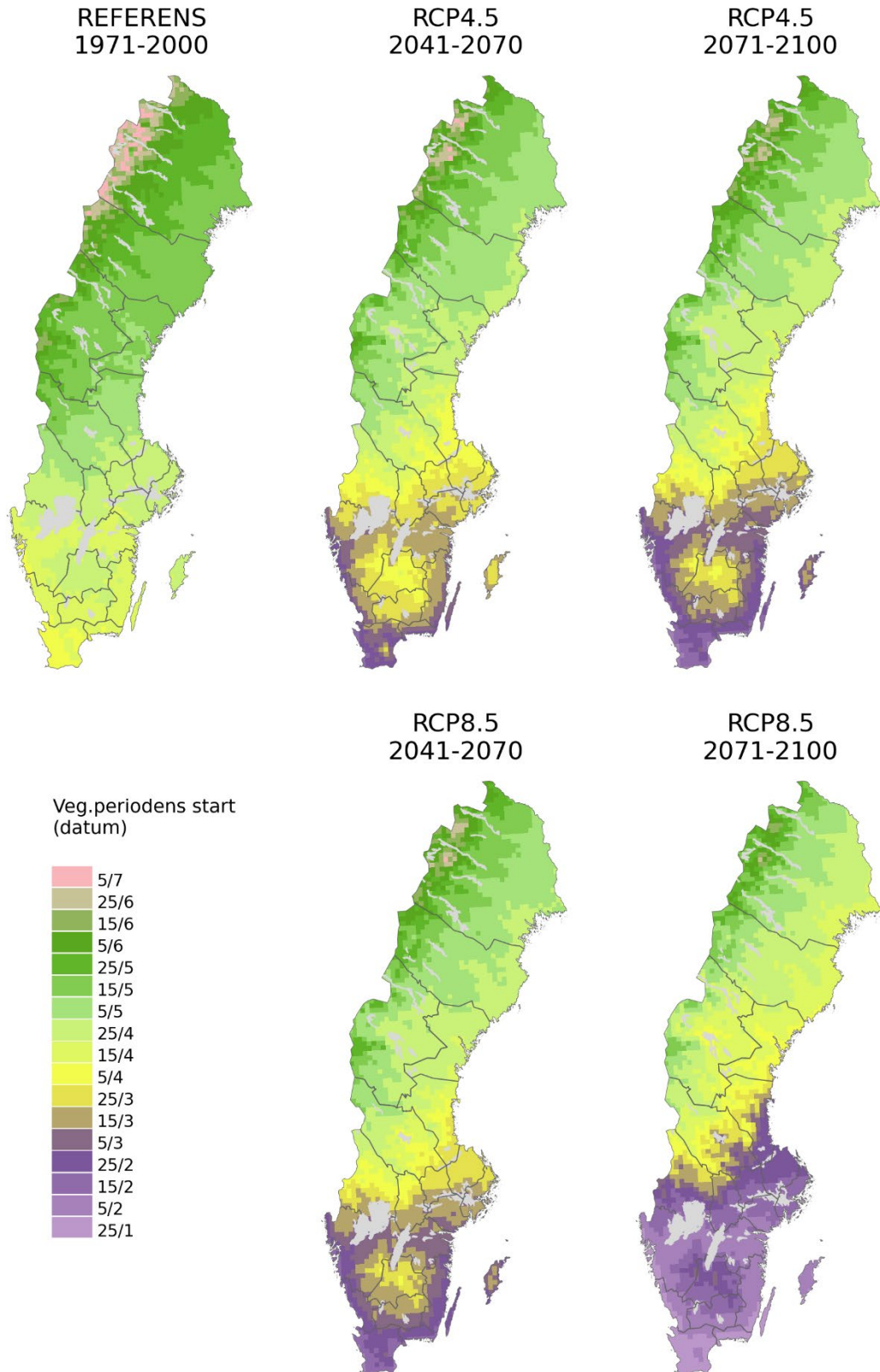
3.14 Vegetationsperiodens start

Vegetationsperiodens start avser det första dygnet i en sammanhängande period om sex dygn då dygnsmedeltemperaturen under alla sex dyggen är över 5 °C. Indikatorn baseras enbart på temperatur och tar inte hänsyn till solinstrålning. Vegetationsperiodens start inträffar allt tidigare i hela Sverige, med den största förändringen i söder.

Analysen sedan 1900-talets början fram till idag visar att vegetationsperiodens start har anlänt allt tidigare under året. Trenden är särskilt tydlig sedan slutet på 1990-talet, och den största förändringen ses i Götaland där vegetationsperioden inleds nästan två veckor tidigare.

Under referensperioden 1971-2000 startade vegetationsperioden i genomsnitt runt den 5 april längst i söder, och den 5 juli i Lapplandsfjällen (Figur 16). I takt med uppvärmningen inleds vegetationsperioden tidigare. Enligt RCP4,5 inleds den ca 7 veckor tidigare längst i söder och ca 3 veckor i norr. Enligt RCP8,5 ca 10 veckor längst i söder och 4 veckor längst i norr.

Starten för vegetationsperioden som under referensperioden gäller i Skåne gäller i slutet av seklet i mellersta Svealand och längs södra Norrlandskusten enligt RCP4,5, enligt RCP8,5 även de inre delarna av södra Norrland.



Figur 16. Vegetationsperiodens start för den historiska tidsperioden 1971-2000 samt två framtidsperioder; 2041-2070 och 2071-2100. Framtidsperioderna beskrivs med scenarierna RCP4,5 och RCP8,5

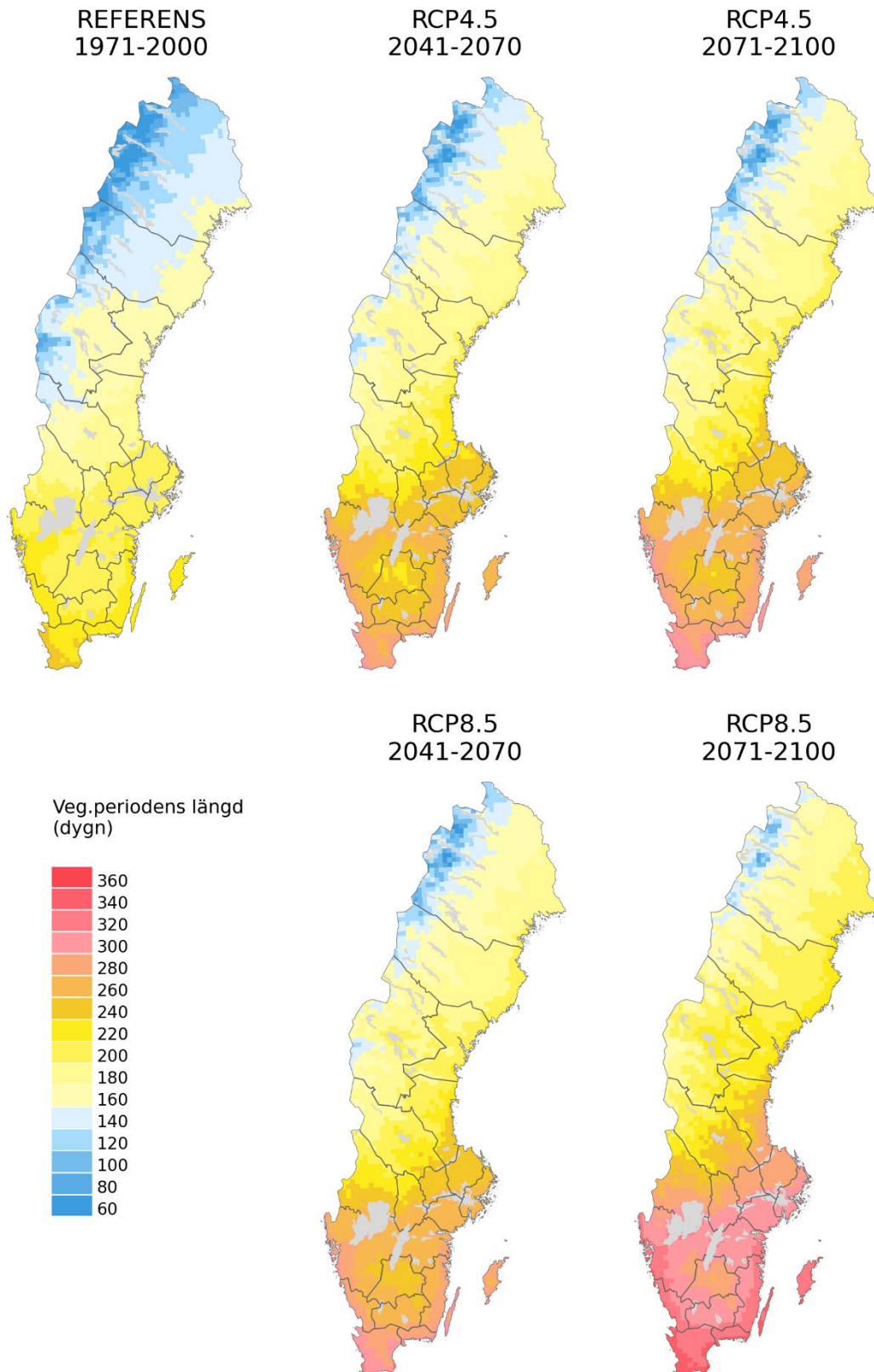
3.15 Vegetationsperiodens längd

Vegetationsperiodens längd är antalet dagar från vegetationsperiodens första dag till 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 sista sammanhängande perioden om sex dygn då alla sex dygn har en dygnsmedeltemperatur under 5 °C. Indikatorn baseras enbart på temperaturen och tar inte hänsyn till solinstrålning.

Analysen sedan 1900-talets början fram till de senaste åren visar att vegetationsperiodens längd har ökat. Trenden är särskilt tydlig sedan slutet på 1990-talet, och den största förändringen ses i Götaland, där vegetationsperiodens längd fram till de senaste åren har ökat med drygt två veckor.

Under referensperioden 1971-2000 var vegetationsperiodens längd ca 240 dygn (ca 8 månader) längst i söder, och ca 60 dygn (2 månader) i Lapplandsfjällen (Figur 17).

Skånes vegetationsklimat under referensperioden hamnar i slutet av seklet i Dalarna (RCP4,5) eller Västernorrland (RCP8,5). Norrbottens kust har fått Gästriklands (RCP4,5) eller Stockholms (RCP8,5) vegetationsperiod. Vegetationsperiodens längd förändras mest i södra Sverige, och förändringen är störst med RCP8,5.



Figur 17. Vegetationsperiodens längd för den historiska tidsperioden 1971-2000 samt två framtidsperioder; 2041-2070 och 2071-2100. Framtidsperioderna beskrivs med scenarierna RCP4,5 och RCP8,5

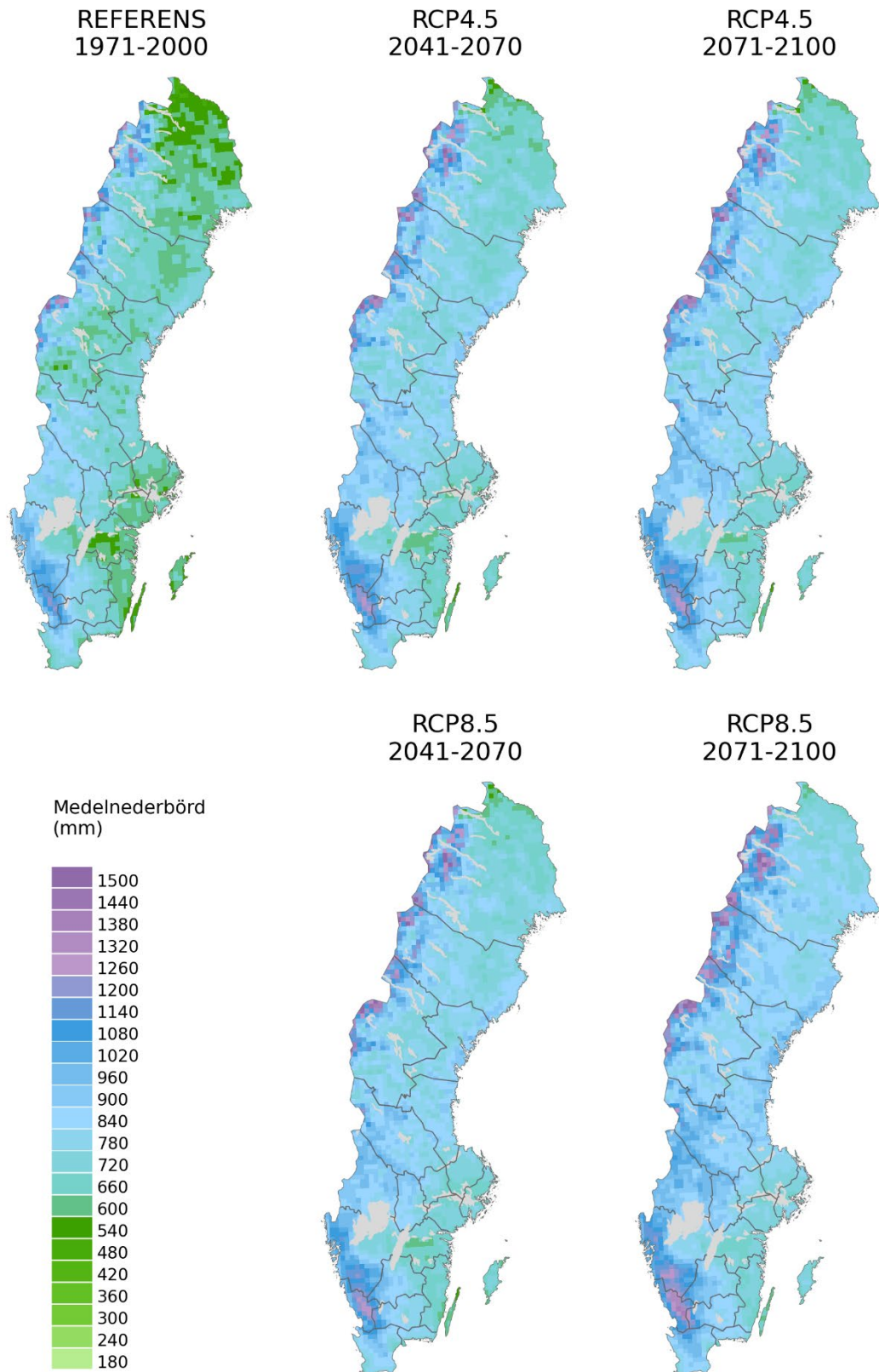
3.16 Årsmedelnederbörd

En varmare atmosfär kan innehålla mer fukt vilket innebär att nederbörden vanligtvis ökar i takt med klimatförändringen. Storleken på ökningen skiljer sig dock mycket åt mellan olika platser och förändringen är heller inte jämnt fördelad över året.

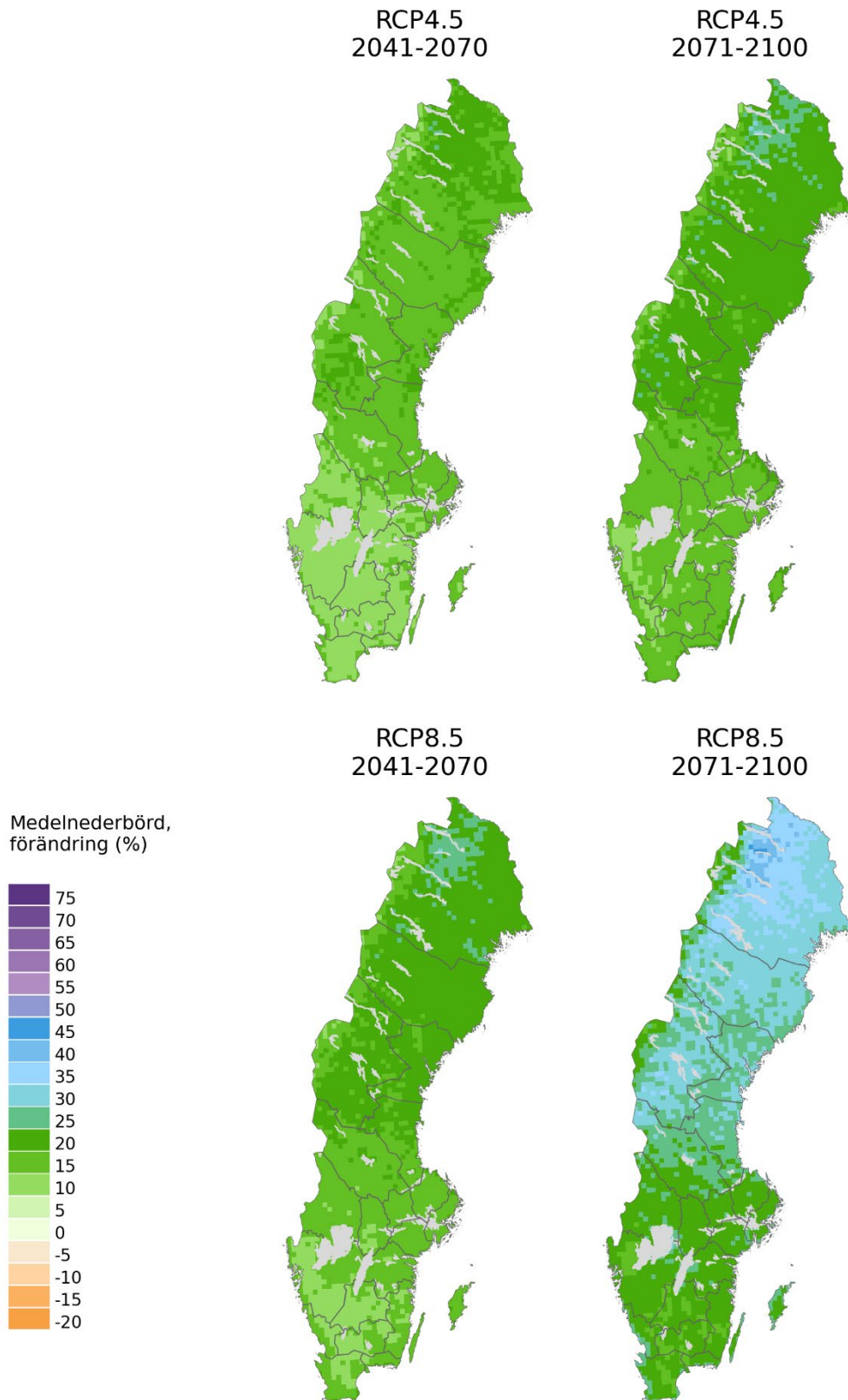
Analyser av observerad nederbörd visar att årsmedelnederbörden i Sverige har ökat. Från omkring 600 mm i mitten av 1970-talet till närmare 700 mm de senaste decennierna. Årsmedelnederbörden varierar mycket från år till år, men en tydlig trend är att de allra nederbördsrikaste åren inträffat de senaste decennierna samt att de nederbördsfattiga åren blivit färre. Årsmedelnederbörden fortsätter att öka i framtiden i hela landet.

De dominerande vindarna på våra breddgrader med västlig eller sydvästlig riktning medför att mer nederbörd faller i landets västra delar än i de östra. I Figur 18 är det tydligt att mest nederbörd faller längs med Västkusten och närliggande områden samt i den norrländska fjällkedjan.

I slutet av seklet har årsmedelnederbörden ökat i hela landet, se Figur 19. Den största procentuella ökningen sker i landets norra del där nederbörden enligt RCP4,5 ökar med upp till 25 % och upp till 40 % enligt RCP8,5.



Figur 18. Årsmedelnederbörd för den historiska tidsperioden 1971-2000 samt två framtidsperioder; 2041-2070 och 2071-2100. Framtidsperioderna beskrivs med scenarierna RCP4,5 och RCP8,5

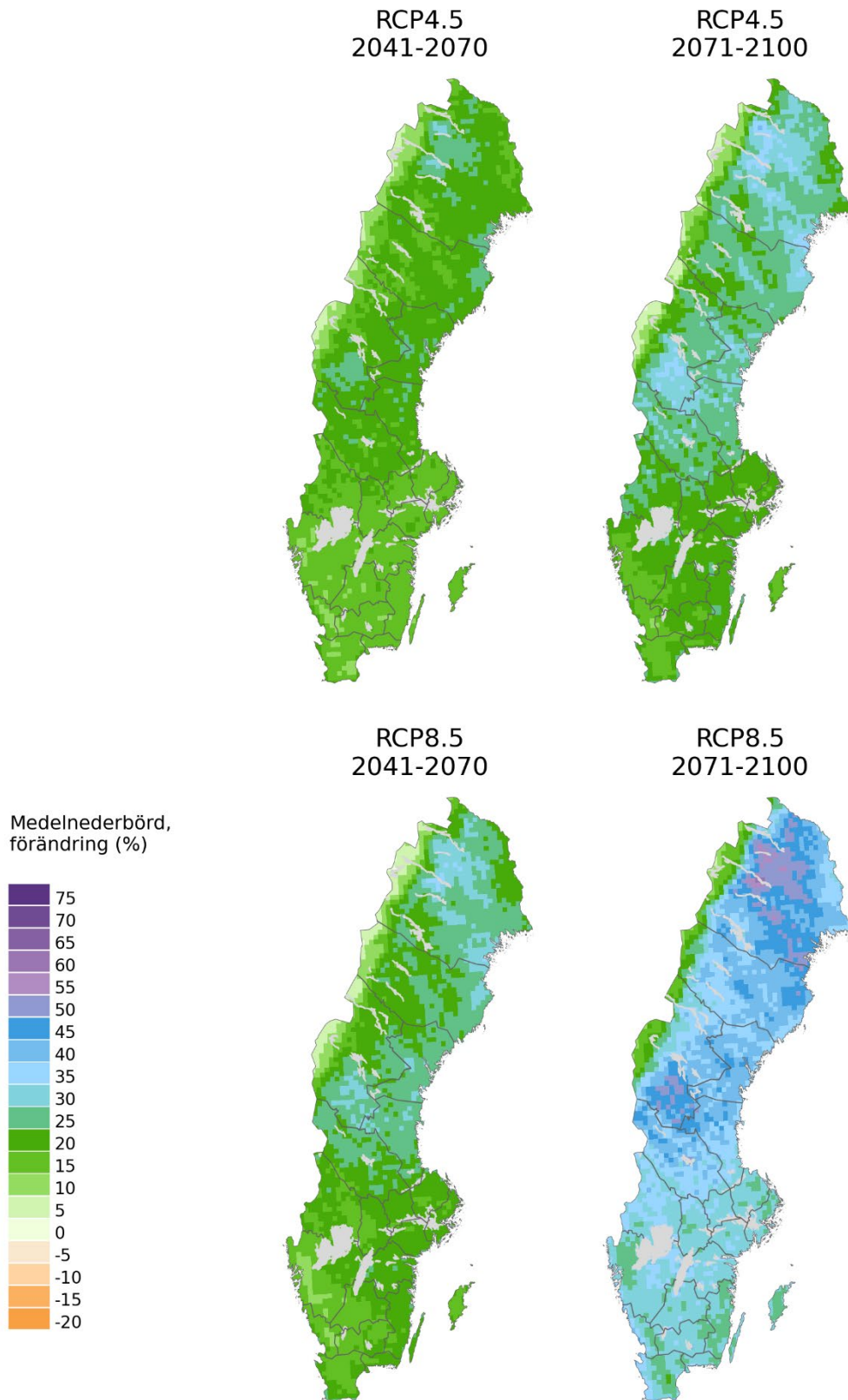


Figur 19. Procentuell förändring av årsmedelnederbörd för framtidsperioderna 2041-2070 och 2071-2100 jämfört med historiska tidsperioden 1971-2000. Framtidsperioderna beskrivs med scenarierna RCP4,5 och RCP8,5.

3.17 Medelnederbörd vinter

Nederbörden under vintern (december, januari och februari) har förändrats det senaste århundradet. Under slutet av 1800-talet föll omkring 100 mm och de senaste 30 åren omkring 150 mm. Nederbörden varierar dock stort mellan åren. Vinternederbörden fortsätter att öka i framtiden och är den årstid då nederbörden ökar mest.

Figur 20 visar att i slutet av seklet har medelnederbörden under vintersäsongen ökat i hela landet. Den största procentuella ökningen sker i norra delen av landet där nederbörden enligt RCP4,5 ökar upp till 35 %, och upp till 60 % enligt RCP8,5.

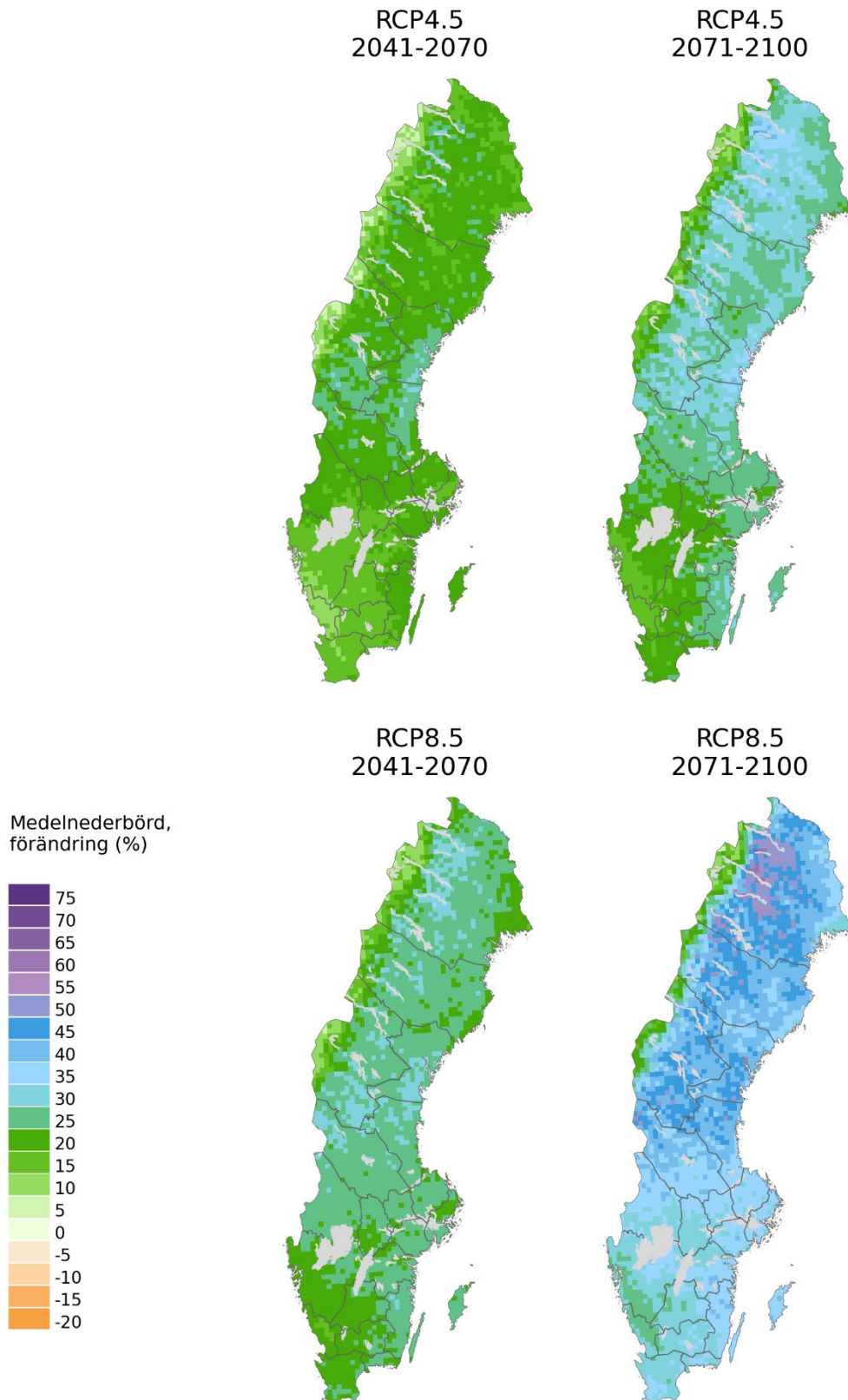


Figur 20. Procentuell förändring i medelnederbörd vinter för framtidsperioderna 2041-2070 och 2071-2100 jämfört med historiska tidsperioden 1971-2000. Framtidsperioderna beskrivs med scenarierna RCP4,5 och RCP8,5.

3.18 Medelnederbörd vår

När det gäller nederbörden under våren (mars, april och maj) finns ingen tydlig trend i mätningarna sedan mitten på 1800-talet och fram till idag. I framtiden ökar nederbörden under vårsäsongen, men inte riktigt lika mycket som vinternederbörden.

Figur 21 visar att i slutet av seklet har medelnederbörden under vårsäsongen ökat i hela landet. Den största procentuella ökningen sker i landets norra del med upp till 30 % i vissa områden enligt RCP4,5, och upp till 55 % enligt RCP8,5.

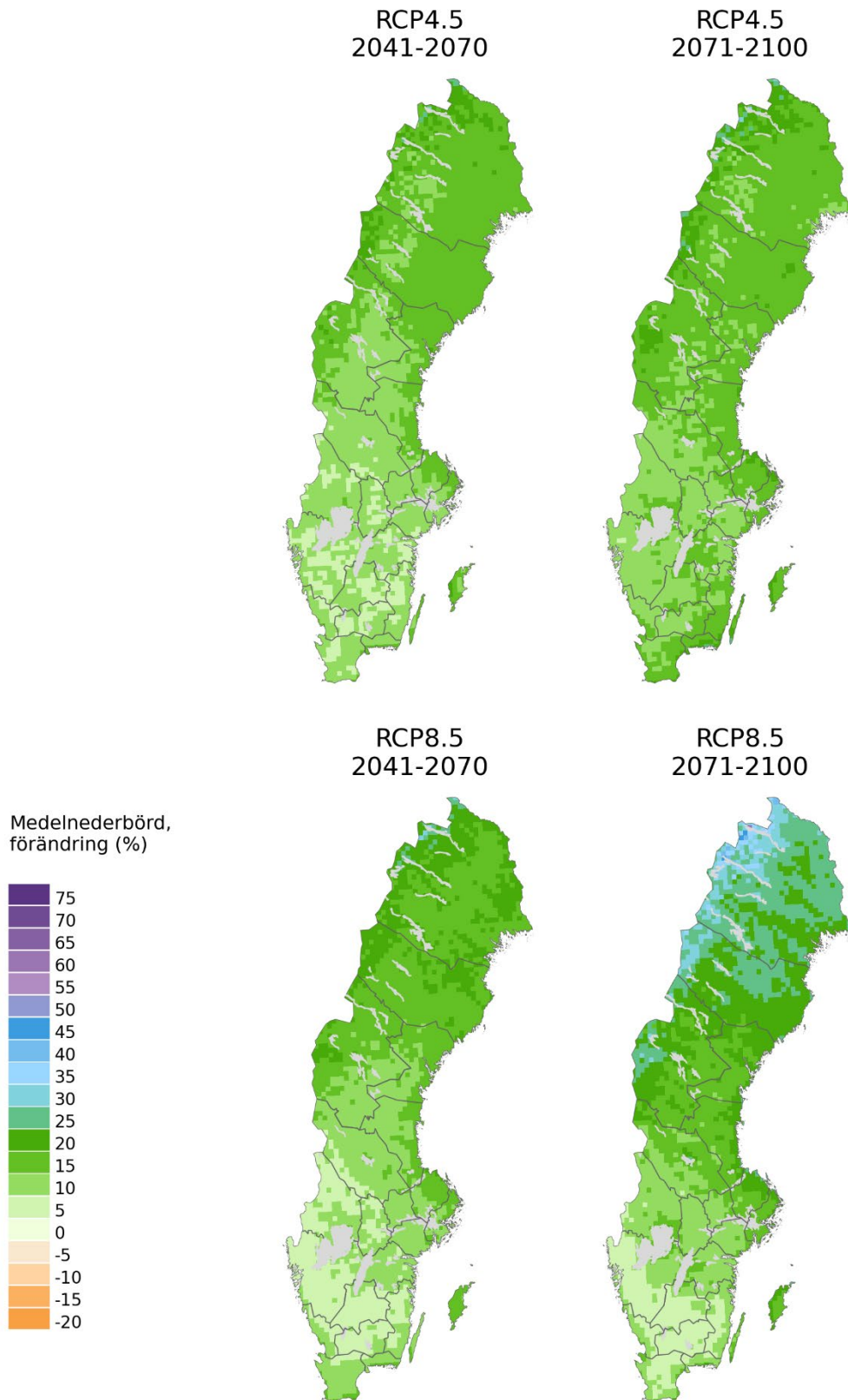


Figur 21. Procentuell förändring i medelnederbörd vår för framtidsperioderna 2041-2070 och 2071-2100 jämfört med historiska tidsperioden 1971-2000. Framtidsperioderna beskrivs med scenarierna RCP4,5 och RCP8,5.

3.19 Medelnederbörd sommar

När det gäller nederbörden under sommaren (juni, juli och augusti) finns liksom för våren ingen tydlig trend i mätningar sedan mitten på 1800-talet och fram till idag. I framtiden ökar medelnederbörden under sommarsäsongen i norra Sverige. I söder är förändringen marginell.

Figur 22 visar att den största procentuella ökningen sker i norra delen av Sverige, med upp till 25 % enligt RCP4,5, och upp till 35 % enligt RCP8,5. I söder visar kartorna en liten ökning, men den är marginell och något osäker. Då nederbörden i södra Sverige inte förändras så mycket på sommaren kan risken för marktorka öka då avdunstningen blir större i ett varmare klimat.

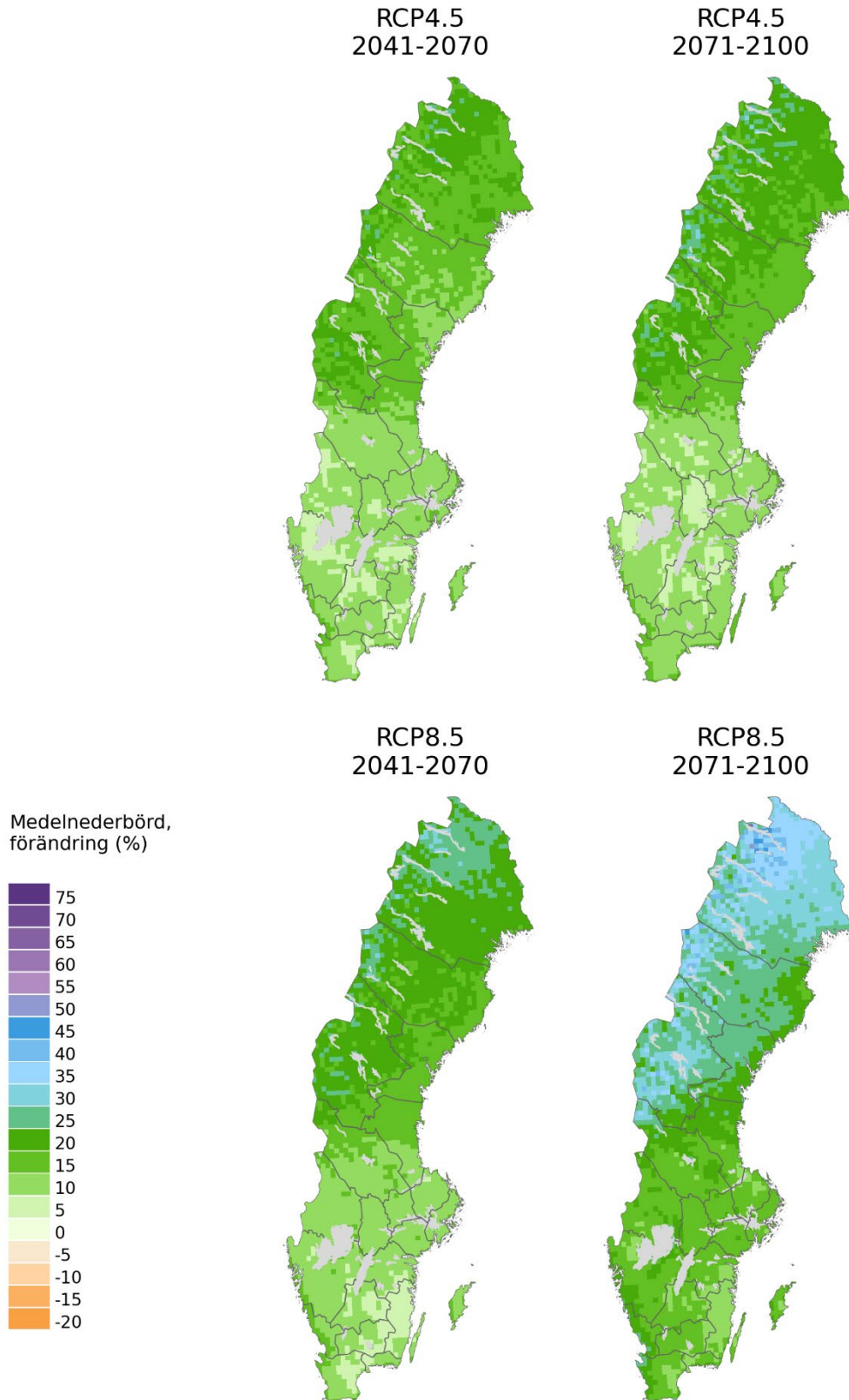


Figur 22. Procentuell förändring i medelnederbörd sommar för framtidsperioderna 2041-2070 och 2071-2100 jämfört med historiska tidsperioden 1971-2000. Framtidsperioderna beskrivs med scenarierna RCP4,5 och RCP8,5.

3.20 Medelnederbörd höst

När det gäller nederbörden under hösten (september, oktober och november) ses en viss ökning från tidigt 1900-tal fram till idag. Mycket av ökningen har dock observerats under den tidiga och mättekniskt något osäkra perioden. Mellan de två senaste 30-årsperioderna (1961-1990 och 1991-2020) ses ingen tydlig trend. I framtiden ökar nederbörden under höstsäsongen, mest i landets norra och sydvästra delar.

Figur 23 visar att medelnederbörden under hösten har ökat i hela landet i slutet av seklet. Den största förändringen sker i landets norra del där nederbörden ökar med upp till 25 % enligt RCP4,5, och upp till 35 % enligt RCP8,5.



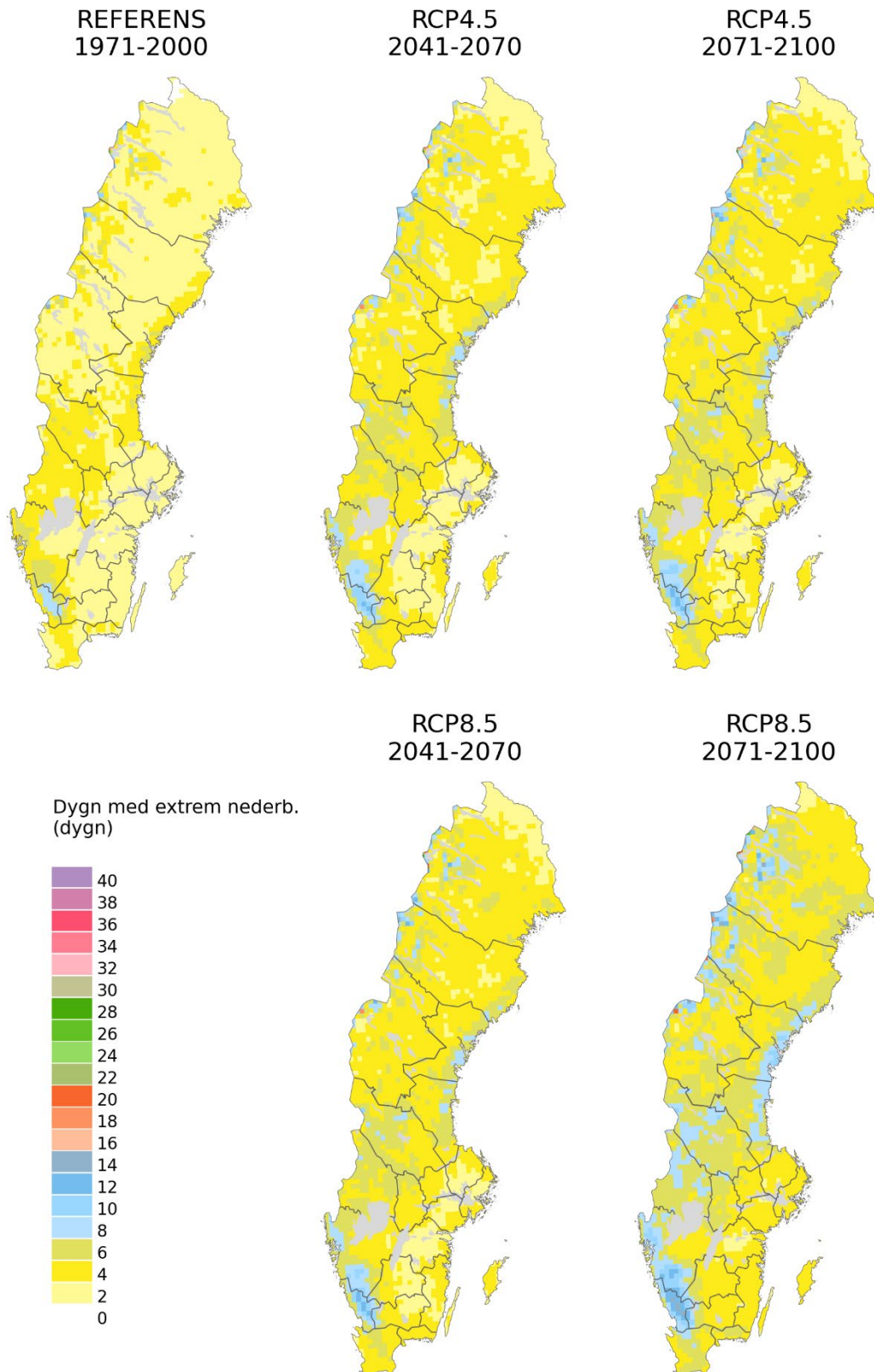
Figur 23. Procentuell förändring i medelnederbörd höst för framtidsperioderna 2041-2070 och 2071-2100 jämfört med historiska tidsperioden 1971-2000. Framtidsperioderna beskrivs med scenarierna RCP4,5 och RCP8,5.

3.21 Dygn med extrem nederbörd (20 mm)

Dygn med extrem nederbörd innebär här dygn med en total nederbörd på minst 20 mm. 20 mm kan låta lite, men en klimatmodell har begränsad upplösning och fördelar nederbörds mängden jämnt över en stor yta, här ca 150 km². I verkligheten har nederbörden en mycket större lokal variation, vilket kan innebära en betydligt större lokal regnmängd inom beräkningsrutan. Denna klimatindikator kan därför användas för att beskriva trenden hos extrem nederbörd.

Figur 24 visar att under referensperioden återfinns områden med flest dygn med extrem nederbörd i ett stråk från Halland och upp mot Bohuslän. Antal dygn med extrem nederbörd i detta område är 6-8 per år. I övriga landet är antalet dygn med extrem nederbörd omkring 2-4 per år, i västra fjällen kan det förekomma fler.

I slutet av seklet ökar antalet dygn med extrem nederbörd i hela landet för båda scenarier. Störst är ökningen i västra Götaland där antalet dygn kan fördubblas enligt RCP8,5. Nederbörds mönstret i kartorna består även i framtiden, vilket innebär att de områden som får störst nederbörds mängder idag kommer få det även i framtiden.



Figur 24. Antal dygn med extrem nederbörd per år för den historiska tidsperioden 1971-2000 samt två framtidsperioder; 2041-2070 och 2071-2100. Framtidsperioderna beskrivs med scenarierna RCP4,5 och RCP8,5

3.22 Skyfall och intensiv nederbörd

Med skyfall avses intensivt regn, det vill säga stora regnmängder under en kortare tid. SMHI definierar skyfall som ”minst 50 mm nederbörd på en timme eller minst 1 mm på en minut”. Men även mindre regnmängder kan få konsekvenser förknippade med skyfall. Statistik för skyfall kan beräknas utifrån regnmängder med olika varaktigheter, nämligen hur stor nederbörds mängd som faller under olika definierade tidsperioder. Eftersom skyfall är kortvarigt är det varaktigheter upp till 12 timmar som är av störst intresse. Även återkomsttid är intressant då det säger något om hur vanligt eller ovanligt ett skyfall är. En återkomsttid på 100 år innebär att en viss regnmängd med en viss varaktighet inträffar i genomsnitt en gång på 100 år.

I rapporten Extremregn i nuvarande och framtida klimat (SMHI, 2018a) analyserades intensiv nederbörd i de fyra regionerna illustrerade i Figur 25. Högst nederbörds värden uppvisas i sydvästra Sverige (SV) följt av sydöstra (SÖ) och mellersta (M). Lägst värden är det i norr (N). Skillnaderna hör ihop med högre förekomst av varma och fuktiga luftmassor, och därmed ökade förutsättningar för intensiv nederbörd, i södra delen av landet jämfört med i norr. I tabell 1 illustreras nederbörd i mm för varaktigheterna 15 min, 1 timme och 3 timmar och återkomsttider 10 och 100 år.



Figur 25. Den regionala indelningen som används i rapporten Extremregn i nuvarande och framtida klimat (SMHI, 2018a).

Tabell 1. Skyfallsstatistik baserat på observationer från SMHIs automatstationer från starten av vardera station 1996 fram till september 2017 för de fyra regionerna. Värdena avser regnvolymer inklusive osäkerhetsintervall i mm för tre olika varaktigheter och två olika återkomsttider. Från SMHI, 2018a.

	Region SV		Region SÖ		Region M		Region N	
	10 år	100 år	10 år	100 år	10 år	100 år	10 år	100 år
15 min	18.0 ±1.1	35.1 ±6.1	16.3 ±1.0	28.1 ±4.9	15.7 ±0.9	29.7 ±5.2	14.2 ±0.8	26.3 ±4.6
1 tim	24.5 ±1.4	45.2 ±7.9	22.6 ±1.3	38.3 ±6.7	21.6 ±1.3	38.2 ±6.7	19.0 ±1.1	32.6 ±5.7
3 tim	34.1 ±2.0	60.2 ±10.5	32.0 ±1.9	53.5 ±9.3	30.2 ±1.8	50.9 ±8.9	26.1 ±1.5	42.1 ±7.3

Klimatförändringen leder till mer intensiva och/eller frekventare skyfall. Med hjälp av klimatmodeller har förändringen av skyfall beräknats för olika scenarier och tidsperioder. Förändringen beskrivs med en klimatfaktor, den används tillsammans med observationer

för att kvantifiera framtida skyfall med en viss varaktighet och återkomsttid på en specifik plats.

I Tabell 2 redovisas klimatfaktorer som tagits fram för tre olika framtidsperioder. Faktorn beskriver den procentuella förändringen för respektive framtidsperiod jämfört med perioden 1971–2000. Resultaten visar inga större skillnader för de olika regionerna och har därför sammanställts för hela Sverige under ”Bedömning”. ”Medel” avser RCP4,5 och ”Hög” avser RCP8,5. Faktorerna gäller för alla återkomsttider.

Tabell 2. Klimatfaktorer (procentuell förändring) för skyfall, medelvärden för hela Sverige. Värden för tre olika tidsperioder jämfört med perioden 1971-2000. Bedömningen avser ett sammanfattat värde för samtliga återkomsttider och varaktigheter. ”Medel” avser RCP4,5 och ”hög” avser RCP8,5. Från SMHI 2018.

Varaktighet (timmar)	2011-2040 (%)		2041-2070 (%)		2071-2100 (%)	
	Medel	Hög	Medel	Hög	Medel	Hög
1	9	11	14	20	21	36
2	9	11	15	20	22	38
3	9	11	17	20	21	40
6	7	12	17	21	19	41
12	9	10	15	20	18	38
Bedömning	10	10	15	20	20	40

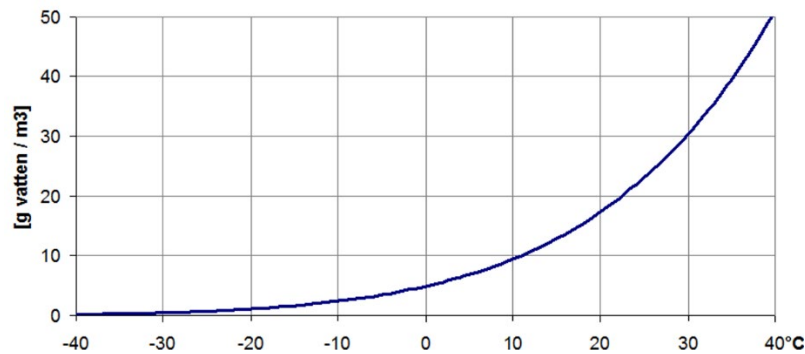
Inom perioden 2011–2040 väntas en ökning av skyfallsmängden med cirka 10 % jämfört med perioden 1971-2000, oavsett scenario. Runt mitten av seklet, 2041–2070 är ökningen ca 15 % enligt RCP4,5 och ca 20 % enligt RCP8,5. I slutet av seklet, 2071-2100 är ökningen cirka 20 % enligt RCP4,5 och dubbelt så stor, cirka 40 % enligt RCP8,5.

3.23 Luftfuktighet

Ett varmare klimat innebär att atmosfären kan innehålla mer vatten. Figur 26 visar atmosfärens mättnadsgrad vid olika temperaturer, och den visar att atmosfären kan innehålla mer vattenånga (*absolut* fuktighet) med högre temperatur. Detta är en av orsakerna till att årsmedelnederbörden ökar i Sverige.

Den *relativa* luftfuktigheten beskriver mängden vattenånga i luften vid en viss temperatur i förhållande till den maximala mängden (mättnadsgraden). När atmosfären är mättad är den relativa luftfuktigheten 100 %, vilket motsvarar den blå linjen i Figur 26.

Den relativa luftfuktigheten väntas inte förändras i samma utsträckning som den absoluta luftfuktigheten. Generellt väntas dock något ökad relativ luftfuktighet över hav och något minskad relativ fuktighet över land i takt med fortsatt global uppvärmning. Det råder dock osäkerhet om hur stora de regionala förändringarna kan bli (SMHI Kunskapsbanken – Luftfuktighet, 2024).



Figur 26. Atmosfärens mättnadsgrad vid olika temperaturer.

3.24 Vind

Utifrån analyser av det historiska vindklimatet i Sverige finns ingen tydlig trend för vinden i landet som helhet. Klimatscenarioer ger inga tydliga svar på hur vinden kan komma att förändras i ett framtida klimat på våra breddgrader.

En varmare havsytta och mer vattenånga i atmosfären gynnar utvecklingen av stormar. Samtidigt kan uppvärmningen leda till minskade skillnader mellan varma och kalla luftmassor, vilka spelar en viktig roll i utvecklingen av intensiva stormar. Det kan i sin tur motverka uppvärmningens förstärkande inverkan på stormarnas utveckling.

De lågtryckssystem som kan utvecklas till stormar förväntas generellt minska i antal på norra halvklotet i ett varmare klimat samtidigt som stormbanorna förväntas flytta något närmare polerna. Men förändringen är liten i förhållande till den naturliga variationen i klimatet.

Det betyder att det även i framtiden kommer att finnas mer eller mindre stormrika år eller årtionden och att de troligen inte kommer att skilja sig väsentligt från hur det förhåller sig redan i dagens klimat (SMHI Kunskapsbanken – Stormskador i framtiden, 2024).

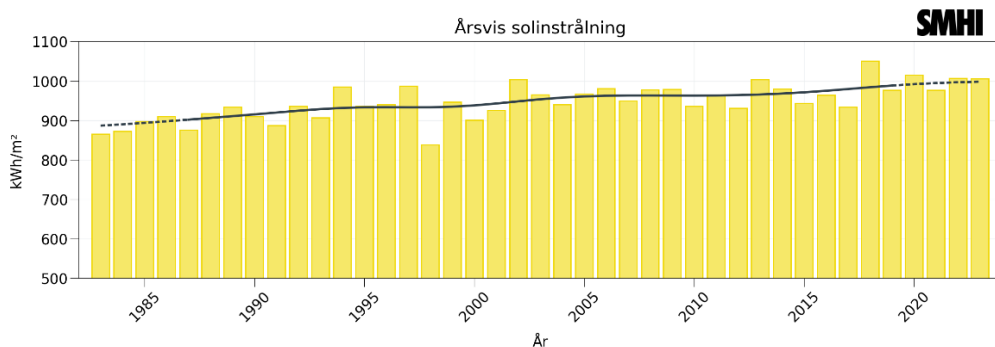
3.25 Solinstrålning

Solinstrålning har en stor påverkan på klimatet genom att den inverkar på lufttemperatur och avdunstning. Här använder vi den förenklade termen solinstrålning som motsvarar den meteorologiska termen globalstrålning. Globalstrålning är den totala mängden solstrålning som träffar en horisontell (mark-)yta, både direkt från solen och det som himmel och moln reflekterar mot jordytan.

Solinstrålningen har en tydlig årlig variation kopplad till jordens bana kring solen. Över kortare tidsskalor varierar mängden solinstrålning som faller mot vår atmosfär mycket lite, men över längre tidsskalor (10 000–100 000 år) påverkar förändringar i jordbanans form och jordaxelns lutning variationer som ger upphov till istider och mellan dem varmare perioder.

Solinstrålningen påverkas främst av molnighet, men även av mängden partiklar i luften, vattenånga och ozon, som kan leda till reflektion, absorption eller spridning av solljuset.

Sedan mitten av 1980-talet har den årliga solinstrålningen ökat med omkring tio procent i Sverige, se Figur 27. Den här trenden kan inte förklaras av variationer i solens utstrålning. Den främsta anledningen till ökningen i solinstrålning är dels en minskning av molnighet, och dels en minskning av mängden partiklar i luften tack vare kraftigt minskade utsläpp av luftföroreningar i Sverige och övriga Europa.



Figur 27. De gula staplarna i diagrammet visar årsvis solinstrålning sedan 1983 beräknat från åtta stationer. Den mörkgrå linjen visar ett glidande medelvärde beräknat över ungefär tio år. Enheten för solinstrålning är kilowattimmar per kvadratmeter. Skalan för staplarna börjar ej vid noll för att förtydliga variationen mellan åren

4 Hydrologi

I följande avsnitt presenteras ett antal hydrologiska klimatindikatorer i form av vattenföring, markfuktighet, snödjup, brandrisk och grundvatten. Underlaget som baseras på vattenföring är hämtat från SMHIs klimatscenariotjänst (SMHI, 2025). Övriga indikatorer är baserade på rapporterna ”Snö i framtida klimat, för de sju nordligaste länen” (SMHI, 2020), ”Framtida brandrisk – förändringar i perioder av hög brandrisk enligt FWI-modellen” (MSB, 2024), Kunskapsbanken – is på sjöar (SMHI, 2024) och ”Grundvattennivåer i ett förändrat klimat – nya klimatscenarioer” (SGU, 2024).

Beräkningar av vattenföring och snö har gjorts med den hydrologiska modellen S-HYPE (Lindström m.fl., 2010) version 2016e. S-HYPE beräknar vattenföring och andra hydrologiska parametrar baserat på matematiska representationer av lagrings- och flödesprocesser i och på marken samt i sjöar och vattendrag.

Resultaten är beräknade på en hög rumslig upplösning i över 40 000 delavrinningsområden. För översiktlighet har en aggregering gjorts till hela eller större delar av vattendragen i 262 biflödesavrinningsområden (så kallade BARO) i Sverige. För indikatorer baserade på vattenföring visas förändringen för utloppspunkten för området och resultatet projiceras på hela området i kartorna. För kustområden med endast små vattendrag görs inga beräkningar av vattenföring och på kartorna visas ingen förändring för dessa. För markfuktighet visas ett medelvärde över området, även i kustområdena.

De flesta vattendrag i landet är reglerade, främst för elproduktion. I vattendrag som byggts ut för elkraftsproduktion eller andra syften styrs vattenflödena till stor del av människan. Vi vet inte hur regleringarna kommer att se ut i framtiden, därför visas i kartorna förändringar av oreglerade vattenflöden, alltså hur vattenflödena förändras om regleringar inte finns med i beräkningarna. Det gäller även för de kraftigt reglerade vattendragen, där regleringsmagasinen hanteras som sjöar med ett naturligt utlopp.

Genom att utesluta regleringarna ur beräkningarna beror förändringssignalen i kartorna endast av klimatförändringarna och inte både av ett förändrat klimat och regleringar. Det gäller samtliga vattenföringsindikatorer i detta kapitel, men för medelvattenföring är skillnaden mellan reglerad och oreglerad vattenföring liten.

Vi står inför stora förändringar vad gäller Sveriges elproduktion. De kraftigt reglerade vattendragen kommer att regleras även i framtiden, men sättet regleringen görs på kan komma att ändras. I dessa vattendrag finns en möjlighet att styra vattenflödena och därför finns också en möjlighet att anpassa regleringen till ett förändrat klimat. Den

anpassningen kan påverka både höga och låga vattenflöden. Ett exempel är att man i sydöstra Sverige i större utsträckning kan komma att samla vatten i kraftmagasinen vid tillfällen med god tillgång och sedan tappa vattnet under perioder med vattenbrist.

4.1 Vattenföringens förändring under året

Den naturliga variationen av flödena i vattendrag beror av årstid och geografisk plats. I Norrland och norra Svealand har temperatur och snö stor betydelse då vattenflödet är som högst i samband med vårfloeden, som oftast inträffar någon gång mellan mars och juni. I denna del av landet är flödena som lägst under vintern, då nederbörden samlas som snö och inte bidrar med flödesökning i vattendragen.

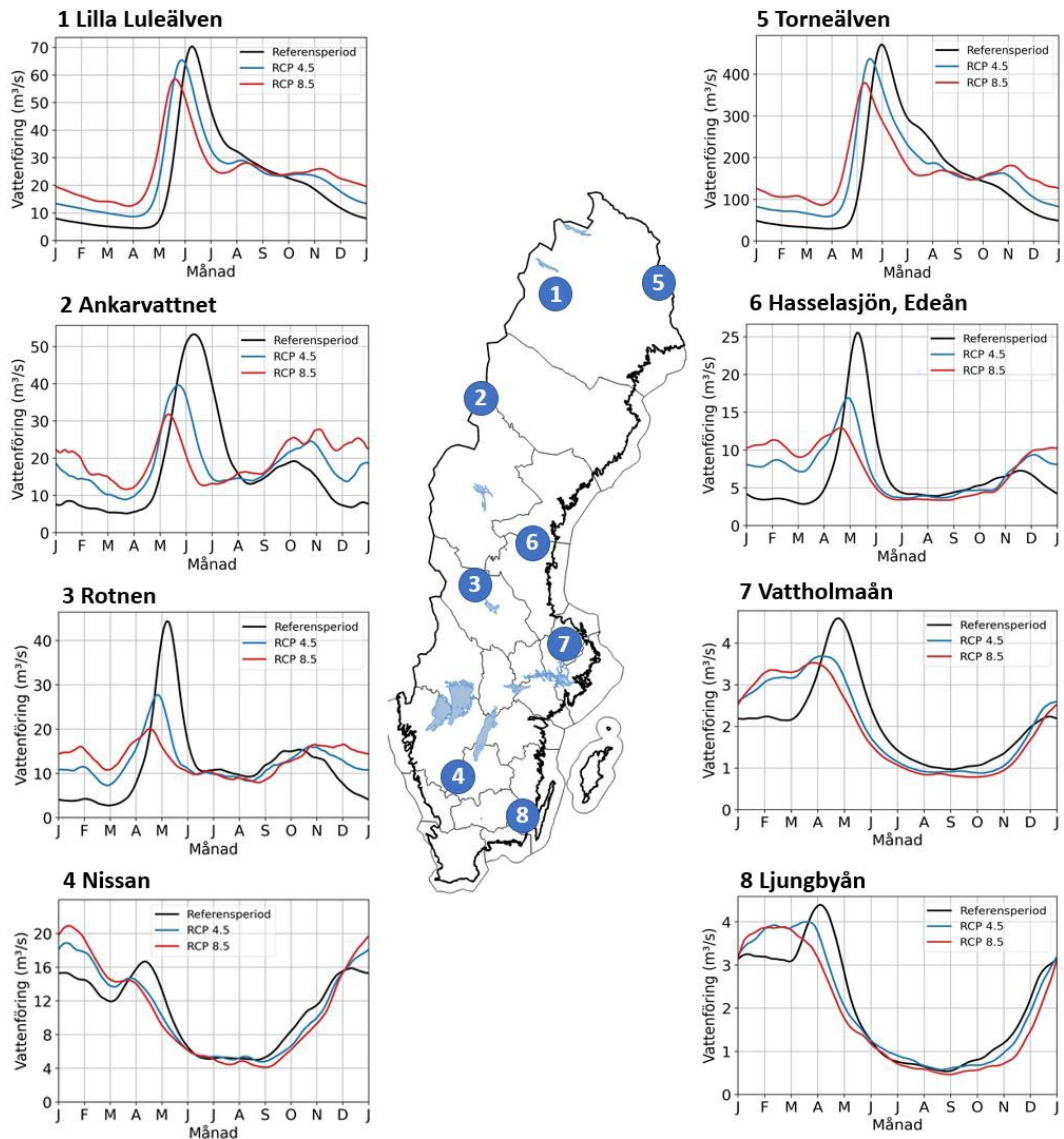
I Götaland och södra Svealand har snösmältning mindre betydelse och det är främst regn och avdunstning som styr vattentillgången. I denna del av landet är vattenföringen generellt som högst under vinter och vår, då avdunstningen är lägre. Vattenföringen är normalt som lägst under sommar och höst, då avdunstningen är hög eftersom växtligheten tar upp mycket av det vattnet som finns i marken.

Vi ser redan att mönstret för vattenflödets variation under året har förskjutits på grund av att klimatet har förändrats. Förhållanden som tidigare fanns i södra Sverige finns nu allt längre norrut i landet.

I Figur 28 visas hur vattenföringen i medeltal varierar under ett år för referensperioden 1971–2000 samt för framtidsperioden 2071–2100 för de båda scenarierna RCP4,5 och RCP8,5. Det som visas är ett medelvärde för varje dag under året för de båda 30-årsperioderna och flera klimatscenarier. Variationen mellan olika år är stor i dagens klimat och kommer att vara det även i framtiden.

Klimatförändringarna leder till att vintrarna blir mildare och nederbörden kommer oftare falla som regn istället för snö. Snötäcket kommer att vara mindre i större delen av landet och i högre grad smälta av under vintersäsongen. Effekterna av detta syns tydligt i Figur 28. Under referensperioden finns en tydligt markerad vårfloidsperiod i Götaland och i södra Svealand. Denna kommer, på grund av kraftigt minskad snöansamling, att utebli de allra flesta år i slutet av seklet både för RCP4,5 och RCP8,5. Vattenföringen kommer istället att vara högst under vintern. Även i norra Svealand och i Norrland syns en tydlig ökning av vinterflödena, även om de fortfarande domineras av en markerad vårfloidsperiod. I denna del av landet kommer vårfloeden att finnas kvar de flesta åren, men kommer att inträffa tidigare och ha ett lägre vattenflöde.

I ett varmare klimat kommer växtsäsongen bli längre med en ökad avdunstning, som i sin tur leder till lägre vattenflöden sommartid. I Figur 28 syns att vattenflödena under sommar och höst i genomsnitt blir lägre i Götaland och i norra Svealand samt att perioden med låga flöden blir längre. I takt med att temperaturen ökar kommer sommarflödena på sikt bli lägre än vinterflödena även längre norrut i landet.

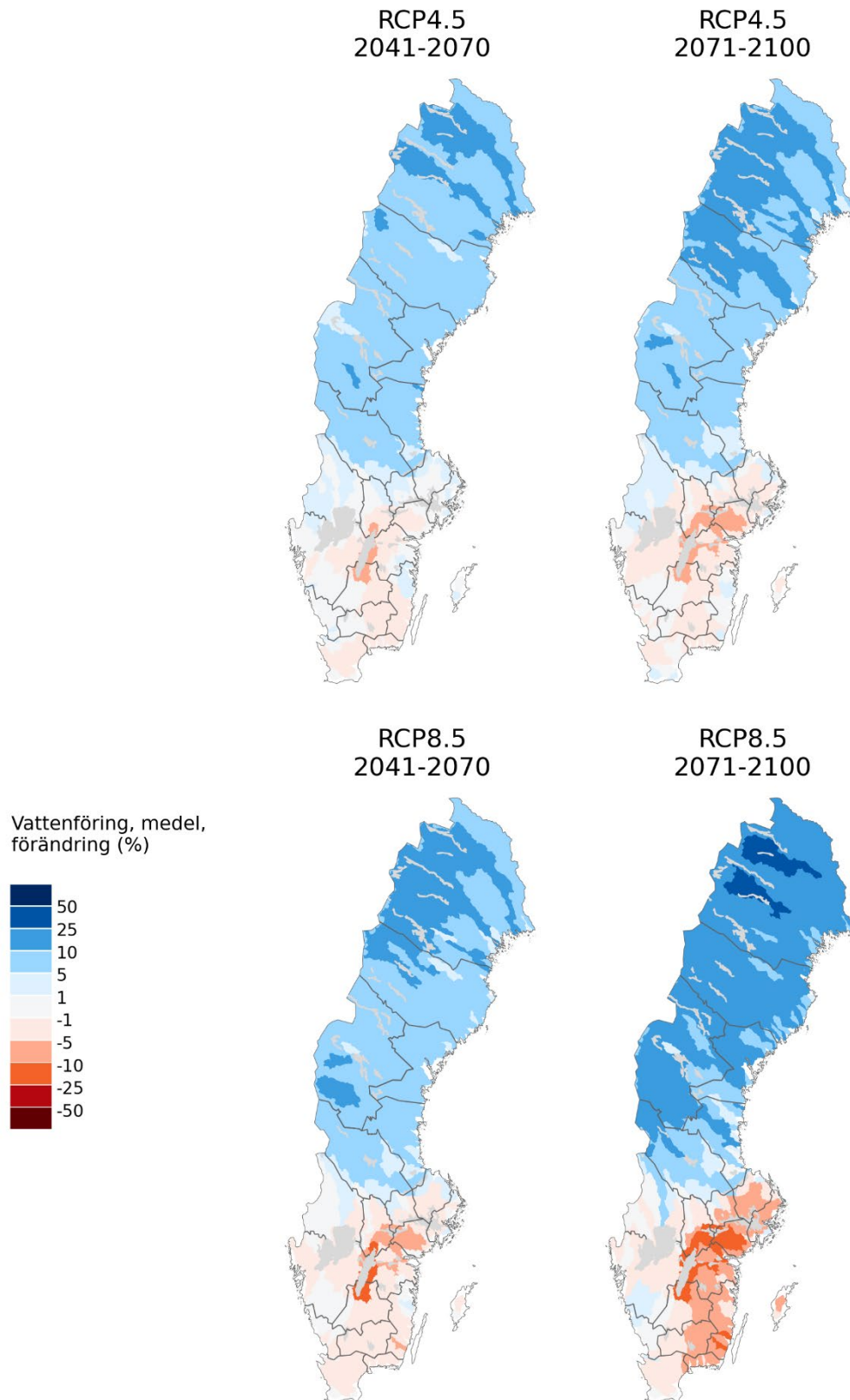


Figur 28. Vattenföringens årsdynamik för åtta vattendrag i landet för referensperioden 1971–2000 (svart linje) samt för RCP4,5 och RCP8,5 2071–2100 (blå respektive röd linje).

4.2 Medelvattenföring

Medelvattenföring är ett mått på hur stor vattentillgången är sett över hela året. I Norrland och norra Svealand har medelvattenföringen redan ökat på grund av den ökade nederbörden (SMHI, 2024b). I Götaland och i de södra delarna av Svealand märks hittills ingen tydlig förändring av medelvattenföringen, eftersom den ökade avdunstningen kompenserar den ökade nederbörden.

I Figur 29 visas förändring i medelvattenföring från referensperioden 1971–2000 till olika framtidsperioder för RCP4,5 och RCP8,5. Vi ser en fortsatt ökning av medelvattenföring i Norrland och norra Svealand. I de östra delarna av Götaland och Svealand får vi istället en minskning av medelvattenföringen då ökningen i avdunstning är större än ökningen av nederbörd. I västra Götaland och sydöstra Svealand väntas ingen tydlig förändring sett över ett år.



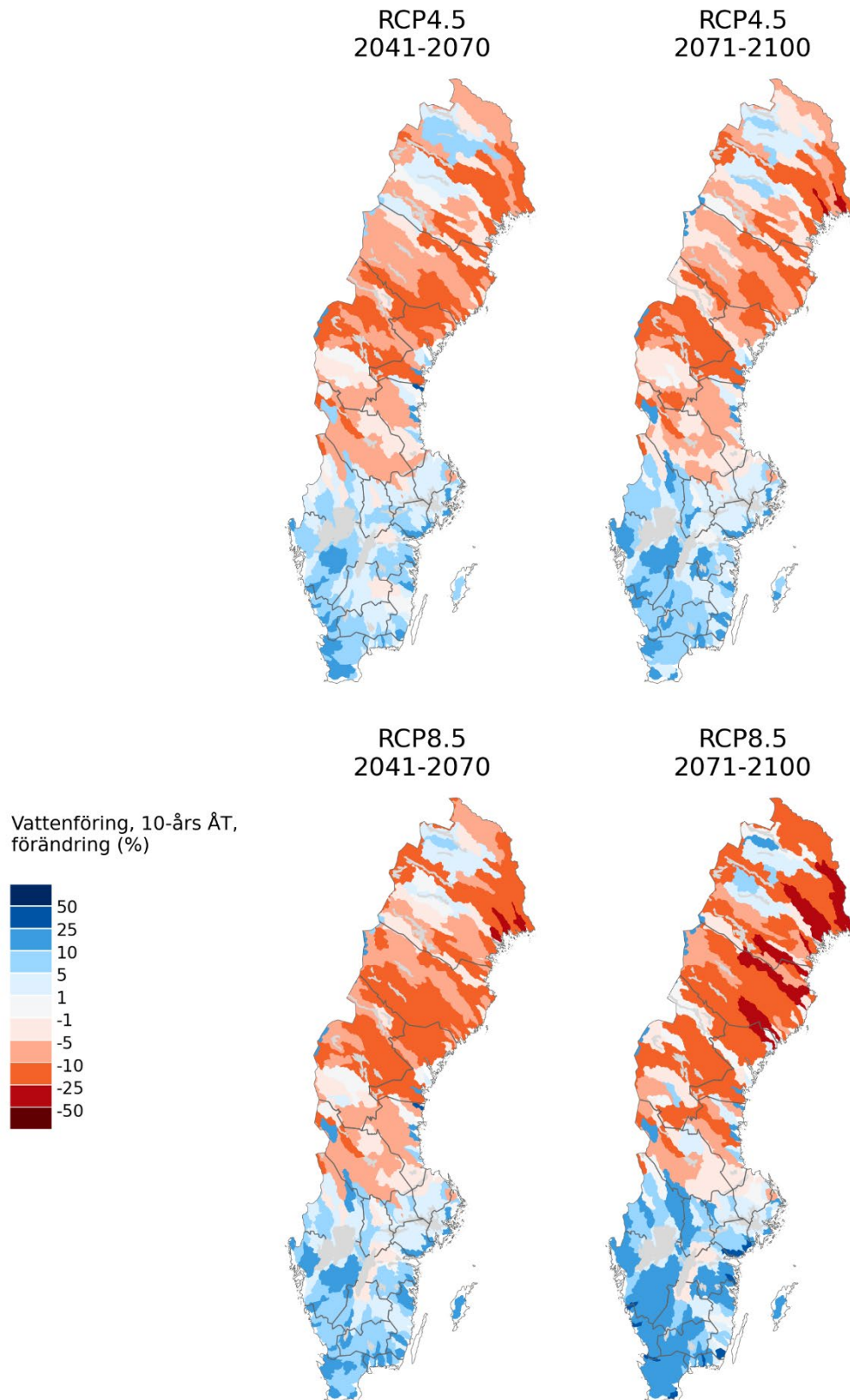
Figur 29. Förändring i medelvattenföring för framtidsperioderna 2041–2070 och 2071–2100 jämfört med historiska tidsperioden 1971–2000. Framtidsperioderna beskrivs med scenarierna RCP4,5 och RCP8,5. För kustområden med endast små vattendrag visas ingen förändring i kartorna.

4.3 Vattenföring med 10 och 50 års återkomsttid

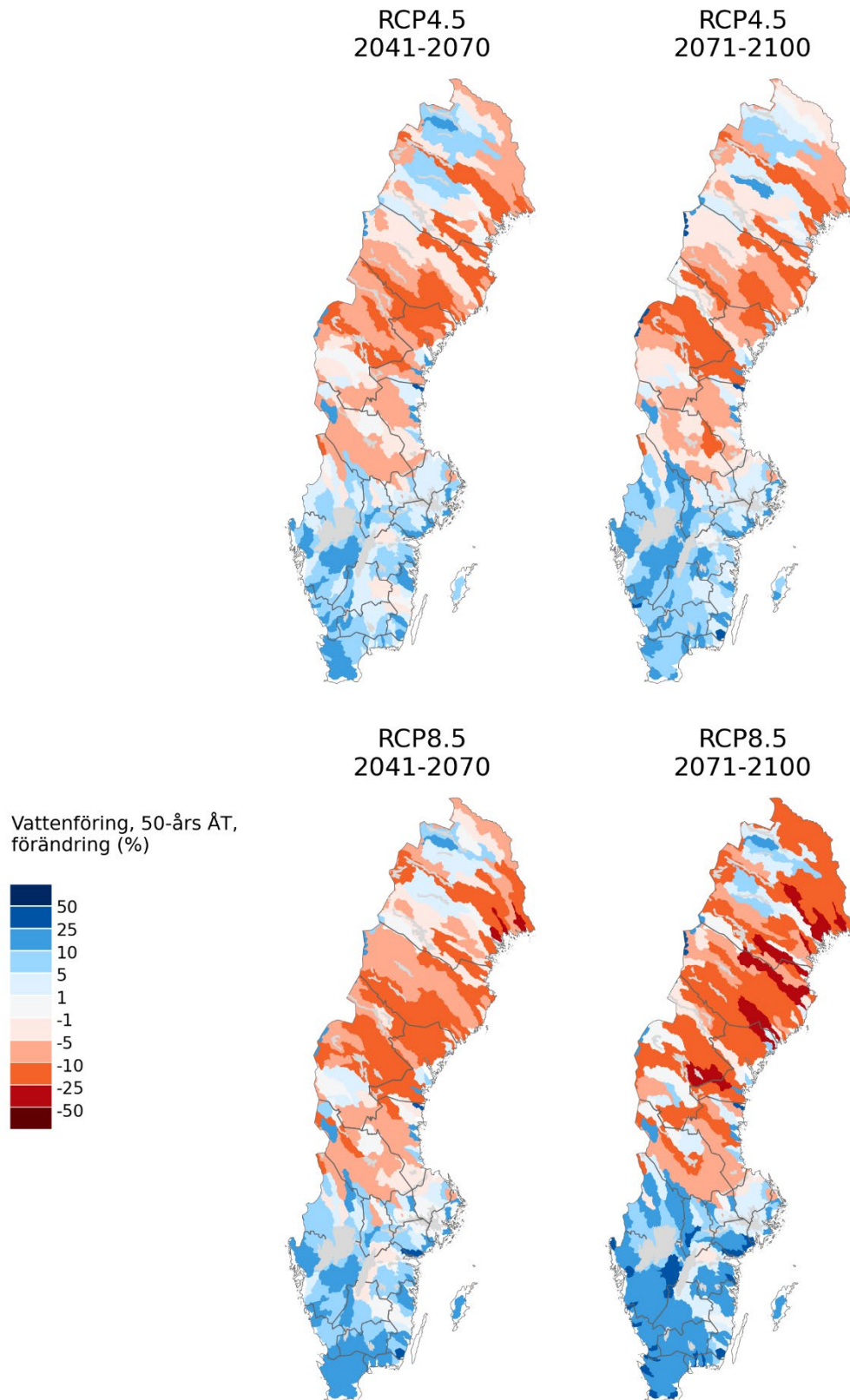
Extrema vattenflöden brukar beskrivas med hjälp av så kallade återkomsttider. Med återkomsttid menas att händelsen i genomsnitt inträffar eller överträffas en gång under denna tidperiod. Höga vattenflöden kan leda till översvämningar i utsatta områden längs sjöar och vattendrag. Även risken för erosion, ras och skred kan påverkas.

I Figur 30 visas förändringen i 10-årsflöde från referensperioden till olika framtidsperioder och i Figur 31 visas förändringen för 50-årsflödet. Resultatet är rumsligt snarlika för de båda återkomsttiderna, men generellt är förändringarna något större för flöden med 50 års återkomsttid än för flöden med 10 års återkomsttid. Kartorna visar att flöden som idag har 10 och 50 års återkomsttid i framtiden beräknas inträffa oftare i Götaland och södra Svealand. De höga flödena i denna del av landet beräknas främst inträffa vintertid på grund av ökad nederbörd och mildare vintrar i framtiden. De ökade flödena leder i sin tur till en ökad översvämningrisk.

Kartorna (Figur 30 och Figur 31) visar också att flöden som idag har 10 och 50 års återkomsttid i framtiden beräknas inträffa mer sällan i många vattendrag i norra Svealand och stora delar av Norrland. I denna del av landet sker de höga flödena oftast i samband med vårfloden, men i ett varmare klimat blir vårfloden lägre. I kartorna (Figur 30 och Figur 31) syns dock områden i de norra fjälltrakterna där de höga flödena beräknas inträffa oftare i framtida klimat. Det beror på att temperaturen de flesta vintrar kommer att ligga stabilt på minusgrader, trots den globala uppvärmningen, så att få smältperioder inträffar. Dessutom beräknas nederbörden öka, vilket ger ett tjockare snötäcke.



Figur 30. Förändring i vattenföring med 10 års återkomsttid för framtidsperioderna 2041–2070 och 2071–2100 jämfört med historiska tidsperioden 1971–2000. Framtidsperioderna beskrivs med scenarierna RCP4,5 och RCP8,5. Förändringarna gäller oregrerad vattenföring. För kustområden med endast små vattendrag visas ingen förändring i kartorna.



Figur 31. Förändring i vattenföring med 50 års återkomsttid för framtidsperioderna 2041–2070 och 2071–2100 jämfört med historiska tidsperioden 1971–2000. Framtidsperioderna beskrivs med scenarierna RCP4,5 och RCP8,5. Förändringarna gäller oregrerad vattenföring. För kustområden utan större vattendrag visas ingen förändring i kartorna.

4.4 Dygn med låg vattenföring

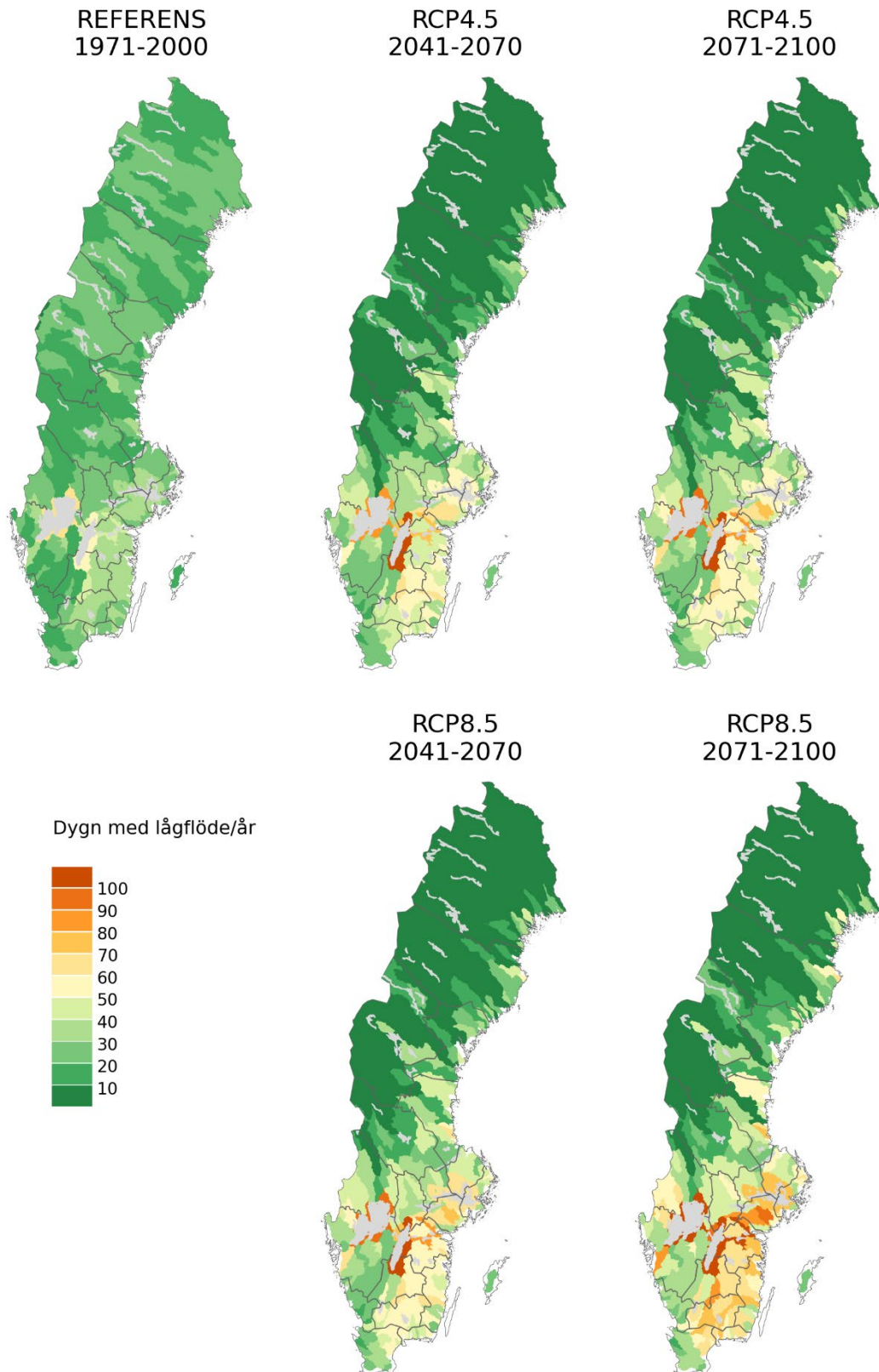
I Sverige är det framför allt i de sydöstra delarna av landet som det i dagens klimat finns problem med låg vattenföring. Det är framförallt under sommar och tidig höst som de låga flödena förekommer. Orsaken till att denna del av landet är särskilt utsatt är att nederbörden är lägre samtidigt som avdunstningen är hög. Det gör också att området är extra känsligt för ytterligare temperaturökning med en ökad avdunstning som följd. Låga vattenflöden kan leda till vattenbrist för jordbruk, dricksvattenförsörjning och industri. Det kan också påverka växt- och djurliv i vattendragen.

I de östra delarna av Svealand och Götaland har antalet dagar med lågflöde blivit fler (SMHI, 2024b). I Norrland och norra Svealand, där lågflöden vanligtvis inträffar vintertid, har istället antalet dygn med lågflöden minskat på grund av mildare vintrar. I västra Götaland och sydvästra Svealand märks hittills ingen tydlig förändring.

I Figur 32 visas antal dygn med lågflöde, dels för referensperioden 1971–2000, dels för två framtidsperioder för RCP4,5 och RCP8,5. Gränsen för lågflöde är definierad som ett medelvärde av varje års lägsta vattenföring (MLQ) för varje område för referensperioden.

De förändringar som redan syns idag kommer att förstärkas i framtiden. Antal dagar med lågflöden kommer att bli fler i Götaland, Svealand och Norrlands kustland där den ökande avdunstningen kommer vara kraftigare än nederbördsökningen som väntar i framtida klimat. Det kommer sannolikt bli nya områden i landet som periodvis kan få problem med vattenbrist.

I övriga delar av Norrland kommer vi få en fortsatt minskning av antalet dagar med lågflöden på grund av att vintrarna blir mildare.



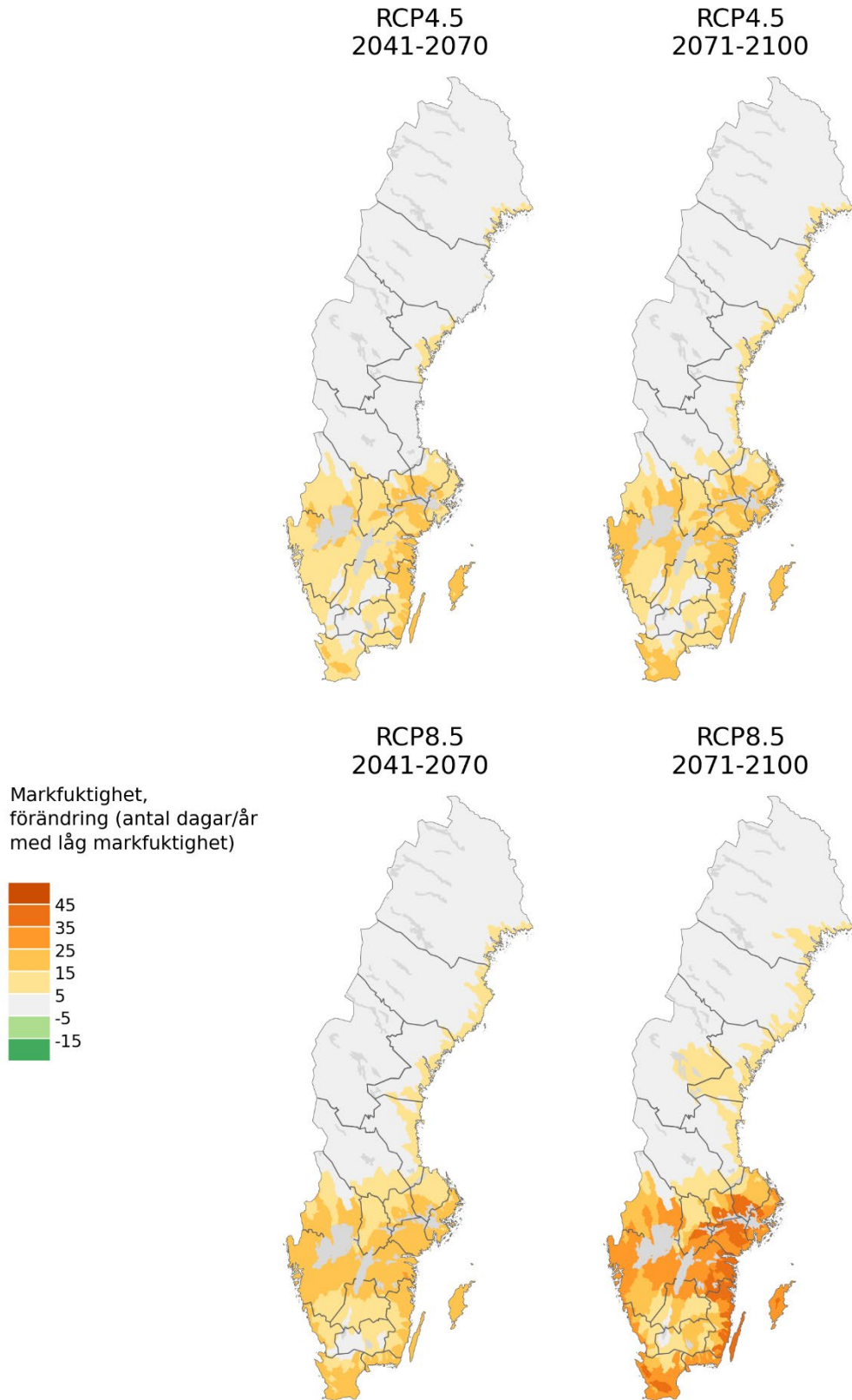
Figur 32. Antal dygn med lågflöde per år för referensperioden 1971–2000 samt för framtidsperioderna 2041–2070 och 2071–2100. Framtidsperioderna beskrivs med scenarierna RCP4,5 och RCP8,5. Förändringarna gäller oreglerad vattenföring. För kustområden utan större vattendrag visas ingen förändring i kartorna.

4.5 Låg markfuktighet

Markfuktighet är ett mått på hur mycket vatten det finns i marken, det vill säga i jordlagret ovanför grundvattnet. En låg markfuktighet kan leda till att växtligheten inte får tillräckligt med vatten.

I Figur 33 visas antal dagar per år med låg markfuktighet för referensperioden och för två framtidsperioder för RCP4,5 och RCP8,5. Definitionen för låg markfuktighet är att den är lägre än 50 % av fältkapaciteten i rotzonen. Fältkapaciteten är den maximala vattenhalten som marken kan hålla.

I ett varmare klimat kommer markfuktigheten att öka vintertid och minska sommartid i stora delar av landet. Antal dygn med låg markfuktighet beräknas öka i Götaland, Svealand och längs med Norrlandskusten på grund av den ökade avdunstningen.



Figur 33. Förändring i antal dygn per år med låg markvattenhalt två framtidsperioder; 2041–2070 och 2071–2100, jämfört med den historiska tidsperioden 1971–2000. Framtidsperioderna beskrivs med scenarierna RCP4,5 och RCP8,5

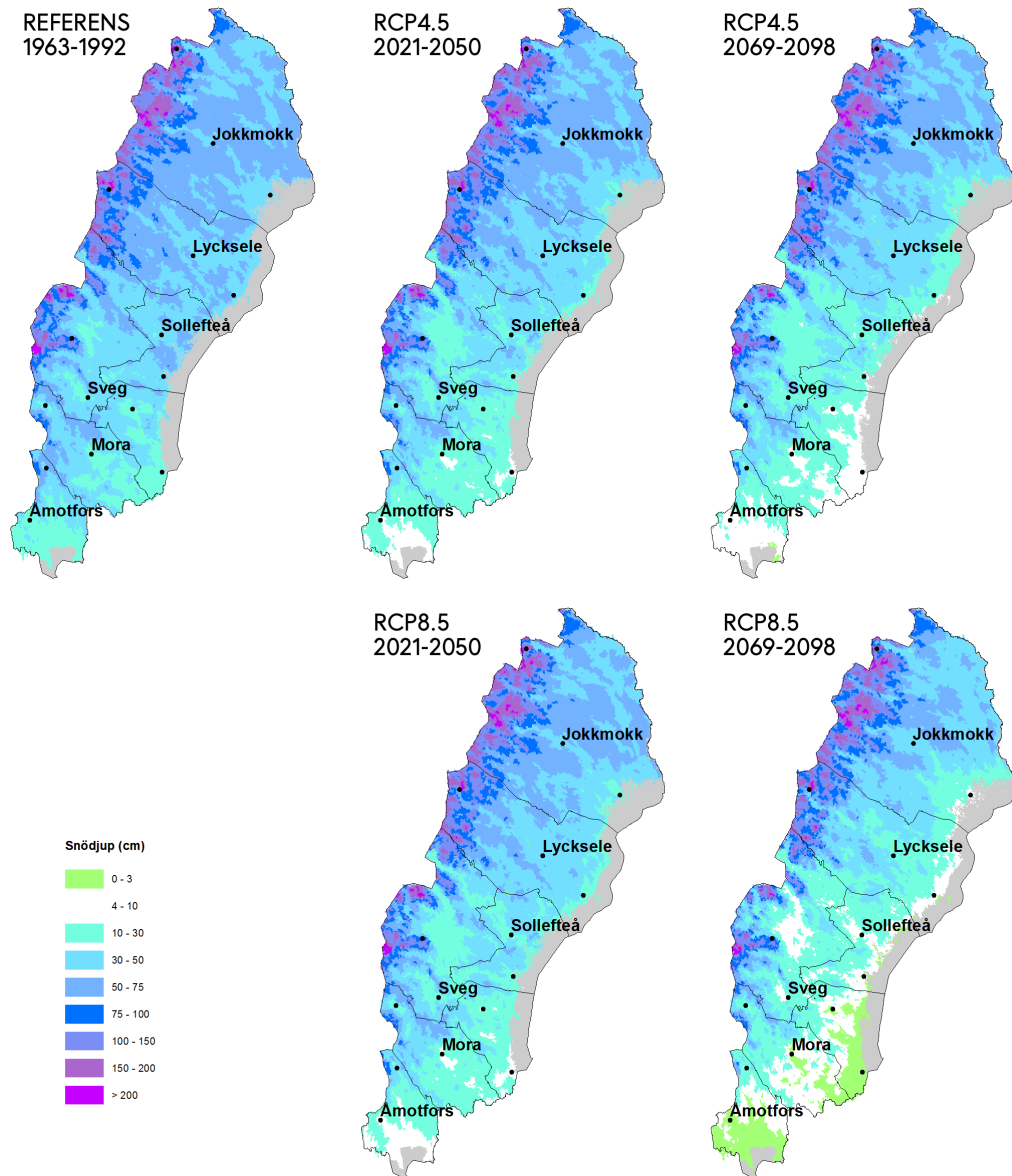
4.6 Snödjup

SMHI har tagit fram ett antal klimatindikatorer för snö på uppdrag av Länsstyrelserna i Norrland, Värmland och Dalarna (SMHI, 2020). Kartorna i detta avsnitt visar snödjup i medeltal för olika månader i historiskt och i framtida klimat. Underlaget är begränsat till länen i Norrland samt Värmland och Dalarna. Tidsperioderna skiljer sig något från de som i övrigt används i denna rapport; referensperioden är 1963–1992 och framtidsperioderna är 2021–2050 samt 2069–2098.

Figur 34 visar medelsnödjupet för mars månad. Snödjupet är simulerat i den hydrologiska modellen. Övriga månader mellan oktober till och med april finns i Bilaga 9.6.

Snödjupet minskar i takt med att klimatet värms upp. Snösäsongen blir kortare och snötäcket tunnare. Under referensperioden var medelsnödjupet minst 10 cm i samtliga analyserade län. I stora delar av Norrland 30-75 cm och i fjällen över 75 cm. I slutet av seklet har snötäcket minskat med ett par decimeter, men snön kommer bestå i stora delar av det analyserade området enligt RCP4,5. Enligt RCP8,5 blir det ovanligt med snö i södra delarna av Värmland, Dalarna och Gästrikland.

För övriga län i Svealand samt länen i Götaland finns information om förändring av maximalt snövatteninnehåll på SMHI scenariotjänst (SMHI, 2025). Det betyder den maximala snömängden varje år, i smält form. Underlaget visar att snömängderna minskar även i södra Sverige. Mest minskar de längs Västkusten. I slutet av seklet blir det ovanligt med snö enligt båda klimatscenerierna.



Figur 34. Medelsnödjup för mars månad för en historisk och två framtida perioder. Grå färg visar vattenytor.

4.7 Brandrisk

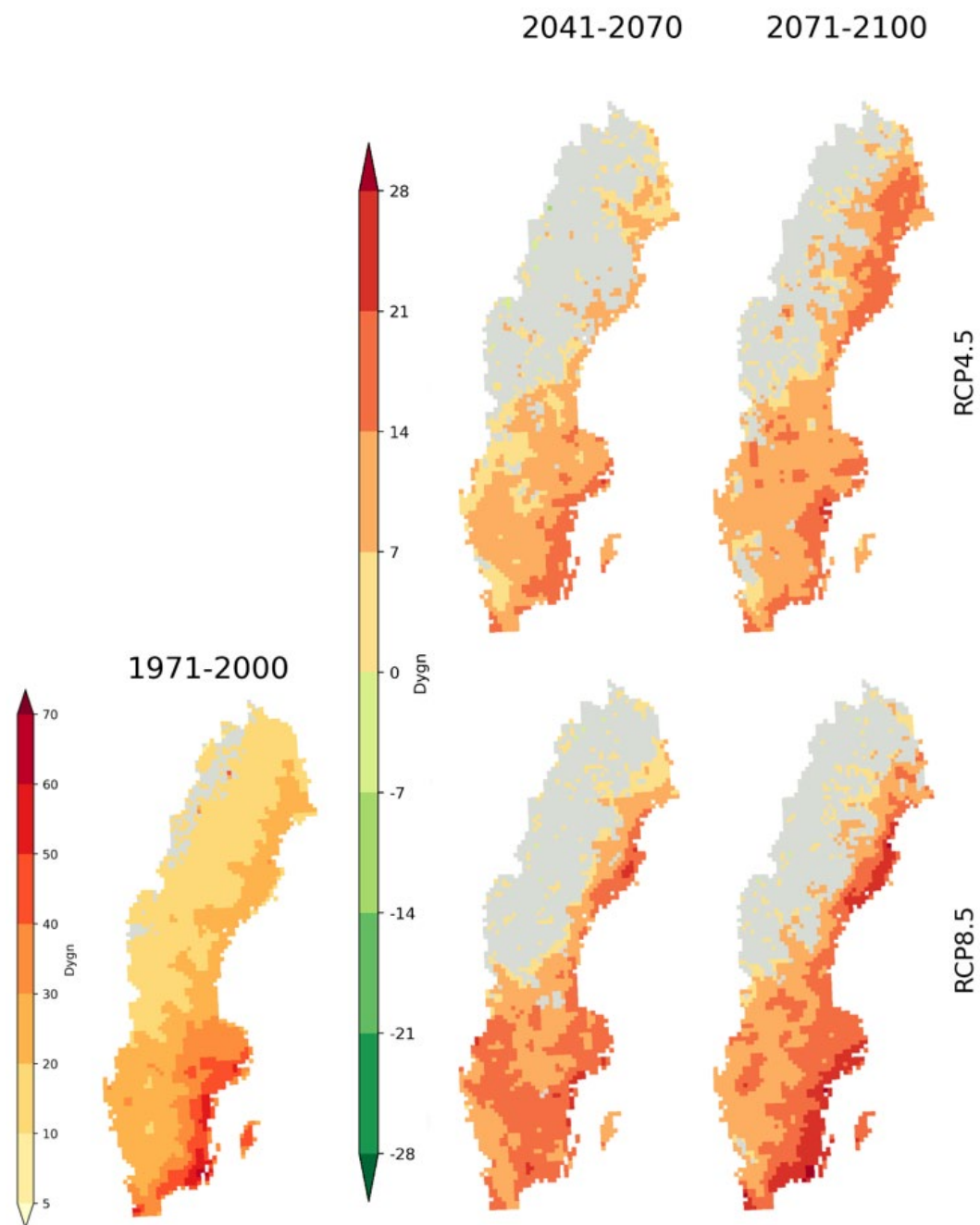
SMHI har på uppdrag av MSB analyserat brandrisk i framtida klimat baserade på beräkningar med FWI-modellen (MSB, 2024). FWI-modellen används operationellt för prognoser och varningar för uttorkning och spridningsrisk.

Perioder med hög brandrisk studeras genom klimatindikatorer. Nedan presenteras förekomst av högriskperioder och högrisksäsongens längd. En högriskperiod (HRP) beskriver två eller fler dagar i följd med hög eller mycket hög brandrisk (här enligt ett s.k. brandriskindex HRP456, vilket indikerar en längre period med *stor* till *extrem* brandrisknivå). Högrisksäsongens längd startar med första högriskperioden på året och slutar med den sista, och presenteras som medellängden under varje 30-årsperiod.

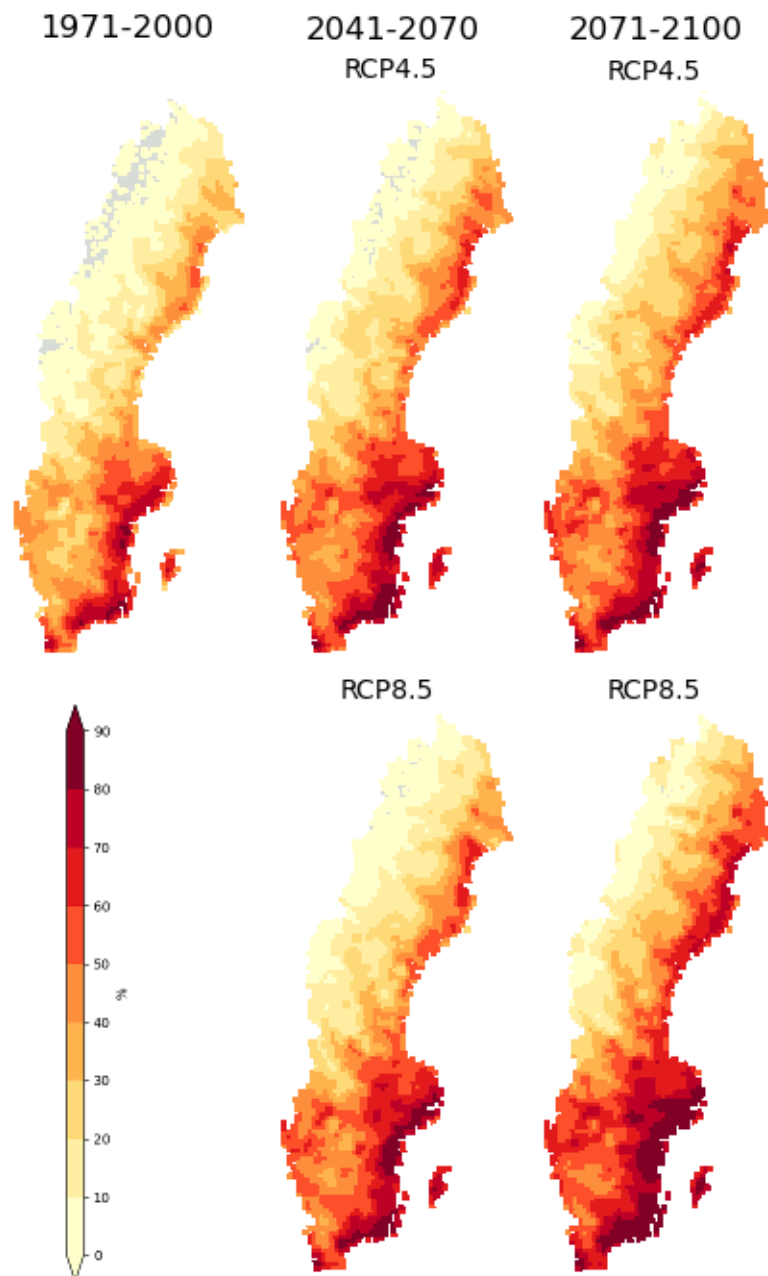
Figur 37 visar högrisksäsongens längd i historiskt klimat (1971–2000) samt *förändringen* från den historiska perioden till perioderna 2041–2070 och 2071–2100. Observera att kartorna har olika färgskalor. Högrisksäsongen har historiskt varit längst i Östersjölandskapen, upp till två månader lång. I övriga Sverige har säsongen varit kortare än 1 månad.

I framtiden blir högrisksäsongen längre. Störst är förändringen längs Sveriges ostkust och enligt RCP8,5. I slutet av seklet kan Östersjölandskapen och norra Norrlands kustland få upp till en månad längre högrisksäsong. Förändringarna drivs främst av den ökande temperaturen och minskad relativ luftfuktighet, som leder till snabbare uttorkning av den ytliga vegetation som driver skogsbränder.

Figur 38 visar andelen år då det förekommer minst en högriskperiod. Kartan för 1971–2000 visar att högriskperioder historiskt har förekommit över hälften av åren (50 %) i Östersjölandskapen. I övriga Sverige förekom högriskperioder färre än hälften av åren. I framtiden blir högriskperioder vanligare. I slutet av seklet förekommer högriskperioder över hälften av åren i Götaland och Svealand samt längs Norrlandskusten enligt RCP8,5. I Östersjölandskapen är frekvensen 100 %, högriskperioder förekommer alltså alla år. RCP4,5 visar på en mindre förändring, men även här finns områden som visar 100 % förekomst i slutet av seklet.



Figur 35. Medellängden av högrisksäsongen i historiskt klimat (1971-2000) samt förändringen till två framtida perioder (2041-2070 och 2071-2100). Kartorna baseras på medianvärden av flera beräkningar. Observera att den historiska kartan och de framtida kartorna har olika färgskalor. Små eller osäkra förändringar är maskerade med grå färg.

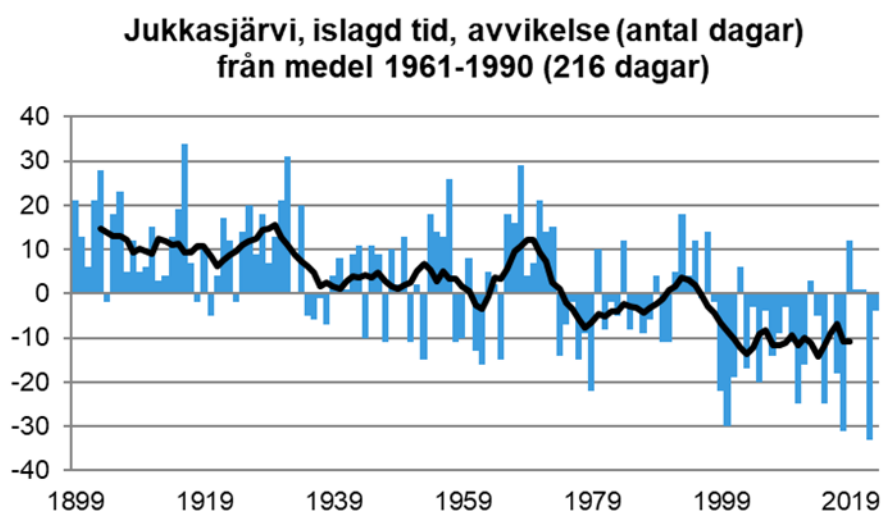


Figur 36. Andelen (%) år under en 30-årsperiod då det förekommer minst en högriskperiod (HRP456) i en historisk och två framtida perioder. Kartorna baseras på medianvärden av flera beräkningar. Små eller osäkra förändringar är maskerade med grå färg.

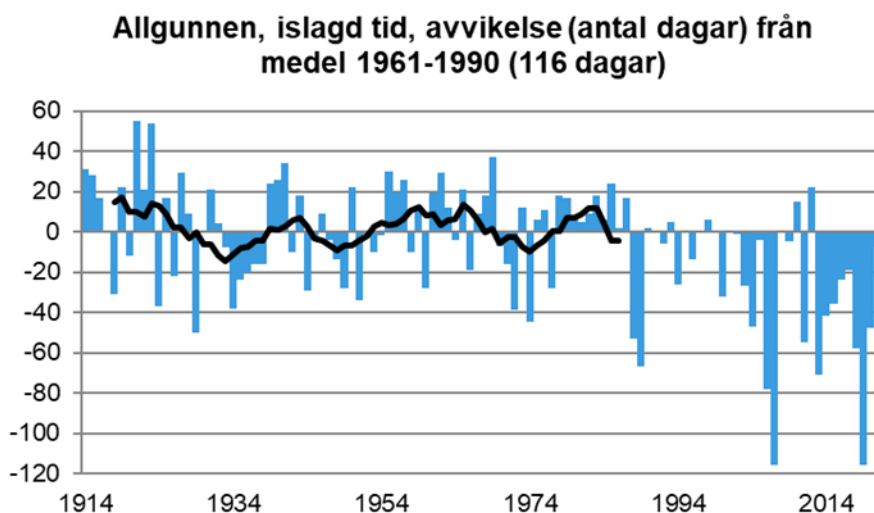
4.8 Isläggning och islossning på sjöar

Hur lång period som det finns is på sjöar har en stor betydelse för sjöars ekosystem och vattenkvalitet. De har också betydelse för issäkerhet, rennärning och möjlighet att bedriva trafik på is under vintern, samt rekreation.

Studier av SMHIs observationer av isläggnings- och islossningsdatum på sjöar visar att det finns en generell trend att isläggningen kommer senare och islossningen tidigare. Det märks i Figur 37 och Figur 38 som visar islagd tid på sjöarna Jukkasjärvi i Norrbottens län och Allgunnen som ligger på gränsen mellan Jönköpings och Kronobergs län. I södra Sverige märks också att det blir vanligare att isen uteblir helt vissa vintrar. Vintrarna 2007–2008 och 2019–2020 var många sjöar helt isfria i Götaland och Svealand. En sådan situation har inte observerats tidigare.



Figur 37. Islagd tid på sjön Jukkasjärvi i Norrbottens län för perioden 1899-2023. Staplarna anger antalet dagar. Den svarta kurvan visar ett rullande medelvärde.



Figur 38. Islagd tid på sjön Allgunnen på gränsen mellan Kronobergs och Jönköpings län. Observationer saknas för säsongerna 97/98, 99/00, 01/02, 07/08, 08/09. Sjön var sannolikt isfri 2007/2008.

Med stigande temperaturer kommer isläggning, islossning och isperiodens längd att påverkas. Resultatet från en studie (SMHI, 2018b) visar att mot slutet av århundradet

kommer Vänern och Vättern att vara isfria under merparten av åren. De år som isen lägger sig är antalet isdagar kraftigt reducerat mot idag. Mälaren och Hjälmaren beräknas fortfarande vara islagda de flesta år i ett framtida klimat. Dock är antalet dagar som det finns is reducerat med mer än hälften.

I en annan studie (Stensen, 2017) undersöktes fyra sjöar i Jönköpings län. Liknande påverkan på isläggningen kunde ses. I slutet av seklet är sjöarna täckta med is en till tre månader kortare än under referensperioden, beroende på RCP-scenariot. Spridningen mellan år är dock stor.

4.9 Grundvatten

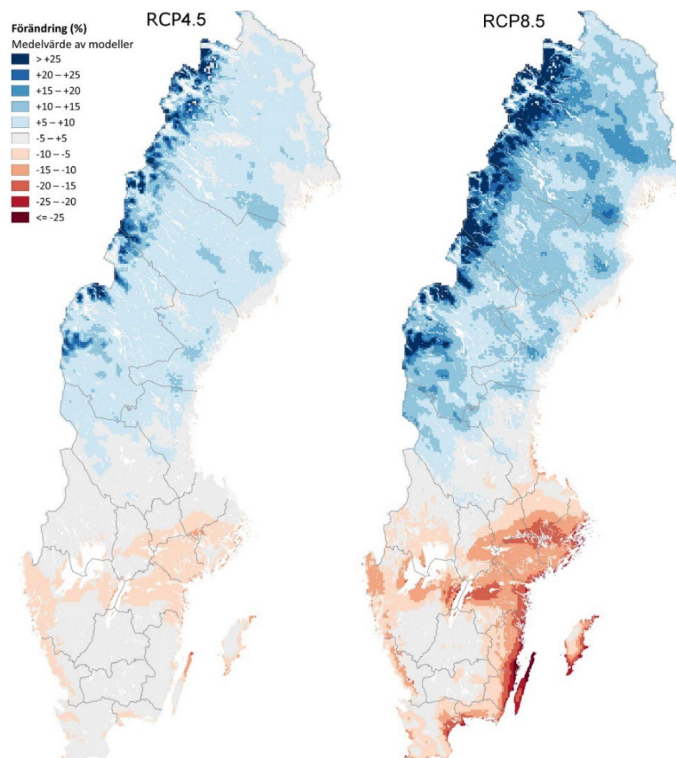
Grundvatten spelar en mycket stor roll för flera funktioner i det svenska samhället. Den kanske mest uppenbara betydelsen av grundvattnet är för vattenförsörjning, men det kan till exempel också vara avgörande för vissa ekosystem. Det är inte bara för lite grundvatten som kan skapa problem, utan även för mycket grundvatten kan medföra negativa konsekvenser. Till exempel kan höga grundvattennivåer öka risken för översvämning och försämrad bärighet i mark.

Sveriges geologiska undersökning (SGU) har tagit fram klimatindikatorer för grundvatten (SGU, 2024). Rapporten omfattar så kallade små grundvattenmagasin, vilka exempelvis kan beröra enskild vattenförsörjning, jordbruk, infrastruktur och undermarksanläggningar. Små grundvattenmagasin förekommer i praktiskt taget hela landet.

Potentiell grundvattenbildning är en generaliserad grundvattenbildning som beräknas för att göra översiktliga sammanställningar med avseende på ett förändrat klimat. Den verkliga grundvattenbildningen beror bland annat av lokala geologiska förhållanden vilka inte ingår i beräkningarna. Det är dock ett rimligt antagande att den verkliga grundvattenbildningen kommer att påverkas på ett likartat sätt som den potentiella grundvattenbildningen i ett framtida klimat. Förändringen i grundvattenbildningen påverkas framförallt av förändringar i nederbörd, växtupptag och avdunstning.

Det finns en förhållandevis stor osäkerhet vid beräkning av förändrad grundvattenbildning i framtida klimat. Det beror troligen på att ökad temperatur och ökad nederbörd ger motsatta effekter vad det gäller grundvattenbildning, därmed kan små variationer i temperatur och nederbörd ge stora skillnader i resulterande grundvattenbildning. Det verkliga utfallet kan därför skilja betydligt från beräkningarna vilket måste beaktas vid planering och klimatanpassning. Osäkerheterna beskrivs ytterligare i SGU:s rapport.

Figur 39 visar förändringen av medelvärdet för årlig potentiell grundvattenbildning i små magasin till slutet av seklet enligt RCP4,5 och RCP8,5. Kartorna visar att grundvattenbildningen ökar i fjällkedjan och Norrlands inland. I Götaland och större delen av Svealand samt längs Norrlandskusten är grundvattenbildningen oförändrad eller minskande. Minskningen sker främst längs med kusterna och kring de stora sjöarna Vänern, Vättern och Mälaren. RCP4,5 och RCP8,5 visar samma geografiska mönster och förändringen förstärks med högre utsläpp av växthusgaser.

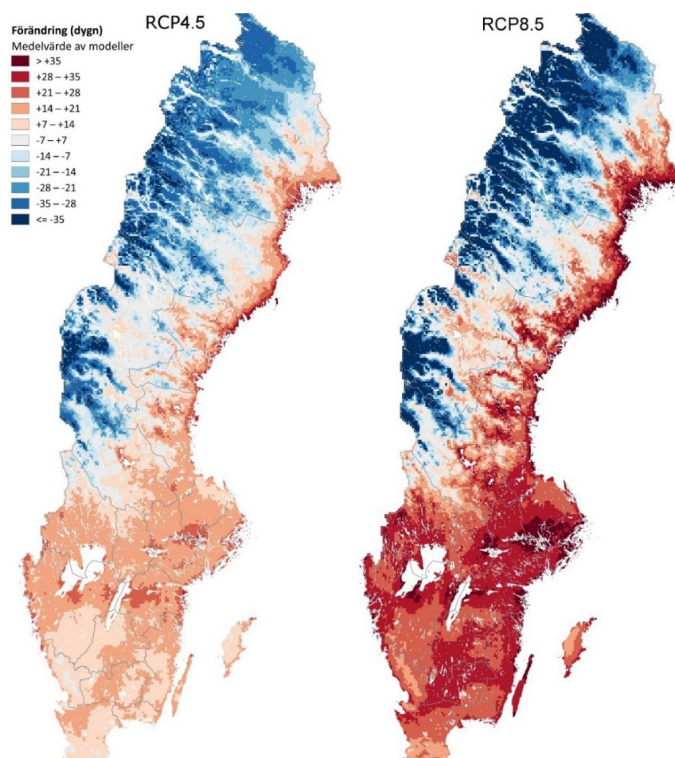


Figur 39. Förändring (%) i av medelvärde av årlig potentiell grundvattenbildning i små grundvattenmagasin. Kartorna visar medelvärden av flera beräkningar för perioden 2071–2100 jämfört med 1971–2000. Till vänster RCP4,5 och till höger RCP8,5. Från SGU (2024).

För en del områden kan den potentiella grundvattenbildningen vara stor, sett över en årscykel, men den långsiktiga magasineringsförmågan av grundvatten kan vara begränsad, vilket kan bidra till brist på grundvatten exempelvis under sommaren. Grundvattentorka definieras här som årets längsta period då den ackumulerade potentiella grundvattenbildningen summeras till mindre än 10 mm under de senaste 30 dyggen.

Figur 40 visar förändring av grundvattentorka till slutet av seklet. Perioder med grundvattentorka blir kortare i fjälltrakterna och i de inre delarna av Norrland. Detta beror på att grundvattentorka främst förekommer vintertid under referensperioden och mildare vintrar leder till att perioder med grundvattentorka blir kortare. Däremot är det förväntat att sommartorkan kommer bli längre även i detta område.

Längs Norrlandskusten, i Götaland och i nästan hela Svealand förlängs perioderna med grundvattentorka. Förändringarna är kraftigast nära kusten och de större sjöarna. RCP4,5 och RCP8,5 visar samma geografiska mönster och förändringen förstärks med högre utsläpp av växthusgaser.



Figur 40. Förändring av medelvärdet av grundvattentorka i antal dygn baserat på längsta årliga period. Kartorna visar medelvärden av flera beräkningar för perioden 2071–2100 jämfört med 1971–2000. Avser små grundvattenmagasin. Till vänster RCP4,5 och till höger RCP8,5. Från SGU (2024).

Det ska understrykas att kartorna visar medelvärden och det är ofta de mer extrema händelserna snarare än normalläget som blir avgörande för samhället och klimatanpassningen vad det gäller grundvatten. Dessutom är det inte givet att samhällskonsekvenserna står i direkt proportion till förändringarna. Detta beror på att användningen eller beroendet av grundvatten och de geologiska förhållandena kan variera stort mellan olika geografiska områden.

Avseende stora grundvattenmagasin, som har störst betydelse för den allmänna vattenförsörjningen, finns några slutsatser från en tidigare SGU-rapport (SGU, 2015):

- Grundvattnets årsmedelnivå beräknas höjas i större delen av Sverige utom i landets sydöstra delar där nivåerna i stället beräknas sjunka.
- Grundvattnets högsta och lägsta nivåer beräknas stiga i norra Sverige medan de i stället beräknas sjunka i södra Sverige.
- Skillnaden mellan högsta och lägsta nivå under året beräknas minska i norra delen av landet medan de beräknas öka i landets södra och sydvästra delar.

5 Oceanografi

Den pågående klimatförändringen har inverkan på hav och havsmiljö. Underlaget till de oceanografiska klimatindikatorerna för havet kring Sverige såsom yttemperatur, maximal isutbredning och botten-syrehalt hämtas från SMHIs klimatscenariotjänst (SMHI, 2025).

Avseende medelvattenståndets förändring i havet har information hämtats från SMHIs sida om framtida medelvattenstånd (SMHI - Framtida medelvattenstånd, 2024). Information om framtida medelvattenstånd längs Sveriges kust finns tillgängligt för fem olika klimatscenarier, från ett mycket lågt scenario (SSP1-1,9) till ett mycket högt scenario (SSP5-8,5). Därtill finns information från ytterligare två beräkningar, som av

IPCC bedöms som mindre troliga eftersom de inkluderar processer förknippade med djup osäkerhet relaterade till inlandsisarnas instabilitet. Nivåer och tillhörande osäkerheter finns för medianvärde samt 17:e och 83:e percentilerna för varje scenario. I föreliggande rapport visas medelvattenståndets förändring under SSP2-4,5 respektive SSP5-8,5 utifrån medianvärde, för percentilerna hänvisas till Bilaga 9.7.

Information om framtida medelvattenstånd i havet längs Sveriges kust finns för varje årtionde från 2030 till 2150. På SMHIs sida om framtida medelvattenstånd redovisas absoluta nivåer i höjdsystemet RH 2000. För att istället visa medelvattenståndets förändring i framtida klimat har medelnivån för referensperioden 1995–2014 subtraherats från dataunderlaget av framtida medelvattenstånd.

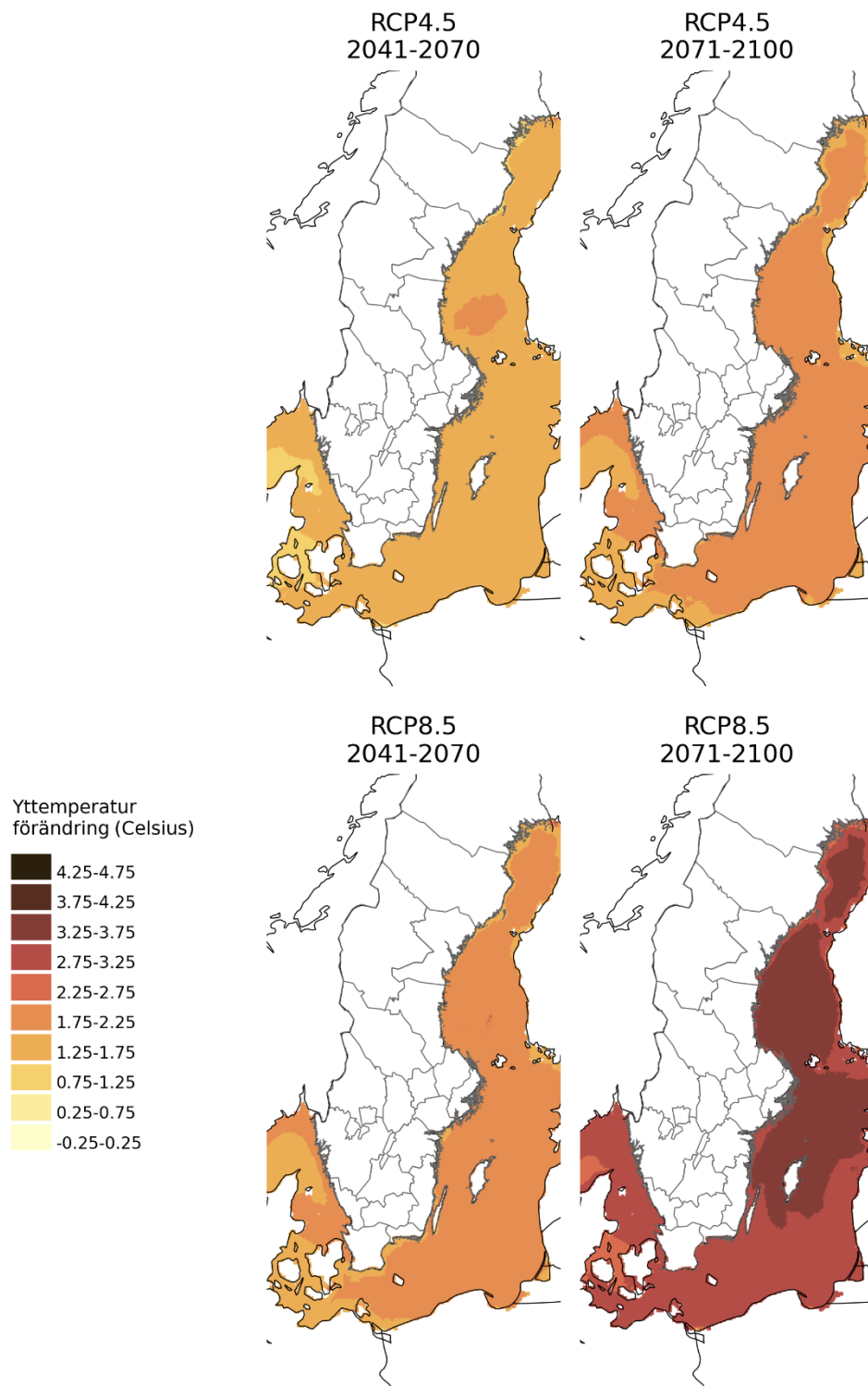
5.1 Yttemperatur

Ytvattentemperaturen syftar på den genomsnittliga temperaturen i havets övre skikt, som sträcker sig från ytan ner till cirka nio meter. Den påverkas av flera faktorer som solens strålar, luftens värme, vindar och havsströmmar. Klimatförändringen orsakar en ökning av lufttemperaturen, vilket i sin tur påverkar havstemperaturen eftersom en stor del av den överskottsvärmen har absorberats av haven.

Figur 41 visar kartor över Sverige som illustrerar beräknad förändring av medelvärdet för ytvattentemperatur för de tidsperioderna 2041–2070 samt 2071–2100 jämfört med referensperioden 1971–2005. Dessa förändringar beskrivs för två klimatscenarier: RCP4,5 (medelhöga utsläpp) och RCP8,5 (höga utsläpp). Enligt båda scenarierna förväntas medelvattentemperaturen i ytan öka i samtliga bassänger i Sveriges närhet under tidsperioderna 2041–2070 och 2071–2100 jämfört med referensperioden.

Under RCP8,5 är temperaturökningarna markant högre än under RCP4,5, kring södra och norra Sverige, där flera områden visar temperaturökningar på över 3 grader. Bottenhavet, Norra Egentliga Östersjön och Bottenviken är exempel på områden med sådana höga ökning, vilket indikerar en betydande påverkan på framtida klimatförhållanden i dessa regioner. Kustområdena i Kattegatt och Skagerrak upplever också betydande temperaturhöjningar, med nära 3 graders ökning mot slutet av seklet. I figuren visas att temperaturökningen i norra Sverige var något mer markant än i södra delen av landet enligt klimatscenariot RCP8,5.

Båda klimatscenarierna visar att ytvattentemperaturen kommer att öka i havet kring hela Sverige under detta århundrade. Ökningen väntas bli störst mot slutet av seklet i norra Sverige enligt RCP8,5.



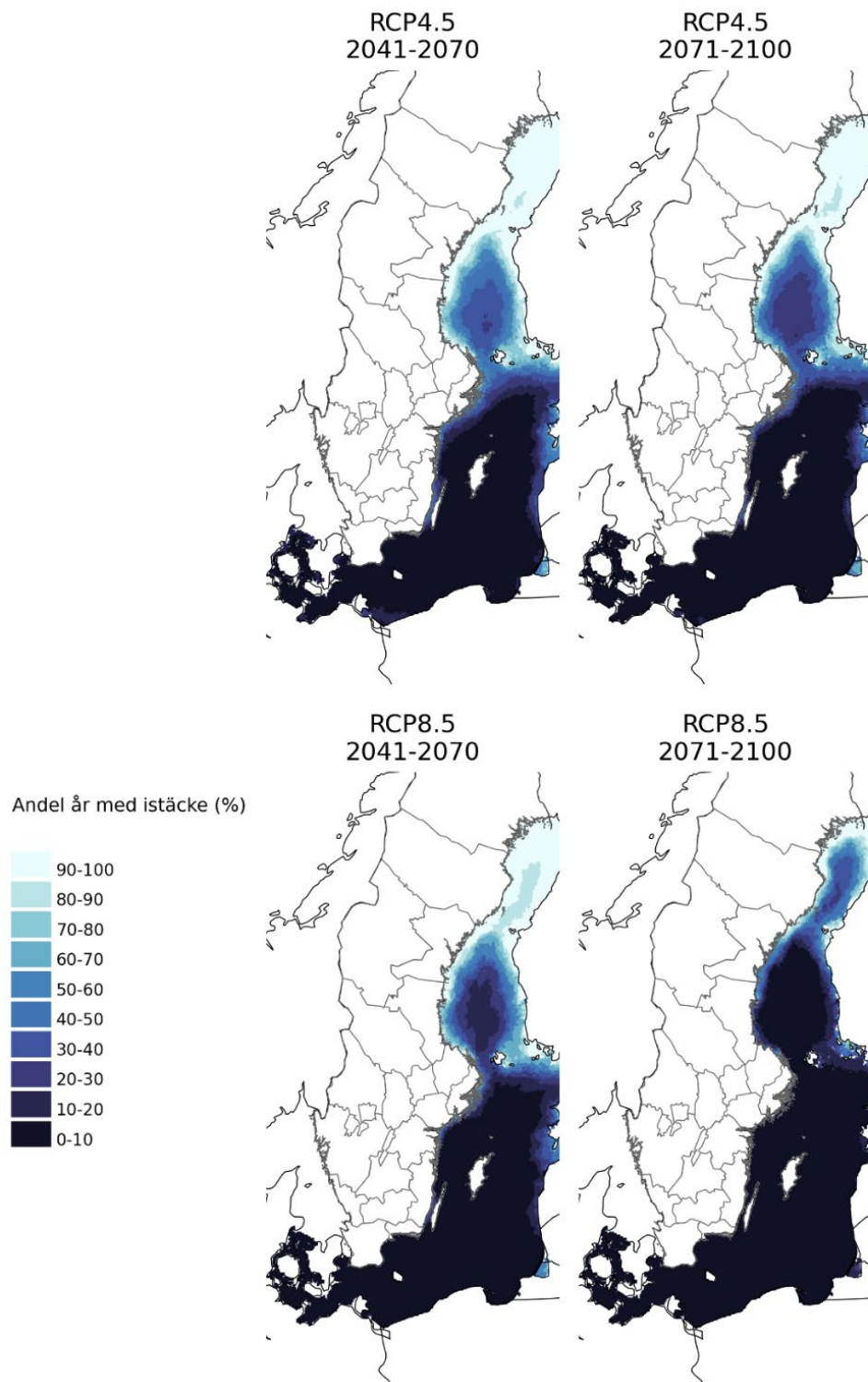
Figur 41. Beräknad förändring av ytvattentemperatur (°C) för tidsperioderna 2041–2070 och 2071–2100 jämfört med referensperioden 1976–2005 beskrivna med klimatscenarierna RCP4,5 respektive RCP8,5.

5.2 Maximal isutbredning

Havsis har en betydande roll i klimatet med signifikant inverkan på marina ekosystem, sjöfart och kustsamhällen. Den reglerar oceanografiska förhållanden såsom ytvattnets temperatur, salthalt och skiktning och reflekterar solljus. Mildare vintrar och mindre isbildning leder till att mer solljus når ner i vattenmassan vilket möjliggör en tidigare vårblooming (Pemberton, o.a., 2021).

Hur ofta havet fryser påverkar inte bara marina djur och deras livsmiljöer, utan också sjöfarten och livsmedelsförsörjningen för kustsamhällen. Genom att inkludera olika utsläppsscenarioer kan framtida förändringar och deras möjliga effekter på ekosystem och samhällen förutsägas. Figur 42 visar andelen vintrar med istäcke över havsområden nära Sverige under framtida tidsperioder enligt klimatscenerierna RCP4,5 och RCP8,5.

Isutbredningen minskar succesivt i takt med uppvärmningen, och störst förändring sker enligt RCP8,5. I Sveriges havsområden söder om Stockholm är is mycket ovanligt redan i mitten av seklet enligt båda scenarier. Enligt RCP4,5 förekommer is över Bottenhavet hälften av åren i slutet av seklet och nästan varje år i Bottenviken. Enligt RCP8,5 är is ovanligt i Bottenhavet i slutet av seklet, dock förekommer is längs Bottenvikens kust de flesta år.



Figur 42. Andel (%) vintrar med istäcke någon gång under september-augusti för tidsperioderna 2041–2070 och 2071–2100 enligt klimatscenerierna RCP4,5 respektive RCP8,5.

5.3 Bottensyrehalt

Bottensyrehalt definieras som den genomsnittliga syrehalten vid havsbotten. Ytvattnet är oftast rikt på syre, vilket beror på utbytet med atmosfären samt den fotosyntes som algerna utför. Djupare ner i havet minskar syrehalten på grund av biologisk aktivitet som förbrukar syret. Vattenomblandning, som ofta påverkas av vindar, spelar en viktig roll för att föra syre till djupare lager. När organiskt material sjunker till botten används det kvarvarande syret för nedbrytning av detta. Syre är lika viktigt för livet i havet som det är på land. Utan en konstant tillförsel av syresatt vatten kan syrebrist uppstå, vilket påverkar växt- och djurliv och kan därmed skada havets ekosystem.

Haven runt om i världen, inklusive de svenska haven, påverkas av antropogena aktiviteter som övergödning eller eutrofiering, vilket resulterar i syrebrist. Klimatförändringen förvärrar dessa problem genom att minska havets förmåga att absorbera syre från atmosfären samt höja vattentemperaturen, vilket ytterligare sänker syrehalten i vattnet.

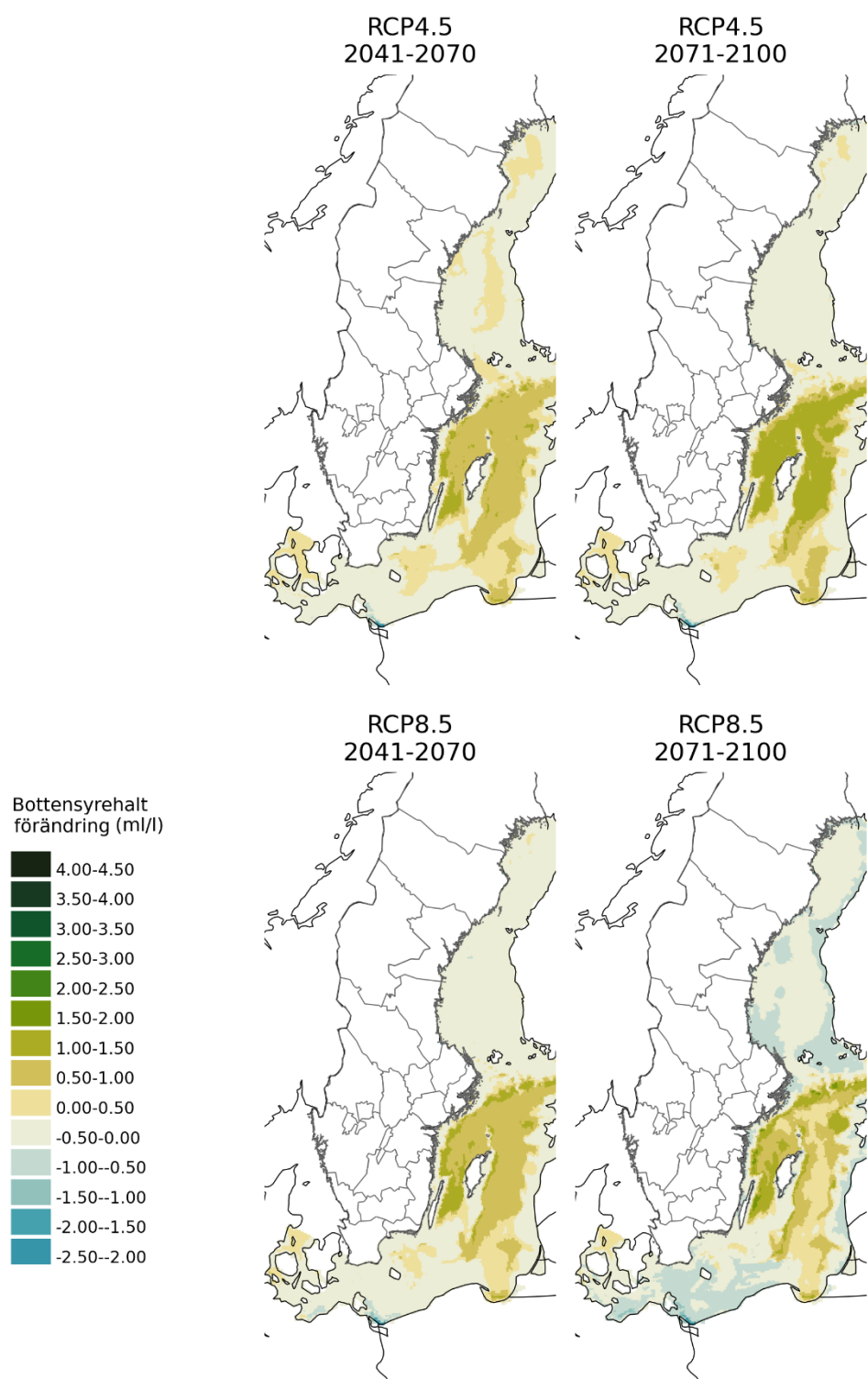
Figur 43 visar kartor över Sverige som illustrerar förändringar i bottensyrehalten för tidsperioderna 2041–2070 och 2071–2100 jämfört med referensperioden 1976–2005 enligt klimatscenerierna RCP4,5 och RCP8,5.

Bottensyrehalten är en viktig biogeokemisk indikator, och olika scenarier för utsläpp av näringsämnen används tillsammans med klimatscenerier eftersom de även påverkas i hög grad av näringsämnesutsläppen från exempelvis jordbruk och vattenrening. Här presenteras endast beräkningar baserade på näringsämnesscenario Bas, vilket innebär att näringsstillförseln bibehålls enligt dagens nivåer.

I norra Sverige är förändringarna mindre påtagliga, men vissa områden visar tecken på minskade syrehalter mot slutet av seklet, särskilt enligt RCP8,5. Dessutom förväntas kustområdena uppleva en gradvis men betydande minskning av syrehalter under RCP8,5 mot slutet av seklet.

I Södra Sverige, framför allt Östersjön, förväntas uppleva mer omfattande försämringar av bottensyrehalten. Intressant nog kan delar av norra Östersjön uppleva en gradvis ökning av syrehalten i bottenvattnet över tid under RCP4,5, vilket tyder på en potentiell förbättring av syresituationen i dessa ekosystem. Denna ökning kan nå upp till 1,5 ml/l mot slutet av seklet och är en följd av en långsam återhämtning efter 1980-talets topp i fosfortillförsel till Östersjön. Enligt RCP8,5 för perioden 2041–2070 är syrehalten liknande den som förutses under RCP4,5. Men för perioden 2071–2100 antyder RCP8,5 en betydande nedgång i syrehalterna i dessa vatten.

Sammantaget visar kartorna en allmän minskning av syrehalten över tid i Sverige, särskilt enligt RCP8,5, med några få regionala undantag i Östersjön. Mot slutet av seklet noterades en genomgående minskning av syrehalterna längs hela Sveriges kustområden. Denna trend är särskilt framträdande i det högre utsläppsscenarioet RCP8,5, där de mest betydande förändringarna förväntas ske under perioden 2071–2100.



Figur 43. Beräknad förändring av medelvärdet av bottenvattensyrehalt (ml/l) för tidsperioderna 2041–2070 och 2071–2100 jämfört med referensperioden 1976–2005 under klimatscenerierna RCP4,5 respektive RCP8,5 och näringsämnesscenario Bas.

5.4 Havsnivåhöjning

Stigande havsnivåer är en påtaglig effekt av en ökande global medeltemperatur. Medelvattenståndet i havet stiger och kommer att fortsätta stiga lång tid framöver, hur mycket och hur länge beror på de framtida utsläppen av växthusgaser. Sverige har en pågående landhöjning som i olika grad motverkar effekten av den regionala havsnivåhöjningen. Landhöjningen i Sverige varierar och är som störst i norr vid Bottenvikskusten (cirka 10 mm/år) och som lägst i Skåne (cirka 1 mm/år) och kommer att vara konstant under ett par tusen år framåt.

I Figur 44 visas medelvattenståndets förändring (median) i havet längs Sveriges kust under ett medelhögt respektive mycket högt scenario, SSP2-4,5 respektive SSP5-8,5, för årtiondena 2070, 2100 och 2150. Förändringen visas relativt referensperioden 1995-2014.

Landhöjningens effekt är påtaglig med sjunkande medelvattenstånd längs kusten i norr, där landhöjningen är som högst, och med stigande medelvattenstånd i söder, där landhöjningen är som lägst.

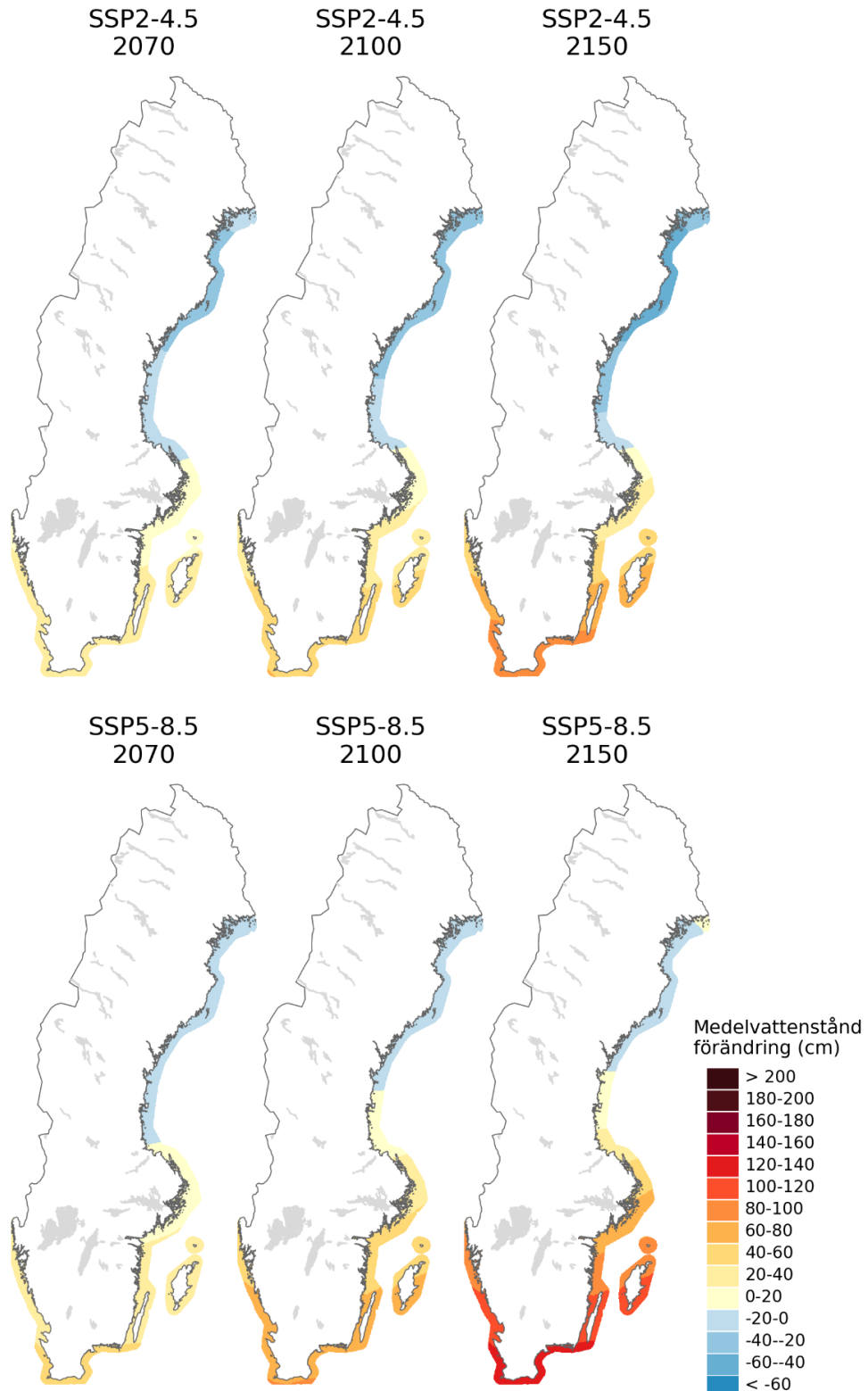
Medelvattenståndet förändras gradvis över tid med ett förhöjt medelvattenstånd i söder som når längre norrut och blir mer påtagligt längre fram i tiden och under det mycket höga scenariot. Längs Skåne och Blekinges kust höjs medelvattenståndet som mest, med en höjning av medelvattenståndet på cirka 120-130 cm under det mycket höga scenariot SSP5-8,5 fram till år 2150.

Andelen kuststräcka i norr med ett sjunkande medelvattenstånd minskar gradvis över tid under SSP5-8,5. Under SSP2-4,5 är takten på havsnivåhöjningen lägre än takten på landhöjningen i norr och ett sjunkande medelvattenstånd fås över tid.

Tillfälliga hög- och lågvattenhändelser, orsakade av vädret, kan medföra problem redan i dagens klimat med exempelvis översvämningar eller att vattendjupet är för lågt för säker sjöfart. Ett förändrat medelvattenstånd i framtida klimat medför att tillfälliga hög- och lågvattenhändelser får ett annat utgångsläge jämfört med dagens klimat.

Ett förhöjt medelvattenstånd i södra Sverige ger ett högre utgångsläge vilket gör att en tillfällig högvattenhändelse kan nå ännu längre upp på land än idag vid samma väder. Med ett högre utgångsläge krävs ett mindre bidrag från vädret för att nå samma nivåer som vid dagens högvattenhändelser. Detta gör att nivåer som uppnås relativt sällan idag, kommer att uppnås oftare där medelvattenståndet blir högre i framtiden.

Längre norrut i Sverige, där medelvattenståndet blir lägre, fås ett lägre utgångsläge vilket gör att en tillfällig lågvattenhändelse medför än lägre nivåer jämfört med idag vid samma väder.



Figur 44. Medelvattenståndets förändring (median) i havet längs Sveriges kust under det medelhöga scenariot SSP2-4,5 och det mycket höga scenariot SSP5-8,5 för årtiondena 2070, 2100 och 2150, relativt referensperioden 1995-2014.

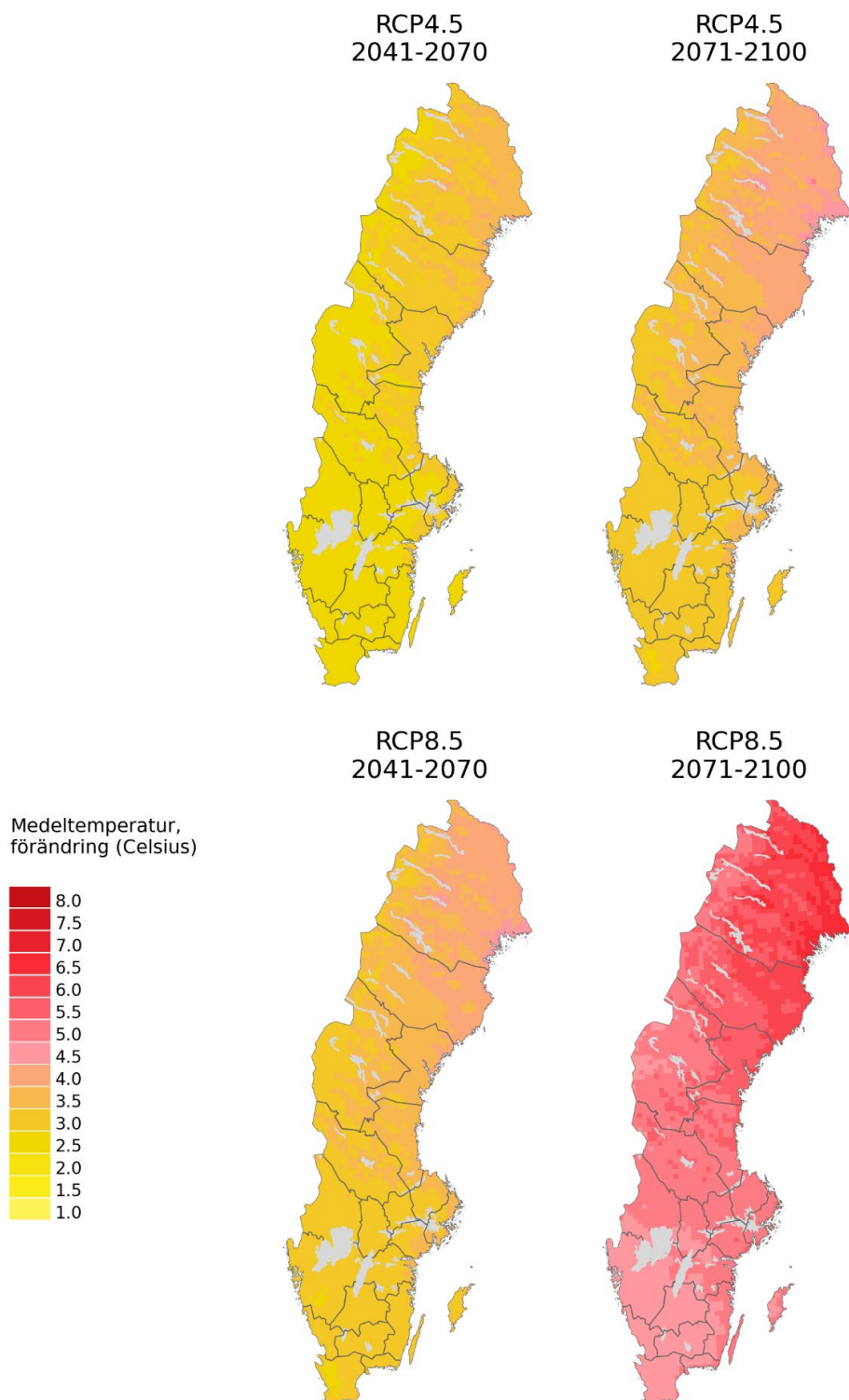
6 Referenser

- IPCC (2013) *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp, doi:10.1017/CBO9781107415324.
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]: Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp. doi:10.1017/9781009157896
- Kierulf, H. P., Steffen, H., Barletta, V. R., Lidberg, M., Johansson, J., Kristiansen, O., & Tarasov, L. (2021). A GNSS velocity field for geophysical applications in Fennoscandia. *Journal of Geodynamic*, 146, 101845. doi:10.1016/j.jog.2021.101845
- Pemberton, P., Lind, L., Anette, J., Arneborg, L., Axell, L., & Hieronymus, M. (2021). *Framtida isutbredning i svenska farvatten - Analys av isförhållandena runt år 2040 och 2070*. Oceanografi 129, SMHI.
- SMHI - Framtida medelvattenstånd. (2024, januari 19). *Framtida medelvattenstånd*. Retrieved from <https://www.smhi.se/klimat/stigande-havsnivaer/framtida-medelvattenstand-1.165493>
- SMHI - Fördjupad klimatscenariotjänst. (2025). *Fördjupad klimatscenariotjänst - Oceanografi*. Retrieved from <https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/fordjupade-klimatscenarier>
- Vestøl, O., Ågren, J., Steffen, H., Kierulf, H., & Tarasov, L. (2019). NKG2016LU: a new land uplift model for Fennoscandia and the Baltic Region. *Journal of Geodesy*, 93(9), 1759-1779. doi:10.1007/s00190-019-01280-8
- SMHI Kunskapsbanken - is på sjöar (2024)
<https://www.smhi.se/kunskapsbanken/hydrologi/is/is-pa-sjoar-forandring-over-tid-1.177261>
- SMHI Kunskapsbanken – Luftfuktighet (2024)
<https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/luftfuktighet/luftfuktighet-1.3910>
- SMHI Kunskapsbanken – Stormskador i framtiden (2024)
<https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/klimat effekter/stormskador-i-framtiden-1.7080>
- SGU (2024) Klimatmodellering av grundvatten – grundläggande analys. SGU-rapport 2024:04.
- SGU (2015) Grundvattennivåer i ett förändrat klimat – nya klimatscenarier. SGU-rapport 2015:19.

- SMHI (2018a) Extremregn i nuvarande och framtida klimat. SMHI Klimatologi nr 57.
- SMHI (2018b) Sveriges stora sjöar idag och i framtiden. Klimatets påverkan på Vänern, Vättern, Mälaren och Hjälmaren. Kunskapssammanställning februari 2018, Klimatologi 49.
- SMHI (2020) Snö i framtida klimat, för de sju nordligaste länen. SMHI rapport nr 2020-29.
- SMHI (2022) Observerad klimatförändring i Sverige 1860-2021. SMHI Klimatologi nr 69.
- SMHI (2025) Scenariotjänsten, januari 2025. <https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/fordjupade-klimatscenarioer>
- SMHI (2024b) Klimatindikatorer – klimatets utveckling i Sverige. <https://www.smhi.se/klimat/klimatet-da-och-nu/klimatindikatorer>
- Stensen K. (2017). Full technical report: Predicting change in lake ecosystems. Copernicus Climate Change Service.
- Lindström, G., Pers, C.P., Rosberg, R., Strömqvist, J., och Arheimer, B. (2010): Development and test of the HYPE (Hydrological Predictions for the Environment) model – A water quality model for different spatial scales. *Hydrology Research* 41.3-4:295-319.
- Vestøl, O., Ågren, J., Steffen, H., Kierulf, H., & Tarasov, L. (2019). NKG2016LU: a new land uplift model for Fennoscandia and the Baltic Region. *Journal of Geodesy*, 93(9), 1759-1779. doi:10.1007/s00190-019-01280-8

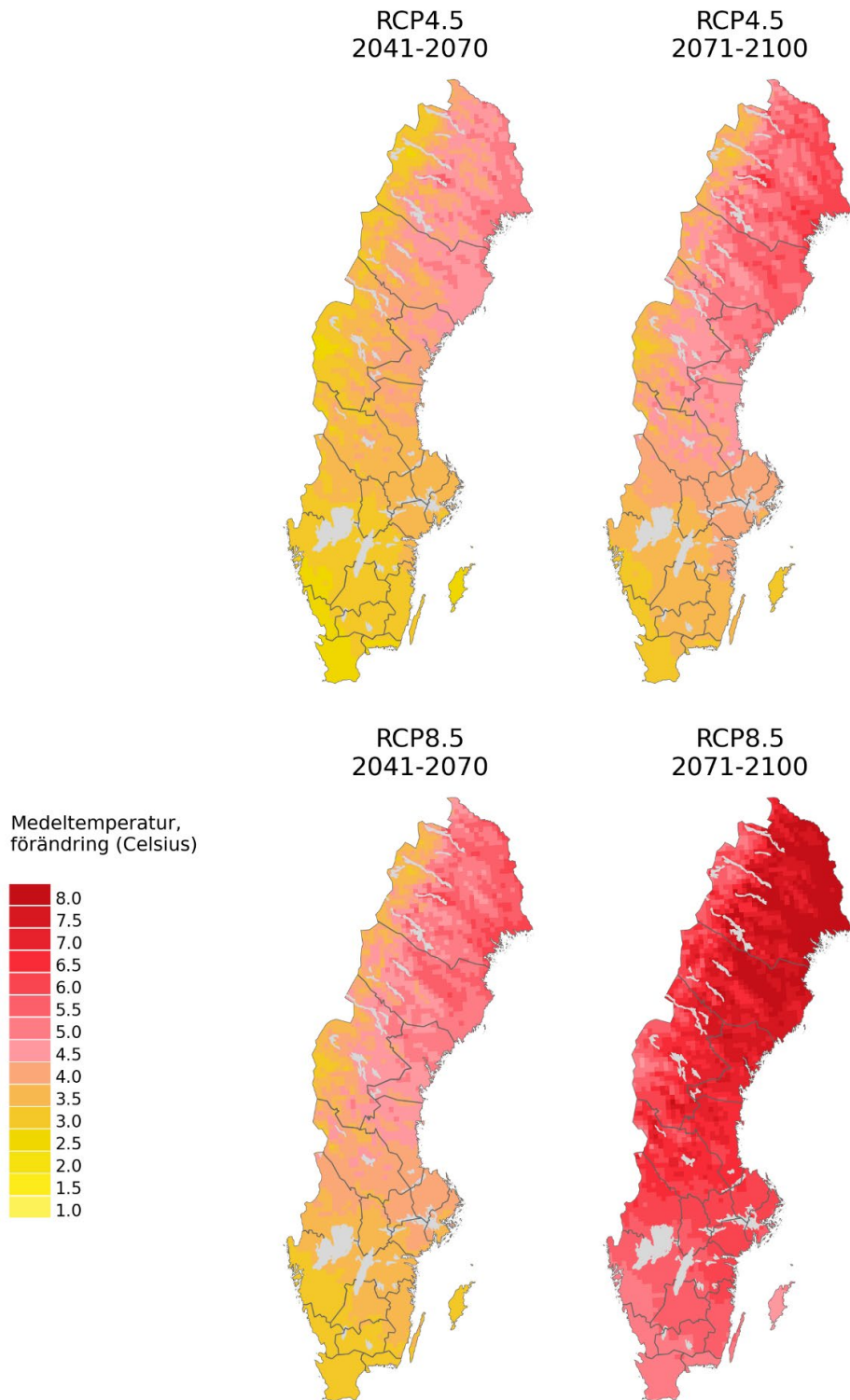
7 Bilaga

7.1 Årsmedeltemperatur, förändring



Förändring i årsmedeltemperatur för framtidsperioderna 2041-2070 och 2071-2100 jämfört med historiska tidsperioden 1971-2000. Framtidsperioderna beskrivs med scenarierna RCP4,5 och RCP8,5.

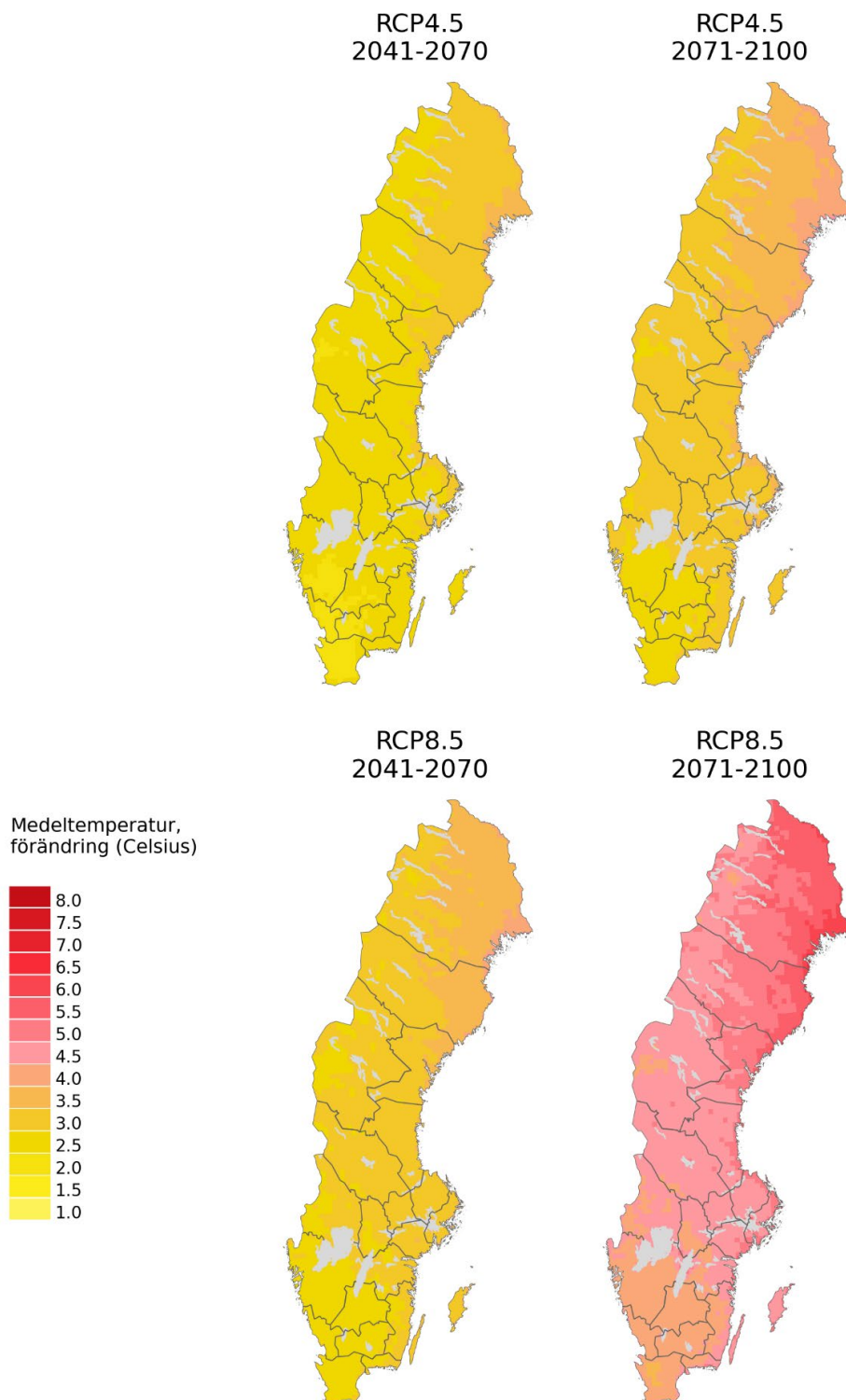
7.2 Medeltemperatur vinter, förändring



Förändring i vintertemperatur för framtidsperioderna 2041-2070 och 2071-2100 jämfört med historiska tidsperioden 1971-2000. Framtidsperioderna beskrivs med scenarierna RCP4,5 och RCP8,5.

7.3 Medeltemperatur vår, förändring

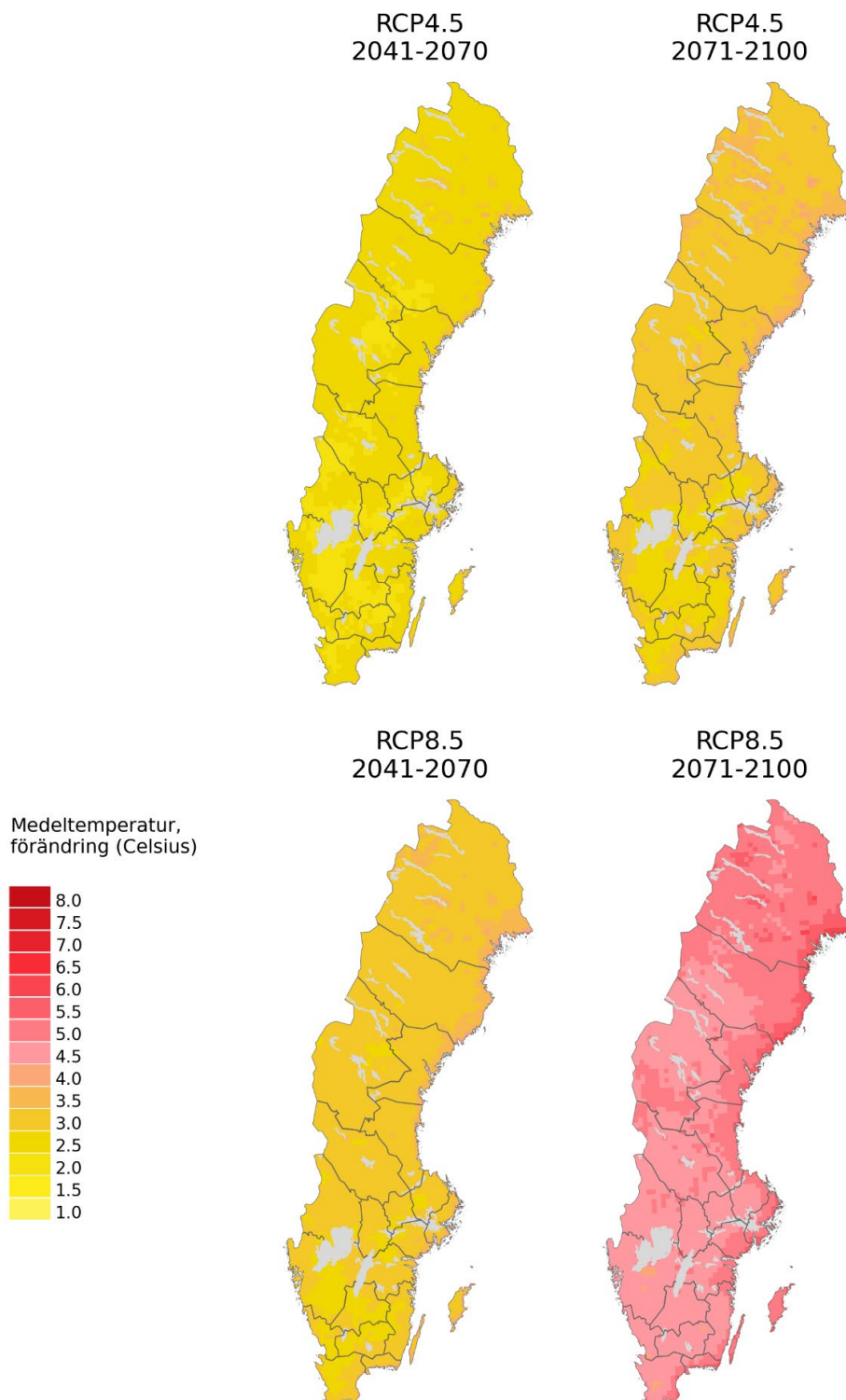
Se beskrivning av underlaget i kapitel 3.3.



Förändring i vårtemperatur för framtidsperioderna 2041-2070 och 2071-2100 jämfört med historiska tidsperioden 1971-2000. Framtidsperioderna beskrivs med scenarierna RCP4,5 och RCP8,5.

7.4 Medeltemperatur sommar, förändring

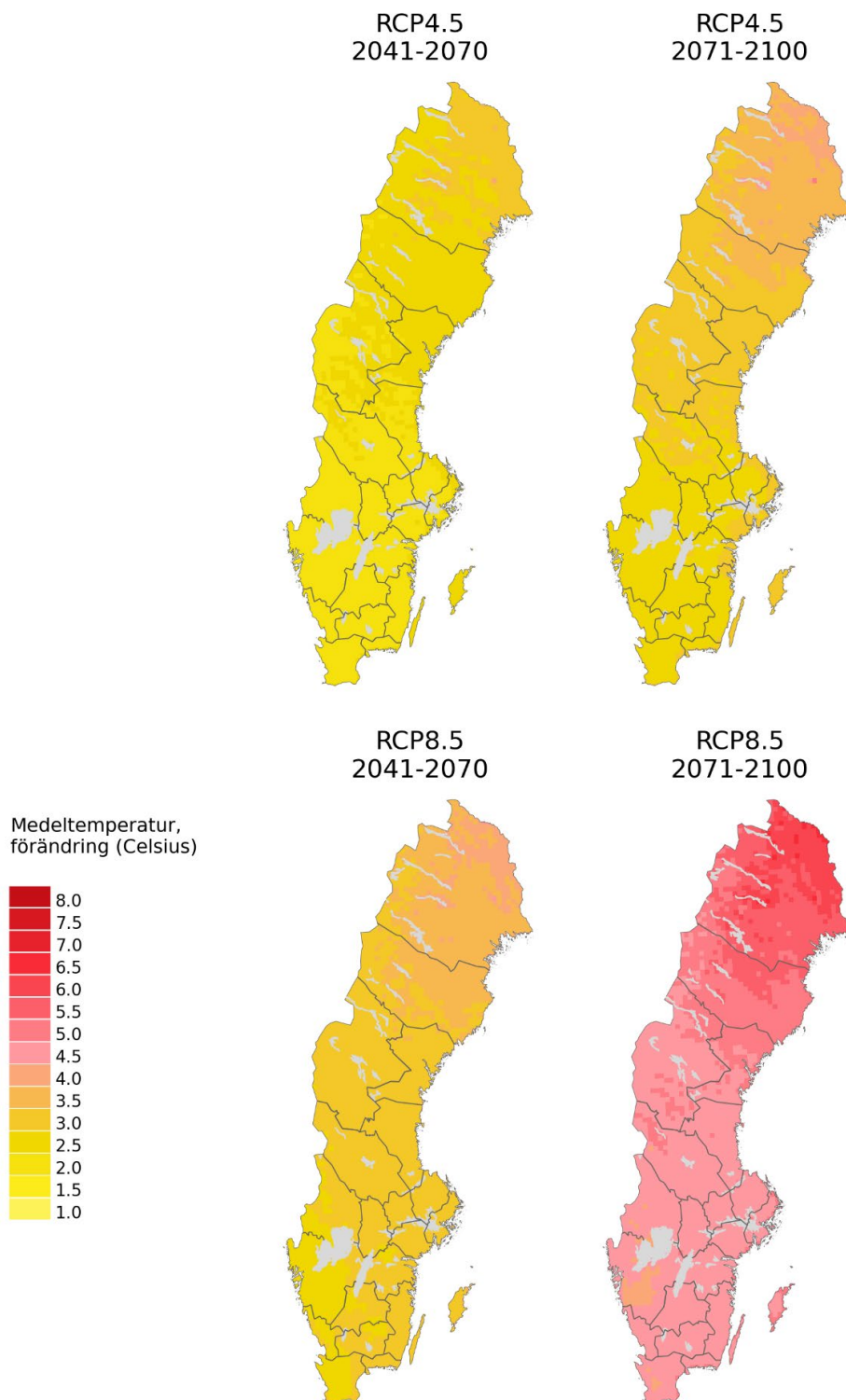
Se beskrivning av underlaget i kapitel 3.4.



Förändring i sommartemperatur för framtidsperioderna 2041-2070 och 2071-2100 jämfört med historiska tidsperioden 1971-2000. Framtidsperioderna beskrivs med scenarierna RCP4,5 och RCP8,5.

7.5 Medeltemperatur höst, förändring

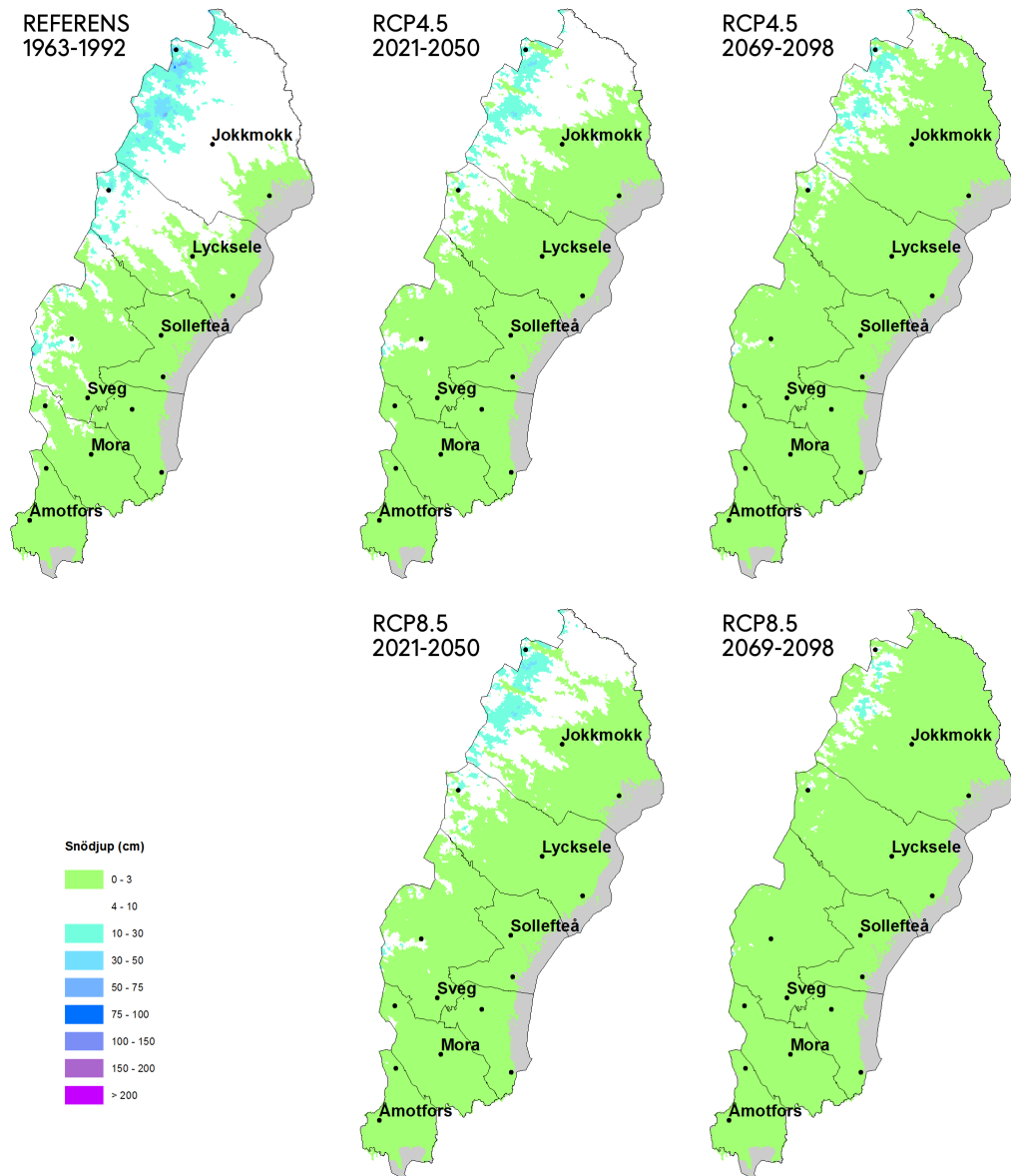
Se beskrivning av underlaget i kapitel 3.5.



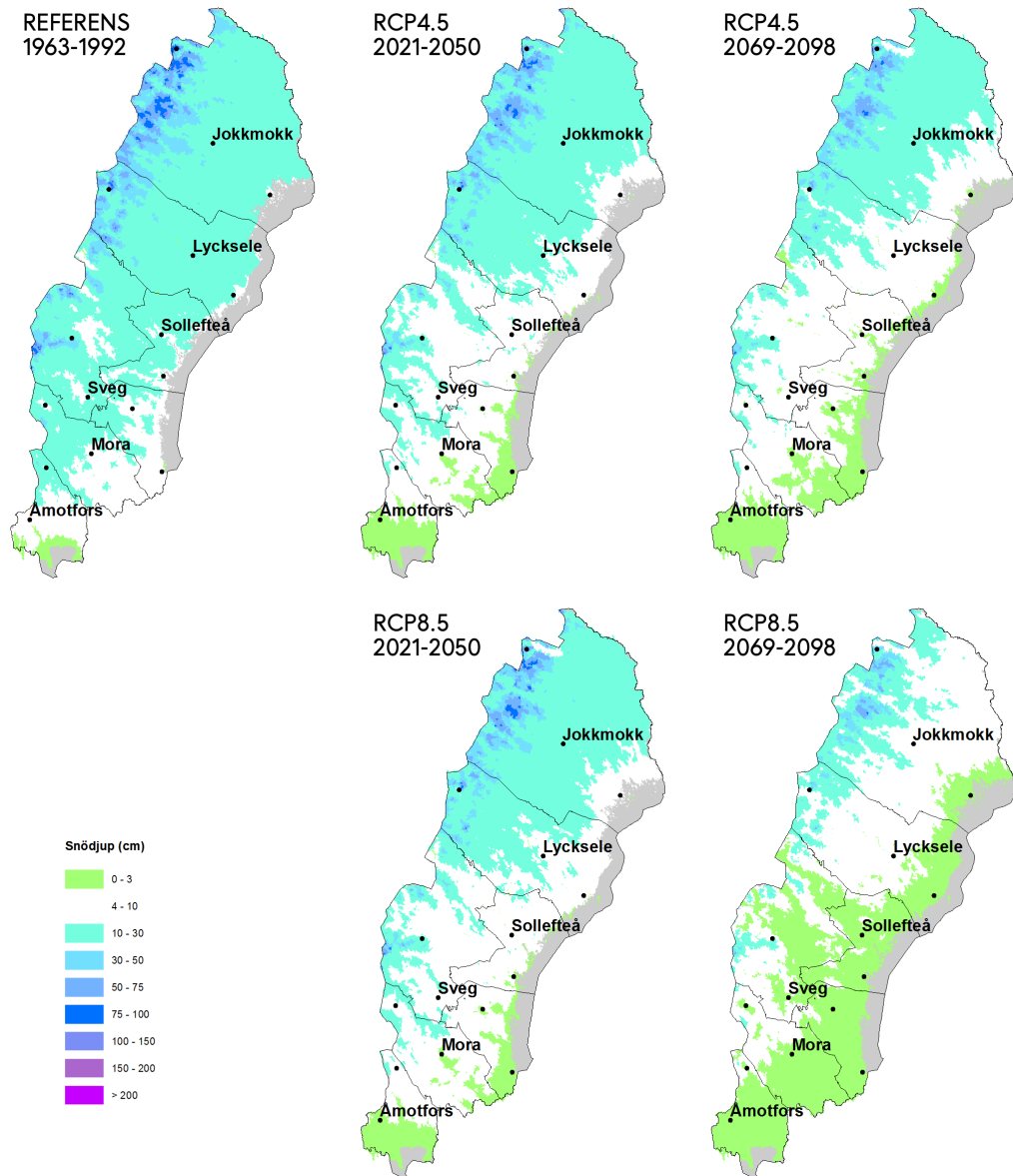
Förändring i hösttemperatur för framtidsperioderna 2041-2070 och 2071-2100 jämfört med historiska tidsperioden 1971-2000. Framtidsperioderna beskrivs med scenarierna RCP4,5 och RCP8,5.

7.6 Snödjup

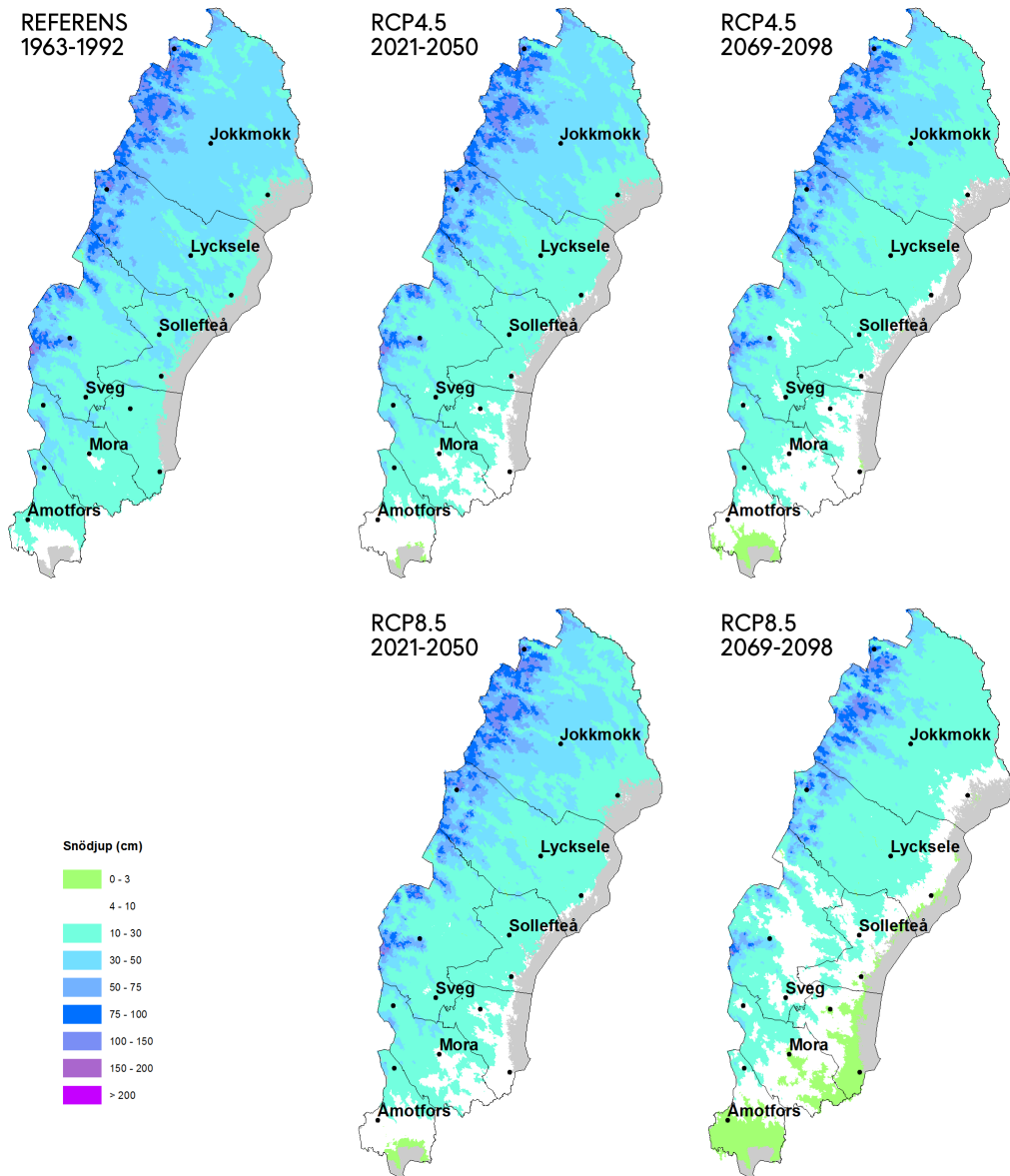
Se beskrivning av underlaget i kapitel 4.6.



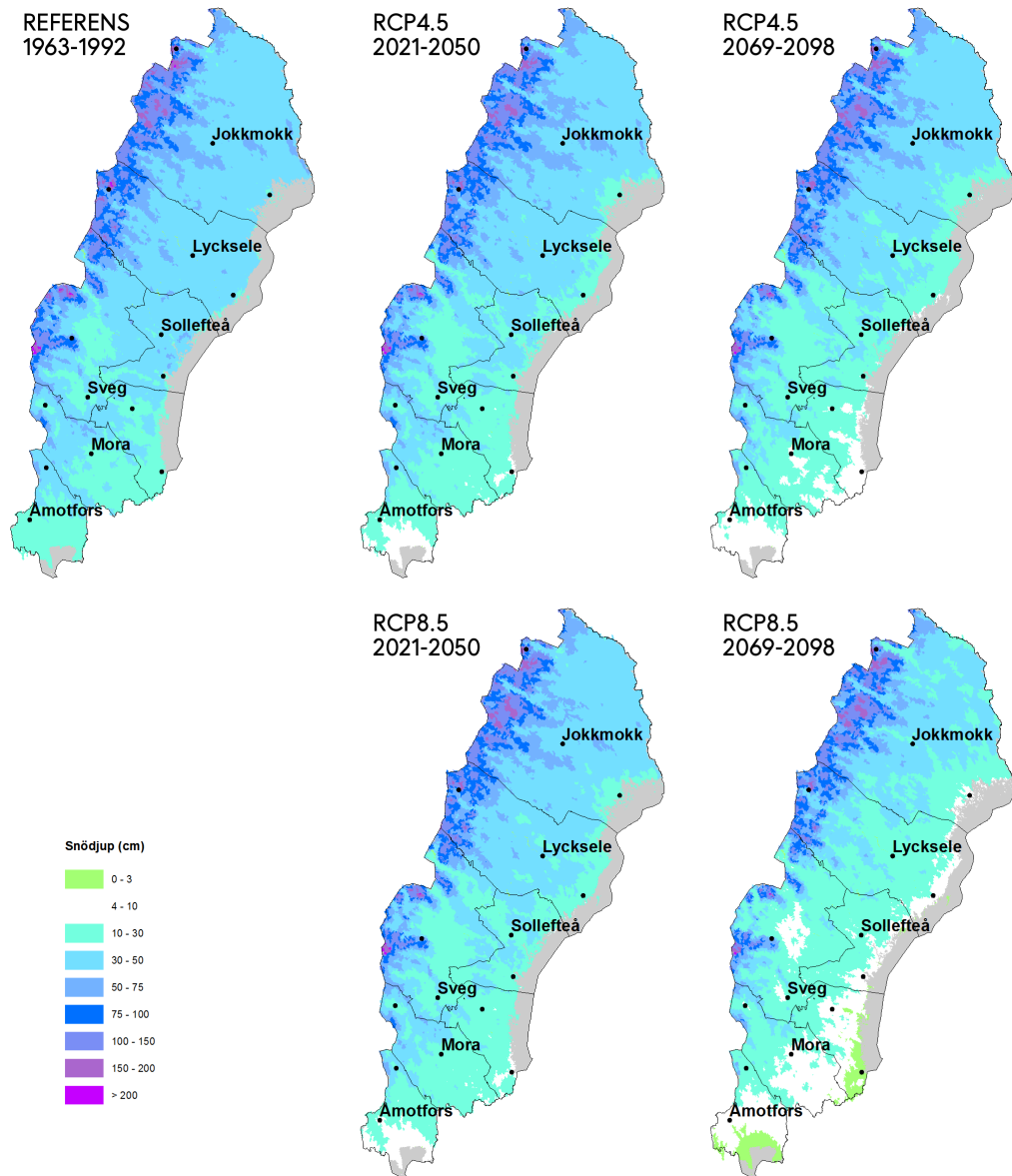
Medelsnödjup för oktober månad för en historisk och två framtida perioder. Grå färg visar vattenytor.



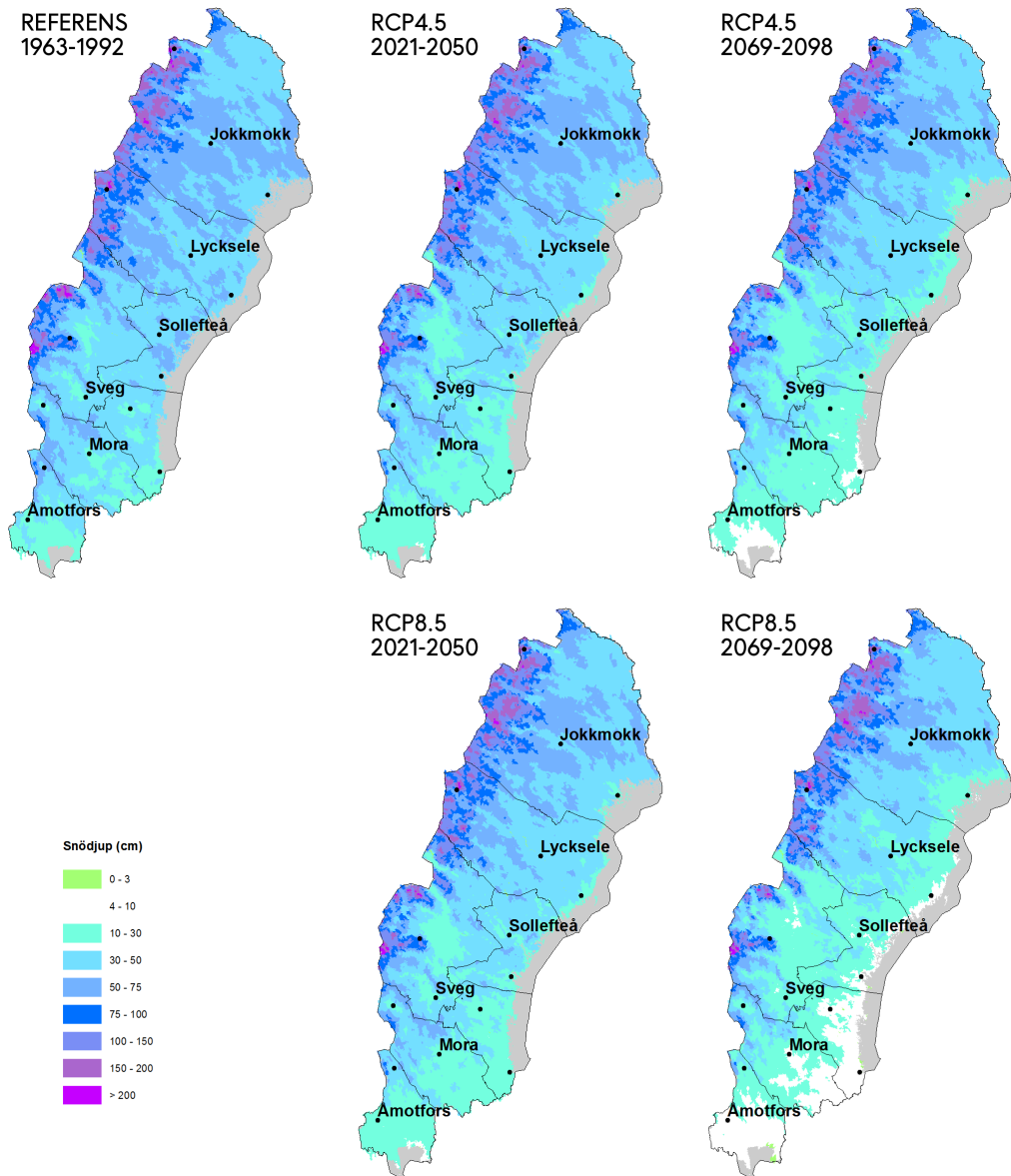
Medelsnödjup för november månad för en historisk och två framtida perioder. Grå färg visar vattenytor.



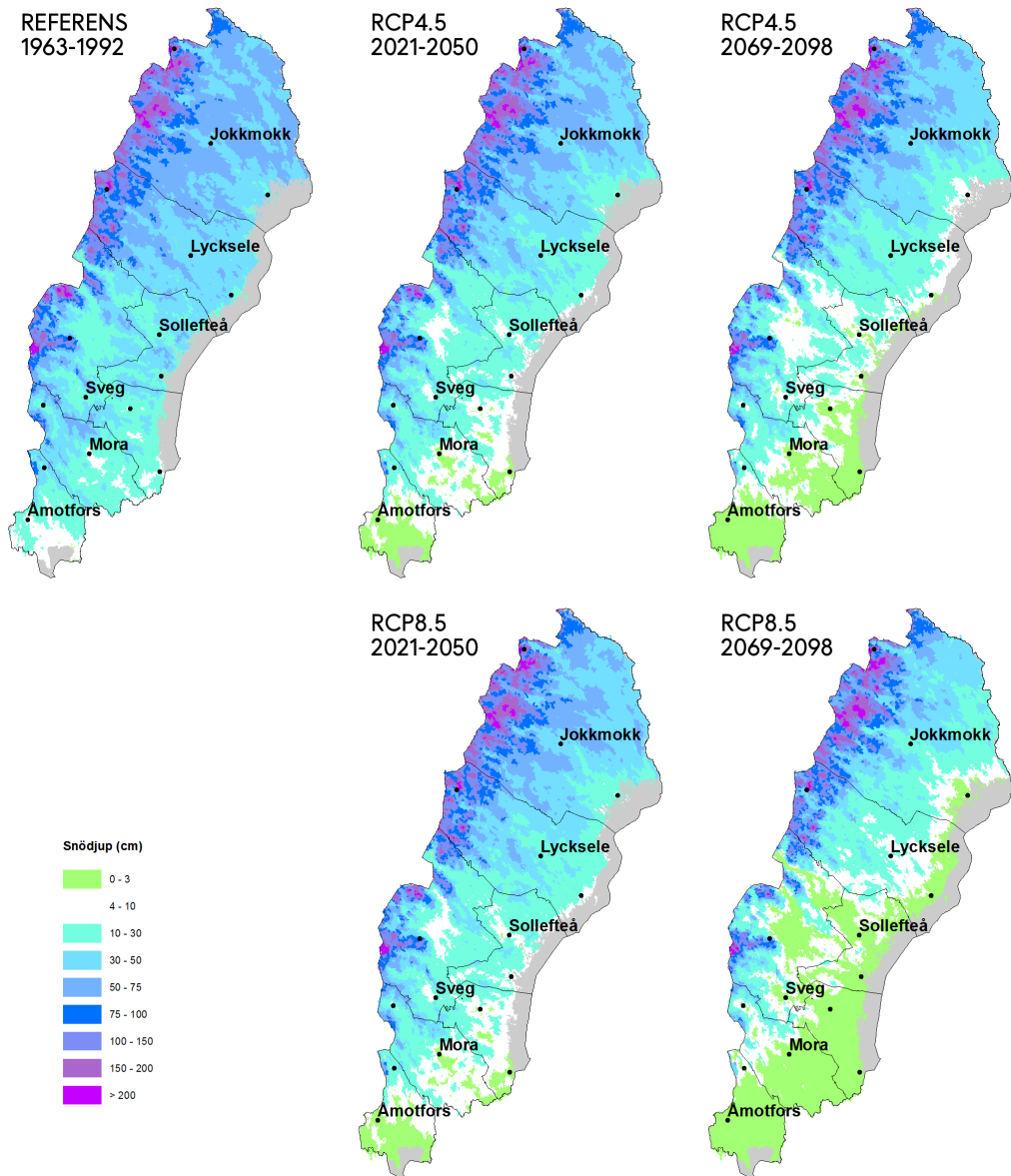
Medelsnödjup för december månad för en historisk och två framtida perioder. Grå färg visar vattenytor.



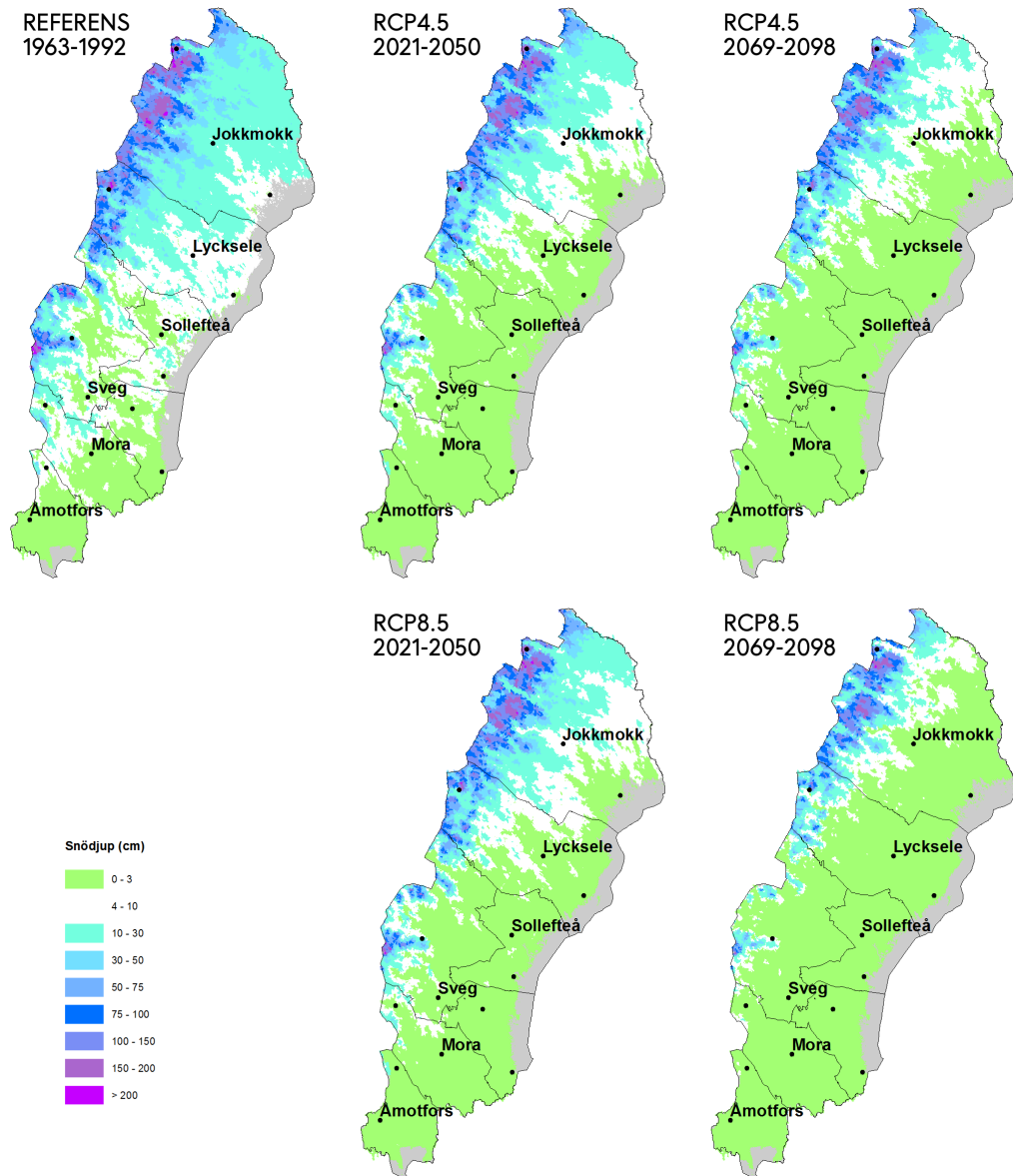
Medelsnödjup för januari månad för en historisk och två framtida perioder. Grå färg visar vattenytor.



Medelsnödjup för februari månad för en historisk och två framtida perioder. Grå färg visar vattenytor.



Medelsnödjup för april månad för en historisk och två framtida perioder. Grå färg visar vattenytor.



Medelsnödjup för maj månad för en historisk och två framtida perioder. Grå färg visar vattenytor.

SMHI Publikationer

SMHI publicerar sju rapportserier. Tre av dessa, R-serierna är avsedda för internationella läsare och skrivs oftast på Engelska. I de övriga serierna används oftast Svenska men även Engelska.

Seriernas namn	Publiceras sedan
RMK (Report Meteorology and Climatology)	1974
RH (Report Hydrology)	1990
RO (Report Oceanography)	1986
METEOROLOGI	1985
HYDROLOGI	1985
OCEANOGRAFI	1985
KLIMATOLOGI	2009

I serien KLIMATOLOGI har tidigare utgivits:

1. Lotta Andersson, Julie Wilk, Phil Graham, Michele Warburton (University KwaZulu Natal) (2009)
Local Assessment of Vulnerability to Climate Change Impacts on Water Resources in the Upper Thukela River Basin, South Africa – Recommendations for Adaptation
2. Gunn Persson, Markku Rummukainen (2010)
Klimatförändringarnas effekter på svenskt miljömålsarbete
3. Jonas Olsson, Joel Dahné, Jonas German, Bo Westergren, Mathias von Scherling, Lena Kjellson, Fredrik Ohls, Alf Olsson (2010)
En studie av framtida flödesbelastning på Stockholms huvudavloppssystem
4. Markku Rummukainen, Daniel J. A. Johansson, Christian Azar, Joakim Langner, Ralf Doescher, Henrik Smith (2011)
Uppdatering av den vetenskapliga grunden för klimatarbetet. En översyn av naturvetenskapliga aspekter
5. Sten Bergström (2012)
Framtidens havsnivåer i ett hundraårsperspektiv – kunskapssammanställning 2012
6. Jonas Olsson och Kean Foster (2013)
Extrem korttidsnederbörd i klimatprojektioner för Sverige
7. FNs klimatpanel – Sammanfattning för beslutsfattare. Effekter, anpassning och sårbarhet. Bidrag från arbetsgrupp 2 (WG 2) till den femte utvärderingen (AR 5) från Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC (2014)
8. Att begränsa klimatförändringar. FNs klimatpanel – Sammanfattning för beslutsfattare. Bidrag från arbetsgrupp 3 (WG 3) till den femte utvärderingen (AR 5) från Intergovernmental Panel on Climate Change (2015)
9. Erik Kjellström SMHI. Reino Abrahamsson, Pelle Boberg. Eva Jernbäcker Naturvårdsverket. Marie Karlberg, Julien Morel Energimyndigheten och Åsa Sjöström SMHI (2014)
Uppdatering av det klimatvetenskapliga kunskapsläget
10. Risker och konsekvenser för samhället av förändrat klimat – en kunskapsöversikt (2014)
11. Gunn Persson (2015)
Vägledning för användande av klimatscenarier
12. Lotta Andersson, Anna Bohman, Lisa van Well, Anna Jonsson, Gunn Persson och Johanna Farelus (2015)
Underlag till kontrollstation 2015 för anpassning till ett förändrat klimat
13. Gunn Persson (2015)
Sveriges klimat 1860-2014. Underlag till Dricksvattenutredningen

14. Anna Eklund, Jenny Axén Mårtensson, Sten Bergström, Emil Björck, Joel Dahné, Lena Lindström, Daniel Nordborg, Jonas Olsson, Lennart Simonsson och Elin Sjökvist (2015) Sveriges framtida klimat. Underlag till Dricksvattensutredningen
15. Elin Sjökvist, Jenny Axén Mårtensson, Joel Dahné, Nina Köplin, Emil Björck, Linda Nylén, Gitte Berglöv, Johanna Tengdelius Brunell, Daniel Nordborg, Kristoffer Hallberg, Johan Södling, Steve Berggreen-Clausen (2015) Klimatscenarier för Sverige - Bearbetning av RCP-scenarier för meteorologiska och hydrologiska effektstudier
16. Elin Sjökvist, Gunn Persson, Jenny Axén Mårtensson, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson och Håkan Persson (2015) Framtidsklimat i Dalarnas län – enligt RCP-scenarier
17. Linda Nylén, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Värmlands län – enligt RCP-scenarier
18. Gunn Persson, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Örebro län – enligt RCP-scenarier
19. Alexandra Ohlsson, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Anna Johnell, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Västmanlands län – enligt RCP-scenarier
20. Elin Sjökvist, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Anna Johnell, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson (2015) Framtidsklimat i Uppsala län – enligt RCP-scenarier
21. Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Anna Johnell, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Stockholms län – enligt RCP-scenarier
22. Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Anna Johnell, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Södermanlands län – enligt RCP-scenarier
23. Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Anna Johnell, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Östergötlands län – enligt RCP-scenarier
24. Gitte Berglöv, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Västra Götalands län – enligt RCP-scenarier
25. Alexandra Ohlsson, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Anna Johnell, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Jönköpings län – enligt RCP-scenarier
26. Gunn Persson, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Kalmar län – enligt RCP-scenarier

27. Gitte Berglöv, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015)
Framtidsklimat i Kronobergs län – Enligt RCP-scenarier
28. Gunn Persson, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Hallands län – enligt RCP-scenarier
29. Alexandra Ohlsson, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Anna Johnell, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015)
Framtidsklimat i Skåne län – enligt RCP-scenarier
30. Alexandra Ohlsson, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Anna Johnell, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015)
Framtidsklimat i Blekinge län – enligt RCP-scenarier.
31. Gunn Persson, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Gotlands län – enligt RCP-scenarier
32. Gitte Berglöv, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015)
Framtidsklimat i Norrbottens län – enligt RCP-scenarier
33. Gitte Berglöv, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015)
Framtidsklimat i Västerbottens län – enligt RCP-scenarier
34. Linda Nylén, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015)
Framtidsklimat i Jämtlands län – enligt RCP-scenarier
35. Linda Nylén, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015)
Framtidsklimat i Västernorrlands län – enligt RCP-scenarier
36. Linda Nylén, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015)
Framtidsklimat i Gävleborgs län – enligt RCP-scenarier
37. Jonas Olsson, Weine Josefsson (red.) (2015) Skyfallsuppdraget - ett regeringsuppdrag till SMHI
38. Gunn Persson, Linda Nylén, Steve Berggreen-Clausen, Peter Berg, David Rayner och Elin Sjökvist (2015)
Från utsläppsscenarioer till lokal nederbörd och översvämningrisker
39. Anna Eklund, Jenny Axén Mårtensson, Sten Bergström och Elin Sjökvist (2015)
Framtidens vattentillgång i Mälaren, Göta älv, Bolmen, Vombsjön och Gavleån. Underlag till Dricksvattenutredningen
40. Anna Bohman (Centrum för klimatpolitisk forskning, CSFR) vid Linköpings universitet, Lotta Andersson, SMHI och CSFR, Linköpings universitet samt Åsa Sjöström, SMHI. (2016)
Förslag till en metod för uppföljning av det nationella klimatanpassningsarbetet.
Redovisning av ett regeringsuppdrag
December 2016

41. (2017)
Karttjänst för framtida medelvattenstånd längs Sveriges kust
42. Anna Eklund, Linda Tofeldt, Johanna Tengdelius-Brunell, Anna Johnell, Jonas German, Elin Sjökvist, Maria Rasmusson, Elinor Andersson (2017)
Vattennivåer, tappningar, vattentemperaturer och is i Vättern
Beräkningar för dagens och framtidens klimatförhållanden
43. Anna Eklund, Anna Johnell, Linda Tofeldt, Johanna Tengdelius-Brunell, Maria Andersson, Cajsa-Lisa Ivarsson, Jonas German, Elin Sjökvist och Elinor Andersson (2017)
Vattennivåer, tappningar, vattentemperaturer och is i Hjälmarén Beräkningar för dagens och framtidens klimatförhållanden
44. Anna Eklund, Linda Tofeldt, Anna Johnell, Maria Andersson, Johanna Tengdelius-Brunell, Jonas German, Elin Sjökvist, Maria Rasmusson, Ulrika Harbman, Elinor Andersson (2017)
Vattennivåer, tappningar, vattentemperaturer och is i Vänern Beräkningar för dagens och framtidens klimatförhållanden
45. Sofie Schöld, Cajsa-Lisa Ivarsson, Signild Nerheim och Johan Södling (2017)
Beräkning av högsta vattenstånd längs Sveriges kust
46. Katarina Stensen, Johanna Tengdelius-Brunell, Elin Sjökvist, Elinor Andersson, Anna Eklund (2017)
Vattentemperaturer och is i Mälaren
Beräkningar för dagens och framtidens klimatförhållanden
47. Jonas Olsson, Peter Berg, Lennart Wern, Johan Södling, Lennart Simonsson, Wei Yang, Anna Eronn (2017)
Extremregn i nuvarande och framtida klimat – Analyser av observationer och framtidsscenarier.
48. Signild Nerheim, Sofie Schöld, Gunn Persson och Åsa Sjöström (2017)
Framtida havsnivåer i Sverige
49. Anna Eklund, Katarina Stensen, Ghasem Alavi, Karin Jacobsson, Diala Abdoush (2018)
Sveriges stora sjöar idag och i framtiden. Klimatets påverkan på Vänern, Vättern, Mälaren och Hjälmarén.
Kunskapssammanställning januari 2018
50. Gunn Persson, Christina Wikberger, Jorge Amorim (2018)
Klimatanpassa städer med grönska
51. Katarina Losjö, Lennart Wern, Johan Södling (2019)
Uppföljning av riktlinjer för bestämning av dimensionerande flöden
52. Sjökvist, Elin (2019)
Sommaren 2018 – en glimt av framtiden?
53. Översättning av Summary for Policymakers (2019)
FN:s klimatpanel – Sammanfattning för beslutsfattare
Global uppvärmning på 1,5°C
54. Karin Hjerpe, Therése Sjöberg, Karin Lundgren Kownacki, Lotta Andersson, Åsa Sjöström (2020)
Myndigheters arbete med klimatanpassning 2019
55. Therése Sjöberg, Karin Hjerpe, Karin Lundgren Kownacki, Lotta Andersson (2020)
Kommunernas arbete med klimatanpassning 2019 - Analys av statusrapportering till SMHI
56. Klimatförändringar och biologisk mångfald – Slutsatser från IPCC och IPBES i ett svenskt perspektiv (2020)
57. FN:s klimatpanel IPCC – Sammanfattning för beslutsfattare (2020)
Specialrapport om Klimatförändringar och marken
58. FN:s klimatpanel IPCC – Sammanfattning för beslutsfattare (2020)
Specialrapport om Havet och kryosfären i ett förändrat klimat

59. Magnus Joelsson (2022)
Homogenisering av
månadsmedeltemperatur 1860-2021
60. Karin Hjerpe, Åsa Sjöström (2020)
Förslag på system för uppföljning och
utvärdering av det nationella arbetet med
klimatanpassning
61. Erik Kjellström (2021)
Betydelsen av storskalig atmosfärisk
cirkulation för Sveriges temperatur- och
nederbörds klimat
En jämförelse av normalperioder
62. Karin Hjerpe, Therése Sjöberg, Bodil
Englund, Anna Jonsson (2021)
Myndigheters arbete med
klimatanpassning 2020
63. Peter Berg, Thomas Bosshard, Wei
Yang och Klaus Zimmermann (2021)
MIdAS version 0.1
framtagande och utvärdering av ett nytt
verktyg för biasjustering
64. Erik Kjellström, Lotta Andersson, Lars
Arneborg, Peter Berg, René Capell, Sam
Fredriksson, Magnus Hieronymus,
Anette Jönsson, Lena Lindström, Gustav
Strandberg (2022)
Klimatinformation som stöd för
klimatanpassningsarbetet
65. Översättning av Summary for
Policymakers (2022)
FN:s klimatpanel IPCC –
Sammanfattning för beslutsfattare
Klimat i förändring 2021 Den
naturvetenskapliga grunden
66. Karin Lundgren Kownacki, Bodil
Englund, Aino Krunegård, Pontus Wallin
(2022) Myndigheters arbete med
klimatanpassning 2021
67. FN:s klimatpanel IPCC –
Sammanfattning för beslutsfattare (2022)
Klimat i förändring 2022 Effekter,
anpassning och sårbarhet
68. FN:s klimatpanel IPCC –
Sammanfattning för beslutsfattare (2022)
Klimat i förändring 2022 Att begränsa
klimatförändringen
69. Semjon Schimanke, Magnus Joelsson,
Sandra Andersson, Thomas Carlund,
Lennart Wern, Sverker Hellström, Erik
Kjellström (2022)
Observerad klimatförändring i Sverige
1860-2021
70. Elin Sjökvist, Emil Björck, Daniel
Carlsson, Anna Eklund, Karin
Jacobsson, Anna Johnell, Johan Södling
och Julia Zabori (2023)
Jämförelse länsanalyser och
scenariotjänst
71. AnnaKarin Unger, Anna Blomqvist,
Bodil Englund, Trine Haugset (2023)
Myndigheters arbete med
klimatanpassning 2022
72. FN:s klimatpanel IPCC –
Sammanfattning för beslutsfattare (2022)
Klimat i förändring 2023 Syntesrapport
73. AnnaKarin Unger, Anna Blomqvist,
Trine Haugset, Linda Gren (2024)
Myndigheters arbete med
klimatanpassning 2023

Denna sida är avsiktligt blank

SMHI

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
601 76 NORRKÖPING
Tel 011-495 80 00 Fax 011-495 80 01

ISSN 1654-2258

