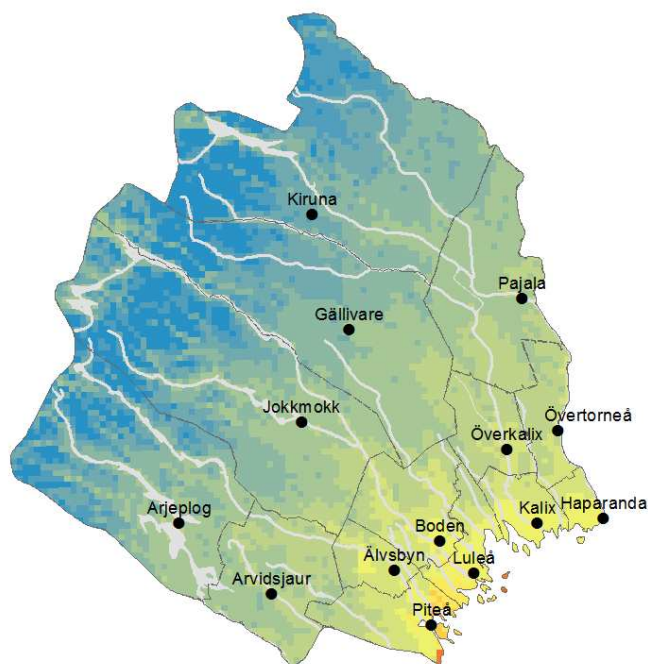


Framtidsklimat i Norrbottens län

– enligt RCP-scenarier

Gitte Berglöv, Magnus Asp, Steve Berggreen- Clausen, Emil Björck, Jenny Axén
Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson och Elin Sjökvist



Pärmbilden visar den beräknade vegetationsperiodens längd vid slutet av seklet enligt RCP8.5.

KLIMATOLOGI Nr 16, 2015

Framtidsklimat i Norrbottens län

– enligt RCP-scenarier

Gitte Berglöv, Magnus Asp, Steve Berggreen- Clausen, Emil Björck, Jenny Axén
Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson och Elin Sjökvist

Sammanfattning

Hur klimatet i Norrbottens län utvecklas beror på hur användningen av fossila bränslen blir i framtiden, dvs. hur mycket mängden växthusgaser ökar i atmosfären. Rapporten beskriver dagens och framtidens klimat i Norrbotten baserat på observationer och beräkningar utifrån två olika utvecklingsvägar, begränsade utsläpp (RCP4.5) respektive höga utsläpp (RCP8.5).

Geografiskt detaljerade klimatdata har framtagits och använts för hydrologisk modellering. Resultaten beskrivs i form av olika klimatindex, dvs. medelvärden, säsongsvariationer och mer extrema förhållanden, baserade på statistiska bearbetningar av modelldata.

Temperaturen för Norrbottens län beräknas öka med ca 2 grader enligt RCP4.5 och ca 5 grader enligt RCP8.5 till slutet av seklet. I och med uppvärmningen ökar vegetationsperiodens längd, för RCP4.5 med ungefär en månad och för RCP8.5 ca 50 dagar.

Årsmedelnederbörden väntas öka med 20 % för RCP4.5 och 40 % för RCP8.5. Den största ökningen av nederbörden sker i fjällkedjan. Den kraftiga nederbörden ökar också, maximal dygnsnederbörd kan öka med ca 15- 25 % beroende på RCP-scenario.

För länet ses en ökning av totala årstillrinningen med ca 10-15 % vid mitten av seklet. Ökningen fortsätter mot slutet av seklet och är störst i de norra delarna av länet. Den procentuellt största ökningen sker vintertid.

Tillrinning med återkomsttid 10 år respektive 100 år ser ut att minska i de sydöstliga delarna av länet men en viss ökning ses för fjällregionen. Övre Abiskojokk och Stasjaure uppvisar minskande 10- och 100-årstillrinning.

Vattendragen har under referensperioden haft tydliga årstidsförlopp, med vårflödestopp, låga sommarflöden, högre höstflöden och lägre vinterflöden. Dessa förändras enligt framtidsscenarierna som visar på tidigare vårflödestopp, och högre vinter- och höstflöden. Förändringen av tillrinningen under sommaren är inte lika tydlig och varierar från område till område. För de mer sydligt belägna vattendragen påverkas dynamiken över året till ett mer utjämnat förlopp med högre tillrinning under höst-vinter och lägre under vår-sommar.

Antalet dagar med snö varierar över länet. Enligt klimatscenarierna minskar snötäcket generellt i länet. Antalet dagar med låg markfuktighet ökar i framtiden.

Beskrivningen baseras på medelförhållanden men det är viktigt att komma ihåg att variationen mellan år kan vara stor.

Summary

The report describes today's and future climate in Norrbotten County based on observations and climate modelling. Regional modelled RCP4.5 and RCP8.5 scenarios have been further downscaled to 4×4 km² resolution. The results are presented as meteorological and hydrological indices based on statistically processed model data.

Ordlista

Avrinningsområde	Det landområde från vilket nederbörden förr eller senare kommer ut som vatten i vattendraget vid en angiven plats.
DBS-metoden	"Distribution Based Scaling" är ett verktyg för att korrigera klimatmodellernas utdata så att de kan användas som indata till hydrologisk modellering. Med DBS-skalering fås en högre rumslig upplösning av data.
Flöde	Här avses vattenflöde dvs. hur mycket vatten som rinner i vattendragen.
Global klimatmodell (GCM)	På engelska "Global Circulation Model" eller "Global Climate Model". En global klimatmodell beskriver hela jordklotet och de processer som sker i atmosfären, havet, havsisen och marken.
Gridbox	I en klimatmodell delas atmosfären upp i tredimensionella lådor, så kallade gridboxar. I varje gridbox räknas alla klimatologiska variabler ut som beskriver klimatet i den boxen.
HBV	En hydrologisk modell som beräknar markfuktighet, snöackumulation, snösmältning, avdunstning och avrinning/tillrinning samt beskriver vattnets väg i avrinningsområdet.
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change. Även benämnd FN:s klimatpanel.
Klimatindex	Bearbetade utdata från klimatmodeller. De kan beskriva medelvärden, säsongsvariationer men också mer extrema förhållanden.
Klimatscenario	En beskrivning av en tänkbar klimatutveckling i framtiden med hjälp av antaganden om framtida utsläpp av växthusgaser, en global och en regional klimatmodell.
Osäkerhet	Det finns olika källor till osäkerheter i frågan om framtidens klimat. Den största osäkerheten ligger i hur mycket växthusgaser människan kommer släppa ut i framtiden. Det finns även osäkerheter i klimatmodellerna, t.ex. beroende på begränsad upplösning i både tid och rum.
RCA	Rosby Centre Regional Climate model (RCA) är en regional klimatmodell som utvecklas och används av SMHI:s klimatforskningsgrupp.
RCP	RCP:er är möjliga utvecklingsvägar för strålningsbalansen med det gemensamma namnet "representativa koncentrationsutvecklingsbanor" från engelskans "Representative Concentration Pathways (RCP)". RCP:erna är namngivna efter den nivå av strålningsdrivning i W/m^2 som uppnås år 2100. RCP-scenarier låg till grund för IPCC:s rapport 2013.
Referensperiod	SMHI använder referensperioden 1961-1990 för att definiera dagens klimat. Nya observationer jämförs med medelvärdet för 1961-1990 för att säga hur de avviker från det normala. Meteorologiska världsorganisationen, WMO, definierar referensperioderna och nästa period blir 1991-2020.
Regional klimatmodell (RCM)	Beskriver klimatet för en del av jordklotet, en region. En regional klimatmodell använder alltid indata från en global klimatmodell.
SRES	Scenarier som beskriver framtida utsläpp av växthusgaser, baserade på antaganden om den framtida utvecklingen av världen. SRES-scenarier användes i de beräkningar av

	framtidens klimat som låg till grund för arbetet med IPCC:s rapporter från år 2000 och 2007. SRES= Special Report on Emission Scenarios.
Strålningsdrivning	Strålningsdrivningen är skillnaden mellan hur mycket energi solstrålningen som träffar jorden innehåller och hur mycket energi som jorden strålar ut i rymden igen. Denna energi mäts i enheten watt per kvadratmeter, W/m ² . Strålningsdrivningen ökar då mängden växthusgaser ökar i atmosfären, vilket resulterar i en global ökning av temperaturen på jorden. För att studera framtida klimat finns ett antal strålningsdrivningsscenarier att utgå ifrån, se "RCP".
Trend	Här används begreppet som "en förändring över tid".
Upplösning	Upplösningen är storleken på gridboxarna i klimatmodellen. Låg upplösning (stora gridboxar) ger mindre detaljerad information, men kostar mindre datorkraft. Hög upplösning (små gridboxar) ger mer detaljerad information, men kostar mer datorkraft.
Variabilitet	Variabilitet är en viktig faktor inom klimatologin. Klimatet är inte bara genomsnittliga värden utan klimat kännetecknas av variationer i tid och rum som kan hänga ihop med till exempel växelverkan mellan atmosfären och havet.
Växthusgaser	Atmosfären som omger jorden har förmågan att bevara energin från solen så att jordytan blir varmare än vad den skulle varit om atmosfären inte fanns. Den s.k. naturliga växthuseffekten bygger på naturlig förekomst av en viss mängd vattenånga och koldioxid i atmosfären. Vattenånga och koldioxid är de viktigaste växthusgaserna. Atmosfärens sammansättning har sedan den förindustriella tiden successivt förändrats på grund av mänsklig aktivitet. De vanligaste växthusgaserna som vi människor släpper ut är koldioxid, metan, dikväveoxid (lustgas) och ozon, men även en rad industrigaser spelar roll.
Återkomsttid	Ett mått på hur ofta förekomsten av extrema naturliga händelser kan förväntas. Med en händelses återkomsttid menas att händelsen i genomsnitt inträffar eller överträffas en gång under denna tid. Ett värde som har en återkomsttid på 100 år uppnås eller överträffas i genomsnitt en gång på 100 år. Det innebär att sannolikheten är en (1) procent 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 63 % att 100-årsvärdet överskrids någon gång under 100 år. Om säkerhetsnivån väljs till 100-årsvärdet är risken att det värdet överskrids större än att det underskrids. Det är alltså troligare att konstruktionen, under sin livslängd, kommer att utsättas för förhållanden utöver den nivå som valts än att den nivån aldrig inträffar. För 10-årsvärdet är sannolikheten 65 % att det överskrids någon gång under 10 år.

Innehållsförteckning

1	INLEDNING	1
2	BAKGRUND	1
3	METOD OCH PRESENTATION	1
3.1	Antaganden, modeller och databearbetning.....	1
3.2	Osäkerheter	2
3.3	Generella resultat för Sverige	3
3.4	Jämförelse SRES-RCP.....	3
3.5	Läsanvisningar.....	5
3.5.1	Kartor	5
3.5.2	Diagram	5
4	TEMPERATUR	7
4.1	Årsmedeltemperatur	7
4.2	Medeltemperatur vinter.....	9
4.3	Medeltemperatur vår	11
4.4	Medeltemperatur sommar	13
4.5	Medeltemperatur höst.....	15
4.6	Vegetationsperiodens längd	17
4.7	Vegetationsperiodens starttidpunkt	19
4.8	Värmebölja.....	21
5	NEDERBÖRD.....	23
5.1	Årsmedelnederbörd	23
5.2	Medelnederbörd vinter.....	25
5.3	Medelnederbörd vår	27
5.4	Medelnederbörd sommar	29
5.5	Medelnederbörd höst.....	31
5.6	Antal dagar med mer än 10 mm nederbörd.....	33
5.7	Maximal dygnsnederbörd.....	35
5.8	Förändring av korttidsnederbörd.....	37
6	TOTAL MEDELTILLRINNING	38
6.1	Förändrad total medeltillrinning för år och säsonger.....	39
6.2	Förändrad total 10-årstillrinning	50
6.3	Förändrad total 100-årstillrinning	53
7	LOKAL MEDELTILLRINNING.....	56
7.1	Förändrad lokal årsmedeltillrinning.....	56

7.2	Förändrad lokal medeltillrinning vinter	58
7.3	Förändrad lokal medeltillrinning vår.....	59
7.4	Förändrad lokal medeltillrinning sommar	60
7.5	Förändrad lokal medeltillrinning höst	61
7.6	Förändrad lokal 10-årstillrinning.....	62
7.7	Förändrad lokal 100-årstillrinning.....	63
8	TILLRINNINGENS ÅRSDYNAMIK	64
9	SNÖ	67
9.1	Antal dagar med snötäcke över 5 mm vatteninnehåll	67
9.2	Antal dagar med snötäcke över 20 mm vatteninnehåll	69
9.3	Förändrat maximalt snötäcke.....	71
10	MARKFUKTIGHET	72
11	SLUTSATSER	74
12	TACKORD	74
13	REFERENSER	75

1 Inledning

Rapporten beskriver dagens och framtidens klimat i Norrbottens län baserat på observationer och beräkningar utifrån två olika antaganden om atmosfärens innehåll av växthusgaser. Data från internationell klimatforskning har bearbetats för att möjliggöra analyser på lokal skala, inklusive hydrologisk modellering. Resultaten beskrivs i form av olika klimatindex, dvs. medelvärden, säsongsvariationer och mer extrema förhållanden, baserade på statistiska bearbetningar av data.

2 Bakgrund

FN:s klimatpanel presenterade 2013 en ny rapport om jordens framtida klimat (IPCC, 2013). Resultaten baserades på nya möjliga utvecklingsvägar, så kallade RCP-scenarier (Representative Concentration Pathways). SMHI fick 2014 i uppdrag av regeringen att göra en enhetlig studie för Sverige baserad på dessa scenarier. Studien finansierades via det klimatanpassningsanslag som tilldelades Nationellt kunskapscentrum för klimatanpassning vid SMHI.

Arbetet resulterade i databasen SCID med statistik i form av klimatindex för Sveriges nutida och framtida klimat. Databasen, tillsammans med en rapport och beskrivande dokument, finns tillgänglig som en nedladdningstjänst på smhi.se. Rapporten "Klimatscenarier för Sverige" beskriver metoder, resultat och osäkerheter, vilket är viktigt att ha kunskaper om vid studier av framtida klimat på läns- och kommunnivå (Sjökvist m.fl., 2015).

I regleringsbrevet för 2015 avseende klimatanpassningsanslaget gavs SMHI i uppdrag att ta fram länsvisa enhetliga klimatanalyser baserade på de nya klimatscenierna. Den ovan nämnda databasen är utgångspunkten för analyserna i föreliggande rapport som avser Norrbottens län.

SMHI har tidigare levererat en klimatanalys på uppdrag av Länsstyrelsen i Norrbotten, där analyserna baserades på äldre framtidsscenarier (Gustavsson m.fl., 2011).

3 Metod och presentation

I detta kapitel beskrivs metodiken mycket kortfattat. Mer information finns i rapporten "Klimatscenarier för Sverige" som nämns ovan. På smhi.se finns också en "Vägledning klimatscenarier" som stöd för användande av klimatscenarier (Persson m.fl., 2015). I Ordlistan finns flertalet begrepp definierade.

3.1 Antaganden, modeller och databearbetning

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

Forskarvärlden har fokuserat på dessa två scenarier, därför finns det mest fullständiga underlaget för dessa i form av regionala klimatberäkningar. Det är skälet till att dessa två scenarier använts i föreliggande rapport. De två scenarierna täcker in en stor variationsbredd vad avser framtidens koncentrationer av växthusgaser i atmosfären.

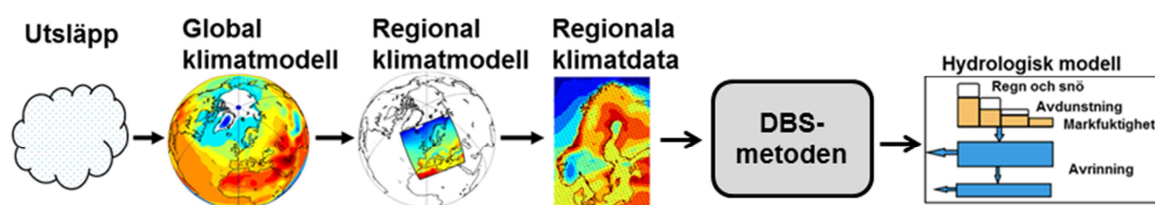
Tabell 1. Antaganden som ligger till grund för scenarierna RCP4.5 och RCP8.5.

RCP4.5	RCP8.5
• Utsläppen av koldioxid ökar något och kulminerar omkring år 2040 • Befolkningsmängd något under 9 miljarder i slutet av seklet • Lågt arealbehov för jordbruksproduktion, bland annat till följd av större skördar och förändrade konsumtionsmönster • Omfattande skogsplanteringsprogram • Låg energiintensitet • Kraftfull klimatpolitik	• Koldioxidutsläppen är tre gånger dagens vid år 2100 och metanutsläppen ökar kraftigt • Jordens befolkning ökar till 12 miljarder vilket leder till ökade anspråk på betes- och odlingsmark för jordbruksproduktion • Teknikutvecklingen mot ökad energieffektivitet fortsätter, men långsamt • Stort beroende av fossila bränslen • Hög energiintensitet • Ingen tillkommande klimatpolitik

För att göra beräkningar av det framtida klimatet krävs klimatmodeller, de är matematiskt formulerade beskrivningar av de fysikaliska processerna i klimatsystemet. De globala klimatmodellerna beskriver hela jorden och de regionala beskriver mer förfinat ett delområde. Indelningen sker i så kallade gridboxar, ett 3-dimensionellt rutnät av atmosfären. Det är mycket omfattande beräkningar som sker på superdatorer.

Den globala klimatmodelleringen görs med en relativt grov upplösning, vilket betyder att storleken på rutorna vid jordytan kan vara ca $200 \times 200 \text{ km}^2$. Den regionala klimatmodelleringen utförs med högre upplösning, ca $50 \times 50 \text{ km}^2$, och ger därför mer detaljerade beräkningar. I analysen ingår nio olika globala klimatmodeller från olika institut runt om i världen. Rossby Centre vid SMHI har utfört regional modellering med den regionala klimatmodellen RCA4.

För att utföra analyser på lokal skala, exempelvis för hydrologiska beräkningar, krävs data med ännu högre geografisk upplösning. SMHI har därför utvecklat en metod, DBS (Distribution Based Scaling), för att öka upplösningen till $4 \times 4 \text{ km}^2$. Därefter har hydrologisk modellering utförts med HBV-modellen. Flödesberäkningar baseras på oregerade förhållanden.



Statistik har beräknats i form av klimatindex, vilka är definierade i respektive avsnitt. Varje enskilt modellresultat har bearbetats separat men resultaten presenteras sammanlagda för RCP4.5 och RCP8.5. De index som berör temperatur och nederbörd, presenteras med $4 \times 4 \text{ km}^2$ upplösning. De hydrologiska indexen, som berör tillrinning, snö och markfuktighet, presenteras för avrinningsområden. Beräkningar av korttidsnederbörd (avsnitt 5.8) är utförd direkt på regional klimatdata.

3.2 Osäkerheter

Ett klimatscenario kräver en lång kedja av beräkningar och antaganden. Det finns alltså flera källor till osäkerheter; klimatets naturliga variationer, val av klimatmodell och framtida utsläpp av växthusgaser.

Den naturliga variationen innebär att klimatet varierar naturligt från år till år. Denna osäkerhet påverkar mest klimatscenarier för en nära framtid, eftersom klimatet inte hunnit förändras så mycket. Klimatförändringen är då svår att urskilja från den naturliga variationen i klimatet.

Alla klimatmodeller baseras på samma grundläggande kunskap om klimatsystemet och fungerar på ungefär samma sätt. Resultaten skiljer sig ändå åt beroende på att processerna i klimatsystemet kan beskrivas på olika sätt, och att fler eller färre processer inkluderas i modellerna. Ingen modell är perfekt, därför är det bra att sammanväga resultaten från olika modeller. Det ger ett mått på hur stor betydelse olika modellbeskrivningar har för det beräknade klimatet.

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

3.3 Generella resultat för Sverige

I figur 1 och 2 visas översiktliga beräkningar av framtidens förändringar av temperatur och nederbörd i Sverige. Där redovisas även tidigare resultat baserade på s.k. SRES-scenarier. Skillnaderna kommenteras mer utförligt i kapitel 3.4.

Årsmedeltemperaturen beräknas öka för hela Sverige i framtiden. RCP8.5 visar generellt på störst uppvärmning (4-6 grader). RCP4.5 visar på samma mönster men en lägre uppvärmning (2-4 grader).

Nederbörden beräknas öka i framtiden. RCP8.5 visar störst förändring, särskilt i norra Sverige, där ökningen beräknats till 30-50 %. RCP4.5 visar samma förändringsmönster, men som mest 30 % ökning (i Lapplandsfjällen).

Medeltillrinningen väntas öka i hela landet utom i sydöstra Sverige, där det sker en minskning. Störst ökning sker i landets norra delar. RCP8.5 ger det mest extrema resultatet både där tillrinningen ökar och där den minskar.

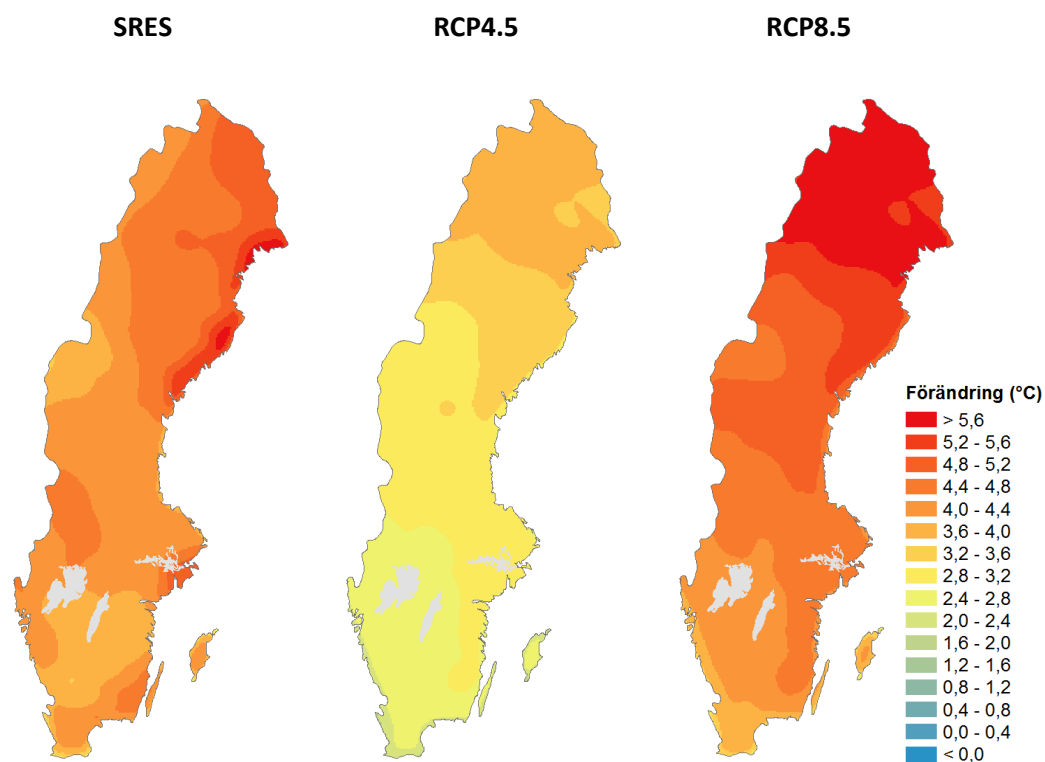
Extrema vattenflöden, redovisade som 100-årsflöden¹, beräknas öka i vattendragen i södra Sverige mot slutet av seklet. I de nordliga älvarna är förändringen mindre tydlig och kan till och med medföra en minskning av de extrema flödena.

3.4 Jämförelse SRES-RCP

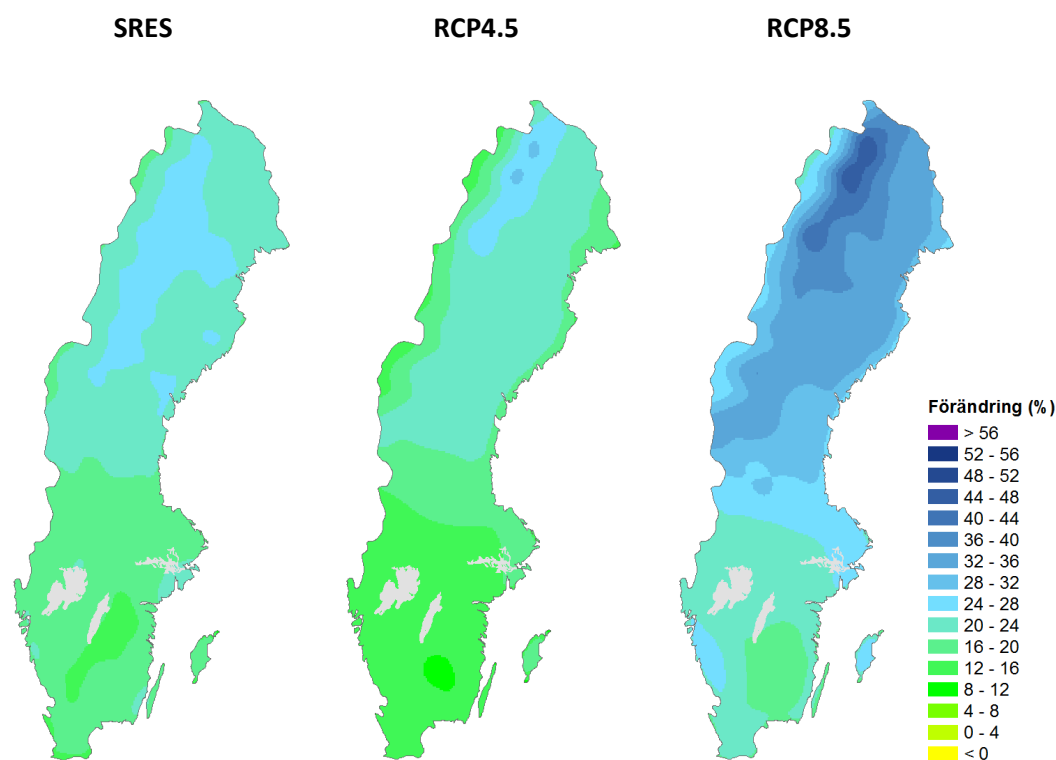
Klimatforskningen utvecklas hela tiden, nya resultat publiceras, liksom nya sätt att beskriva antaganden om framtida utsläpp. I FN:s klimatpanels tredje och fjärde stora sammanställning (IPCC, 2001 och IPCC, 2007) användes scenarierna SRES (Special Report on Emission Scenarios) (Nakićenović and Swart (eds.) 2000). I femte sammanställningen AR5 (IPCC, 2013) antogs de nya scenarierna RCP (Representative Concentration Pathways) (ICONICS, 2013).

I de tidigare länsanalyser som utförts av SMHI baseras resultaten på 16 SRES-scenarier med tyngdpunkt på scenariot A1B. För att få en uppfattning om hur dessa skiljer sig från de nya RCP-scenarierna visas här kartor på förändringen i temperatur för perioden 2069-2098 jämfört med 1961-1990 (figur 1).

Alla scenarier visar på en tydlig uppvärmning i hela landet och störst uppvärmning i norra Sverige. SRES-scenarierna har inte lika tydlig gradient mellan norra och södra Sverige som RCP-scenarierna. Uppvärmningen är generellt något lägre än i RCP8.5, men utmärkande för SRES-scenarierna är hög uppvärmning längs kusterna, framförallt norra Norrlandskusten. Det beror med stor sannolikhet på dataunderlaget till SRES-analysen, då temperaturdata längs kusten påverkades mycket av havsklimatet, vilket kan ge missvisande resultat. De höga värdena längs kusterna i SRES-kartan bör alltså tolkas med försiktighet.



Figur 1. Beräknad förändring av årsmedeltemperatur för perioden 2069-2098 jämfört med perioden 1961-1990, enligt de tidigare beräkningarna med SRES och de nyare med RCP4.5 respektive RCP8.5. Värdena i kartorna är utjämnade för att förenkla tolkningen.



Figur 2. Beräknad procentuell förändring av årsnederbörden för perioden 2069-2098 jämfört med perioden 1961-1990, enligt de tidigare beräkningarna med SRES och de nyare med RCP4.5 respektive RCP8.5. Värdena i kartorna är utjämnade för att förenkla tolkningen.

Kartorna i figur 2 visar förändringen i årsmedelnederbörd vid slutet på seklet jämfört med perioden 1961-1990. SRES-scenarierna är mycket lika RCP4.5, med en ökning på 10-30 %.

Skillnaderna är alltså olika beroende på vilken variabel som studeras och beror till stora delar på de klimatmodeller som använts i beräkningarna. För SRES-analyserna användes 16 olika uppsättningar av globala och regionala modeller, medan RCP-analyserna är baserade på nio olika globala modeller och en regional (RCA4). Det ger en bättre representation avseende globala beräkningar men i analysen har endast data från en regional modell varit tillgänglig, vilket kan ge ett snävt resultat. RCA4 har visat sig vara något blötare i jämförelse med andra regionala modeller, vilket betyder att samma RCP-scenarier kan uppvisa något torrare klimatförändring med andra kombinationer av globala och regionala modeller.

3.5 Läsanvisningar

På följande sidor presenteras index baserade på temperatur, nederbörd, tillrinning, snö och markfuktighet. Indexen beskrivs och resultaten presenteras i korta texter i respektive kapitel. Indexen presenteras lite olika vad gäller kartor och diagram, vilket beskrivs nedan.

3.5.1 Kartor

För temperatur- och nederbördsindex, antal dagar med snötäcke samt markfuktighet visas observerade och beräknade värden. För medeltemperatur och medelnederbörd samt antal dagar med mer än 10 mm nederbörd visas även kartor över förändringar mellan tidsperioder.

För index baserade på tillrinning samt maximalt snötäcke presenteras endast förändringar mellan tidsperioder. Förändringar anges som procentuell avvikelse från referensperioden.

Alla kartor visar medelvärden över en given tidsperiod. I de kartor som visar förändringar mellan tidsperioder är värdena geografiskt utjämnade för att underlätta tolkningen.

Sverigekartorna representerar respektive index för referensperioden 1961-1990 och visar hur förhållandena i länet relaterar till övriga Sverige.

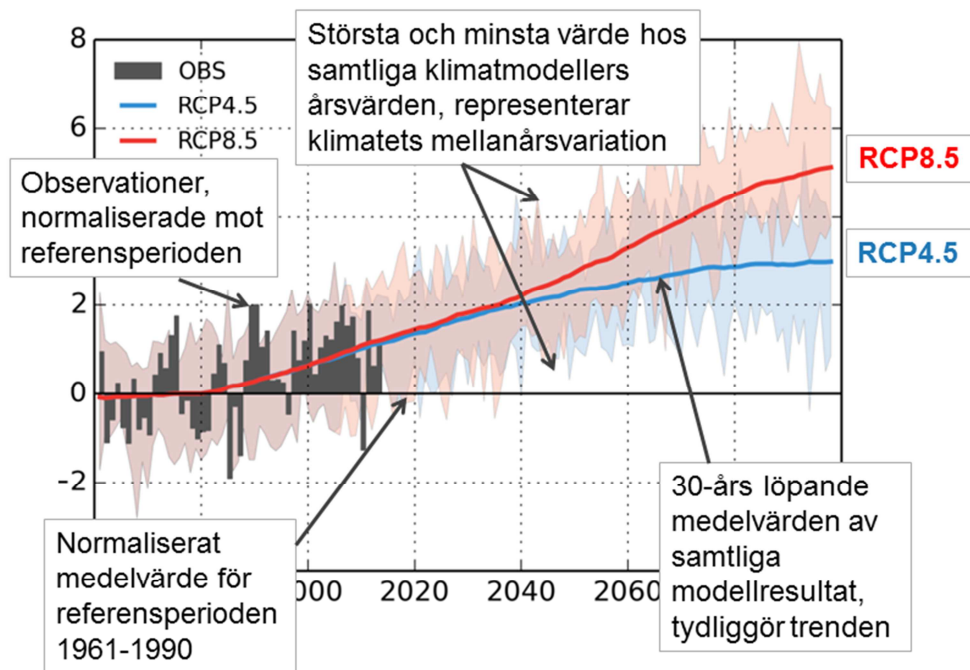
3.5.2 Diagram

Diagrammen för temperatur och nederbörd visar utvecklingen över tid för länet som helhet jämfört med referensperioden 1961-1990. Tillrinning, snö och markfuktighet är beräknade utifrån hydrologisk modellering och diagrammen för de indexen visar utvecklingen över tid för ett definierat avrinningsområde, jämfört med referensperioden 1963-1992.

Diagram för temperatur och nederbörd innehåller staplar med observationer som är geografiska medelvärden för hela länet, se förklaring av diagrammets uppbyggnad i figur 3. För tillrinning, snö och markfuktighet finns inte motsvarande observerade värden att tillgå, därför saknar de diagrammen observationsstaplar.

Tillrinningens årsdynamik presenteras som 30-årsmedelvärden för referensperioden 1963-1992 och framtidsperioden 2069-2098.

Diagrammen över förändring av korttidsnederbörd avser länet som helhet.



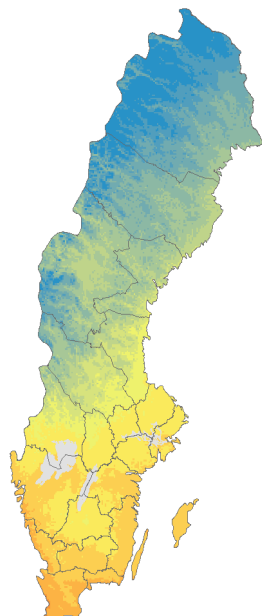
Figur 3. Beskrivning av diagrammens struktur i rapporten.

4 Temperatur

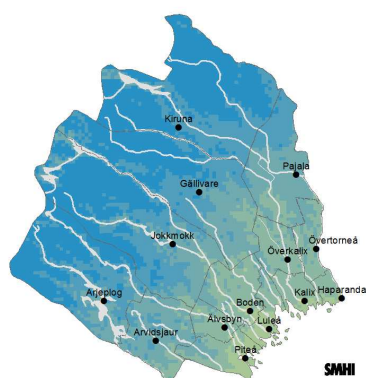
4.1 Årsmedeltemperatur

Observerat 1961-1990

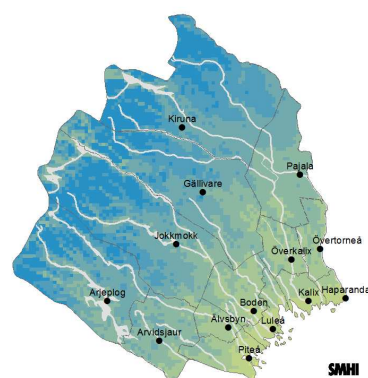
Årsmedeltemperatur är medelvärdet av varje års medeltemperatur beräknat utifrån dygnsmedeltemperatur. Det är tillsammans med årsmedelnederbörd det mest använda indexet för att beskriva klimatet.



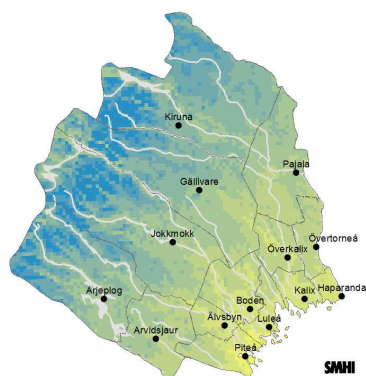
Observerat 1961-1990



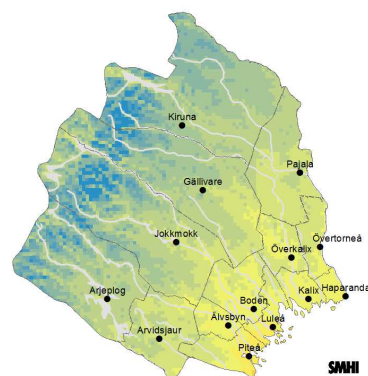
Observerat 1991-2013



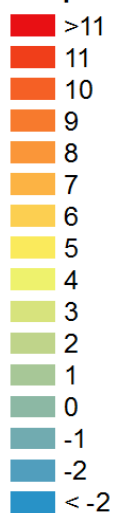
Beräknat 2021-2050



Beräknat 2069-2098

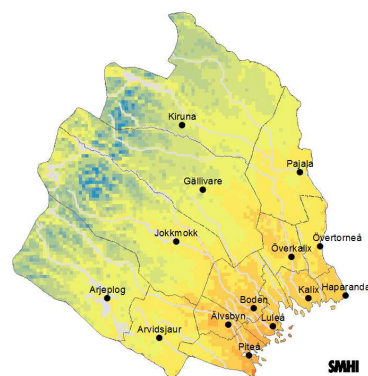
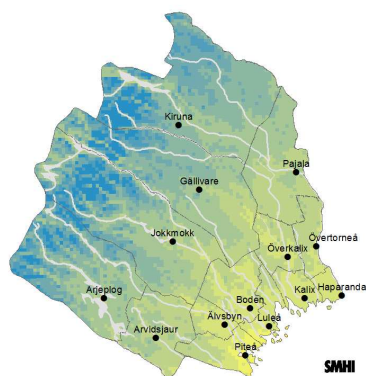


Temperatur (°C)

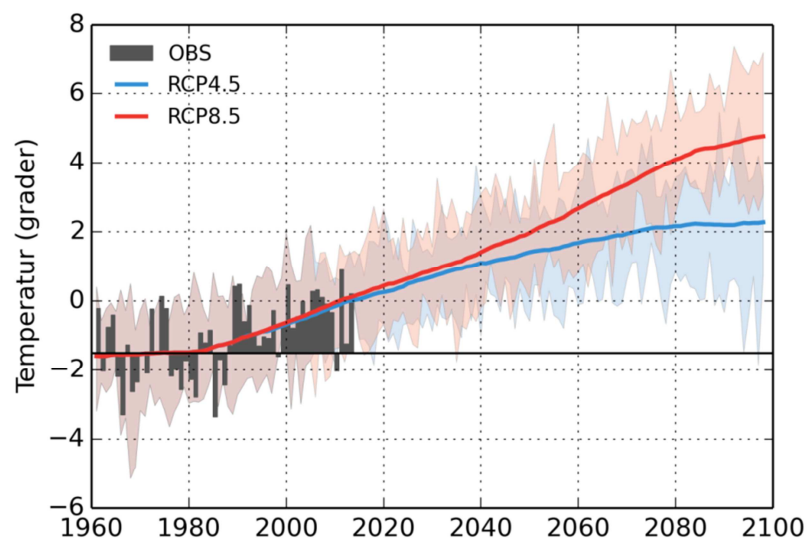
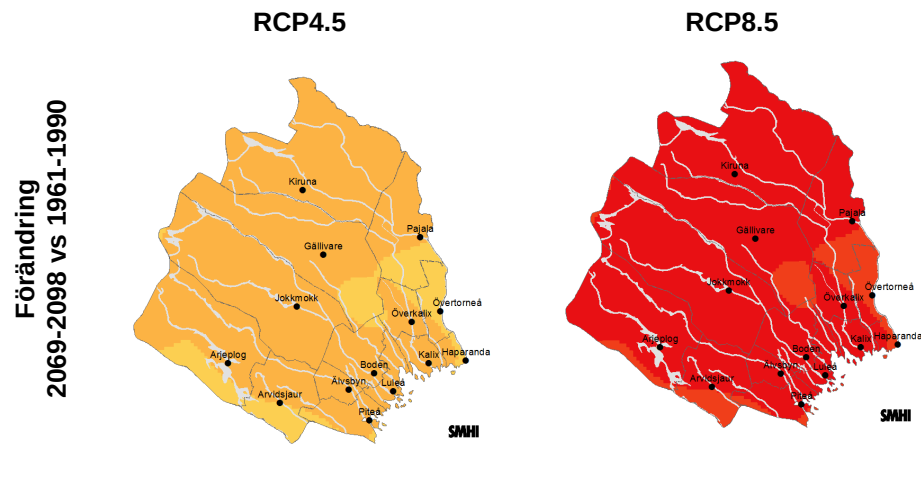
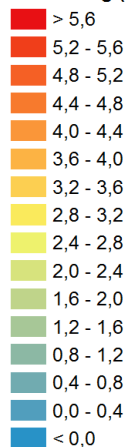


RCP4.5

RCP8.5



Förändring (°C)



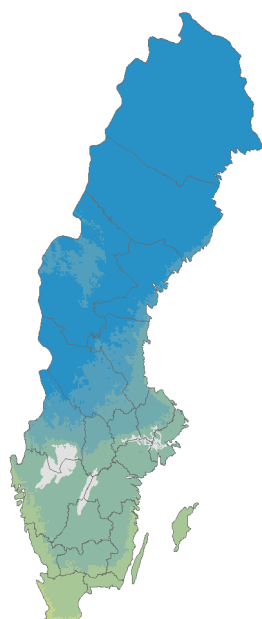
Under perioden 1961-1990 var årsmedeltemperaturen för hela Norrbottens län $-1,5^{\circ}\text{C}$. Inom länet varierar dock temperaturen och medelvärdet i fjällen ligger på ca $-2,7^{\circ}\text{C}$ medan det i lågterrängen i söder ligger på $-0,5^{\circ}\text{C}$. Temperaturen ökar successivt från 1980 och trenden att det blir varmare är tydlig i båda klimatscenarierna. I mitten av seklet, perioden 2021-2050, är resultaten från de båda RCP-scenarierna mycket lika, skillnaderna tydliggörs först under andra hälften av seklet.

I diagrammet visas förändringen över länet som helhet för de två RCP-scenarierna, årsvärden av observerad medeltemperatur för Norrbotten är markerade som staplar. Staplarna visar att årsmedeltemperaturen i länet kan variera med ca 4°C . Denna mellanårsvariation består även i framtiden, vilket framgår av de skuggade fälten i diagrammet. De heldragna linjerna visar 30-års löpande medelvärde av scenarierna för att förtydliga trender. Temperaturen väntas stiga med flera grader till slutet av seklet; enligt RCP4.5 med 3-4 grader medan RCP8.5 visar på en 6-gradig ökning.

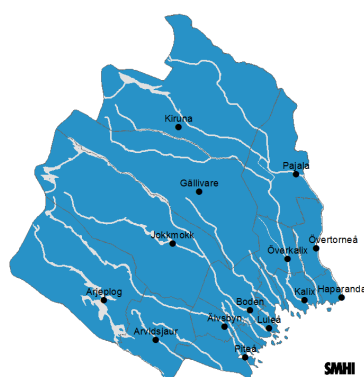
4.2 Medeltemperatur vinter

Observerat 1961-1990

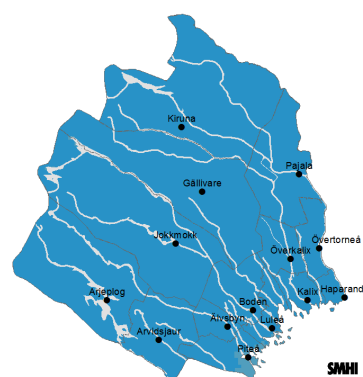
Vinter definieras här som perioden december-februari. Kartorna visar medelvärdet för respektive period beräknat utifrån dygnsmedeltemperatur.



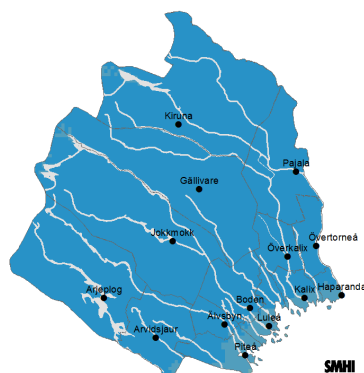
Observerat 1961-1990



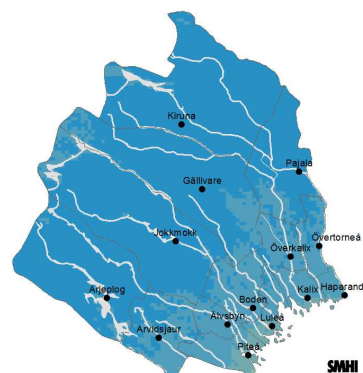
Observerat 1991-2013



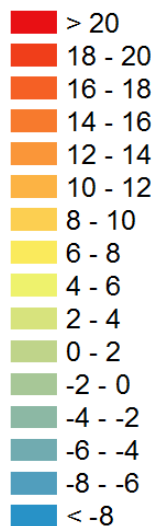
Beräknat 2021-2050



Beräknat 2069-2098

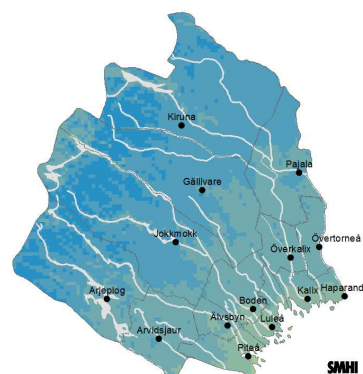
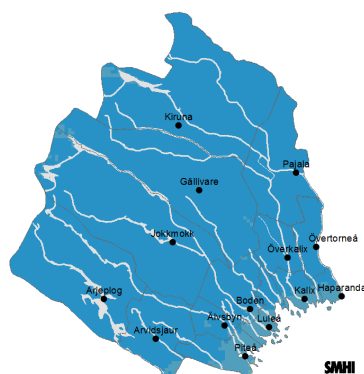


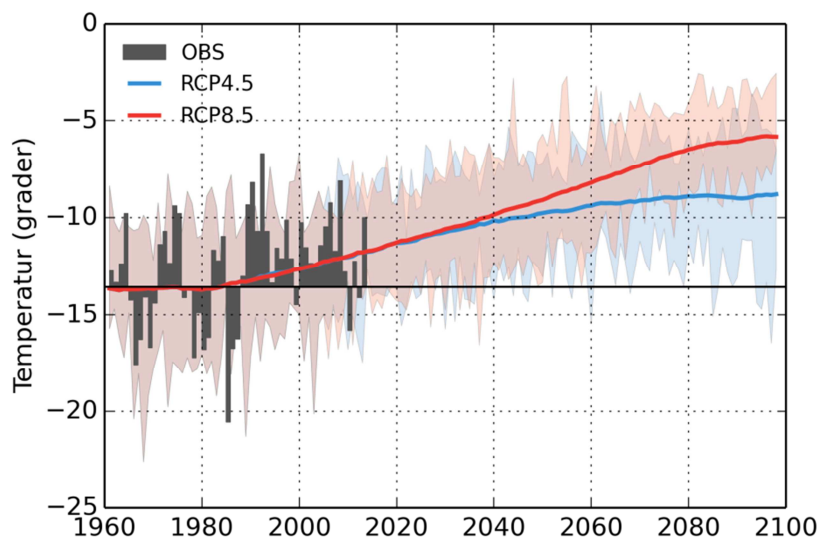
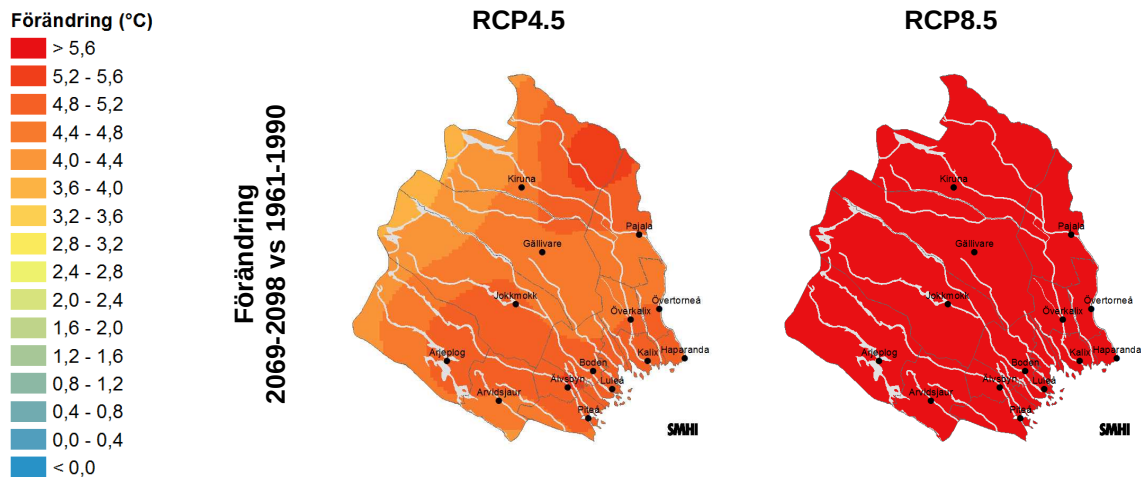
Temperatur (°C)



RCP4.5

RCP8.5



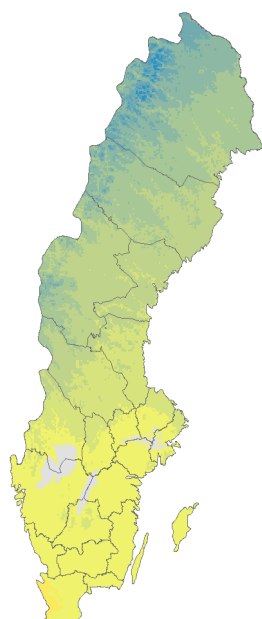


Norrbottens vintermedeltemperatur var under referensperioden 1961-1990 -13,6°C. Vintrarna har blivit något mildare under de senaste 23 åren, men staplarna i diagrammet visar att mellanårsvariationen är stor. De två olika scenarierna visar samstämmigt på att det blir mildrare vintrar framöver. Skillnaden mellan de två RCP-scenarierna tydliggörs först under andra halvan av seklet. Vid slutet av seklet har vintermedeltemperaturen ökat med ca 5 grader enligt RCP4.5 och 8 grader enligt RCP8.5. på ca -8°C och RCP8.5 på ca -6°C.

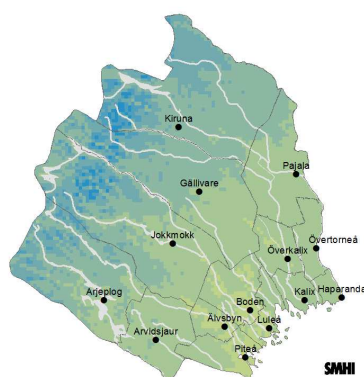
4.3 Medeltemperatur vår

Observerat 1961-1990

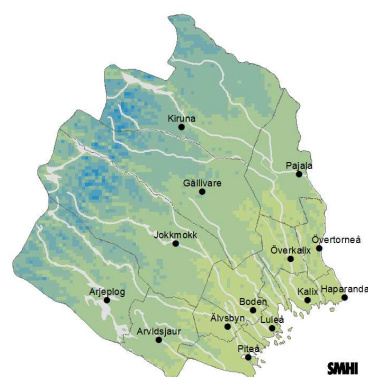
Vår definieras här som perioden mars-maj. Kartorna visar medelvärdet för respektive period beräknat utifrån dygnsmedeltemperatur.



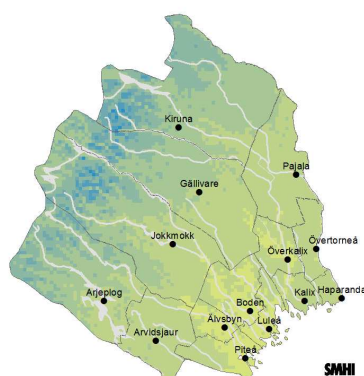
Observerat 1961-1990



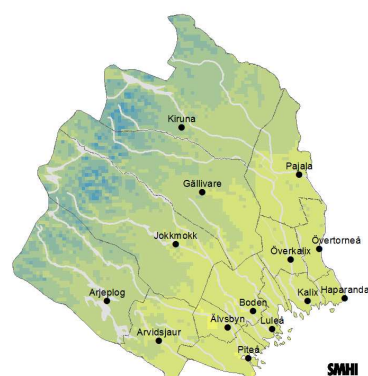
Observerat 1991-2013



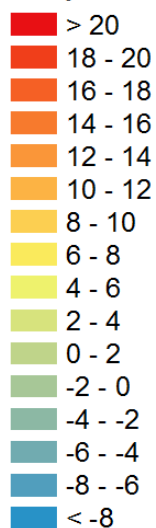
Beräknat 2021-2050



Beräknat 2069-2098

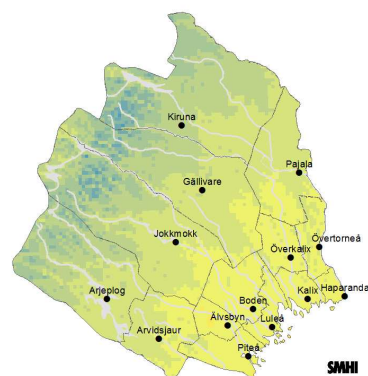
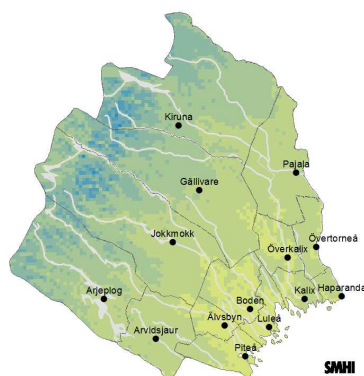


Temperatur (°C)

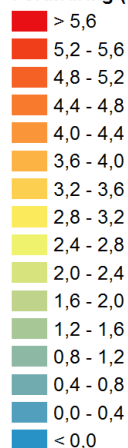


RCP4.5

RCP8.5

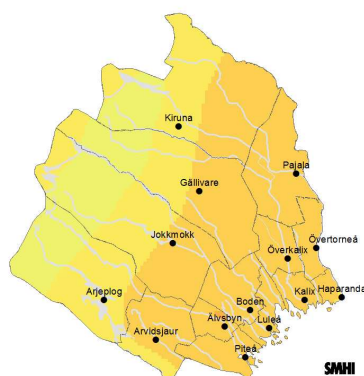


Förändring (°C)

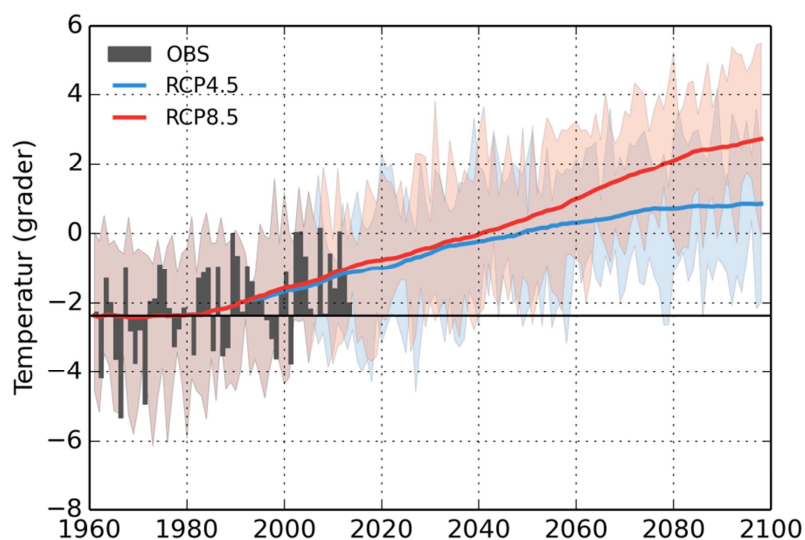
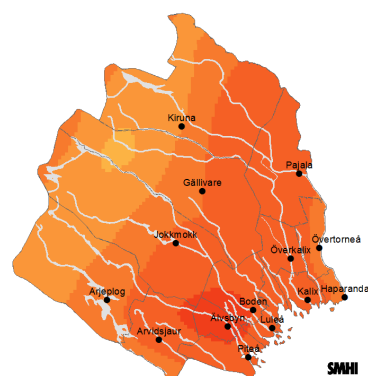


Förändring
2069-2098 vs 1961-1990

RCP4.5



RCP8.5

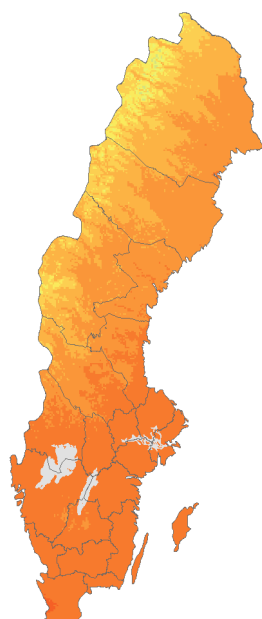


Medeltemperaturen för våren under perioden 1961-1990 var $-2,4^{\circ}\text{C}$, och mellanårsvariationen är betydligt mindre jämfört med vintern. De senaste drygt 20 åren har medeltemperaturen ökat med någon grad och trenden håller i sig under resten av århundradet. Den största ökningen sker enligt både RCP4.5 och RCP8.5 i länets sydöstra del. Enligt RCP4.5 blir det en 2-3 gradig temperaturökning medan RCP8.5 visar på mellan ca 5 graders ökning jämfört med 1961-1990.

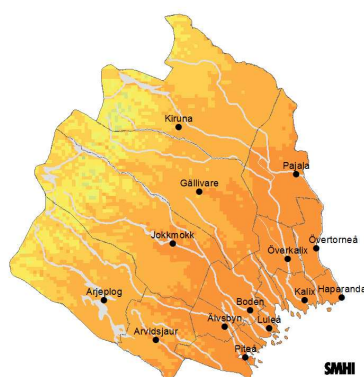
4.4 Medeltemperatur sommar

Observerat 1961-1990

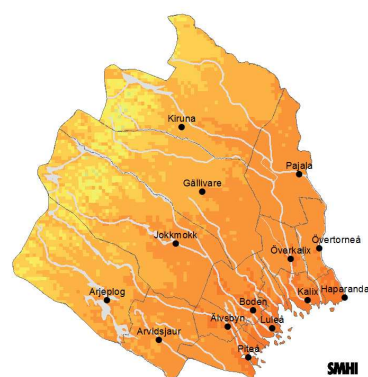
Sommar definieras här som perioden juni-augusti. Kartorna visar medelvärdet för respektive period beräknat utifrån dygnsmedeltemperatur.



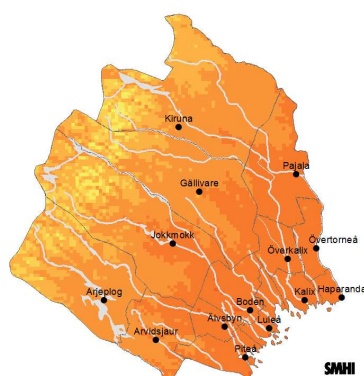
Observerat 1961-1990



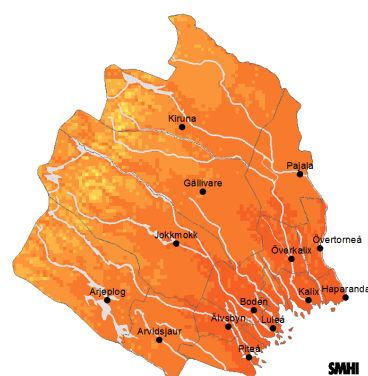
Observerat 1991-2013



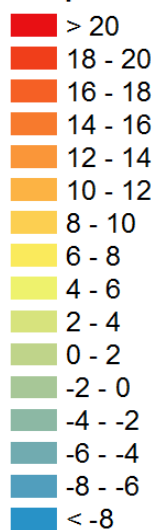
Beräknat 2021-2050



Beräknat 2069-2098

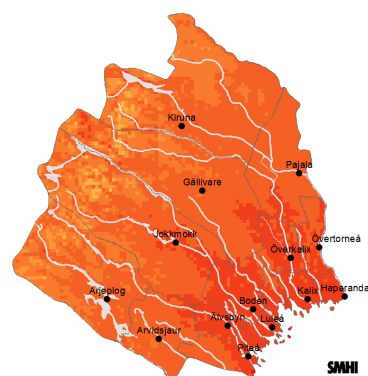
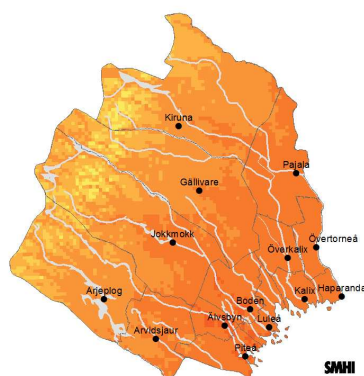


Temperatur (°C)

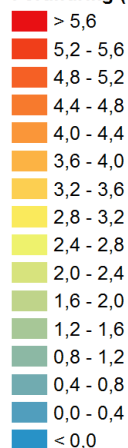


RCP4.5

RCP8.5

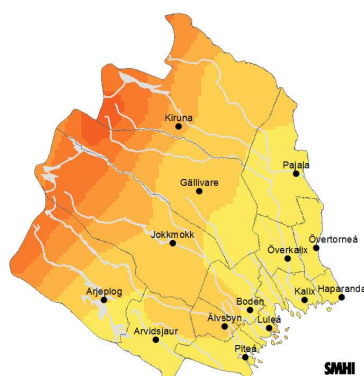


Förändring (°C)

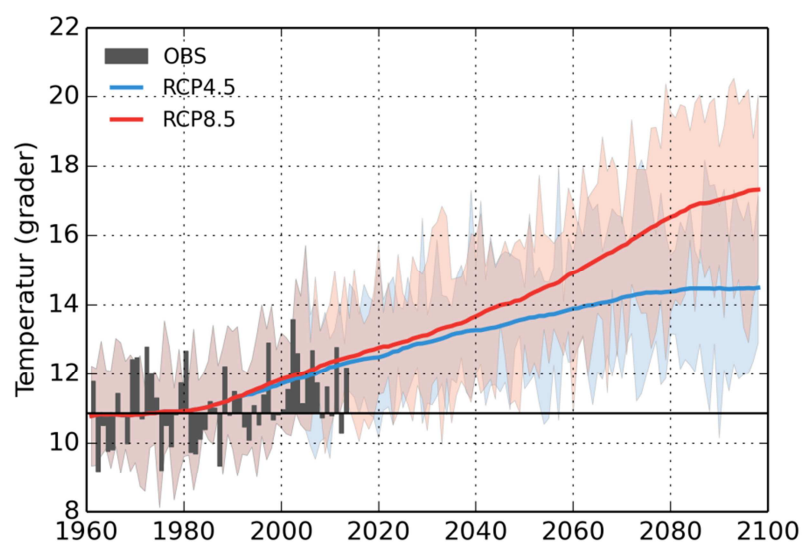
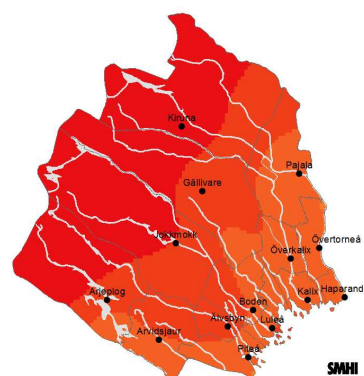


Förändring
2069-2098 vs 1961-1990

RCP4.5



RCP8.5

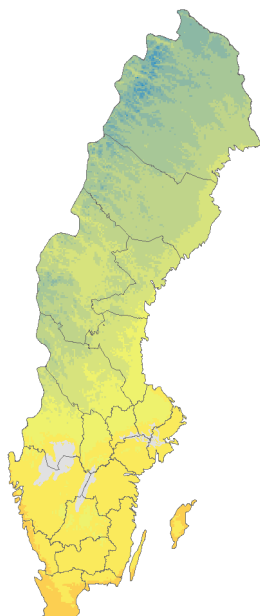


Sommarmedeltemperaturen under 1961-1990 var 10,9°C. Sommaren är varmest i sydöstliga delen av Norrbotten, här låg temperaturen på runt 12,3°C i medeltal under referensperioden. Enligt RCP4.5 stiger sommarmedeltemperaturen med 3-4 grader, medan RCP8.5 visar på drygt 6 graders temperaturökning. Den största ökningen i sommarmedeltemperaturen sker i fjällen.

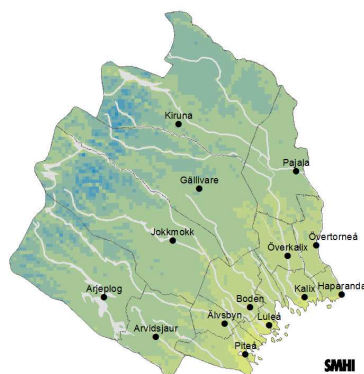
4.5 Medeltemperatur höst

Observerat 1961-1990

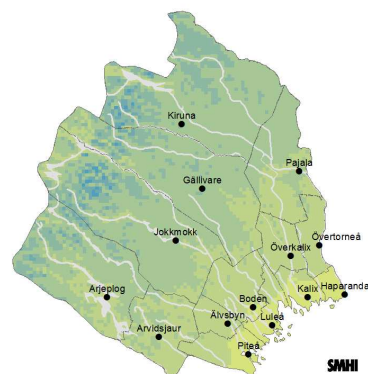
Höst definieras här som perioden september-november. Kartorna visar medelvärdet för respektive period beräknat utifrån dygnsmedeltemperatur.



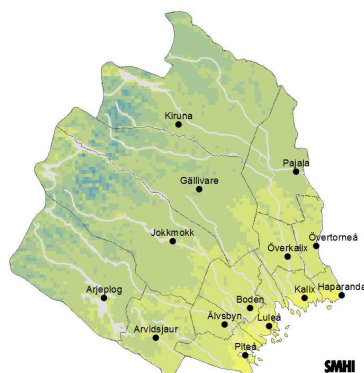
Observerat 1961-1990



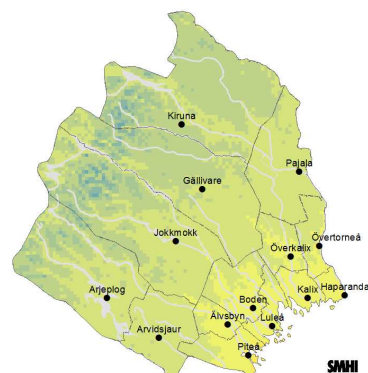
Observerat 1991-2013



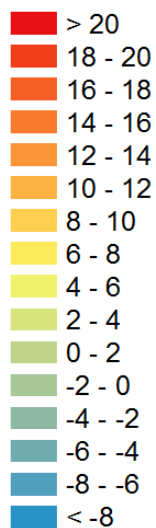
Beräknat 2021-2050



Beräknat 2069-2098

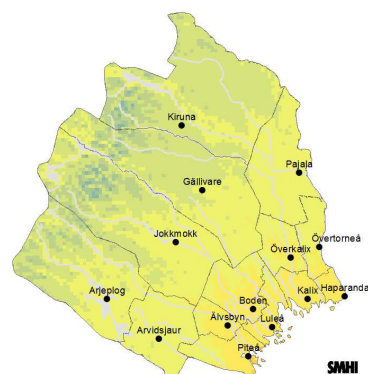
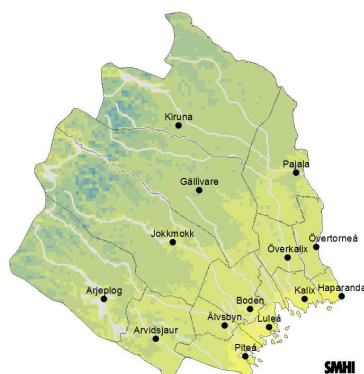


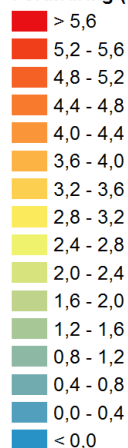
Temperatur (°C)



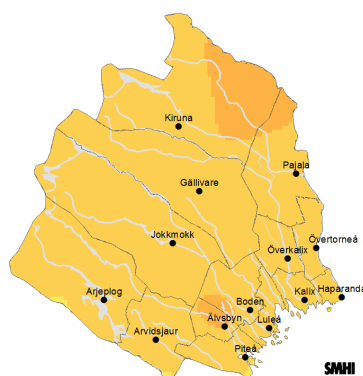
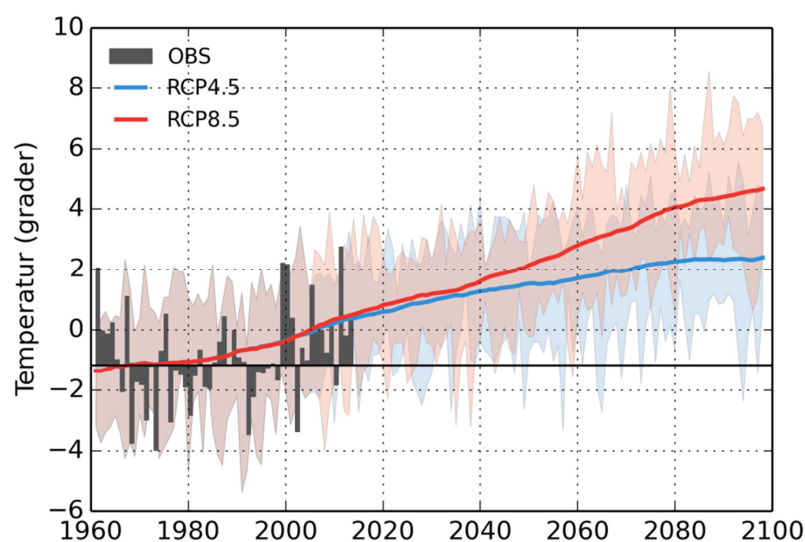
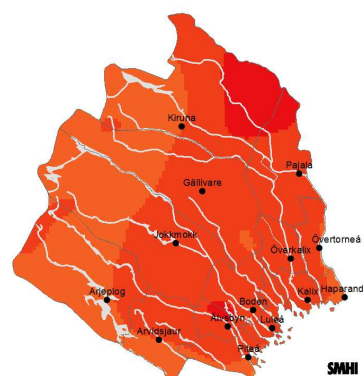
RCP4.5

RCP8.5



Förändring (°C)

Förändring
2069-2098 vs 1961-1990

RCP4.5**RCP8.5**

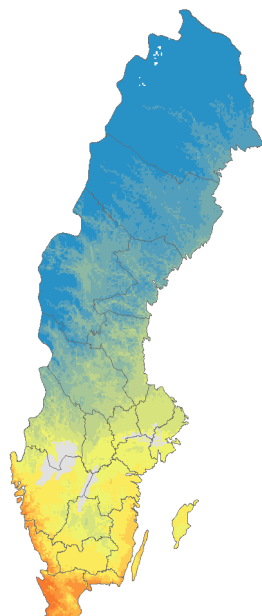
Medeltemperaturen för hösten låg på mellan -1,2 °C under 1961- 1990 för att stiga någon grad under perioden 1991 och 2013. Trenden med mildare höst håller i sig och fram till slutet av seklet har det blivit 3-5 grader varmare i hela länet beroende på RCP-scenario.

Allmänt om årstiderna

Både RCP4.5 och RCP8.5 visar på en temperaturökning för alla årstiderna fram till slutet av seklet. Under vintersäsongen ökar temperaturen mest, upp till 6 grader med RCP8.5. Temperaturökningen kan indikera, om medeltemperaturer används för att definiera årstiderna, att hösten håller i sig längre och att våren kommer tidigare än idag. Vinterperioden blir alltså kortare och sommaren längre.

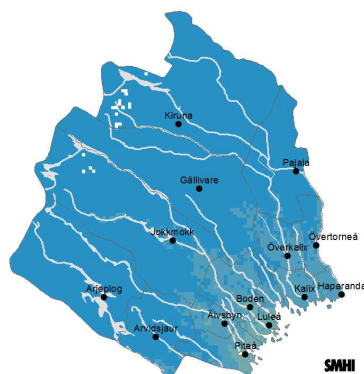
4.6 Vegetationsperiodens längd

Observerat 1961-1990

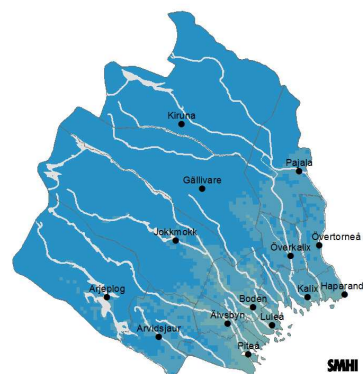


Längden på vegetationsperioden är definierad som skillnaden mellan sluttidpunkt och starttidpunkt. Starttidpunkt är första dagen på året i en sammanhängande fyrdagarsperiod då dygnsmedeltemperaturen överstiger 5°C. Sluttidpunkt är sista dagen i årets sista fyrdagarsperiod med dygnsmedeltemperatur över 5°C. Indexet baseras enbart på temperatur och tar inte hänsyn till solinstrålning.

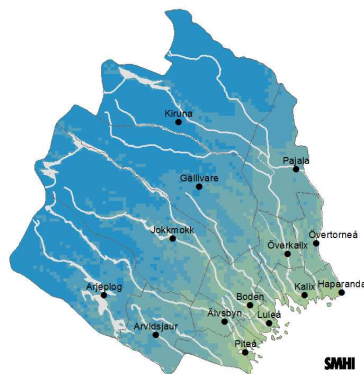
Observerat 1961-1990



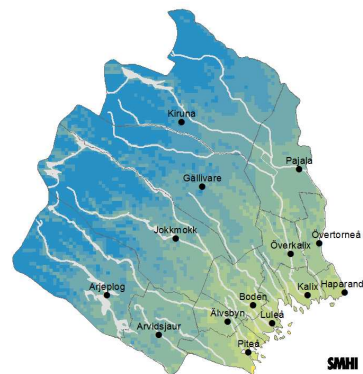
Observerat 1991-2013



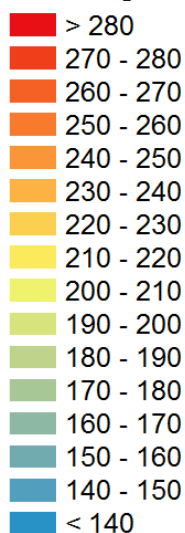
Beräknat 2021-2050



Beräknat 2069-2098

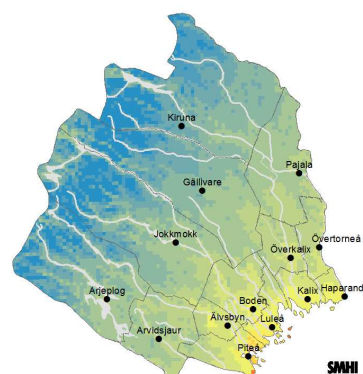
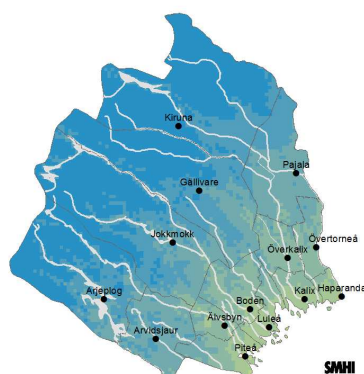


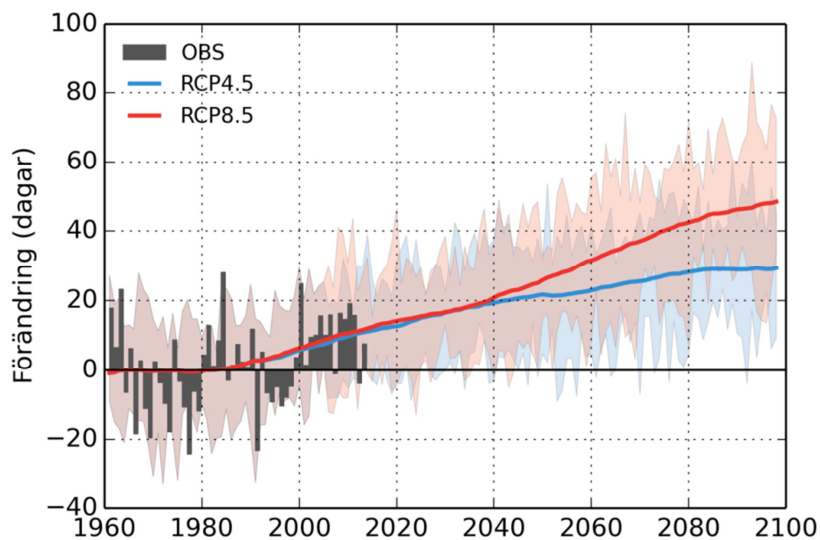
Antal dagar



RCP4.5

RCP8.5





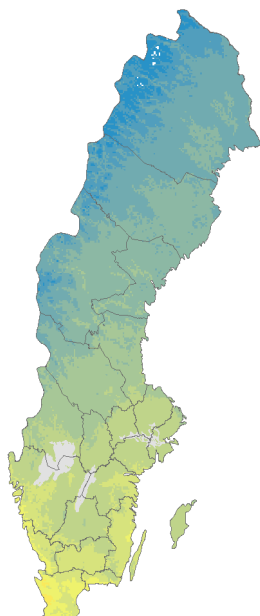
Längden på vegetationsperioden¹ under perioden 1961-1990 för länet som helhet var 124 dagar i medeltal. I fjällen är vegetationsperioden ca 110 dagar och i inlandet ca 136 dagar. Under de senaste dryga 20 åren har vegetationsperioden tidigare lagts med ungefär en vecka i stora delar av länet.

Klimatscenerierna visar tydligt att vegetationsperioden kan bli längre under de kommande årtiondena. Fram mot slutet av århundrandet visar RCP4.5 på en ökning med ca en månad av vegetationsperioden i genomsnitt. Motsvarande för RCP8.5 är ca 50 dagar, vilket motsvarar att vegetationsperioden, såsom den här definieras utifrån temperatur, pågår nästan 6 månader.

¹ Vegetationsperioden definieras som den del av året då dygnsmedeltemperaturen överstiger ett visst gränsvärde, som varierar för olika tillämpningar men ligger vanligen mellan +3°C och +5°C. Vegetationsperiod benämns ibland växtsäsong.

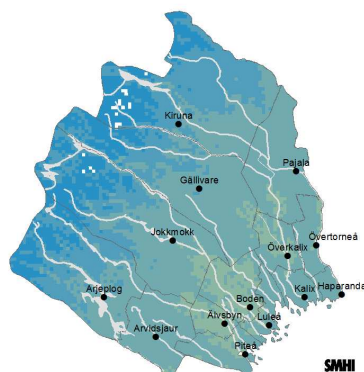
4.7 Vegetationsperiodens starttidpunkt

Observerat 1961-1990

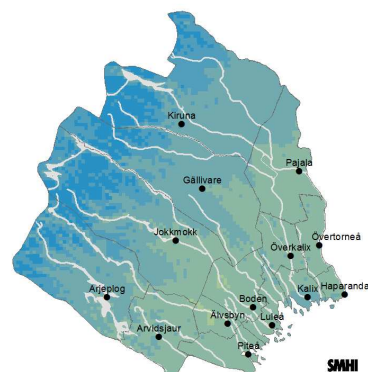


Starttidpunkt är första dagen på året i en sammanhängande fyradagarsperiod då dygnsmedeltemperaturen överstiger 5°C. Indexet baseras enbart på beräkningar med temperatur och tar inte hänsyn till solinstrålning. Indexet ger tillsammans med vegetationsperiodens längd en uppfattning om framtida förhållanden för sådd och skördetidpunkter.

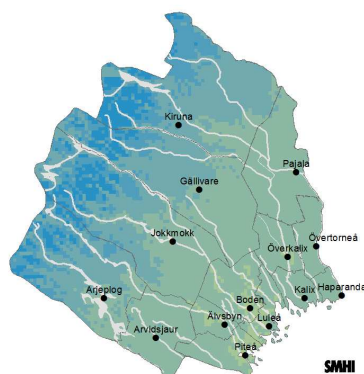
Observerat 1961-1990



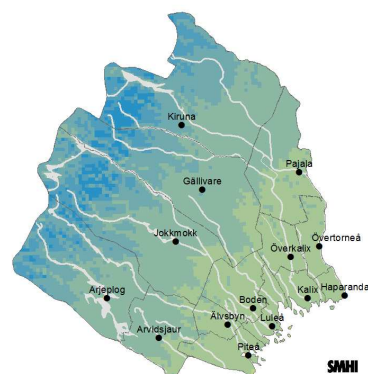
Observerat 1991-2013



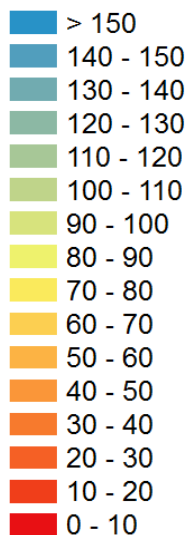
Beräknat 2021-2050



Beräknat 2069-2098

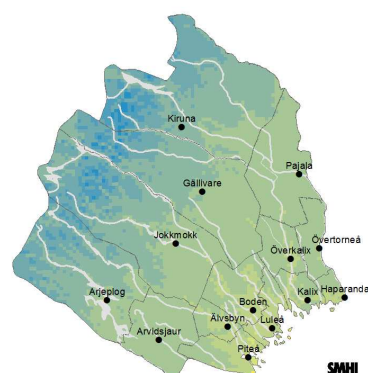
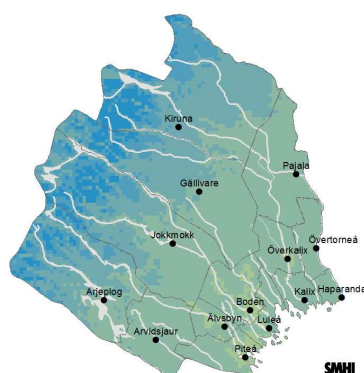


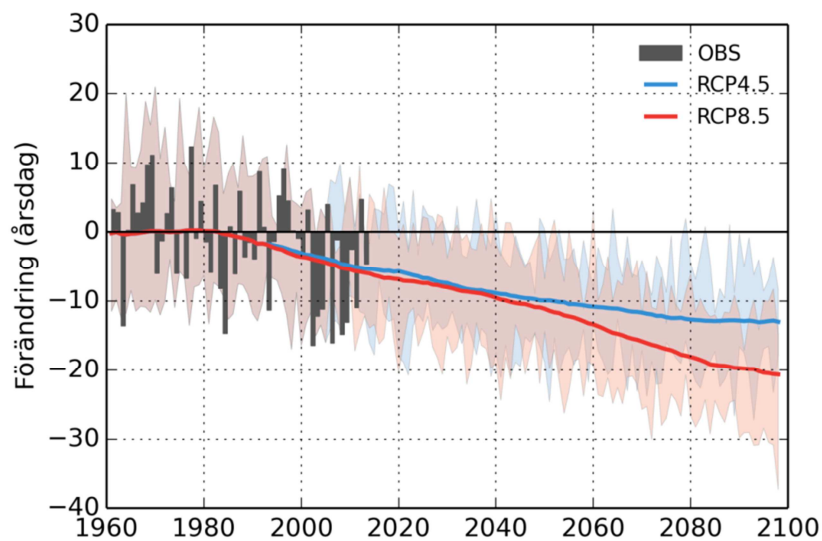
Dagnummer



RCP4.5

RCP8.5



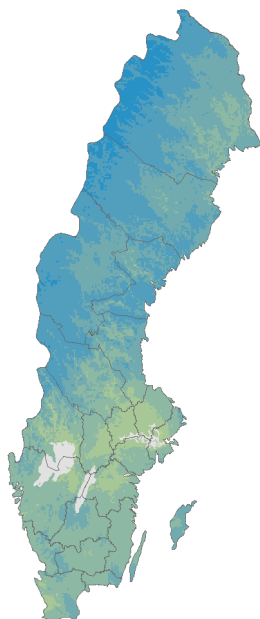


Vegetationsperiodens start definieras här som första tillfället på året när dygnsmedeltemperaturen överstiger 5°C under 4 dagar i följd. Vegetationsperiodens start räknas då från den första av dessa fyra dagar. Starttiden kan variera en del från år till år, beroende på om vintern varit lång och kall eller om mildluft tidigt förs in. Under referensperioden 1961-1990 hamnar medelvärde för starttiden för vegetationen på dagnummer 139, vilket motsvarar andra halvan av maj. Under 90-talet och 2000-talet ökade vegetationsperiodens start allmänt med någon dag. Trenden håller i sig under resten utav århundradet. I slutet av seklet har starttidpunkten tidigare lagts med ca 12 dagar enligt RCP4.5 medan RCP8.5 visar på en ökning med upp mot 20 dagar.

Analyserna av vegetationsperiodens start och längd visar att vegetationsperiodens slut förändras ungefär något mer än starttidpunkten. I slutet av seklet senareläggs sluttidpunkten med 15 dagar enligt RCP4.5 och ca 1 månad enligt RCP8.5.

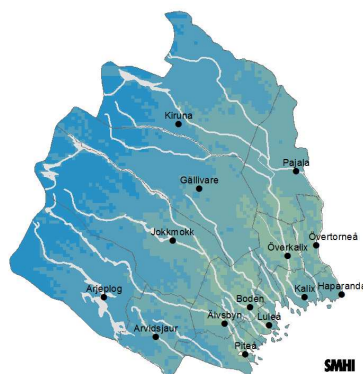
4.8 Värmebölja

Observerat 1961-1990

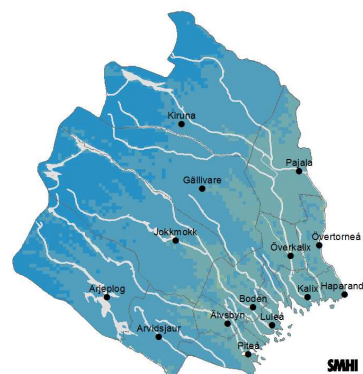


Värmebölja är vanligen ett begrepp för en längre period med höga dagstemperaturer. Det finns ingen vedertagen internationell definition och även i Sverige förekommer flera definitioner. Här definieras värmebölja som årets längsta sammanhängande period med dygnsmedeltemperatur över 20°C. Indexet belyser behovet av anpassning till perioder med höga temperaturer för t.ex. byggnader och vård- och omsorgssektorn.

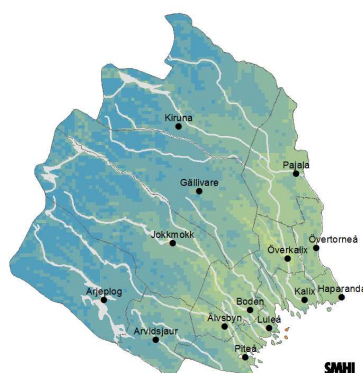
Observerat 1961-1990



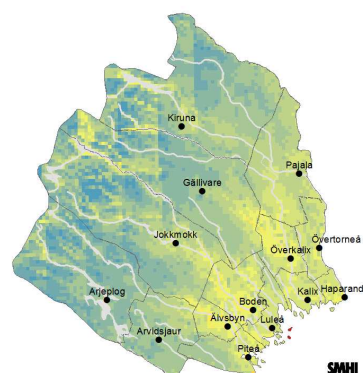
Observerat 1991-2013



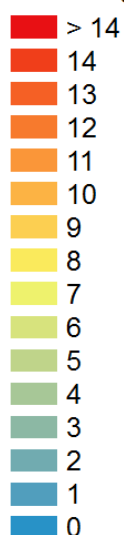
Beräknat 2021-2050



Beräknat 2069-2098

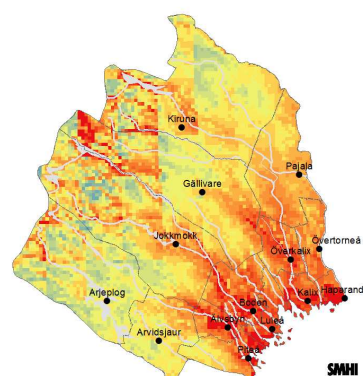
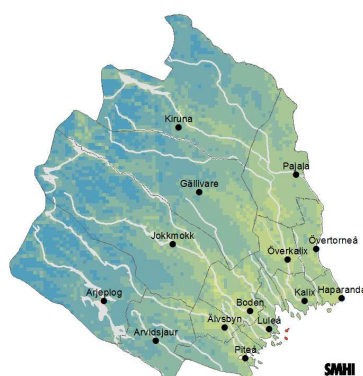


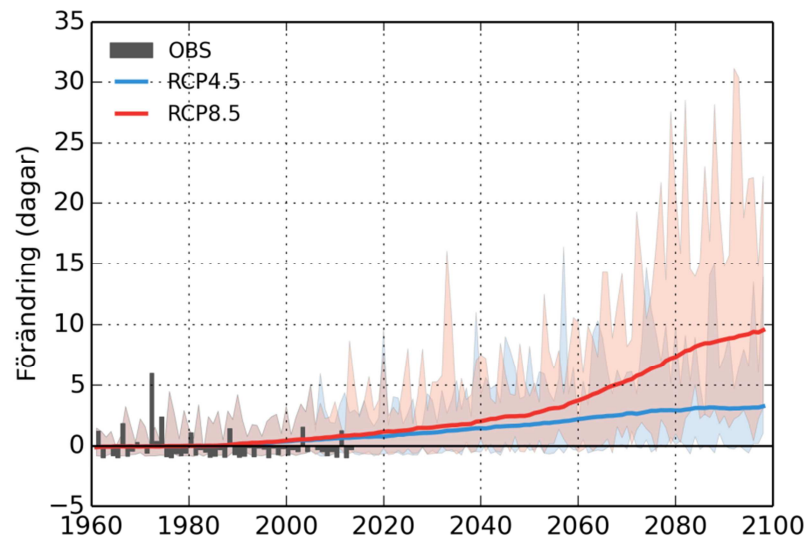
Antal dagar



RCP4.5

RCP8.5





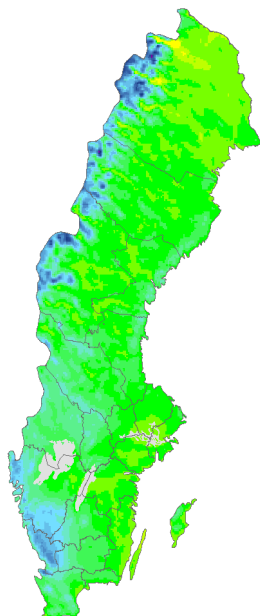
Under perioden 1961-1990 var det bara ett fåtal tillfällen varje år som dygnsmedeltemperaturen kom över 20°C. Det har under de senaste drygt 20 åren blivit något varmare men antalet sammanhängande dagar med medeltemperaturer över 20°C har bara ökat med någon dag i länet. Under de kommande åren visar beräkningarna på längre perioder med dygnsmedeltemperaturer över 20°C. Skillnaden är störst för RCP8.5, i vilket värmeböljornas längd har ökat med drygt 10 dagar i slutet av seklet. Ökningen är inte fullt lika stor i RCP4.5 som visar på bara några dagars ökning.

5 Nederbörd

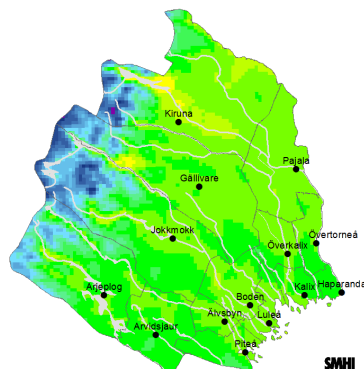
5.1 Årsmedelnederbörd

Observerat 1961-1990

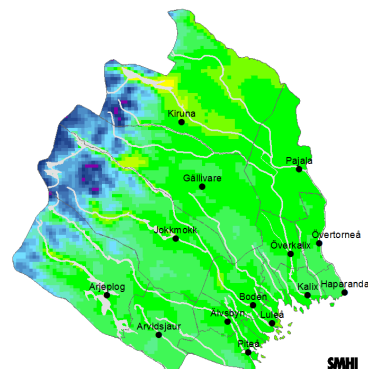
Årsmedelnederbörd är medelvärde av varje års summerade dygnsnederbörd. Det är tillsammans med årsmedeltemperatur det mest använda klimatindexet för att beskriva klimatet.



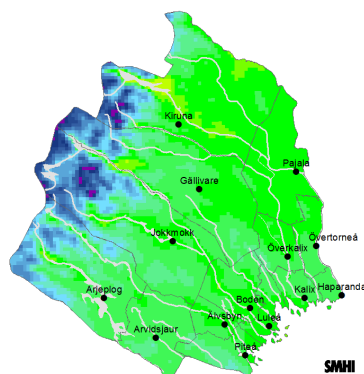
Observerat 1961-1990



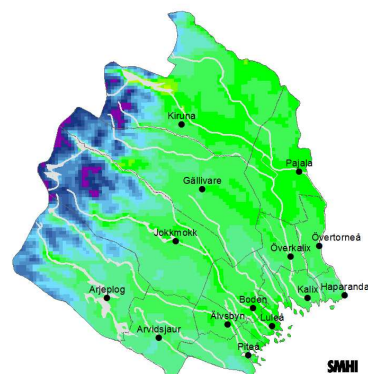
Observerat 1991-2013



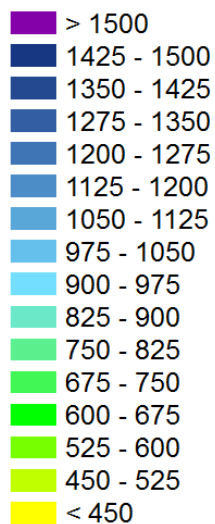
Beräknat 2021-2050



Beräknat 2069-2098

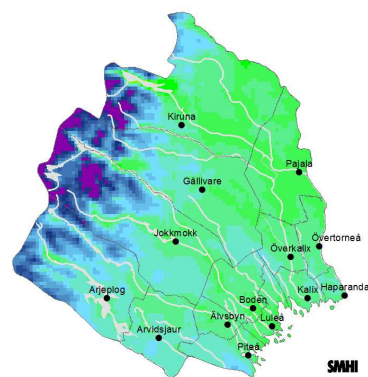
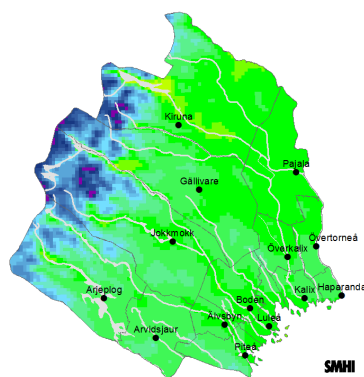


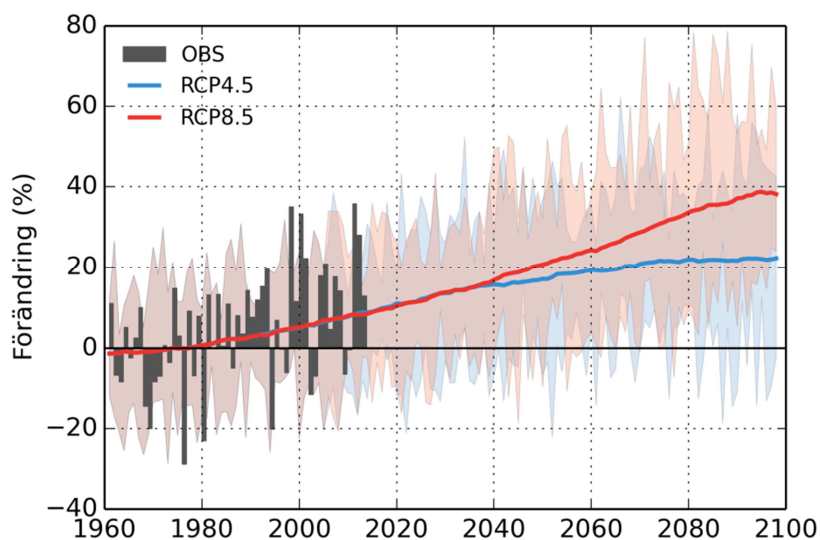
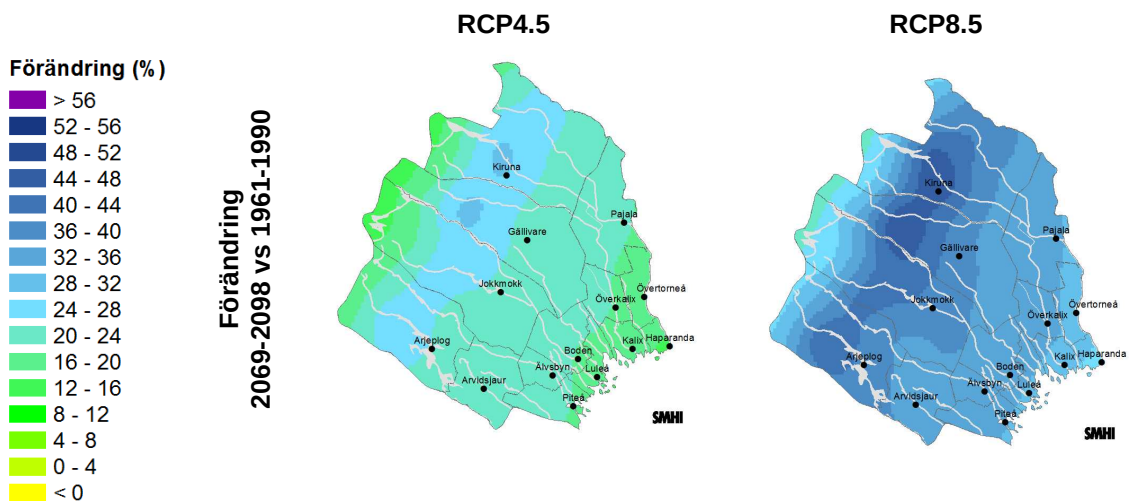
Nederbörd (mm)



RCP4.5

RCP8.5



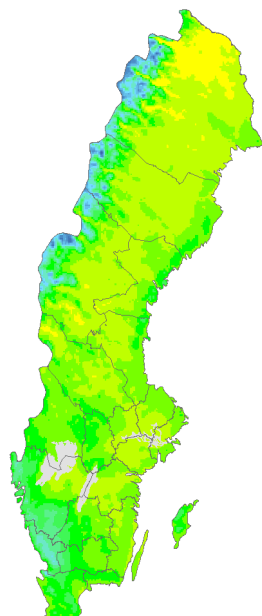


Årsmedelnederbörden i Norrbotten var under perioden 1961-1990 660 mm. Det regnar och snöar mest i den västra delen av länet, eftersom länet är mest höglänt där och våra vädersystem vanligen kommer västerifrån. Diagrammet visar att mellanårsvariationen är stor (se de svarta observationsstaplarna). Under de senaste 23 åren har nederbörden ökat något. I ett framtida klimat väntas nederbörden öka, vilket båda RCP-scenarierna visar. Ökningen är störst i RCP8.5, ca 40 % till slutet av seklet, medan RCP4.5 har en ökning på ca 20 %. Förändringskartorna visar att ökningen är störst i området nordväst om Gällivare.

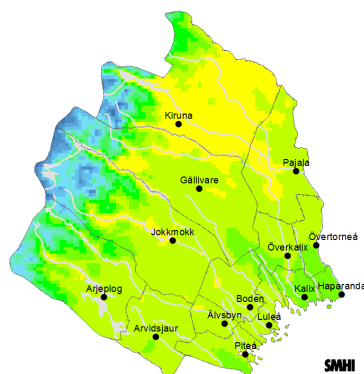
5.2 Medelnederbörd vinter

Observerat 1961-1990

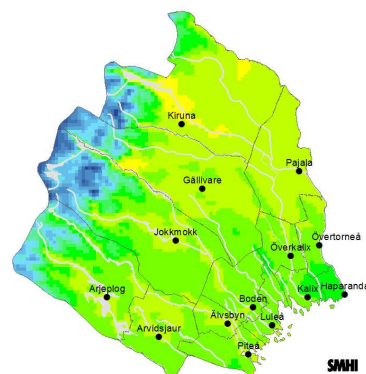
Vinter definieras här som perioden december-februari. Kartorna visar medelvärdet av varje periods summerade dygnsnederbörd.



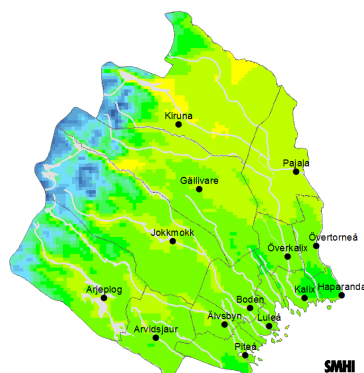
Observerat 1961-1990



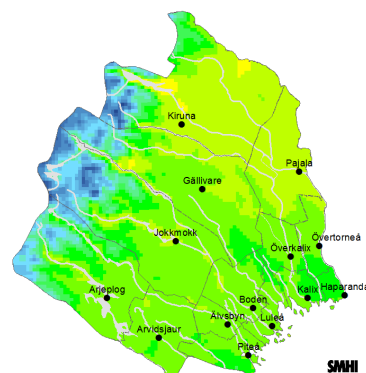
Observerat 1991-2013



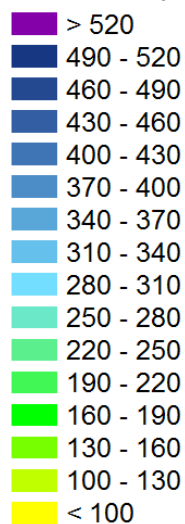
Beräknat 2021-2050



Beräknat 2069-2098

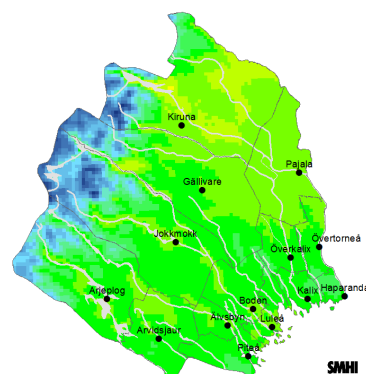
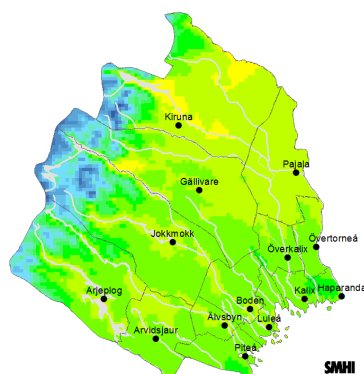


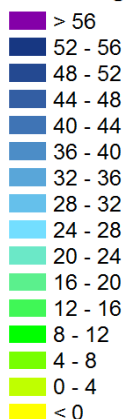
Nederbörd (mm)



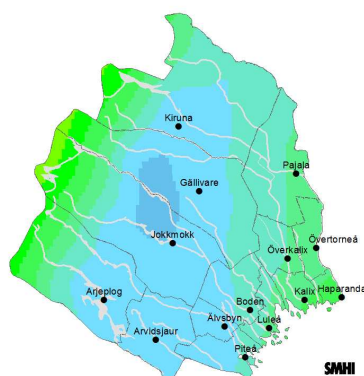
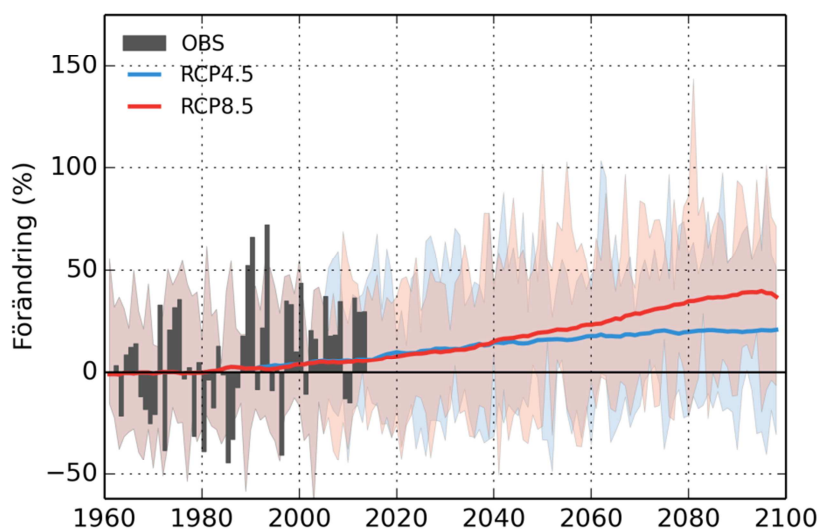
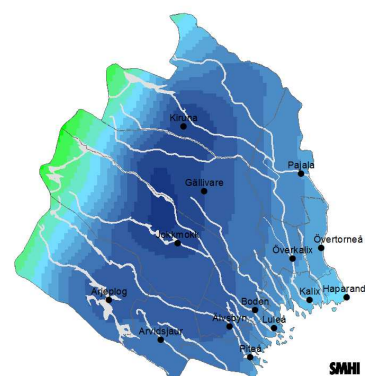
RCP4.5

RCP8.5



Förändring (%)

Förändring
2069-2098 vs 1961-1990

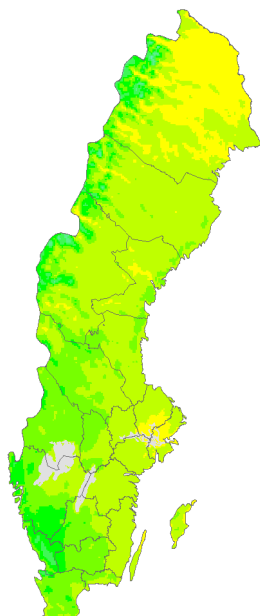
RCP4.5**RCP8.5**

Vinternederbörden i Norrbotten faller mest som snö och årsmedelvärdet i smält form var under perioden 1961-1990 138 mm. Nederbörden är generellt störst i fjällen mot gränsen till Norge. Diagrammet visar att mellanårsvariationen är mycket stor, skillnader på 50 % från år till år är inte ovanlig. Liksom årsmedelnederbörden har vinternederbörden ökat de senaste 23 åren, och då framförallt i området väster om Gällivare. RCP8.5 visar på störst ökning till slutet av seklet, upp mot 40 %. Ökningen för RCP4.5 är mindre och sker främst under första halvan av seklet för att sedan plana ut. I och med ett varmare klimat kommer nederbörd som regn i stället för snö att bli allt vanligare vintertid. Beräkningarna för RCP8.5 vid slutet av seklet har stora likheter med den regnrika perioden 1991-2013.

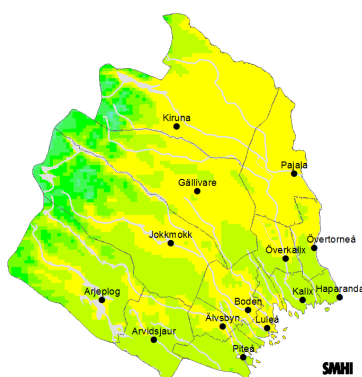
5.3 Medelnederbörd vår

Observerat 1961-1990

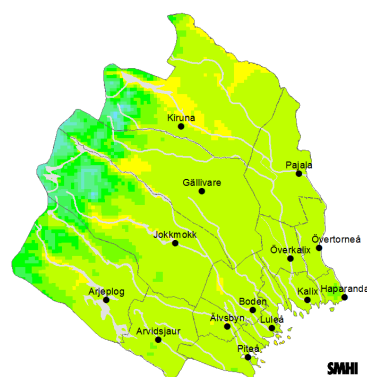
Vår definieras här som perioden mars-maj. Kartorna visar medelvärdet av varje periods summerade dygnsnederbörd.



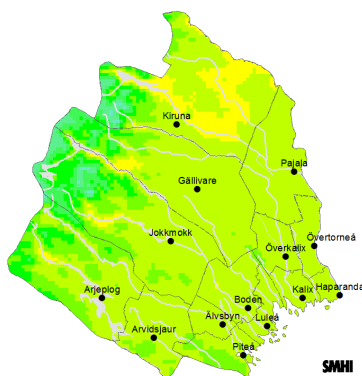
Observerat 1961-1990



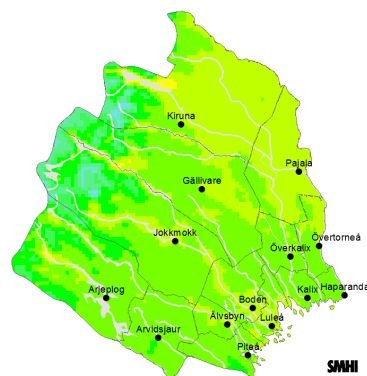
Observerat 1991-2013



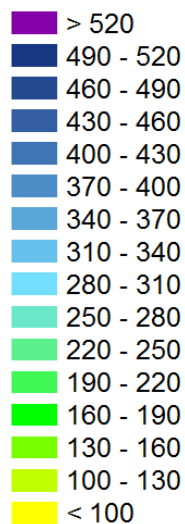
Beräknat 2021-2050



Beräknat 2069-2098

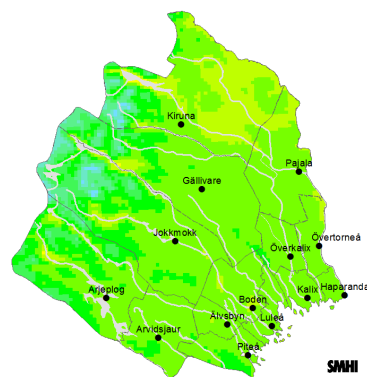
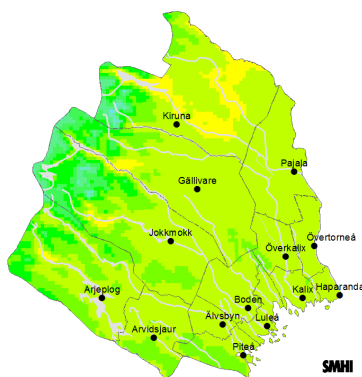


Nederbörd (mm)

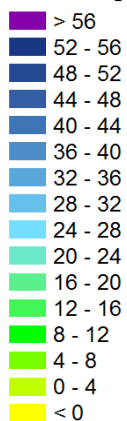


RCP4.5

RCP8.5

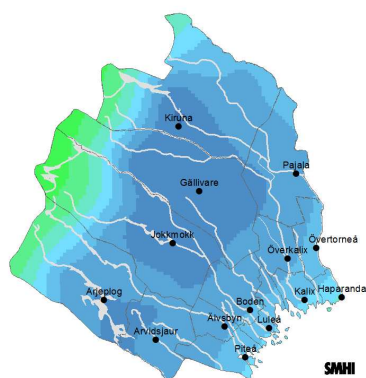


Förändring (%)

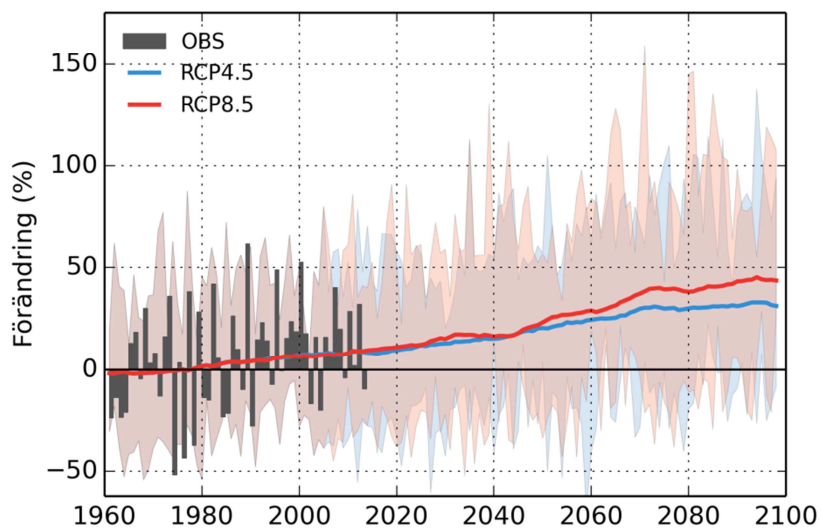
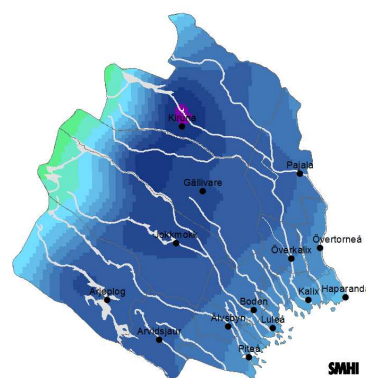


Förändring
2069-2098 vs 1961-1990

RCP4.5



RCP8.5

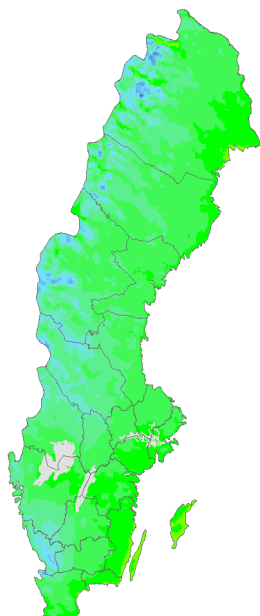


Vårnederbörden över länet summeras till 109 mm för perioden 1961-1990, men mellanårsvariationen är stor. I slutet av seklet väntas en ökning av vårnederbörden med ca 30 % enligt RCP4.5 och drygt 40 % enligt RCP8.5.

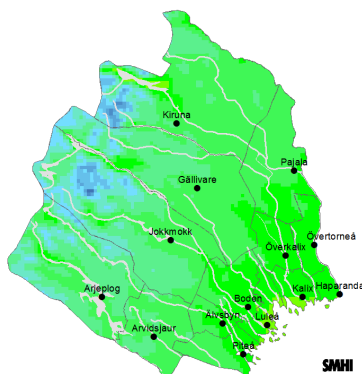
5.4 Medelnederbörd sommar

Observerat 1961-1990

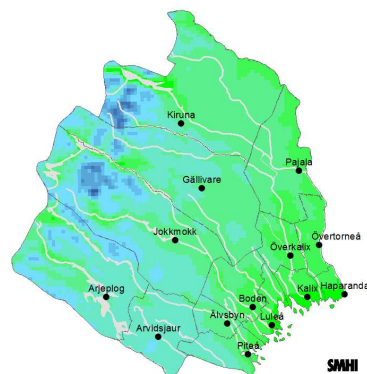
Sommar definieras här som perioden juni-augusti. Kartorna visar medelvärdet av varje periods summerade dygnsnederbörd.



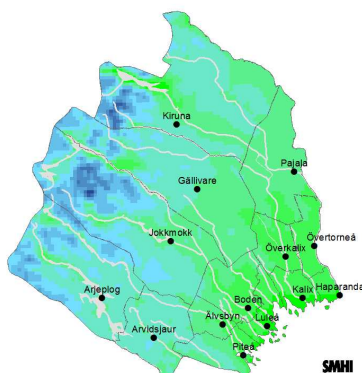
Observerat 1961-1990



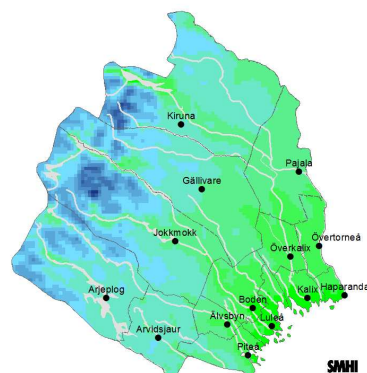
Observerat 1991-2013



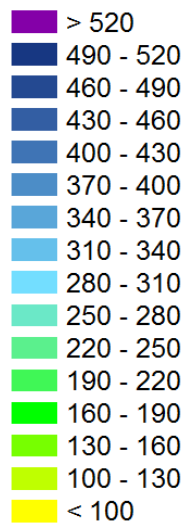
Beräknat 2021-2050



Beräknat 2069-2098

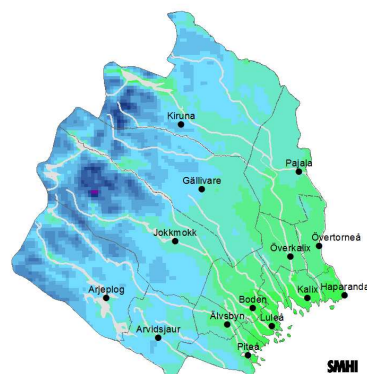
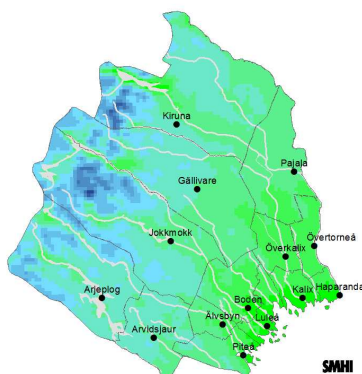


Nederbörd (mm)

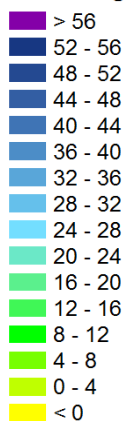


RCP4.5

RCP8.5

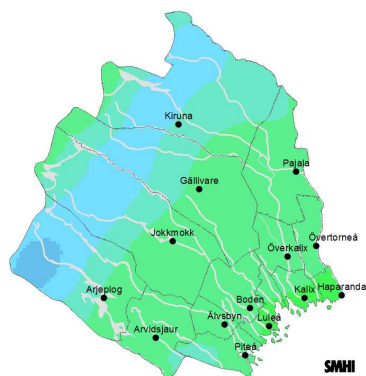


Förändring (%)

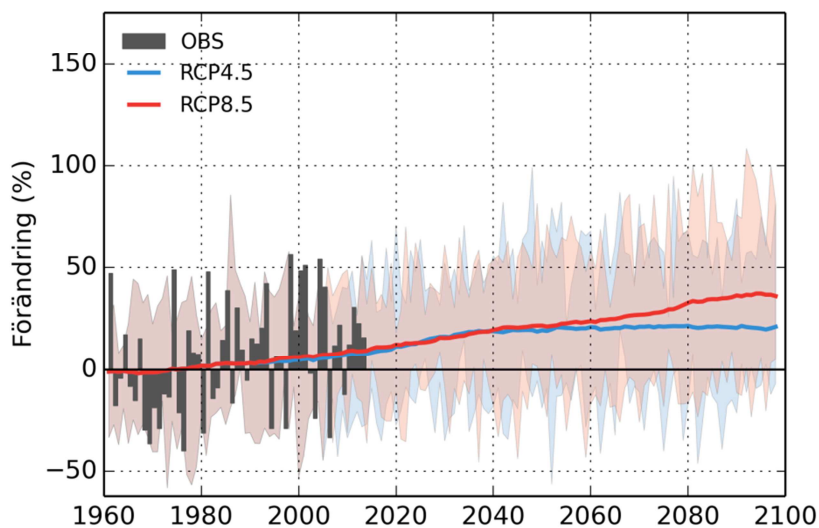
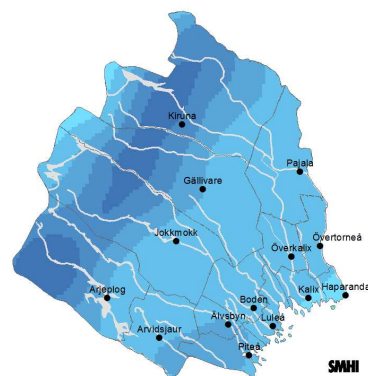


Förändring
2069-2098 vs 1961-1990

RCP4.5



RCP8.5

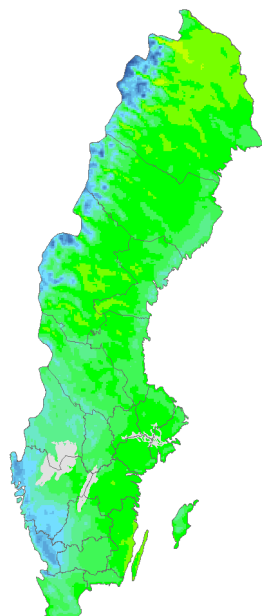


Sommaren är årstiden med störst nederbördsmängder i Norrbotten, i genomsnitt 215 mm under perioden 1961-1990. Enligt klimatscenarierna sker en svag ökning av sommarnederbörden fram till slutet av seklet på ca 30 %. Ökningen är något större i RCP8.5.

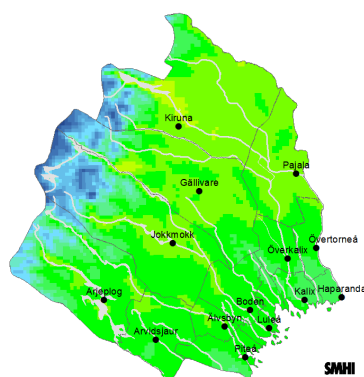
5.5 Medelnederbörd höst

Observerat 1961-1990

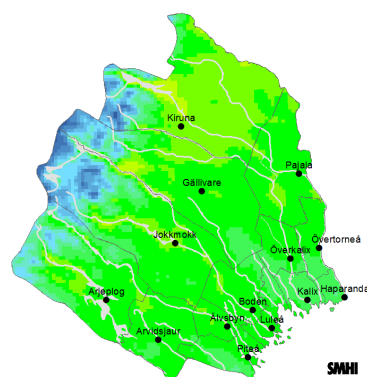
Höst definieras här som perioden september-november. Kartorna visar medelvärdet av varje periods summerade dygnsnederbörd.



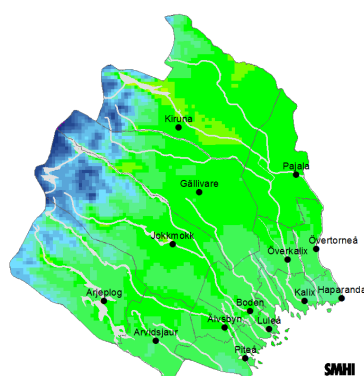
Observerat 1961-1990



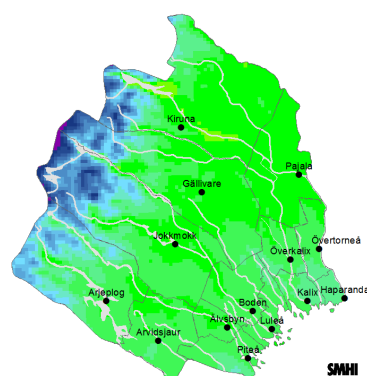
Observerat 1991-2013



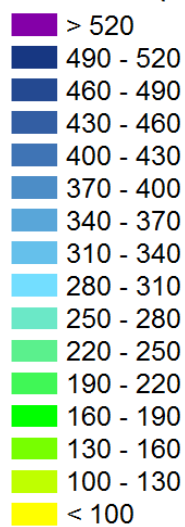
Beräknat 2021-2050



Beräknat 2069-2098

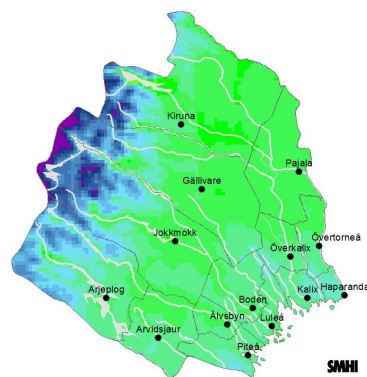
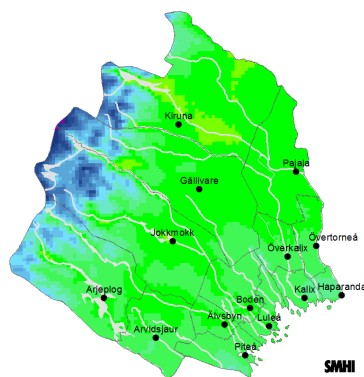


Nederbörd (mm)

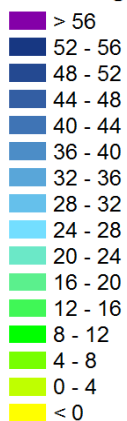


RCP4.5

RCP8.5

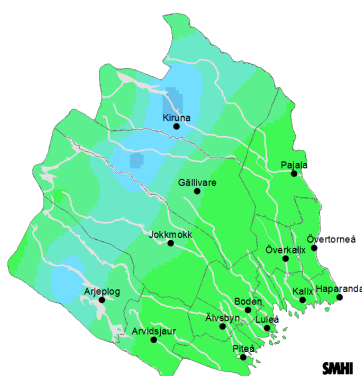


Förändring (%)

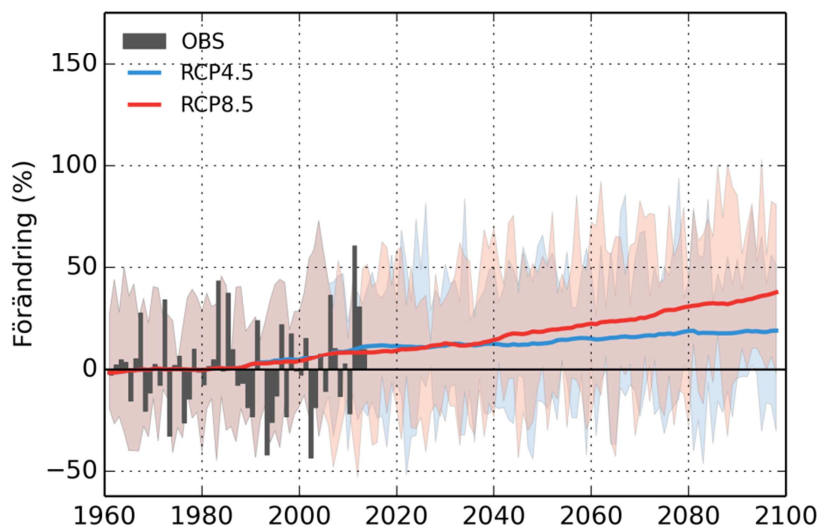
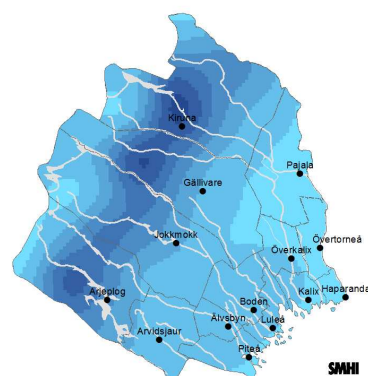


Förändring
2069-2098 vs 1961-1990

RCP4.5



RCP8.5

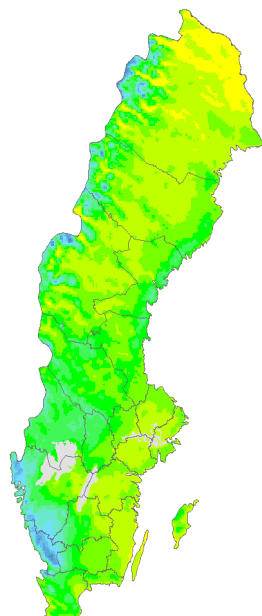


Höstenederbörden i Norrbotten är i medeltal 188 mm för referensperioden 1961-1990 och mellanårsvariationen är stor. Till mitten av seklet ger de båda RCP-scenarierna mycket lika resultat, en ökning av höstenederbörden på ca 15 % väntas. Under andra halvan av seklet tydliggörs skillnaden mellan de två RCP-scenarierna.

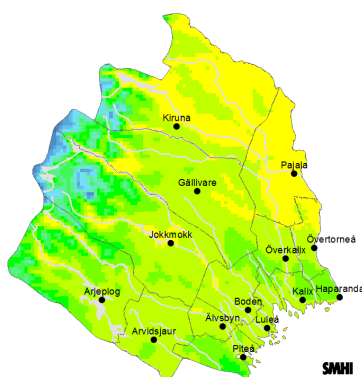
5.6 Antal dagar med mer än 10 mm nederbörd

Observerat 1961-1990

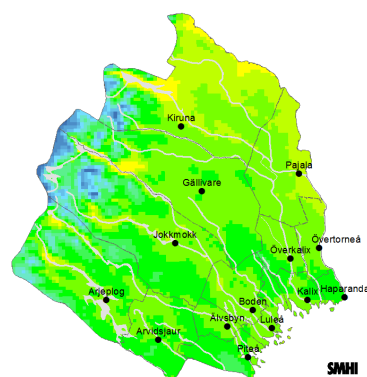
Kartorna visar medelvärdet av varje års totala antal dagar då nederbörden överstiger 10 mm. Det är ett mått på förekomsten av stora regnmängder som kan leda till översvämningar.



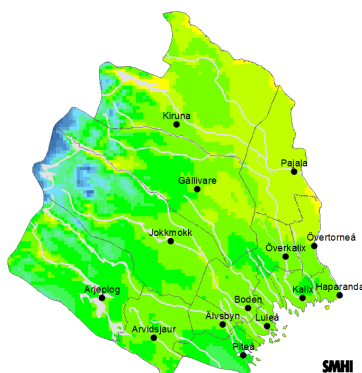
Observerat 1961-1990



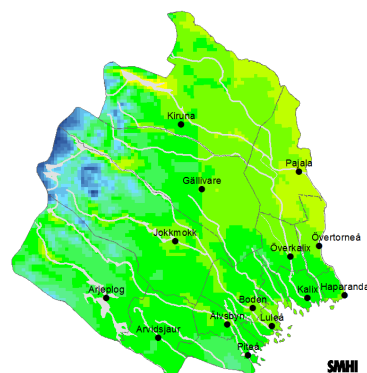
Observerat 1991-2013



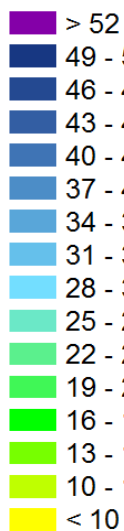
Beräknat 2021-2050



Beräknat 2069-2098

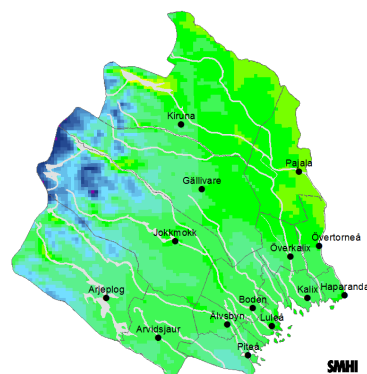
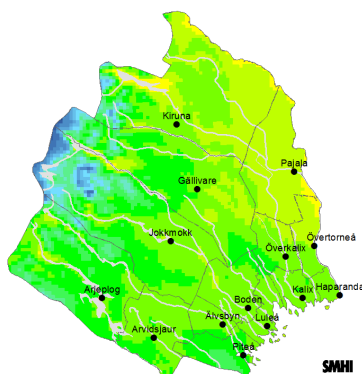


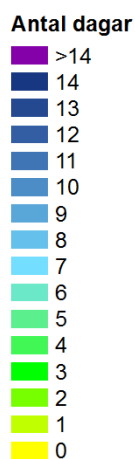
Antal dagar



RCP4.5

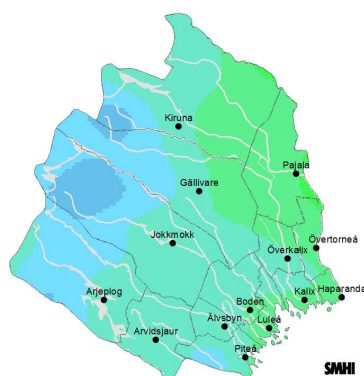
RCP8.5



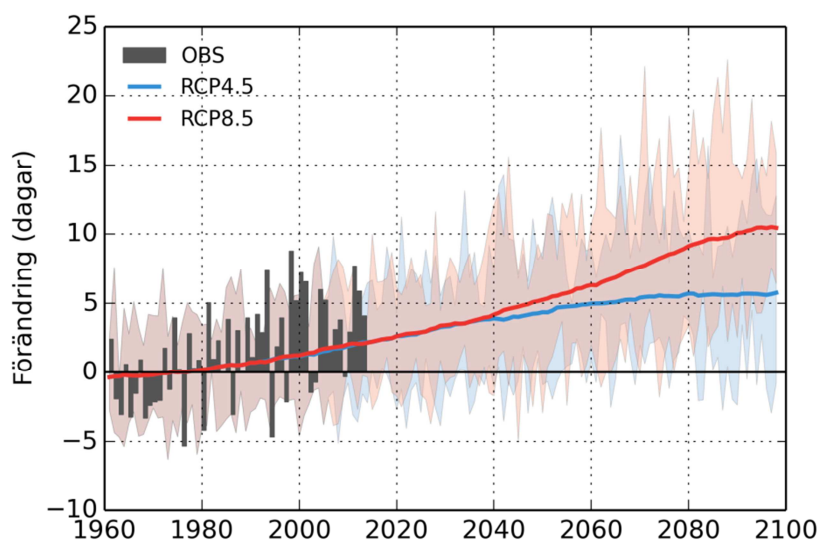
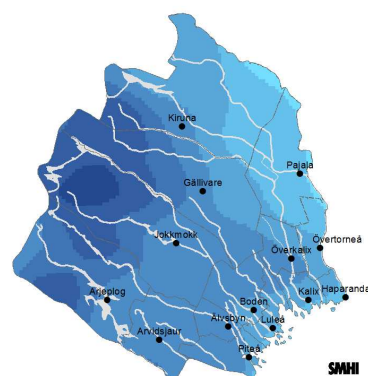


**Förändring
2069-2098 vs 1961-1990**

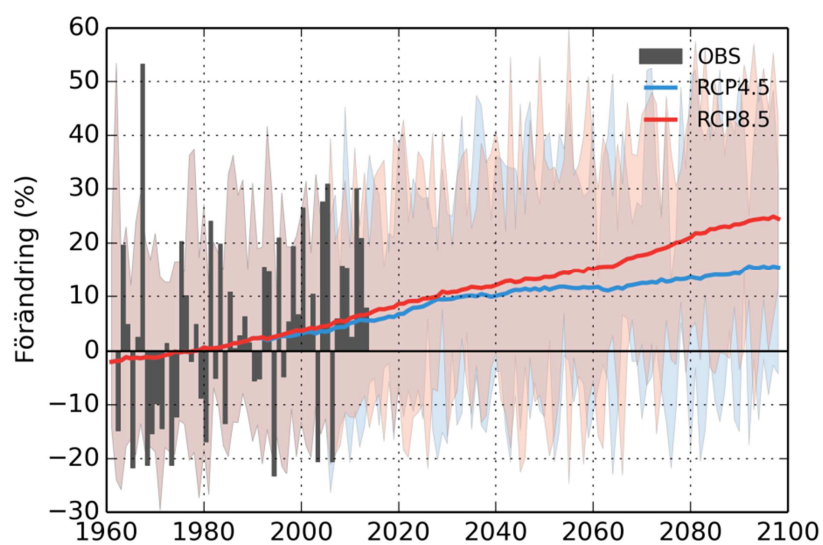
RCP4.5



RCP8.5



Under referensperioden 1961-1990 uppmättes mer än 10 mm nederbörd på ett dygn i genomsnitt 13 gånger på ett år. Norrbotten väntas få fler sådana tillfällen i framtiden, enligt RCP4.5 ökar antalet dagar med drygt 5 och enligt RCP8.5 med drygt 10. Ökningen är störst i fjällen.



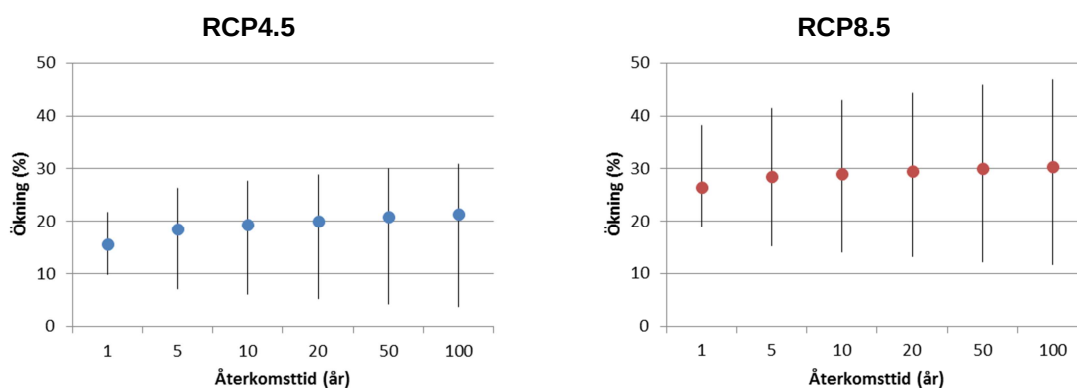
Det geografiska medelvärde av årets största dygnsnederbörd för perioden 1961-1990 är 28 mm, men enligt diagrammet varierar mängden mycket från år till år. Ett enskilt regn kan ge betydligt större regnmängder. Scenarierna visar på en tydlig ökning av dygnsnederbörden, RCP8.5 ger en ökning på ca 25 % och RCP4.5 ca 15% tills slutet av seklet.

5.8 Förändring av korttidsnederbörd

I föregående avsnitt har nederbörd analyserats utifrån dygnsvärden, både på års-, säsongs- och dygnsbasis. SMHI har även gjort studier av hur intensiv nederbörd kan förändras i framtiden.

Som underlag till Dricksvattenutredningen publicerades en rapport som bland annat innehåller kartor på Sverigeskala över så kallad framtida extrem korttidsnederbörd (Eklund m.fl., 2015). Baserat på den studien har nedanstående diagram framtagits för Norrbottens län över extrem nederbörd med 1-timmes varaktighet (figur 4). Diagrammen beskriver den procentuella ökningen av 1-timmesnederbörd för perioden 2069-2098 jämfört med referensperioden 1961-1990.

Resultatet presenteras för olika återkomsttider, ett mått på hur ofta förekomsten av extrema naturliga händelser kan förväntas. Med en händelses återkomsttid menas att händelsen i genomsnitt inträffar eller överträffas en gång under denna tid. Se ytterligare förklaring i Ordlistan.

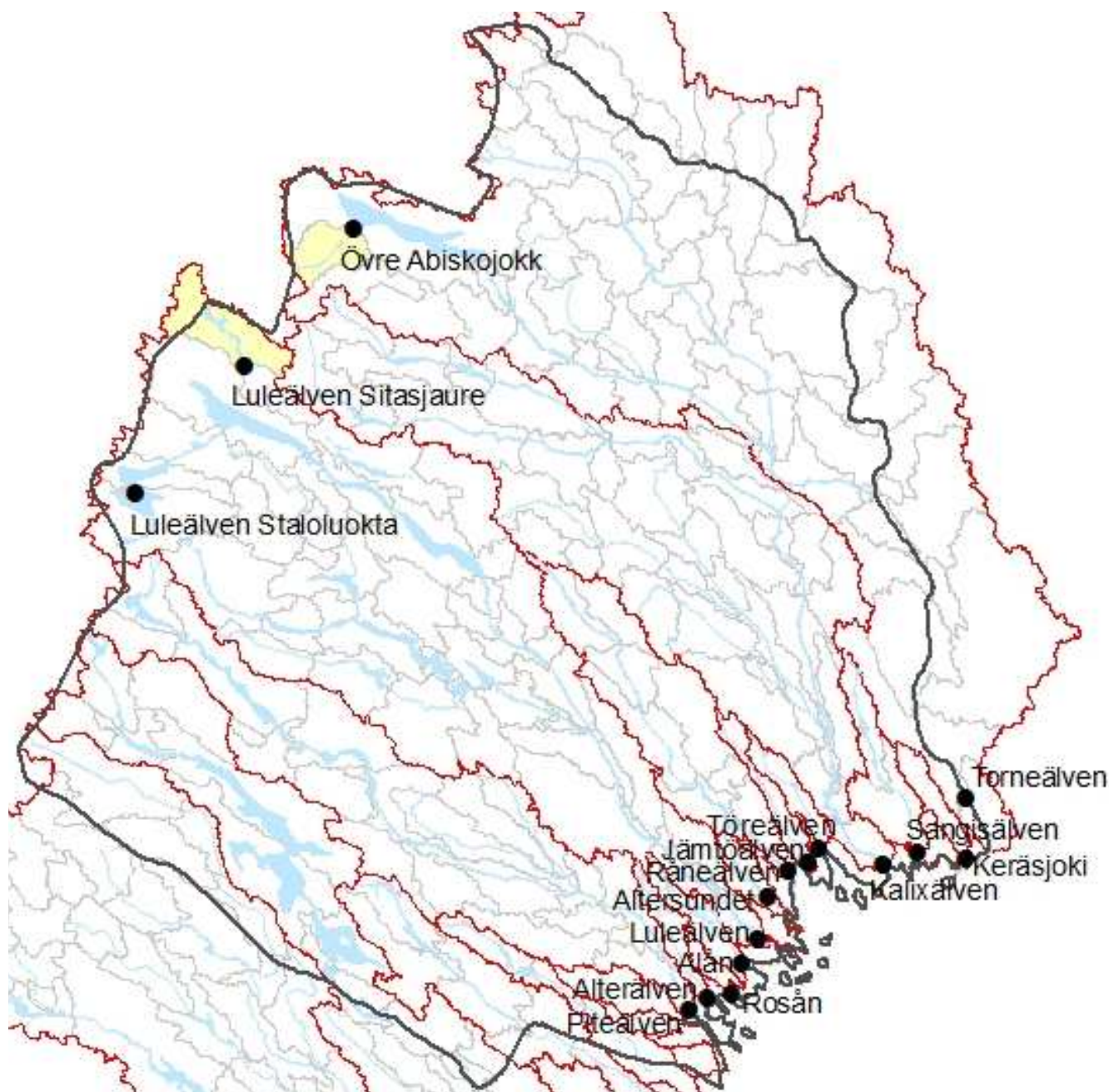


Figur 4. Procentuell förändring av nederbörd med varaktigheten 1 timme mellan perioderna 2069-2098 och 1961-1990 för Norrbottens län. Punkterna representerar medianvärden och vertikala streck visar spridningen mellan de olika modellberäkningarna.

Den extrema 1-timmesnederbörden förväntas öka, och RCP8.5 visar på större förändring än RCP4.5. Ökningen är störst för de längre återkomsttiderna, dvs. de mer ovanliga extrema skurarna. Dock visar beräkningarna även på 15-25 % ökning för de årligen återkommande skurarna.

6 Total medeltillrinning

Avsnittet behandlar den totala tillrinningen dvs. det ackumulerade flödesbidraget från alla avrinningsområden som ligger uppströms, även utanför länsgränsen. Indexen kan vara av intresse för att bedöma vattentillgång till kraftproduktion och vattenuttag, samt för planering av markanvändning, som exploatering i områden kring sjöar och vattendrag. I Figur 5 är de utvalda vattendragen för analys av total tillrinning markerade med punkter. Gula områden används för analyser av lokal tillrinning, vilka redovisas i avsnitt 7.



Figur 5. Kartan visar avrinningsområden (röda linjer) och delområden enligt HBV-modellen (ljusgrå linjer). De markerade vattendragspunkterna relaterar till diagrammen över total tillrinning i rapporten. De gulmarkerade områdena avser beräkningarna för lokal tillrinning och markfuktighet. Norrbottens län markeras med mörkgrå linje.

6.1 Förändrad total medeltillrinning för år och säsonger

I diagrammen på följande sidor redovisas beräkningar av framtidens hydrologiska förhållanden avseende total tillrinning.

För länet ses en ökning av total årstillrinningen med ca 10-15 % vid mitten av seklet, en ökning som fortsätter mot slutet av seklet. Av diagrammen framgår att tillrinningsökningen vid slutet av seklet har ökat med ca 10-30% för RCP4.5 och med ca 20-40% för RCP8.5.

Den största förändringen av totala tillrinningen sker för vinterperioden och mot mitten av seklet ses en generell ökning över länet. Ökningen fortsätter mot slutet av seklet och skillnaden mellan de två scenarierna tydliggörs. RCP8.5 ger särskilt stor förändring av vintertillrinningen och visar vid slutet av seklet på en ökning på över 100 % för de flesta vattendragen. Även det lägre scenariot, RCP4.5, ger stora öknings för samtliga vattendrag (40-100 %).

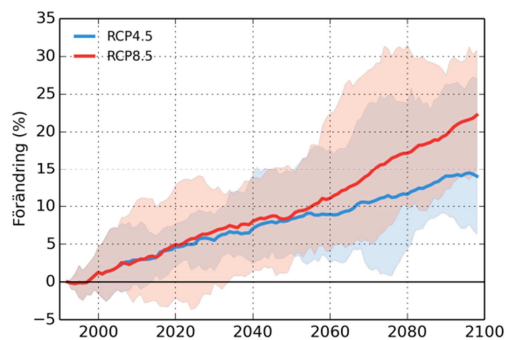
Under våren ses en ökning av total tillrinning för samtliga vattendrag. Ökningen är störst i de nordligare delarna av länet.

Under sommaren ses en viss minskning eller oförändrad total tillrinning för de flesta av vattendragen. Undantaget är Luleälven vid Staloluokta där tillrinningen ökar något fram till slutet av seklet. Skillnaderna mellan de två RCP-scenarierna är små.

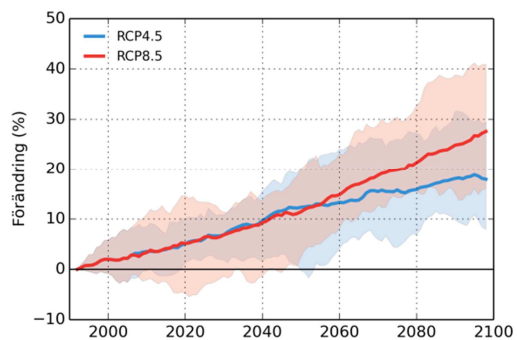
Samtliga diagram visar på en ökad tillrinning under hösten.

Förändrad total årsmedeltillrinning

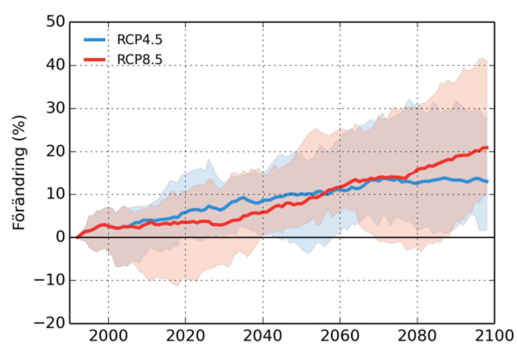
Övre Abiskojokk



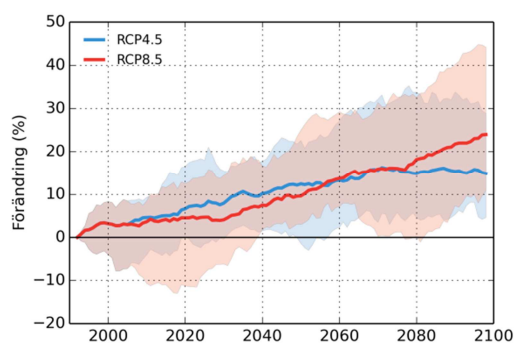
Torneälven



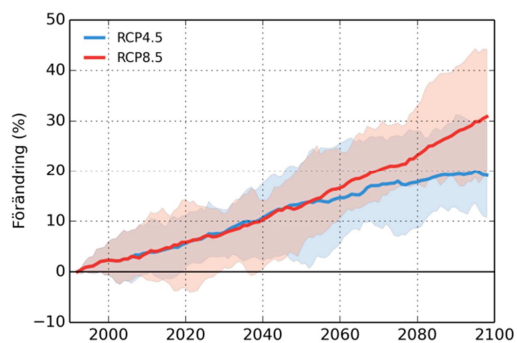
Keräsjoki



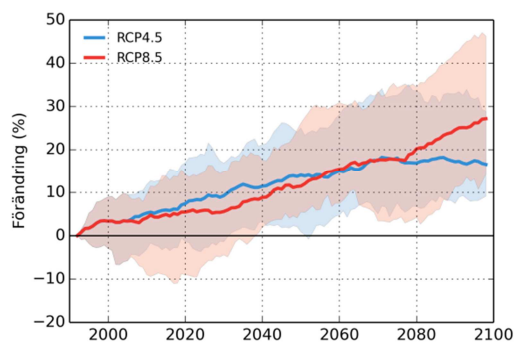
Sangisälven



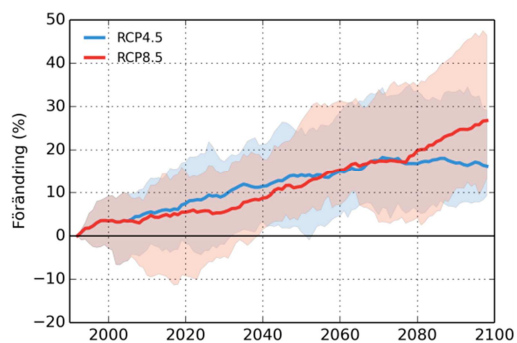
Kalixälven



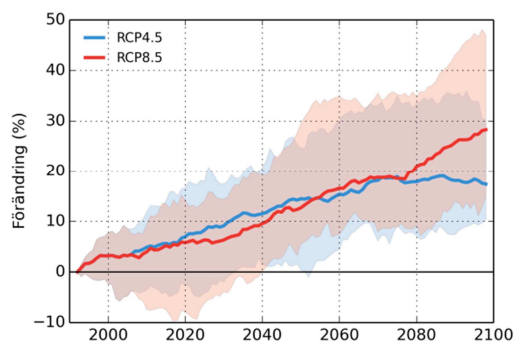
Töreälven



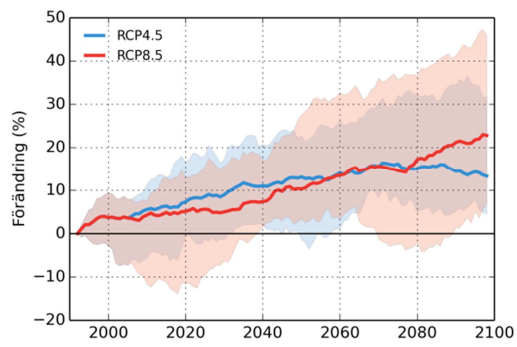
Jämtöälven



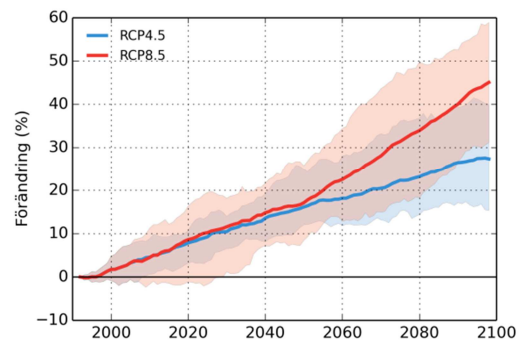
Råneälven



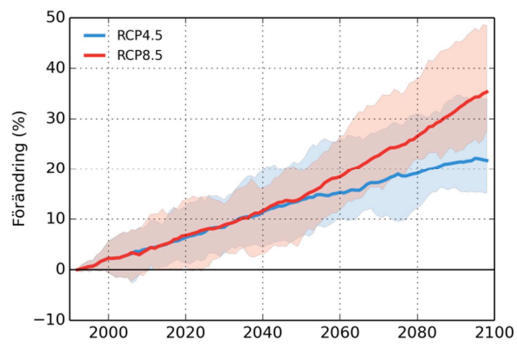
Altersunderd



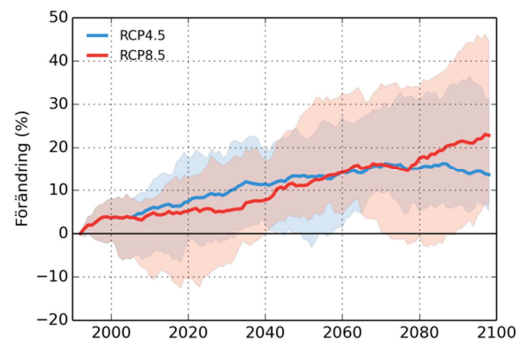
Luleälven Staloluokta



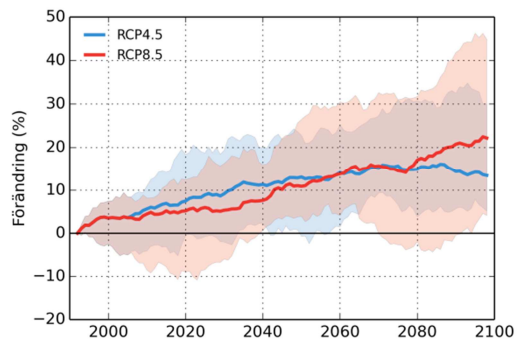
Luleälven



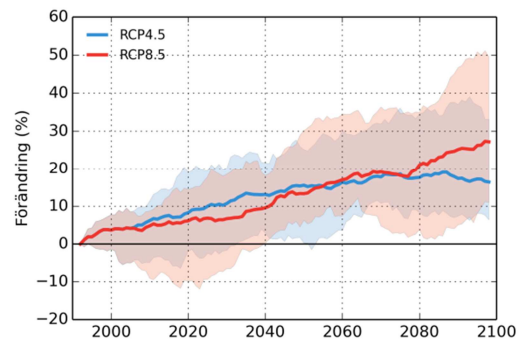
Alån



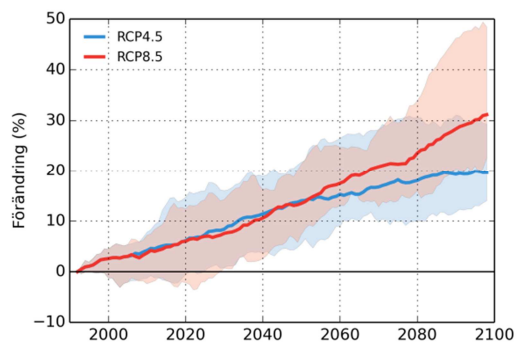
Rosån



Alterälven

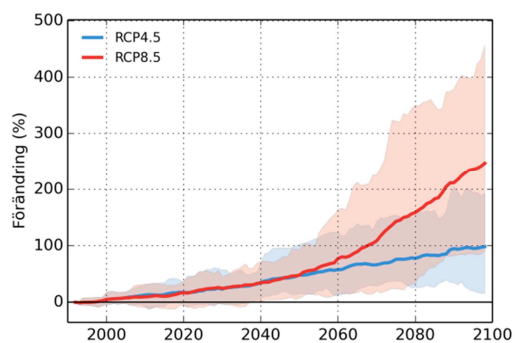


Piteälven

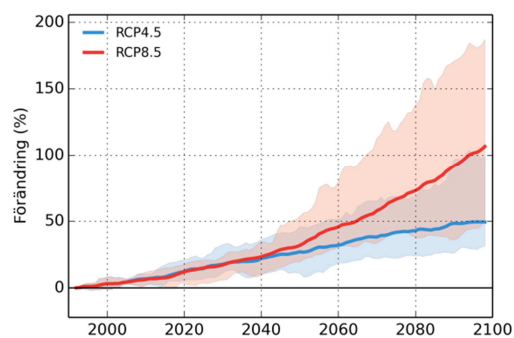


Förändrad total medeltillrinning vinter

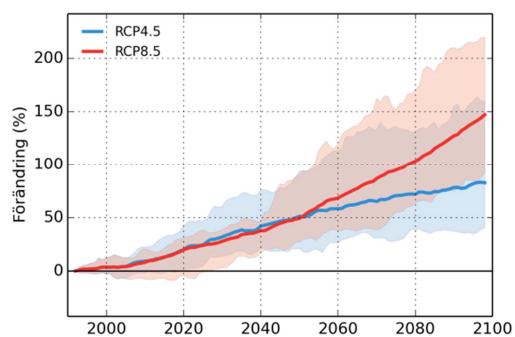
Övre Abiskojokk



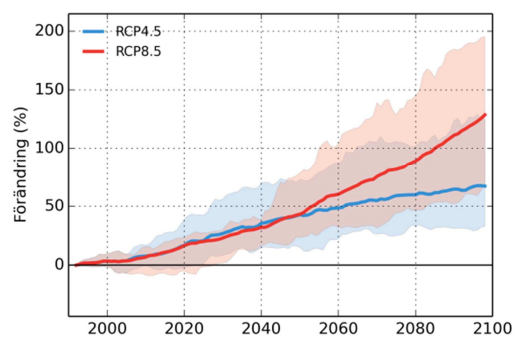
Torneälven



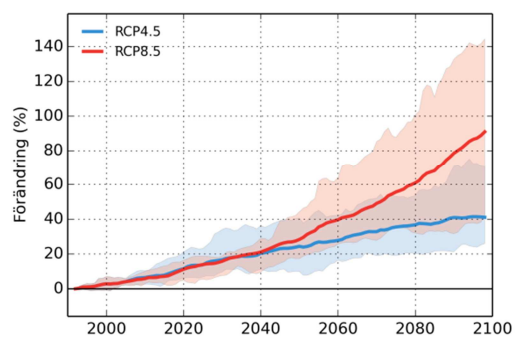
Keräsjoki



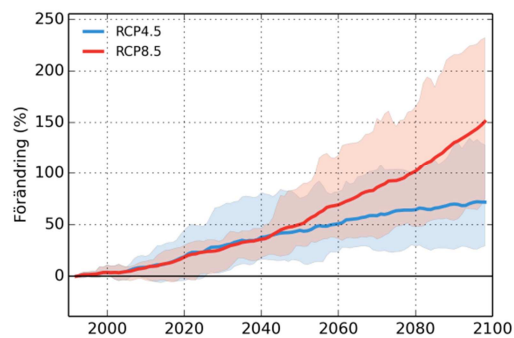
Sangisälven



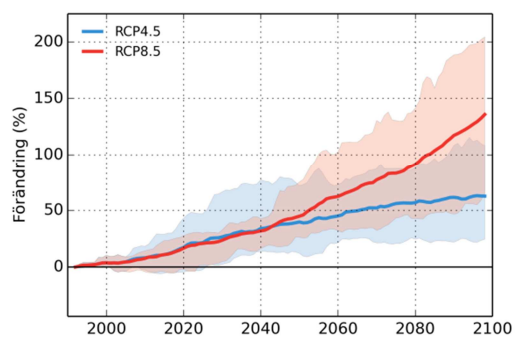
Kalixälven



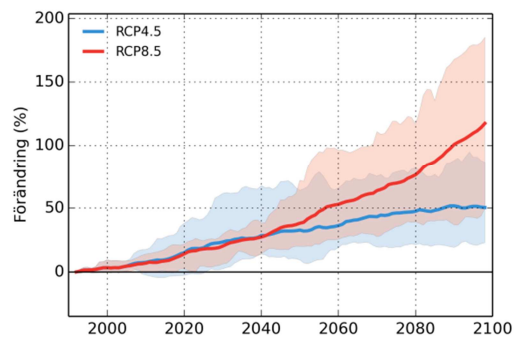
Töreälven



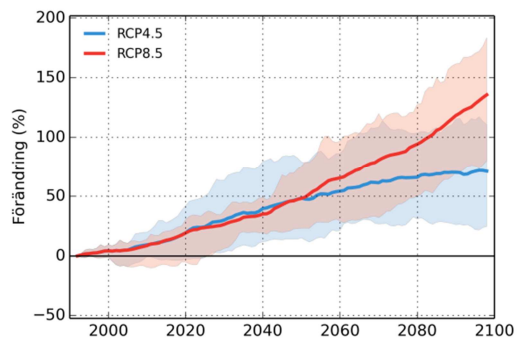
Jämtöälven



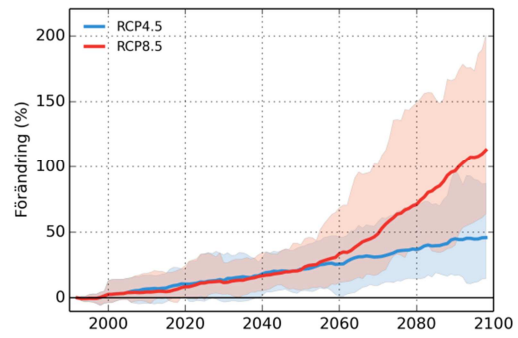
Råneälven



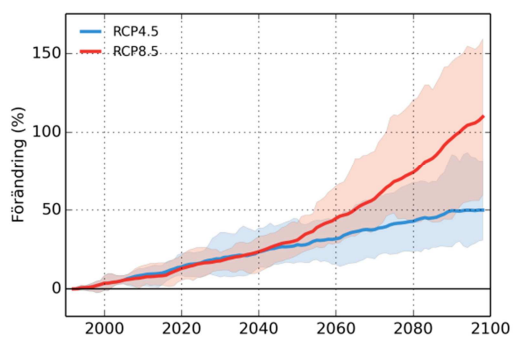
Altersundet



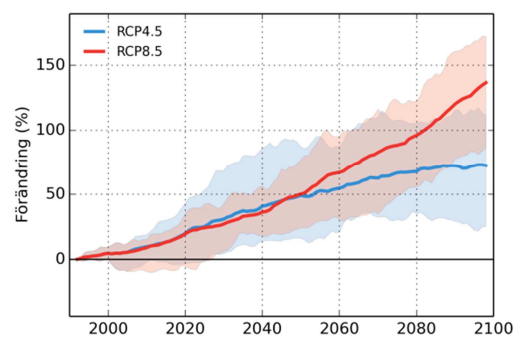
Luleälven Staloluokta



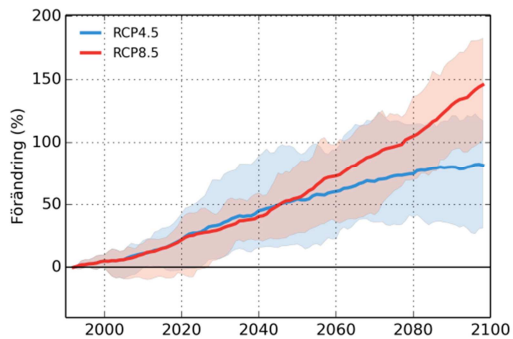
Luleälven



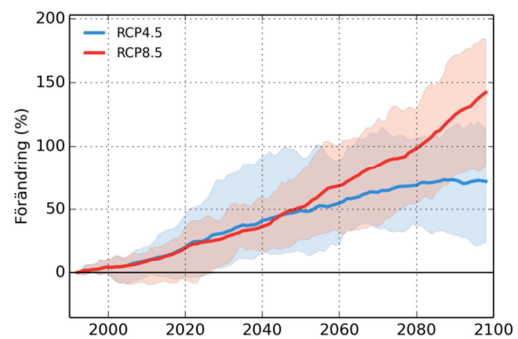
Alån



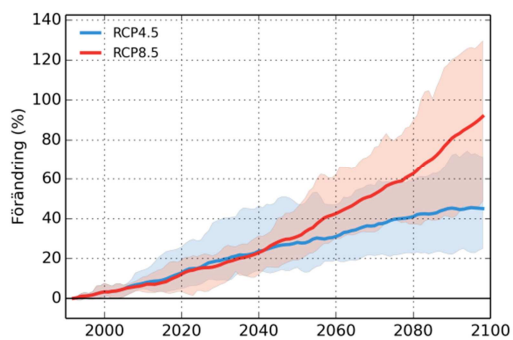
Rosån



Alterälven

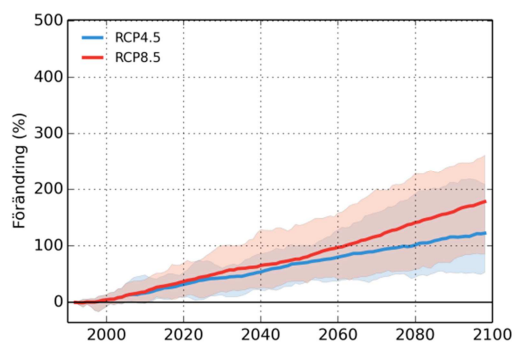


Piteälven

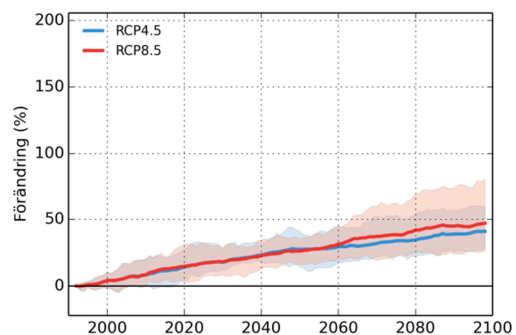


Förändrad total medeltillrinning vår

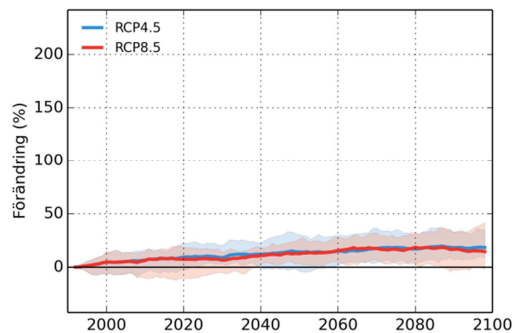
Övre Abiskojokk



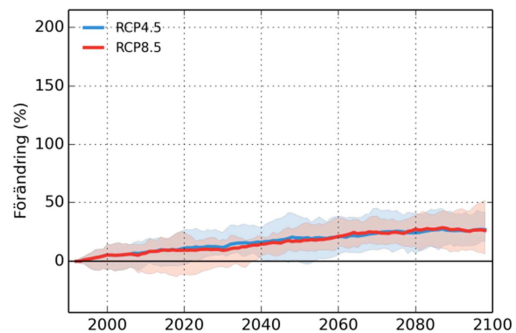
Torneälven



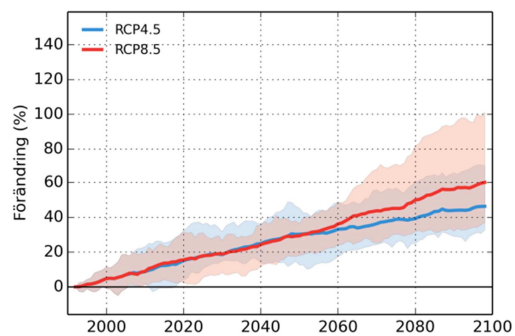
Keräsjöki



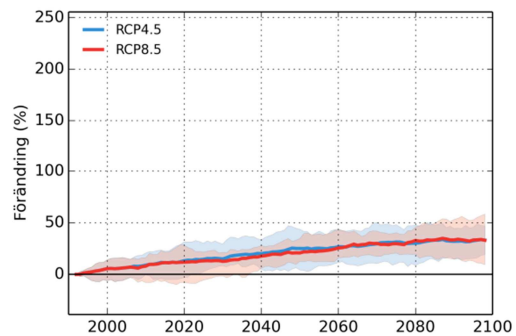
Sangisälven



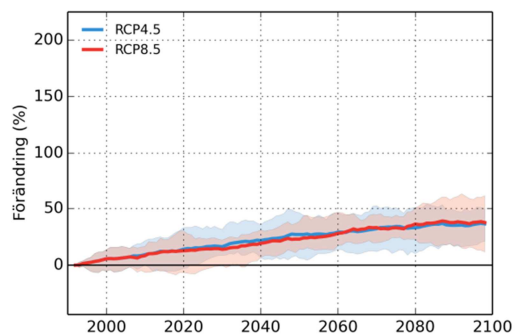
Kalixälven



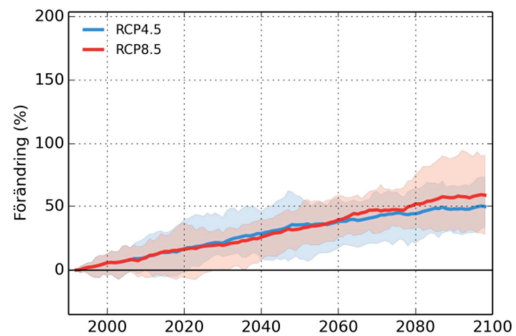
Töreälven



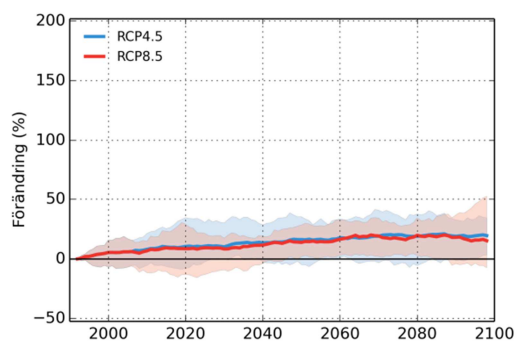
Jämtöälven



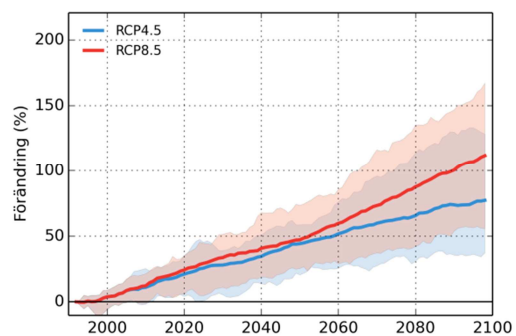
Råneälven



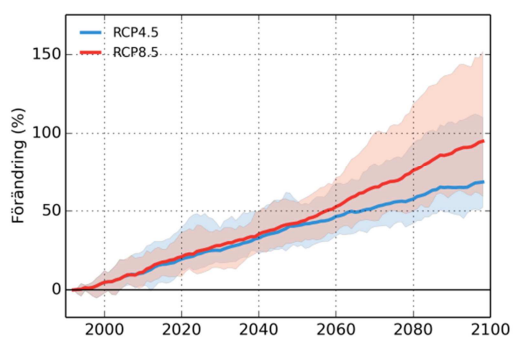
Altersundet



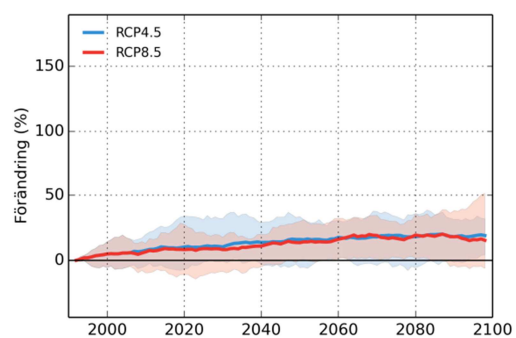
Luleälven Staloluokta



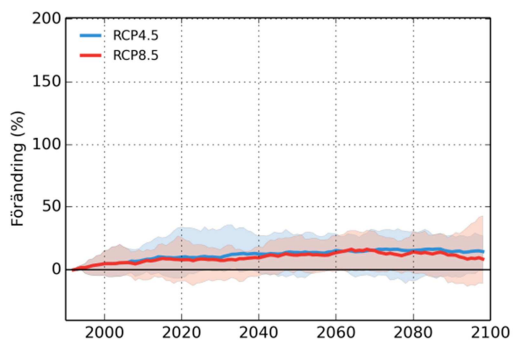
Luleälven



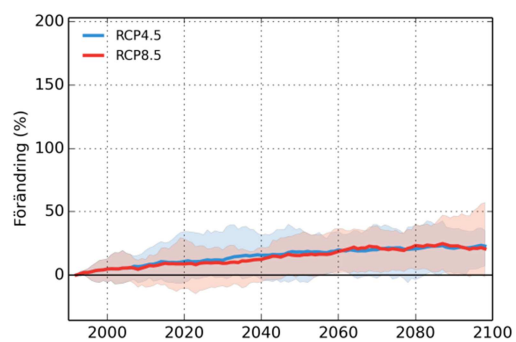
Alån



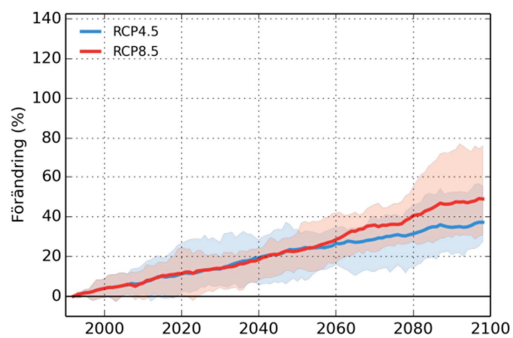
Rosån



Alterälven

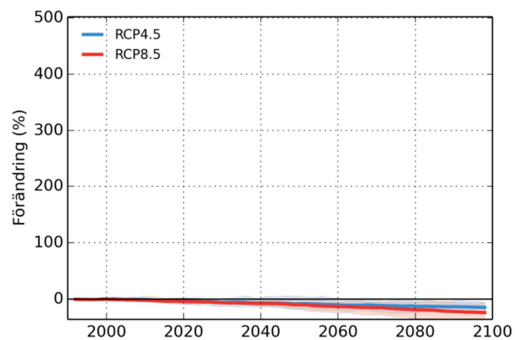


Piteälven

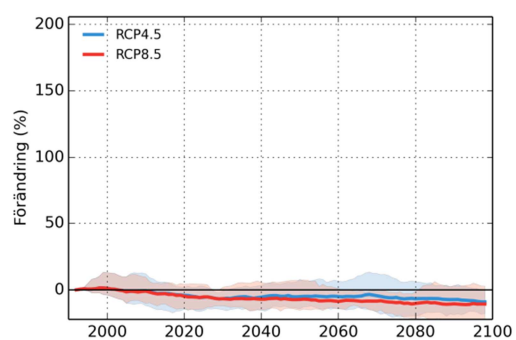


Förändrad total medeltillrinning sommar

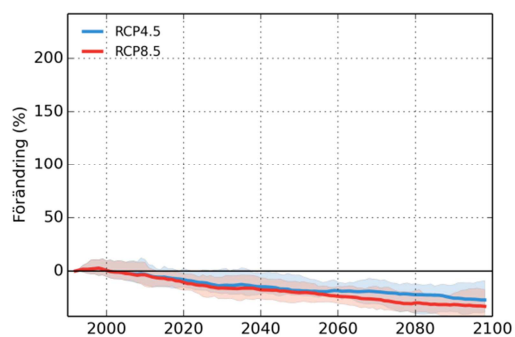
Övre Abiskojokk



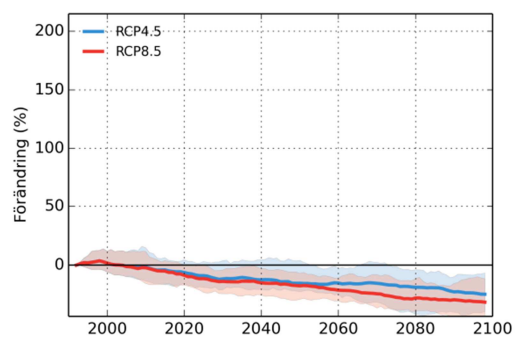
Torneälven



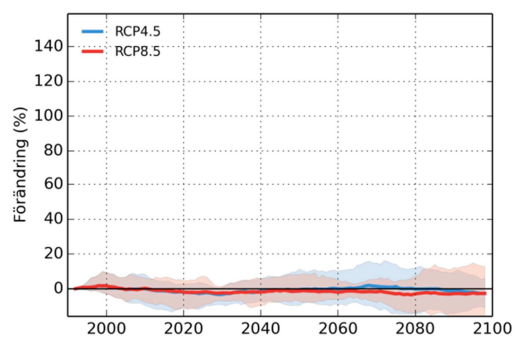
Keräsjoki



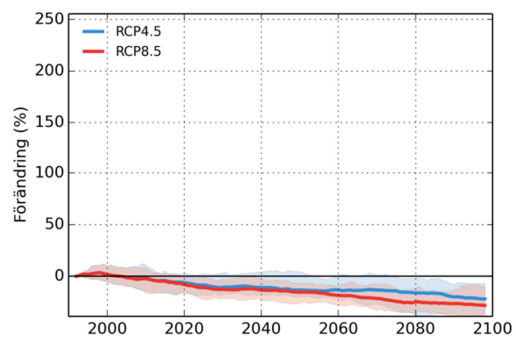
Sangisälven



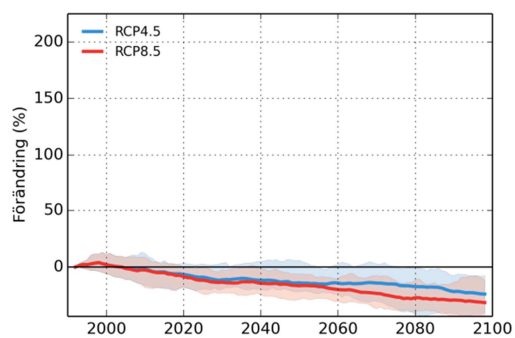
Kalixälven



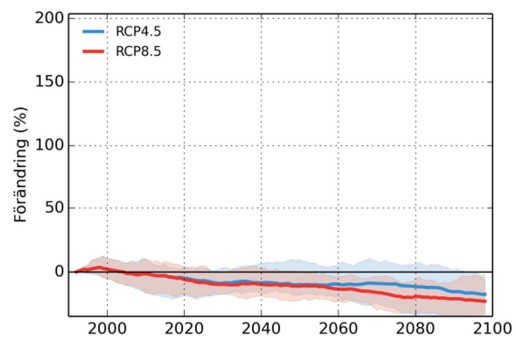
Töreälven



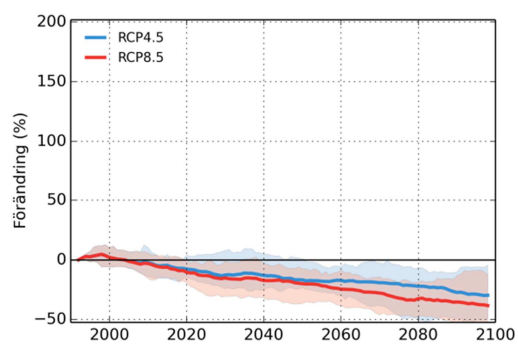
Jämtöälven



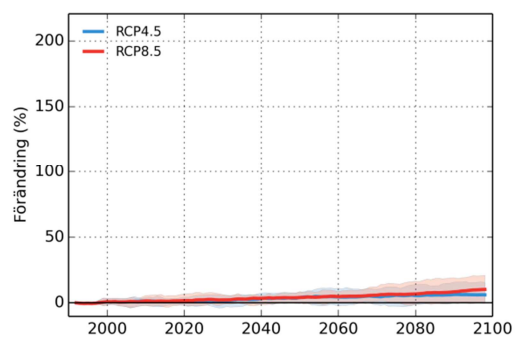
Råneälven



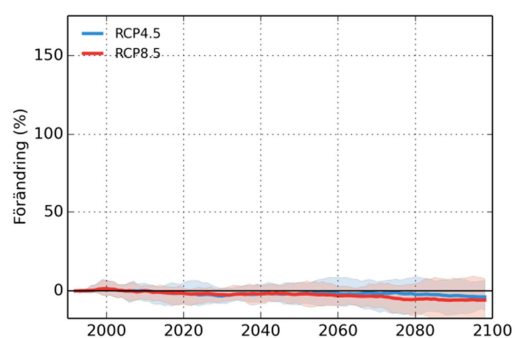
Altersundet



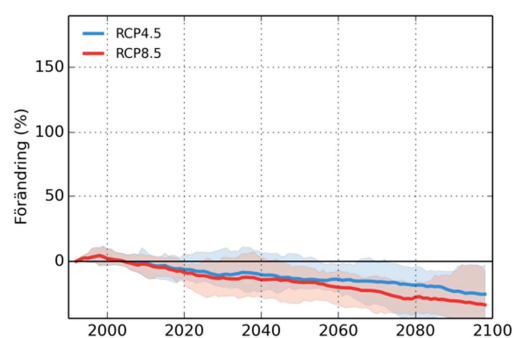
Luleälven Staloluokta



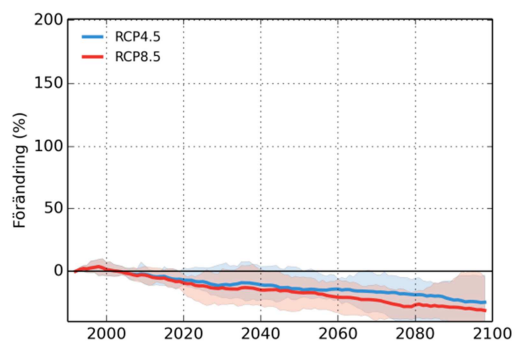
Luleälven



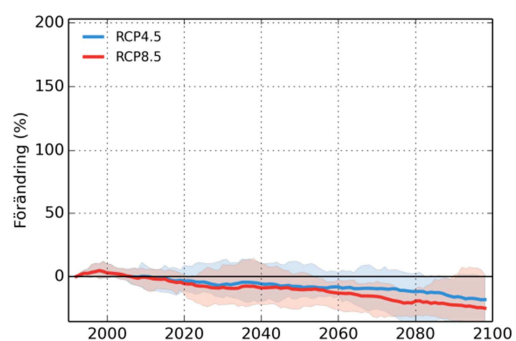
Alån



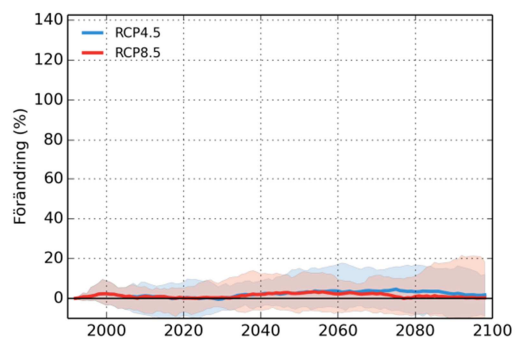
Rosån



Alterälven

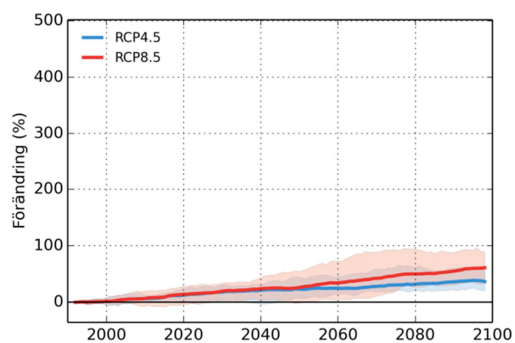


Piteälven

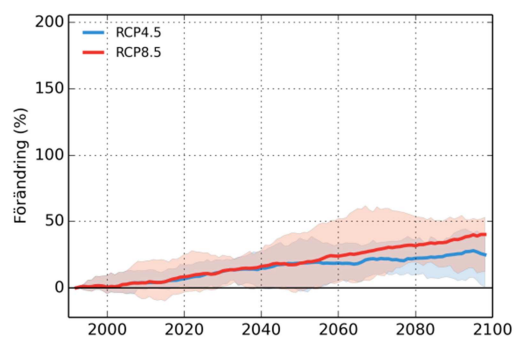


Förändrad total medeltillrinning höst

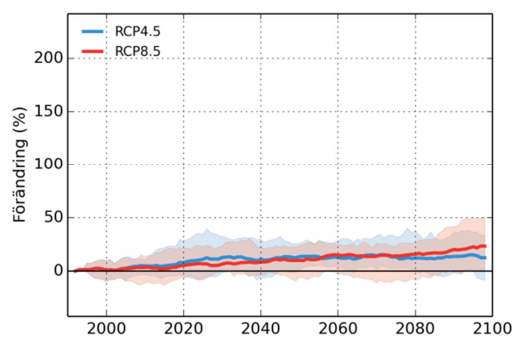
Övre Abiskojokk



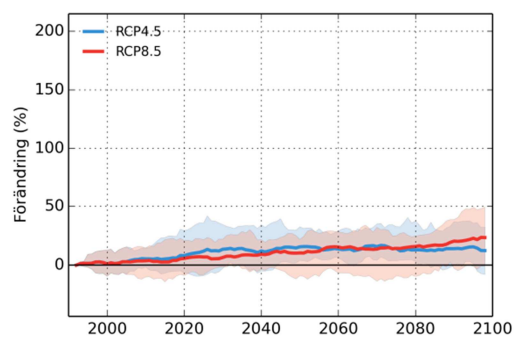
Torneälven



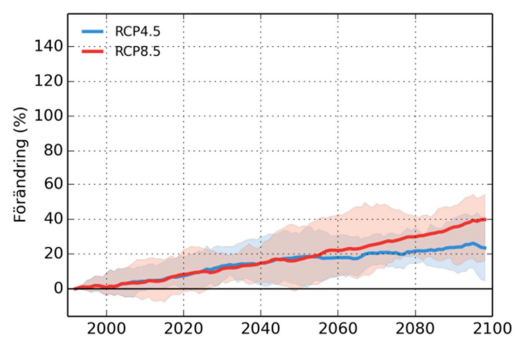
Keräsjoki



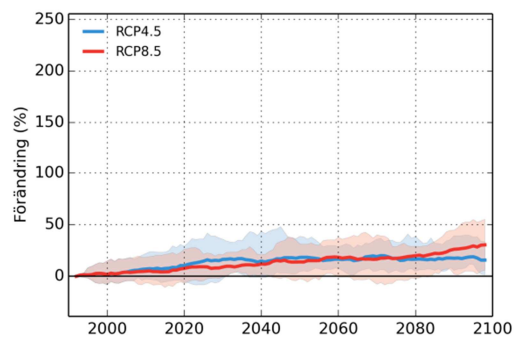
Sangisälven



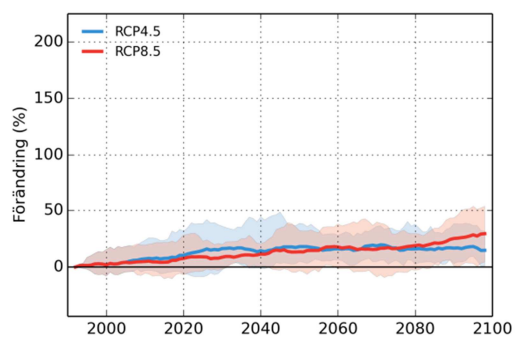
Kalixälven



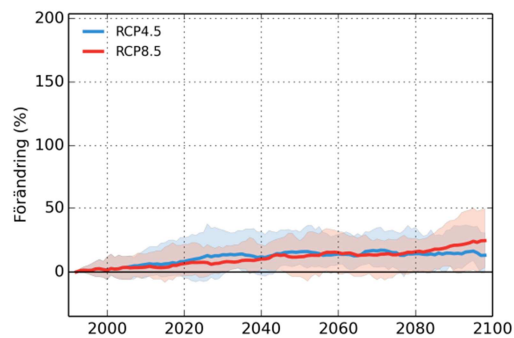
Töreälven



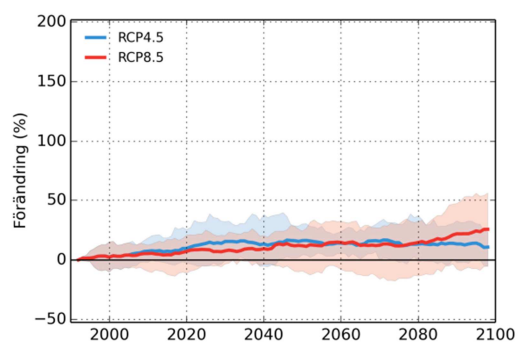
Jämtöälven



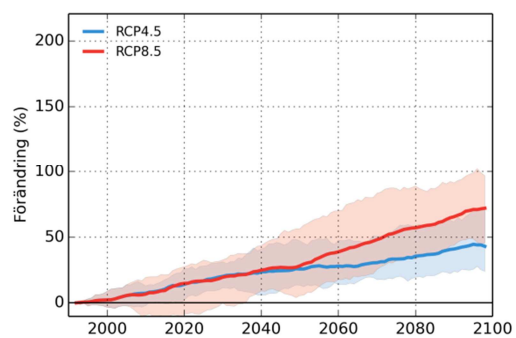
Råneälven



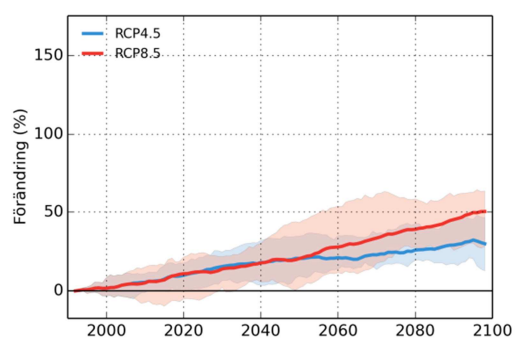
Altersundet



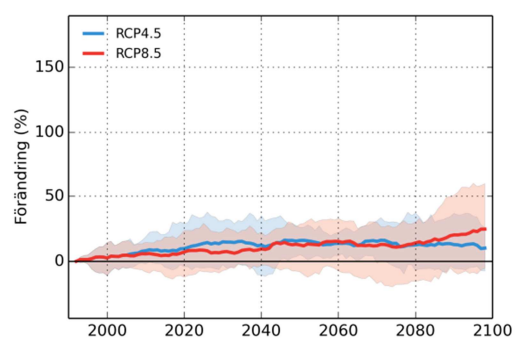
Luleälven Staloluokta



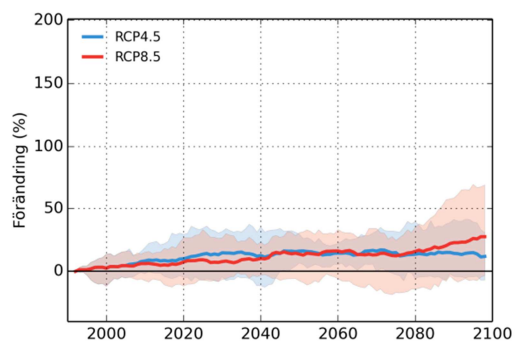
Luleälven



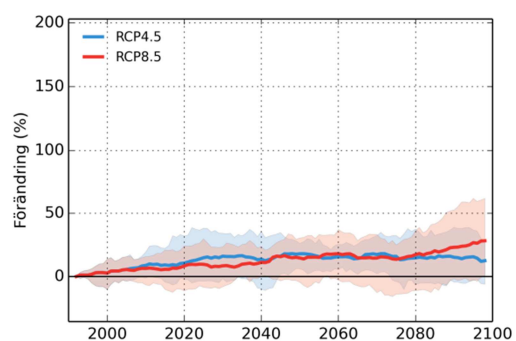
Alån



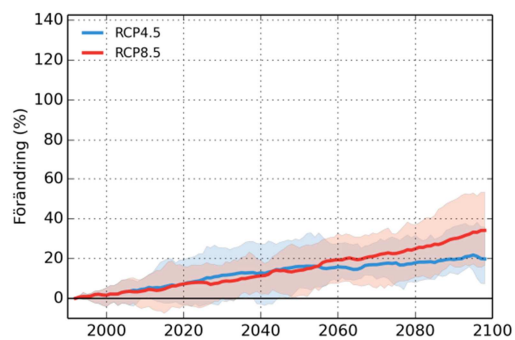
Rosån



Alterälven

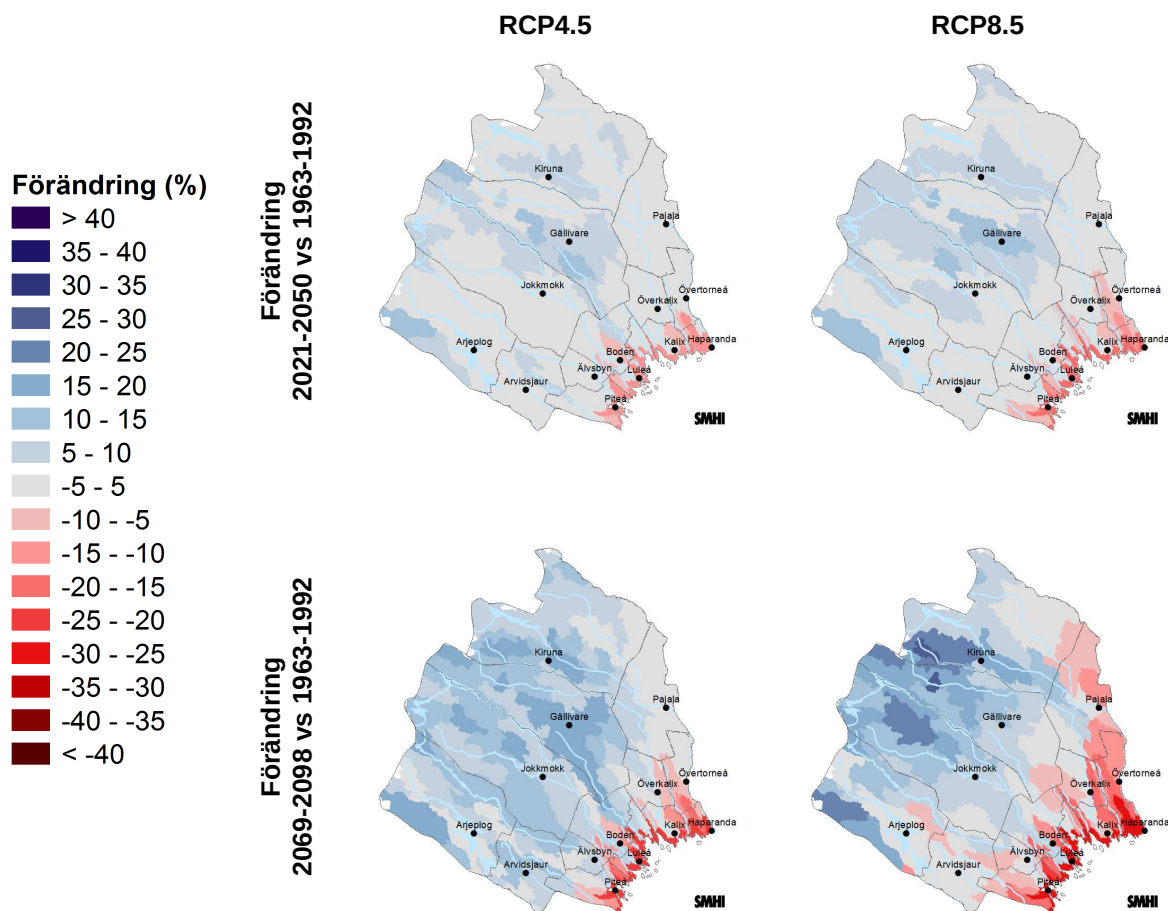


Piteälven



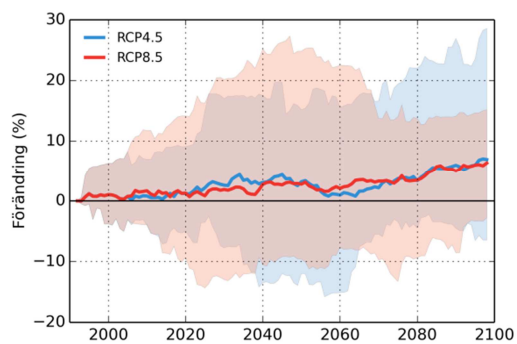
6.2 Förändrad total 10-årstillrinning

Kartorna visar den procentuella förändringen jämfört med medelvärdet för referensperioden. Indexet avser total dygnsmedeltillrinning med återkomsttid 10 år. Kartor och diagram ger en uppfattning om hur relativt vanliga högflöden kommer att öka eller minska och var det sker. Det är speciellt intressant för områden som idag lätt översvämmas.

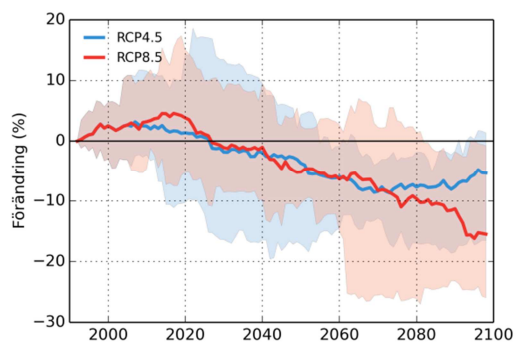


För flöden med återkomsttid 10 år är de beräknade framtida förhållandena i länet lite blandade. Mot slutet av seklet ser de sydöstra delarna av länet generellt ut att få minskade 10-årsflöden medan en ökning ses i fjällen.

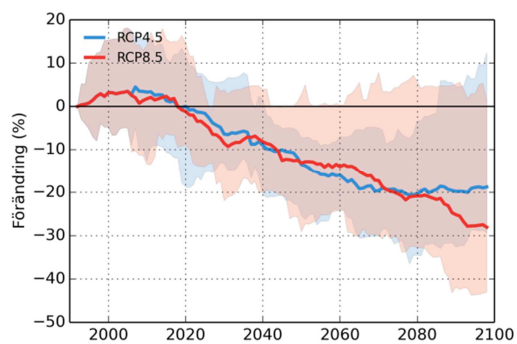
Övre Abiskojokk



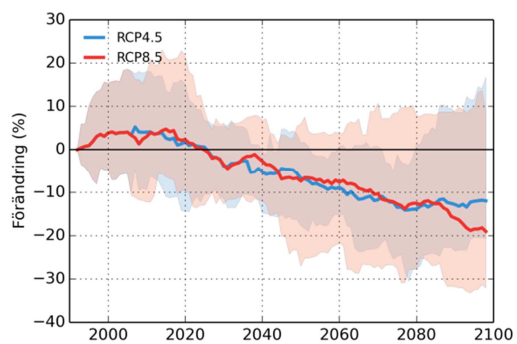
Torneälven



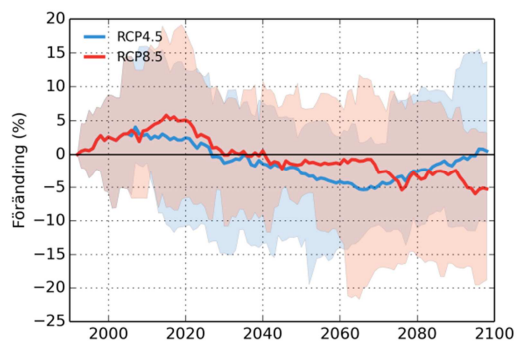
Keräsjoki



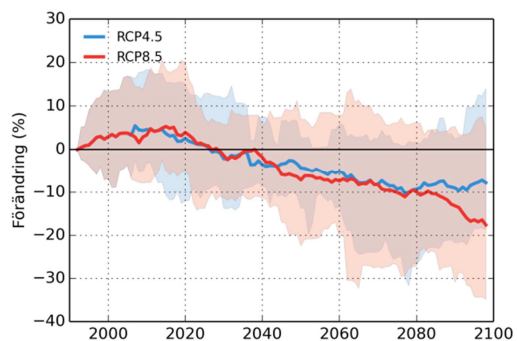
Sangisälven



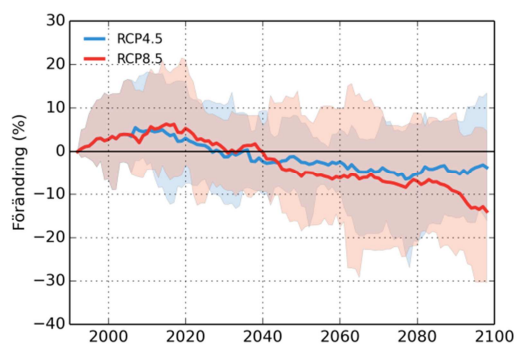
Kalixälven



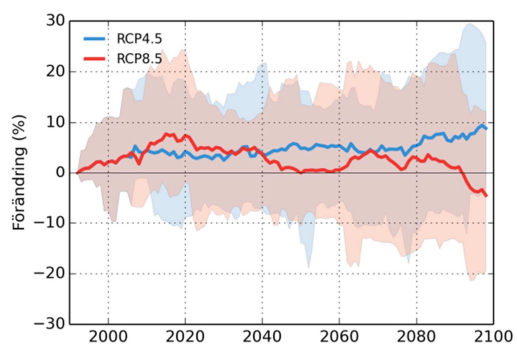
Töreälven



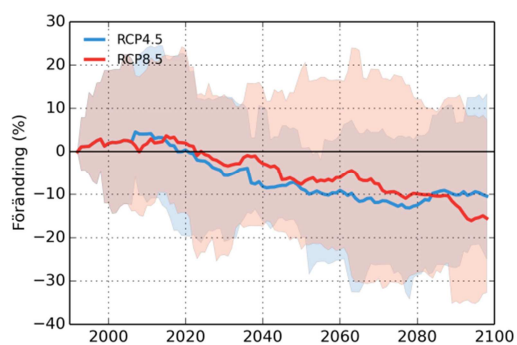
Jämtöälven



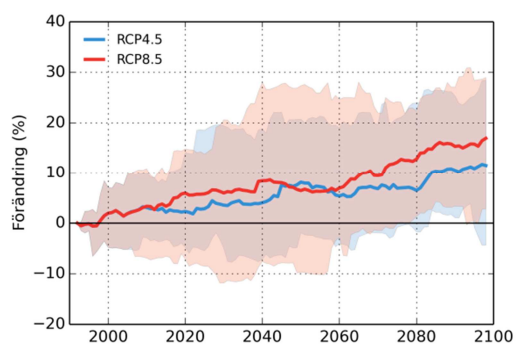
Råneälven



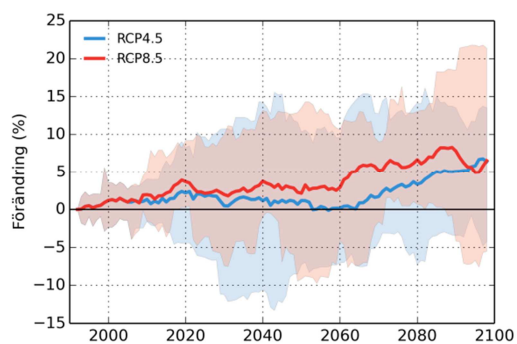
Altersundet



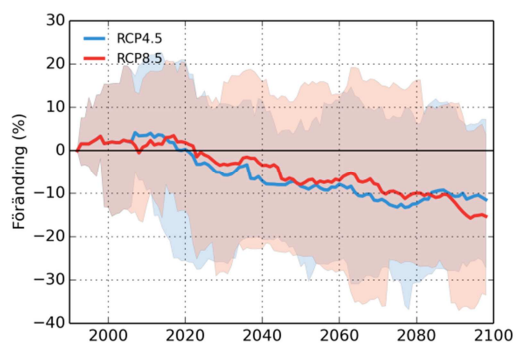
Luleälven Staloluokta



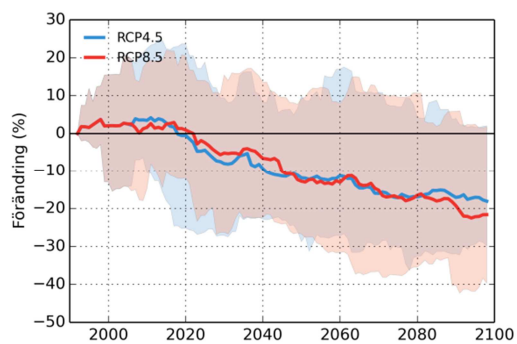
Luleälven



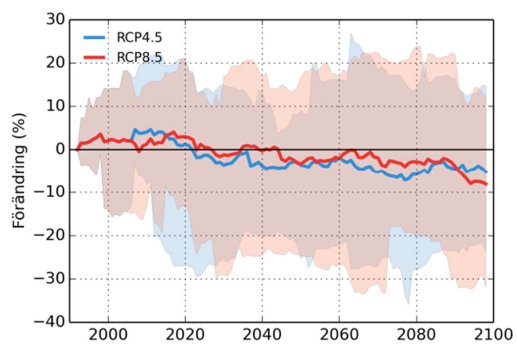
Alån



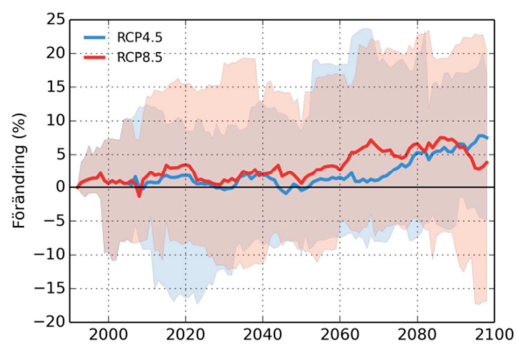
Rosån



Alterälven

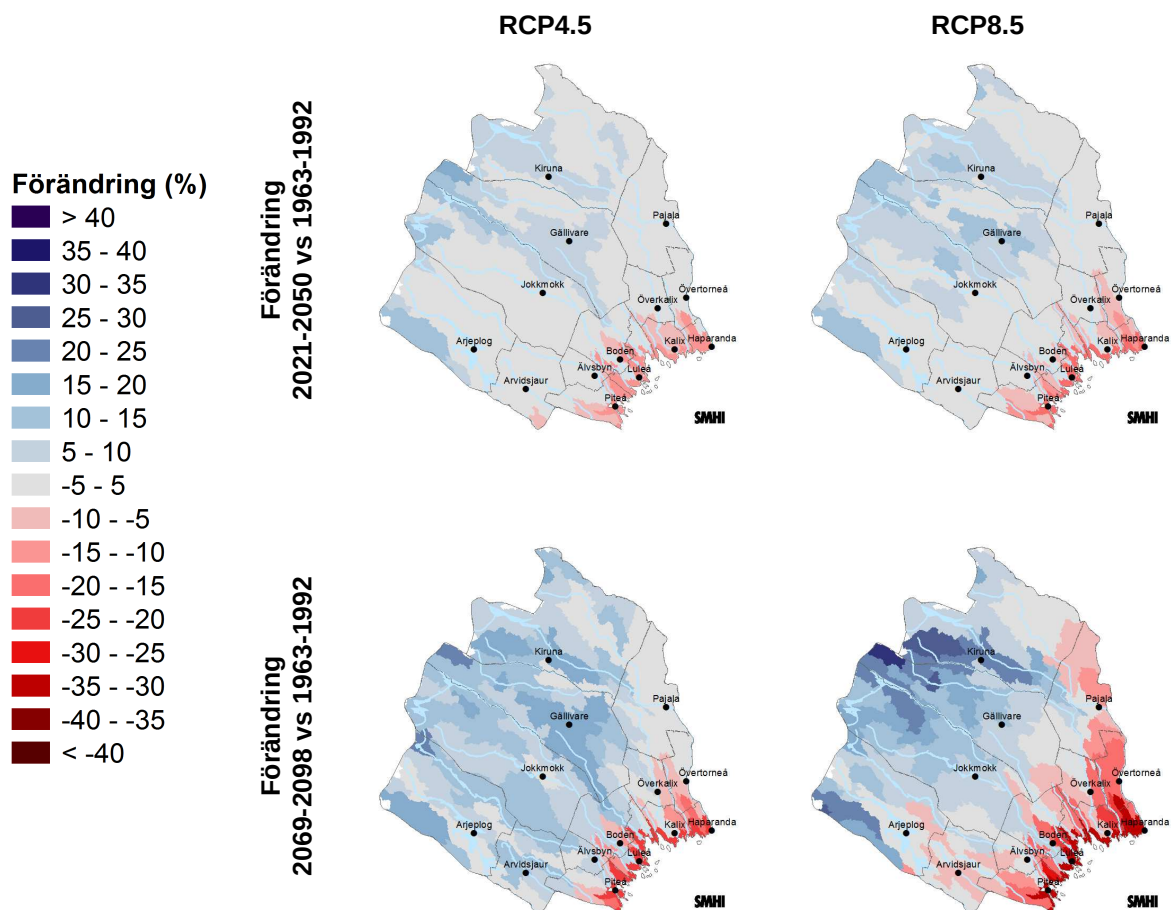


Piteälven



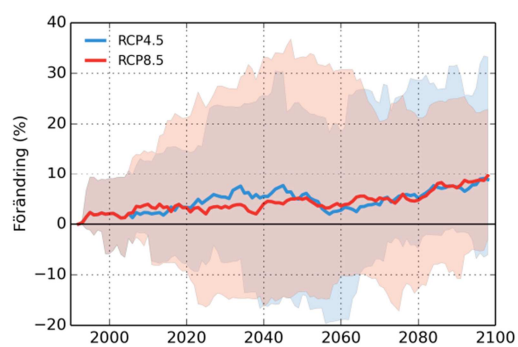
6.3 Förändrad total 100-årstillrinning

Kartorna visar den procentuella förändringen jämfört med medelvärdet för referensperioden. Indexet avser total dygnsmedeltillrinning med återkomsttid 100 år och kan vara till hjälp vid bedömningar av översvämningsrisker längs sjöar och vattendrag.

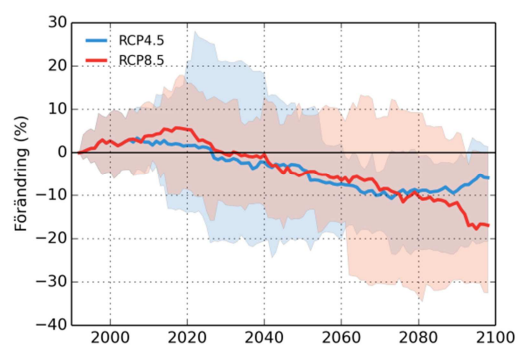


Kartorna uppvisar stora likheter med 10-årstillrinningen med minskande 100-årstillrinning för de flesta vattendragen i sydöstra delarna av länet samt en ökning i fjällen.

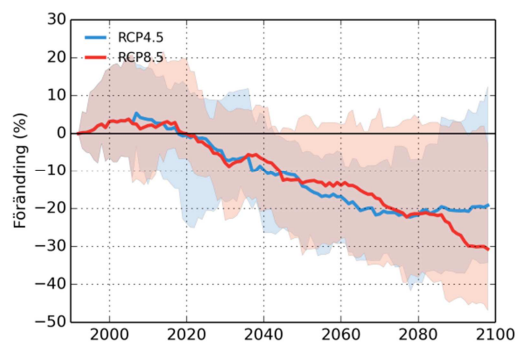
Övre Abiskojokk



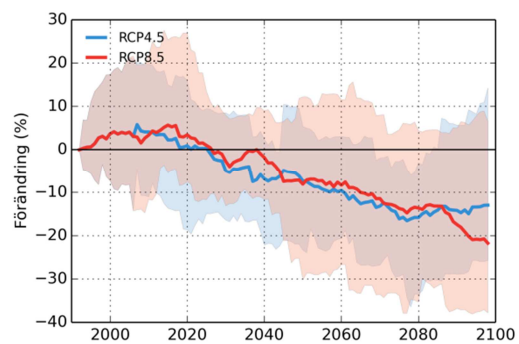
Torneälven



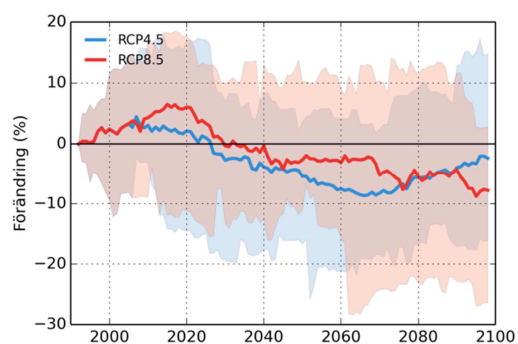
Keräsjoki



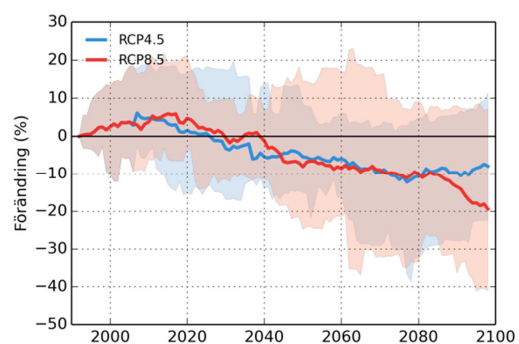
Sangisälven



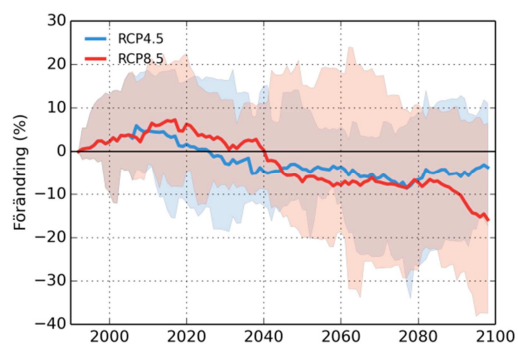
Kalixälven



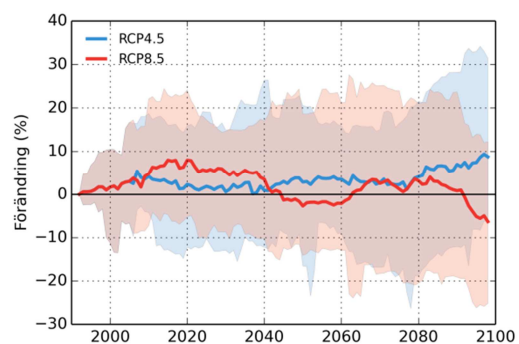
Töreälven



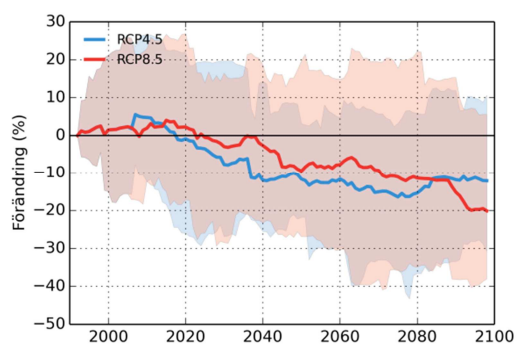
Jämtöälven



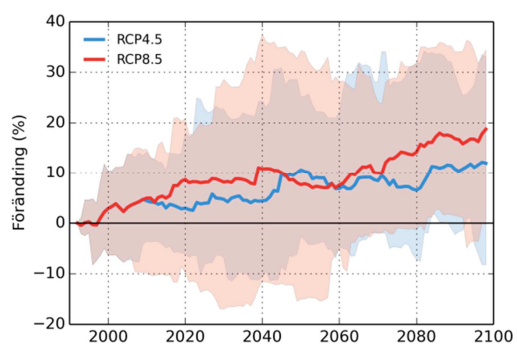
Råneälven



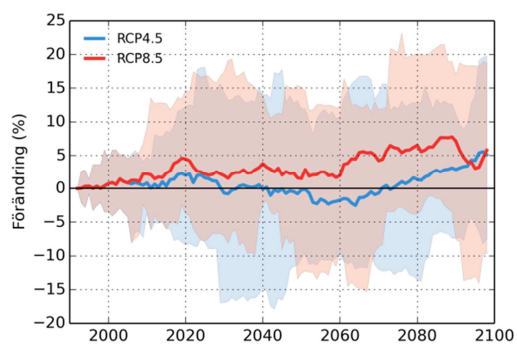
Altersundet



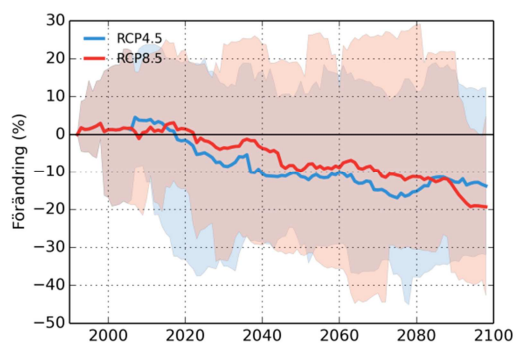
Luleälven Staloluokta



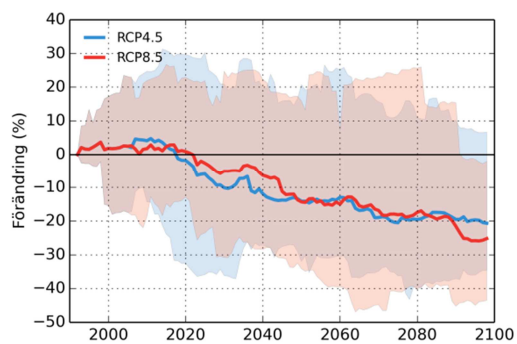
Luleälven



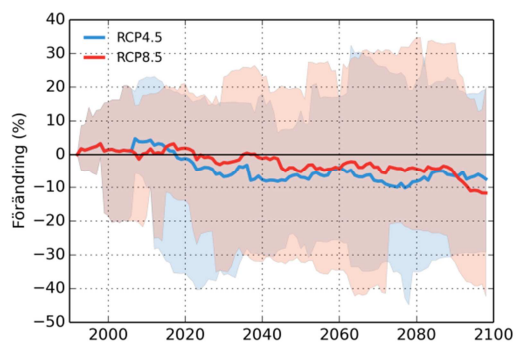
Alån



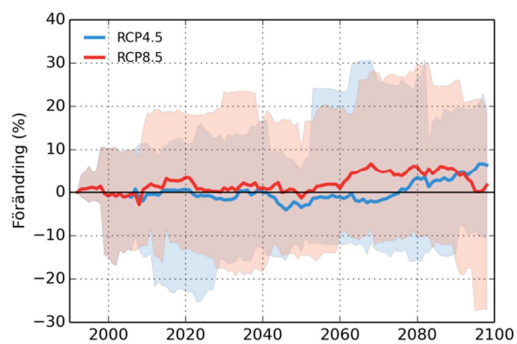
Rosån



Alterälven



Piteälven



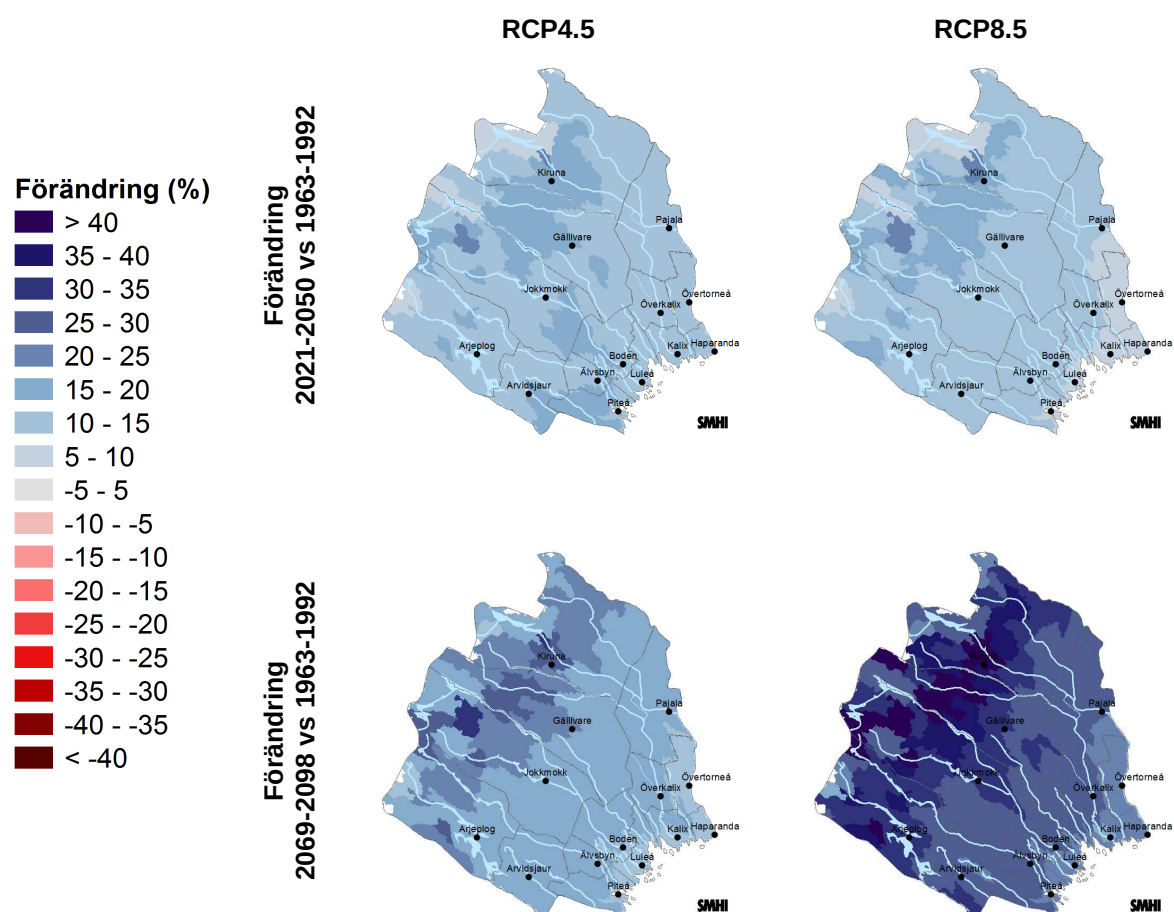
7 Lokal medeltillrinning

Avsnittet behandlar den lokala tillrinningen, dvs. flödesbidraget från enbart det aktuella avrinningsområdet (utan bidrag från avrinningsområden som ligger uppströms). Detta ger en bild av hur mindre vattendrag vars vattenföring² enbart beror på lokala förhållanden, påverkas. Indexen kan användas för att se hur klimatförändringar förväntas förändra de lokala flödesmängderna, vilka bland annat påverkar förutsättningarna för liv i vattnet. Indexen kan även användas för att bedöma förändring av potentialen för kraftproduktion i mindre vattendrag.

Kartorna visar den procentuella förändringen jämfört med medelvärdet för referensperioden. Diagram visas i detta avsnitt för endast två delavrinningsområden, Övre Abiskojokk samt Sitasjaure i Luleälven, se markeringar i Figur 5.

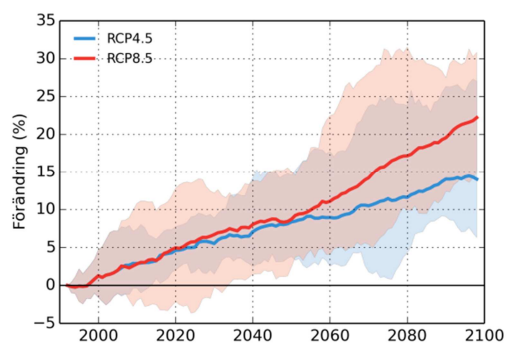
7.1 Förändrad lokal årsmedeltillrinning

Kartorna visar den procentuella förändringen jämfört med medelvärdet för referensperioden. Indexet avser 30-årsmedelvärden av tillrinning på årsbasis.

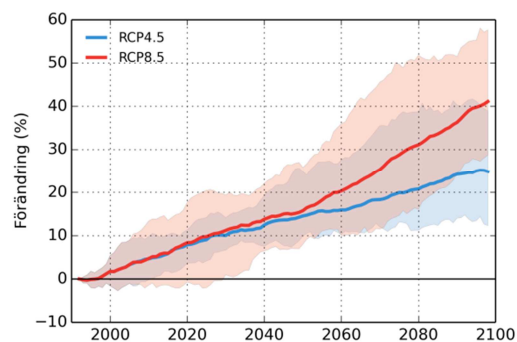


² Med vattenföring eller vattenflöde menas den mängd vatten per tidsenhet som rinner fram i ett vattendrag

Övre Abiskojokk



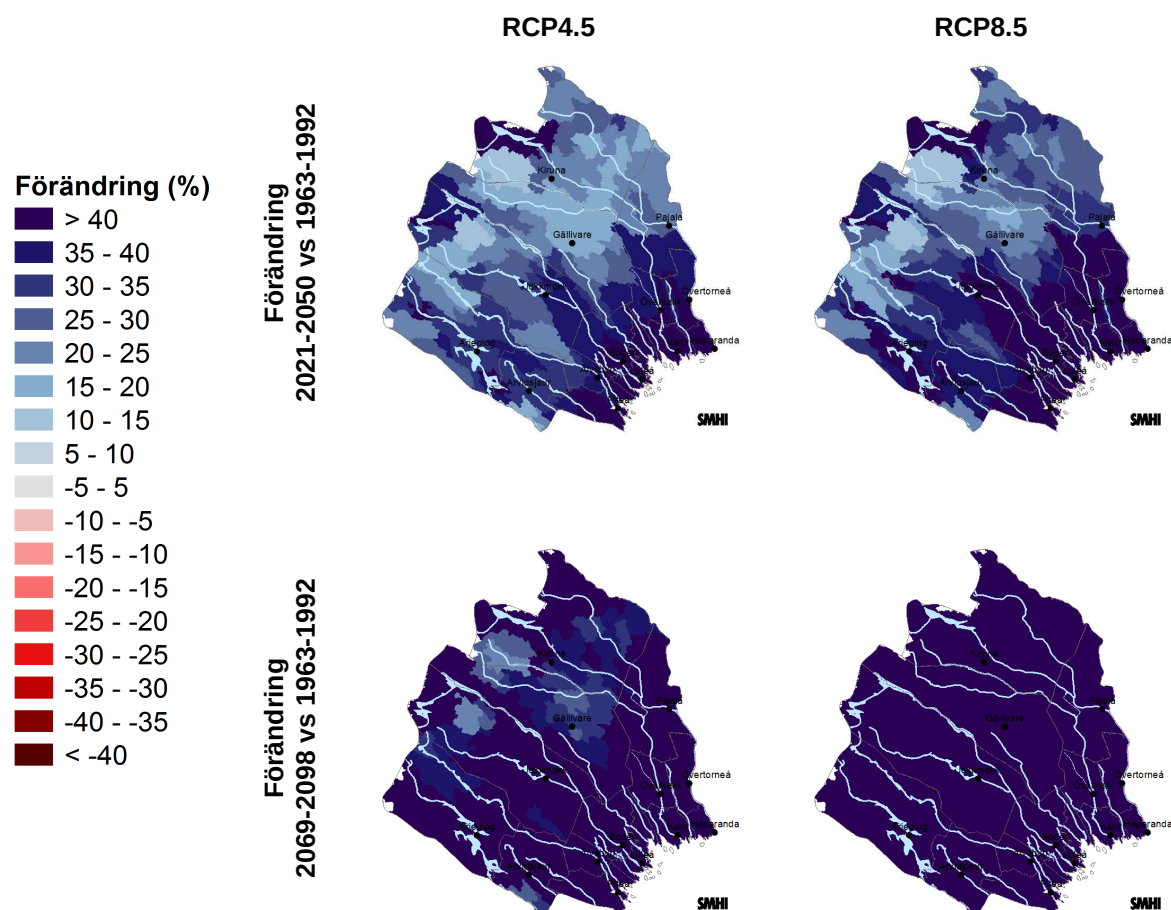
Luleälven, Sitasjaure



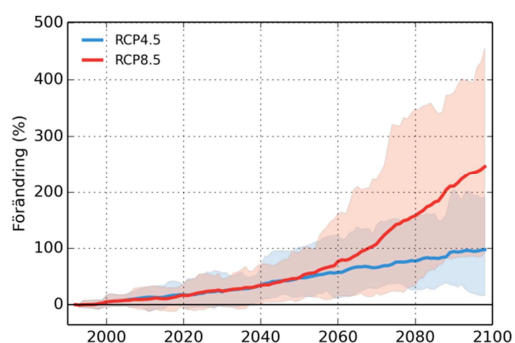
Den lokala årsmedeltillrinningen ökar enligt scenarierna för större delen av länet, störst är ökningen i fjällen. Det framgår även av diagrammen, som visar en ökad årlig tillrinning med ca 15-20 % i slutet av seklet för Övre Abiskojokk och ca 25-40% för Sitasjaure. Skillnaden mellan de båda RCP-scenarierna tydliggörs först under andra halvan av seklet.

7.2 Förändrad lokal medeltillrinning vinter

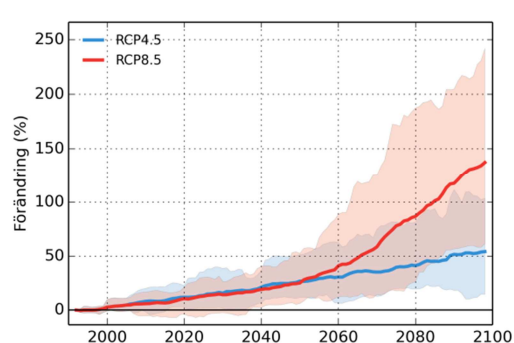
Kartorna visar den procentuella förändringen jämfört med medelvärdet för referensperioden. Indexet avser 30-årsmedelvärden av tillrinning under vintern, här definierad som perioden december-februari.



Övre Abiskojokk



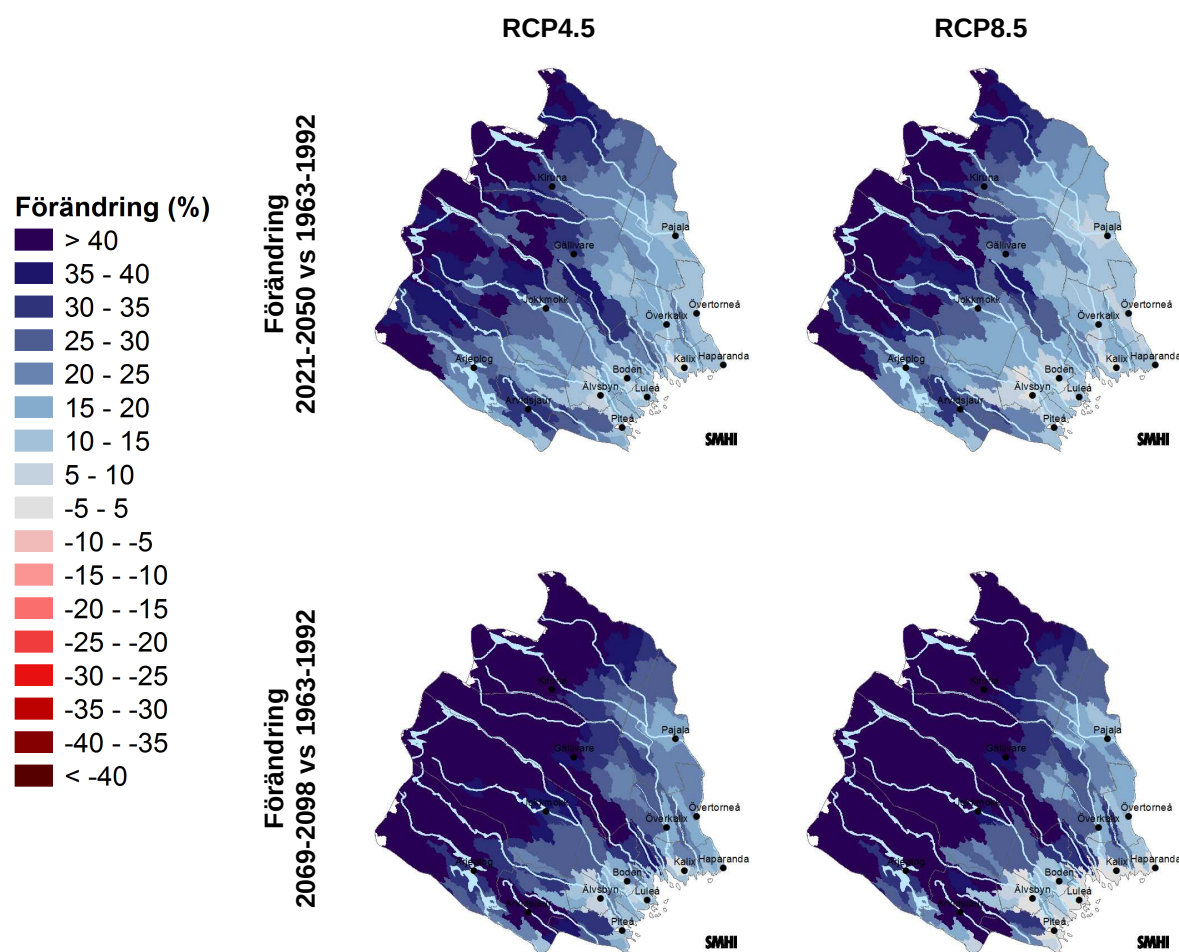
Luleälven, Sitasjaure



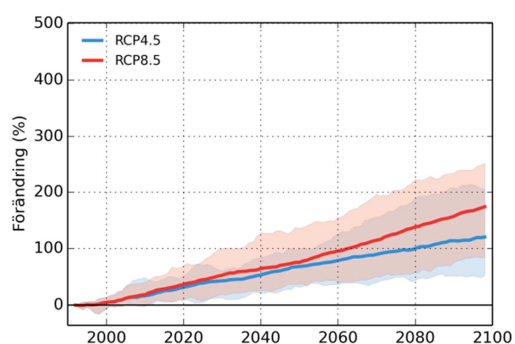
Den största förändringen av lokala tillrinningen sker liksom för den totala tillrinningen under vinterperioden. Både för Övre Abiskojokk och Sitasjaure följs scenarierna åt till mitten av seklet för att därefter skiljas åt. Vid slutet av seklet visar RCP4.5 på en ökning på 100% (Övre Abiskojokk) och 50% (Sitasjaure). Ökningen för RCP8.5 är ännu kraftfullare.

7.3 Förändrad lokal medeltillrinning vår

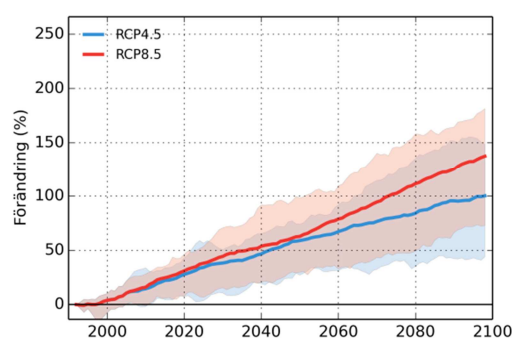
Kartorna visar den procentuella förändringen jämfört med medelvärdet för referensperioden. Indexet avser 30-årsmedelvärden av tillrinning under våren, här definierad som perioden mars-maj.



Övre Abiskojoek



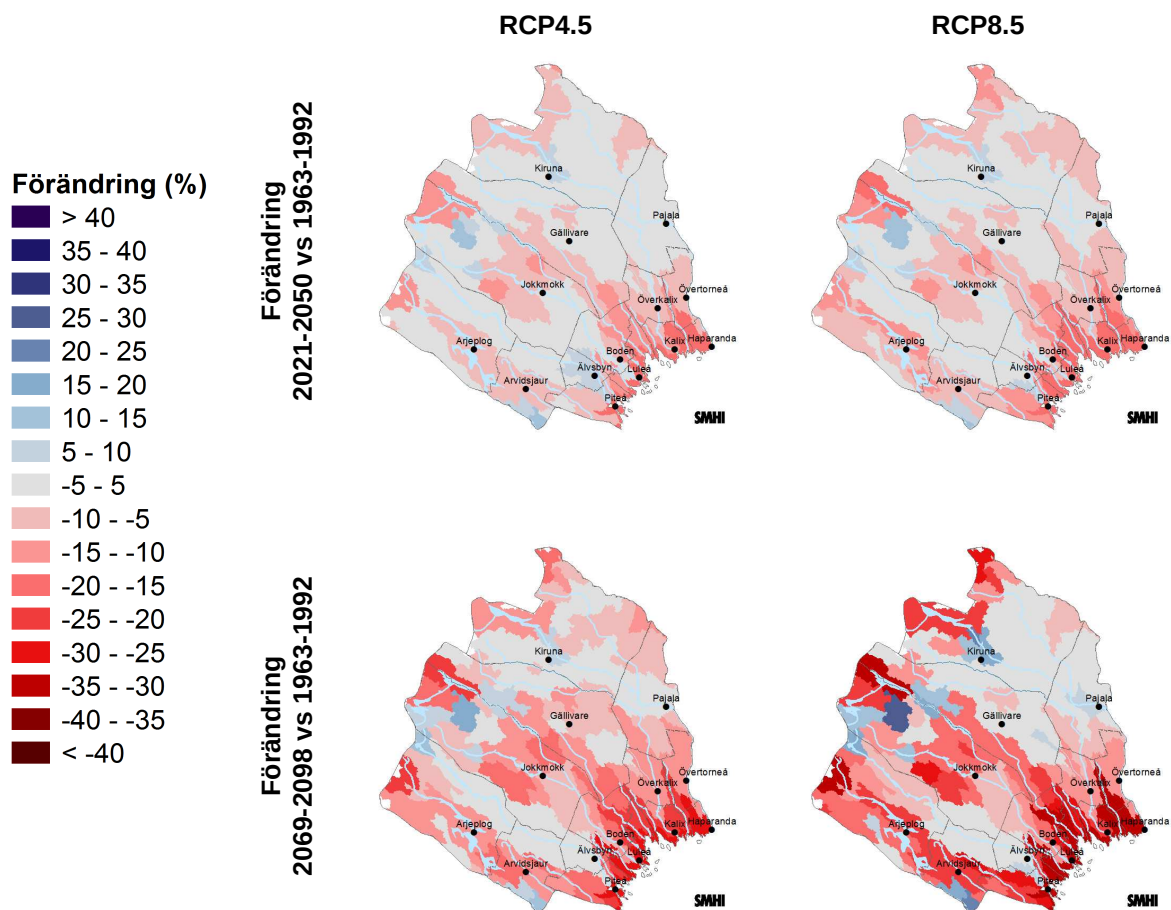
Luleälven, Sitasjaure



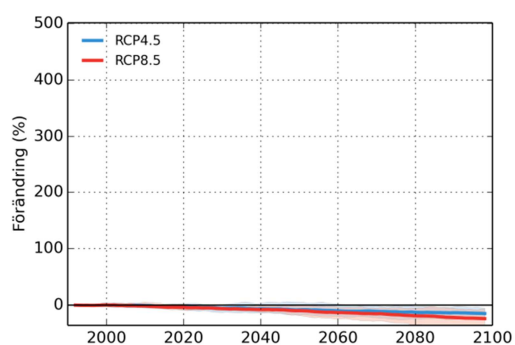
Den lokala tillrinningen under våren påverkas tydligt av förändrad snöförekomst i framtiden. De nordliga delarna av länet uppvisar ökad tillrinning, vilket också ses i diagrammen för Övre Abiskojoek och Sitasjaure.

7.4 Förändrad lokal medeltillrinning sommar

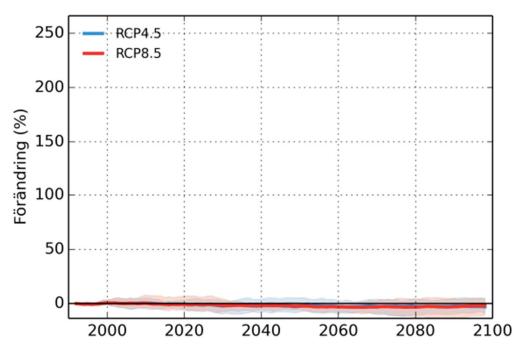
Kartorna visar den procentuella förändringen jämfört med medelvärdet för referensperioden. Indexet avser 30-årsmedelvärden av tillrinning under sommaren, här definierad som perioden juni-augusti.



Övre Abiskojoek



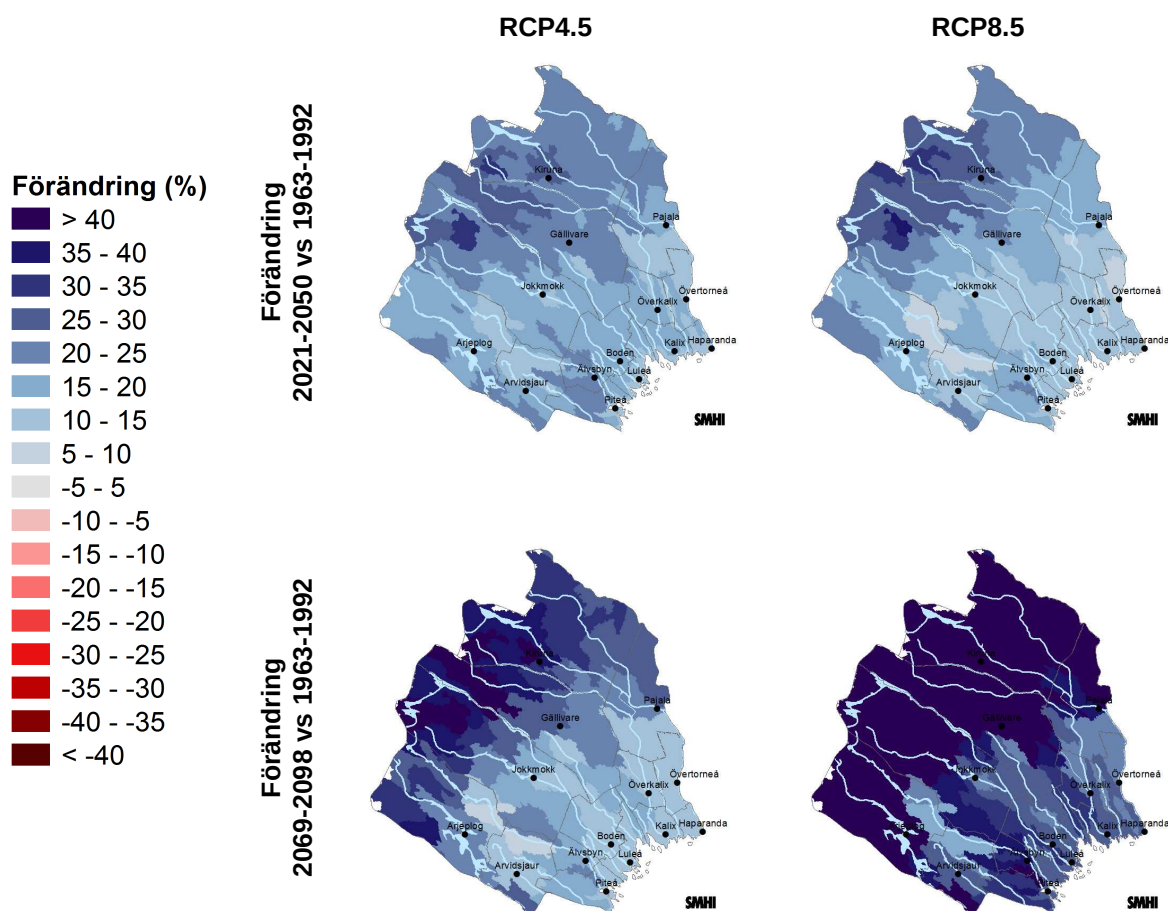
Luleälven, Sitasjaure



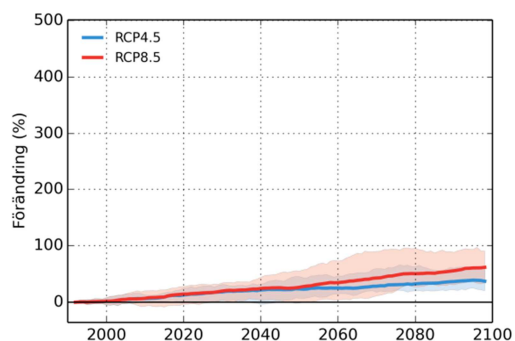
För sommarperioden visar scenarierna minskad tillrinning i nästan hela länet.

7.5 Förändrad lokal medeltillrinning höst

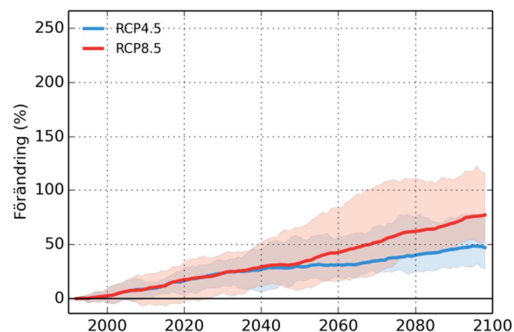
Kartorna visar den procentuella förändringen jämfört med medelvärdet för referensperioden. Indexet avser 30-årsmedelvärden av tillrinning under hösten, här definierad som perioden september-november.



Övre Abiskojokk



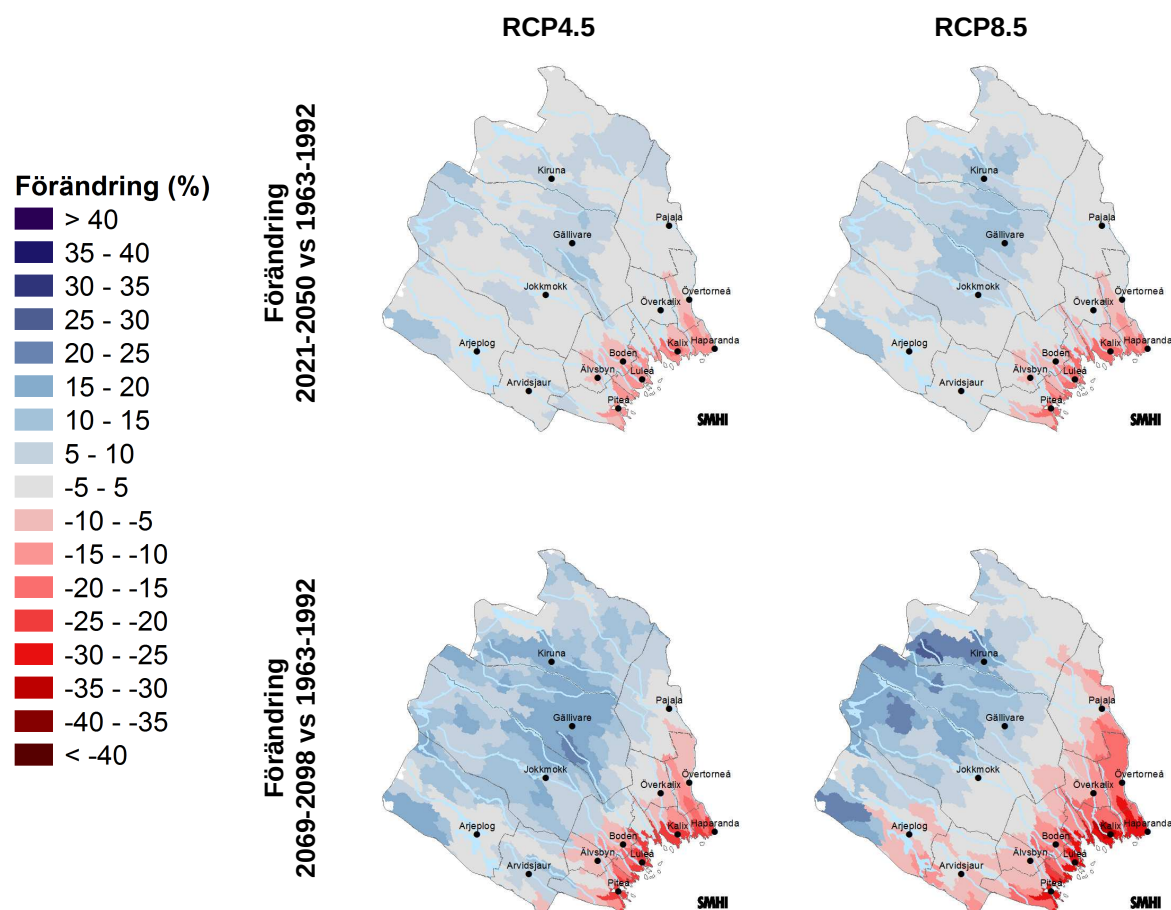
Luleälven, Sitasjaure



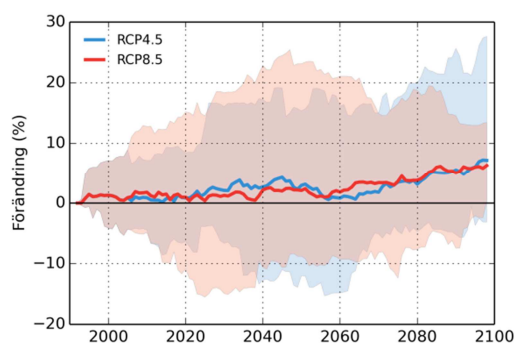
För höstperioden kan ökad tillrinning väntas för hela länet, dock inte lika stor som under vintern.

7.6 Förändrad lokal 10-årstillrinning

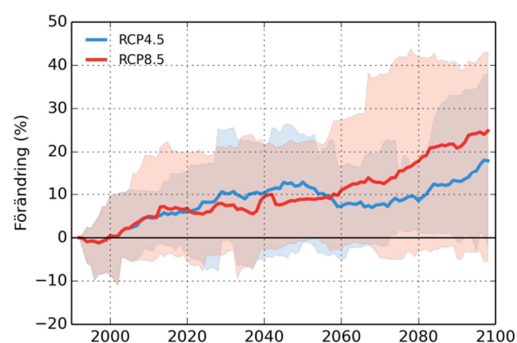
Kartorna visar den procentuella förändringen jämfört med medelvärdet för referensperioden. Indexet avser lokal tillrinning med återkomsttid 10 år och visar hur relativt vanliga högflöden kommer att öka eller minska. Det är speciellt intressant för områden som idag lätt översvämmas.



Övre Abiskojokk



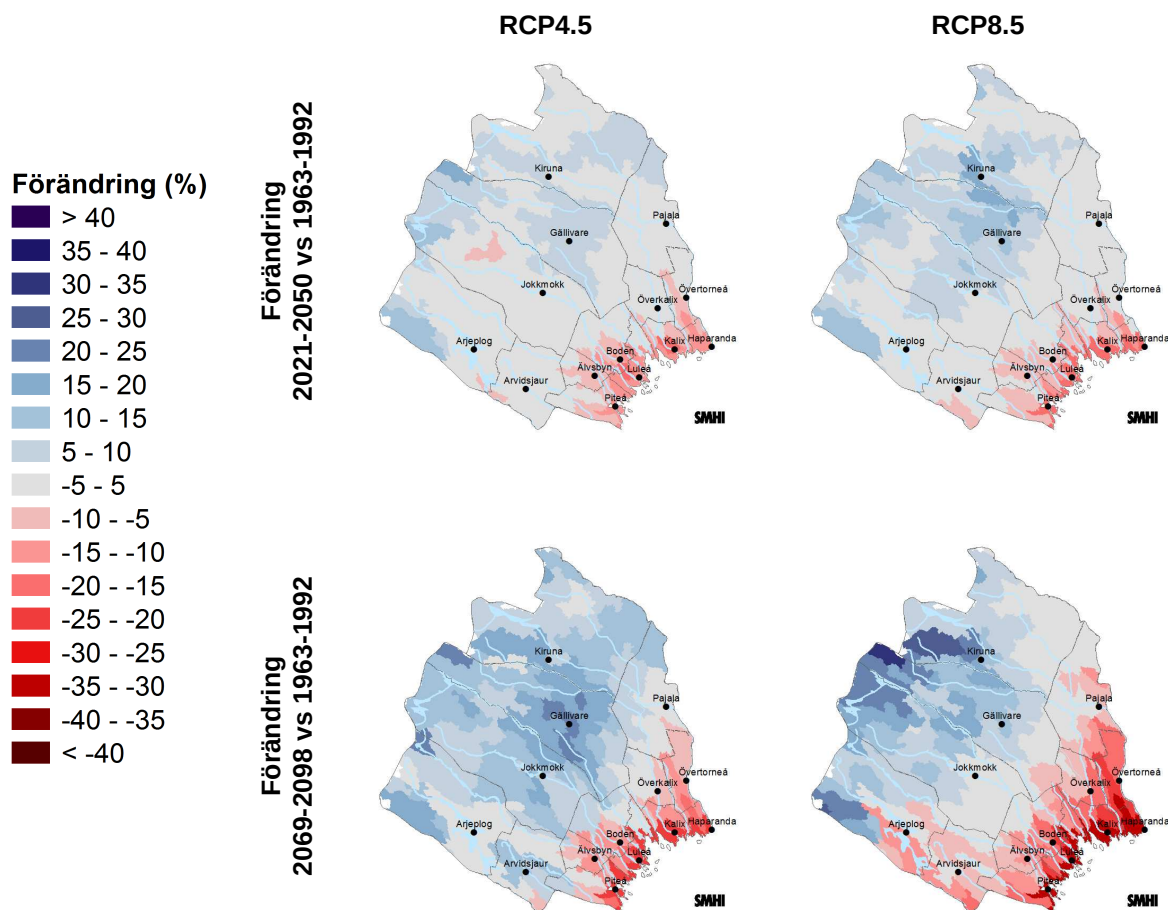
Luleälven, Sitasjaure



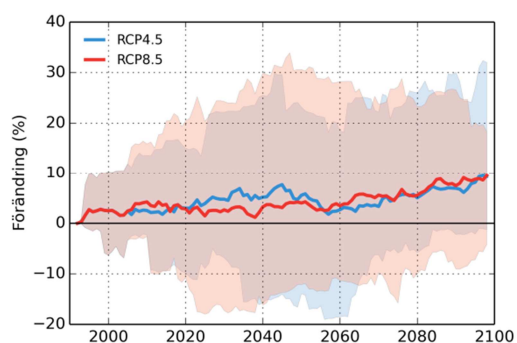
Liksom för den totala 10-årstillrinningen är förändringen av den lokala 10-årstillrinningen lite olika över länet. Mot slutet av seklet ser de sydöstliga delarna av länet ut att få minskade 10-årsflöden medan de ökar i nordvästliga delarna av länet. De två utvalda områdena visar på en ökning men osäkerheten är stor och kan troligen kopplas till hur snötäcket utvecklas i de olika modellberäkningarna.

7.7 Förändrad lokal 100-årstillrinning

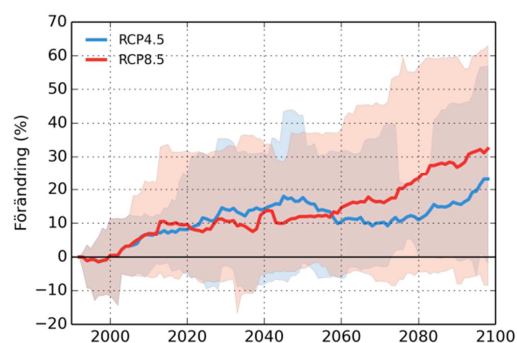
Kartorna visar den procentuella förändringen jämfört med medelvärdet för referensperioden. Indexet avser lokal tillrinning med återkomsttid 100 år och har intresse för utbredningskarteringar av översvämningar.



Övre Abiskojokk



Luleälven, Sitasjaure



Kartorna uppvisar stora likheter med 10-årstillrinningen, med minskande 100-årstillrinning för de sydöstra delarna av länet och ökar i nordväst. Även diagrammen uppvisar samma utveckling som för 10-årstillrinningen med en viss ökning för de två områdena men med stor osäkerhet.

8 Tillrinningens årsdynamik

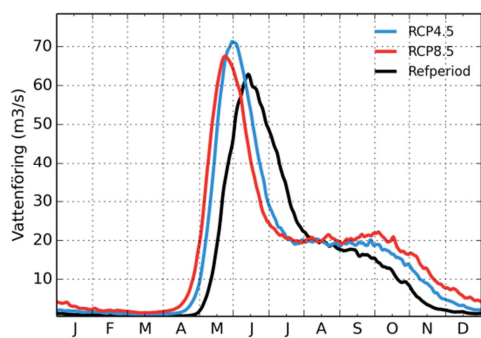
Tillrinningen varierar mellan år och under året beroende på hur nederbörd, temperatur, snötäcke, markfuktighet och avdunstning varierar och samspelar. För vattendragen ses dock vanligen en återkommande dynamik under året. Förändringar i årstidsförloppen kan ha stor betydelse för vattenförsörjning, miljö och biologisk mångfald, översvämningsrisker och vattenkraftsproduktion.

I figurerna visas medelvärden för tillrinningens årsdynamik. Svart linje representerar referensperioden 1963-1992 och de två övriga linjerna representerar framtidsperioden 2069-2098. Blå linje avser medelvärden av beräkningar enligt RCP4.5 och röd linje representerar motsvarande för RCP8.5.

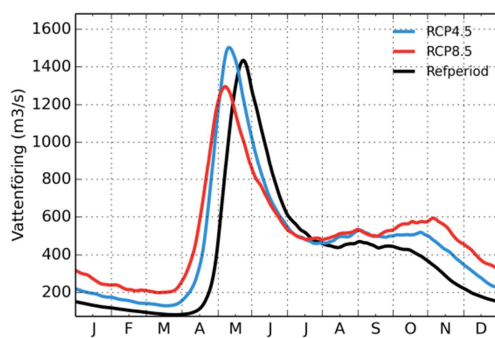
Samtliga vattendrag uppvisar tydliga årstidsförlopp för referensperioden, med vårflödestopp, låga sommarflöden, högre höstflöden och lägre vinterflöden. Givetvis med variationer mellan de olika områdena och med variationer mellan åren.

Framtidsscenarierna visar på tidigare vårflödestopp, och högre vinter- och höstflöden. Förändringen av tillrinningen under sommaren är inte lika tydlig och varierar från område till område. För de mer sydligt belägna vattendragen påverkas dynamiken över året till ett mer utjämnat förlopp med högre tillrinning under höst-vinter och lägre under vår-sommar. För dessa vattendrag ser också sommartillrinningen ut att minska och säsongen börjar tidigare.

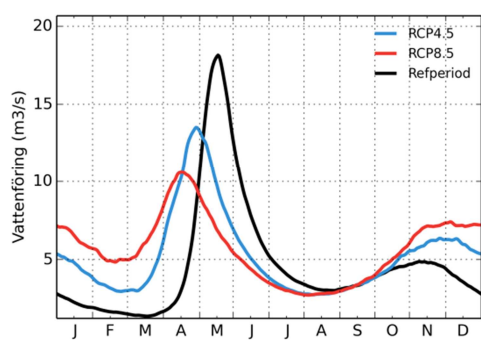
Övre Abiskojokk



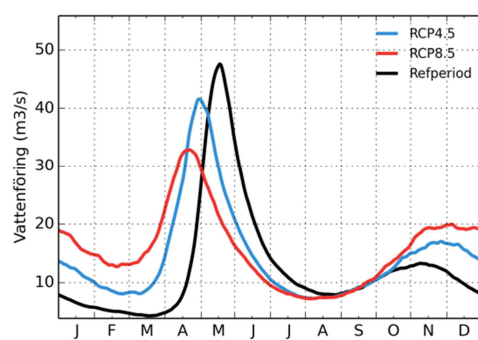
Torneälven



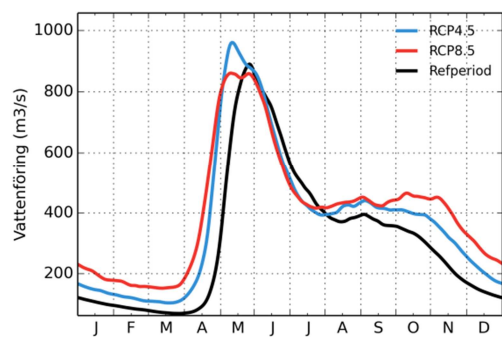
Keräsjoki



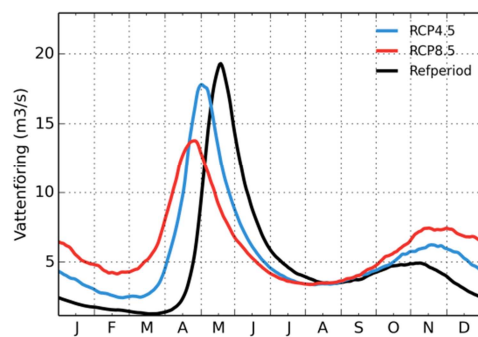
Sangisälven



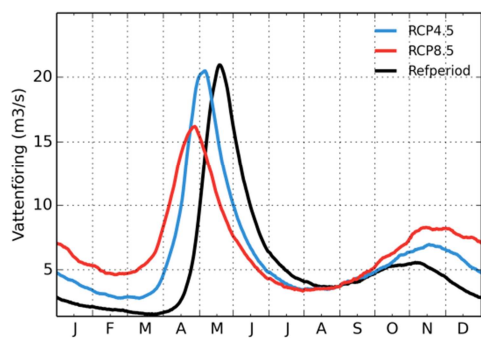
Kalixälven



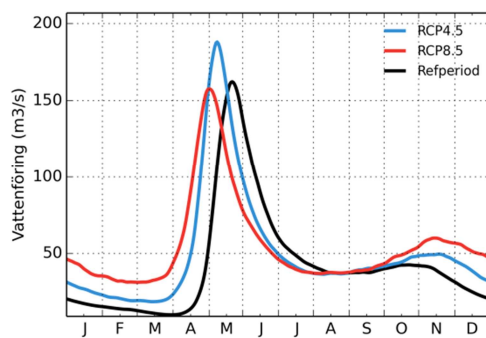
Töreälven



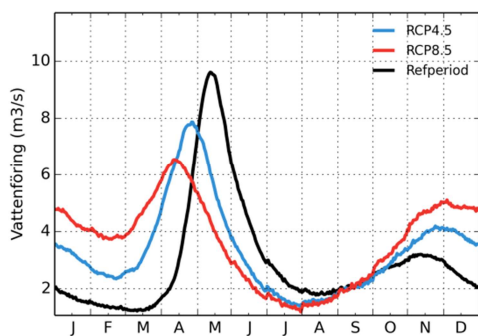
Jämtöälven



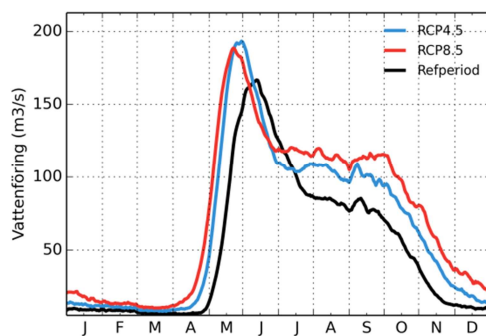
Råneälven



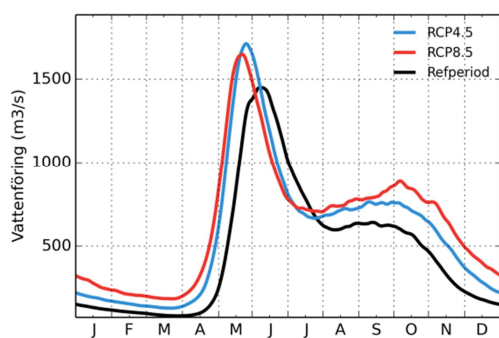
Altersundet



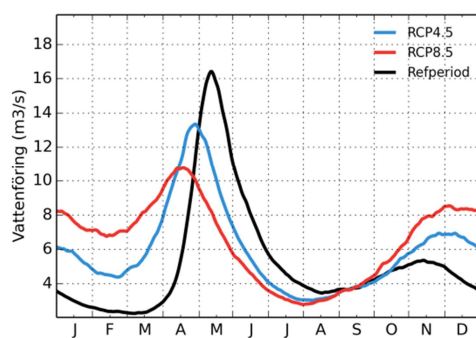
Luleälven Staloluokta



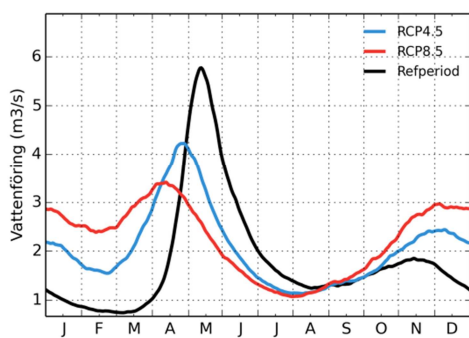
Luleälven



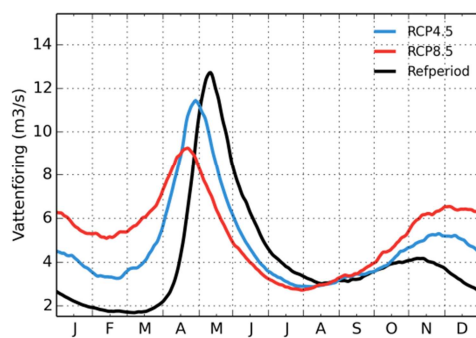
Alån



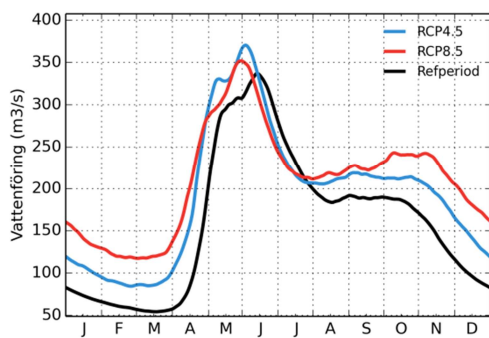
Rosån



Alterälven



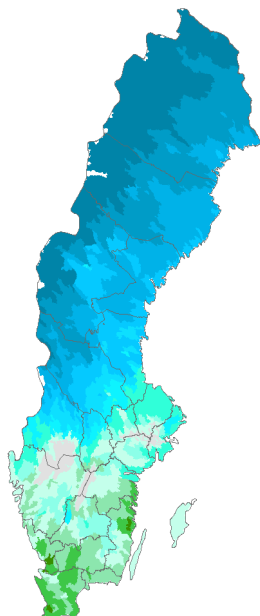
Piteälven



9 Snö

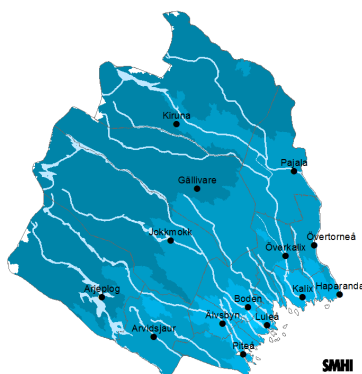
9.1 Antal dagar med snötäcke över 5 mm vatteninnehåll

Beräknat 1961-1990

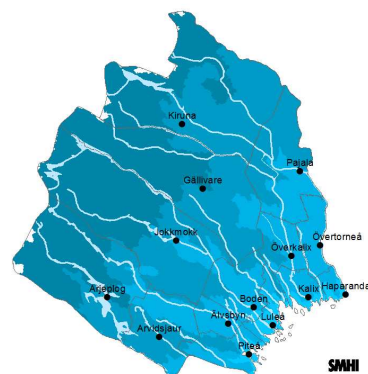


I kartbilderna visas antal dagar med snötäcke med minst 5 mm vatteninnehåll. Det ger en uppfattning om hur länge marken är snötäckt i medeltal och kan vara av intresse för planering av infrastruktur, turism och friluftsanläggningar, rennärning, naturvårdsinsatser och miljöövervakning.

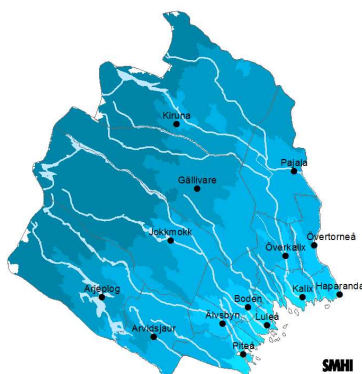
Beräknat 1961-1990



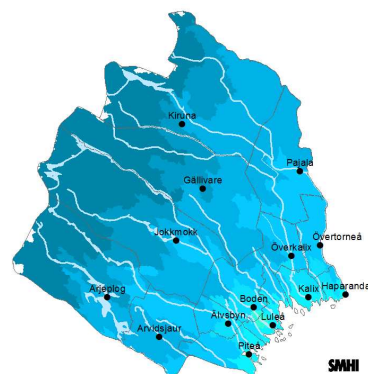
Beräknat 1991-2013



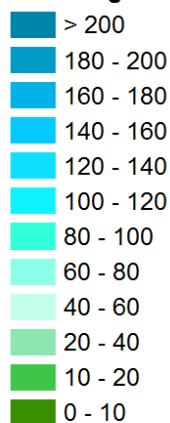
Beräknat 2021-2050



Beräknat 2069-2098

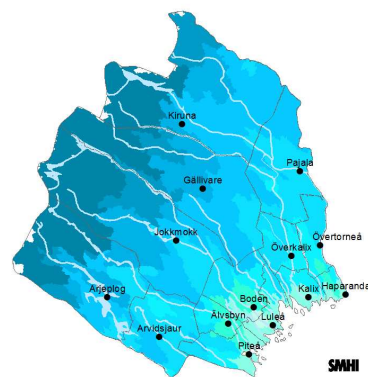
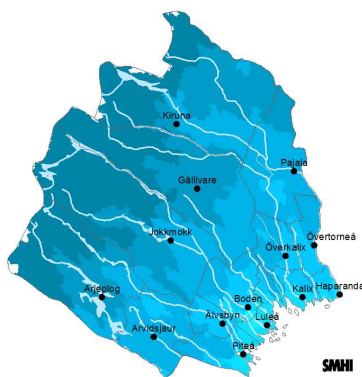


Antal dagar

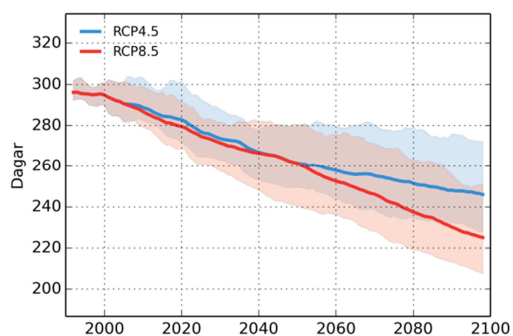


RCP4.5

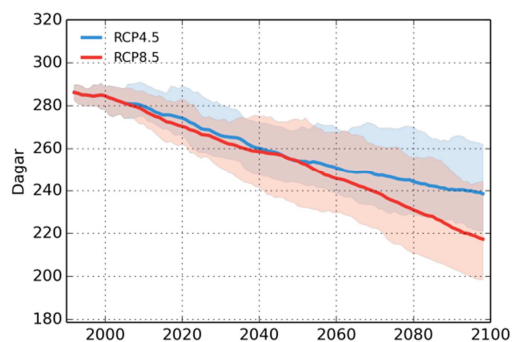
RCP8.5



Övre Abiskojokk



Luleälven, Sitasjaure

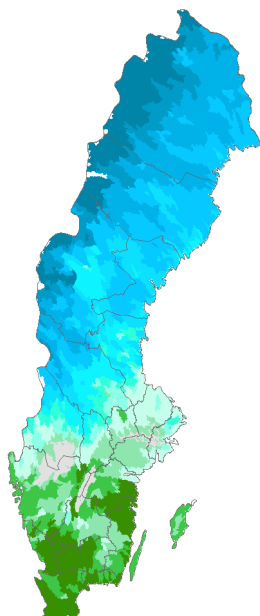


Antalet dagar med snö varierar över länet. Mest snö är det i fjällregionen i nordväst. Vid slutet av seklet visar den sydöstra delen av länet längs med kusten på ca 20-80 dagar med snötäcke enligt RCP8.5 och ca 40-100 dagar med RCP4.5. För nordvästra delen av länet ses ca 140 till över 200 dagar med snötäcke beroende på scenario.

De två delavrinningsområdena visar successivt minskande snötäcken. För det mer nordligt belägna Övre Abiskojokk minskar antalet dagar från knappt 300 till ca 220-250 vid slutet av seklet, beroende på scenario. I Sitasjaure minskar antalet dagar från dagens dryga 280 till ca 240 (RCP4.5) och 220 (RCP8.5) vid seklets slut.

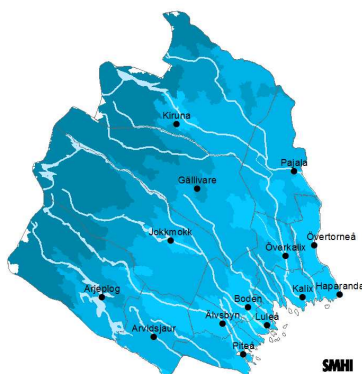
9.2 Antal dagar med snötäcke över 20 mm vatteninnehåll

Beräknat 1961-1990

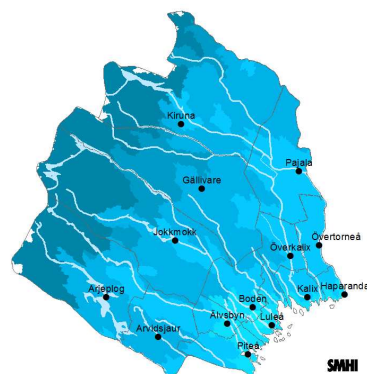


I kartbilderna visas antal dagar med snötäcke med minst 20 mm vatteninnehåll. Det kan tolkas som antal dagar då det är goda förhållanden för skidåkning. Kartorna ger en uppfattning om hur snöförhållandena för skidåkning förändras och kan därför användas för långsiktig planering av turism och friluftsanläggningar.

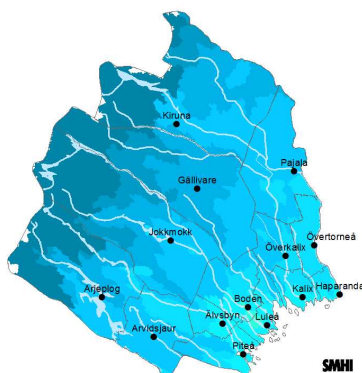
Beräknat 1961-1990



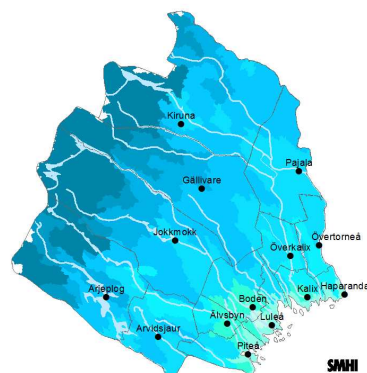
Beräknat 1991-2013



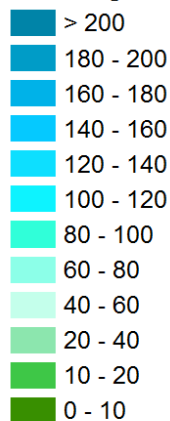
Beräknat 2021-2050



Beräknat 2069-2098

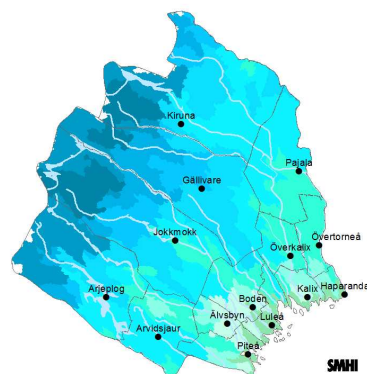
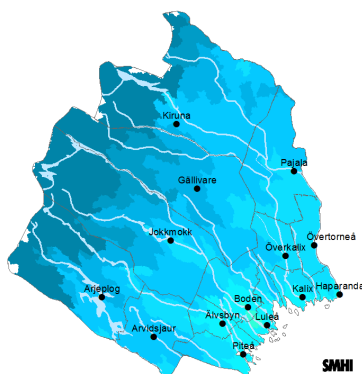


Antal dagar

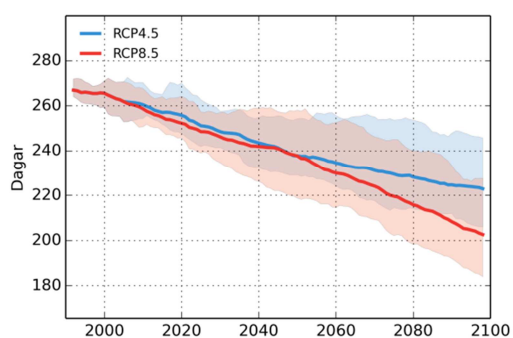


RCP4.5

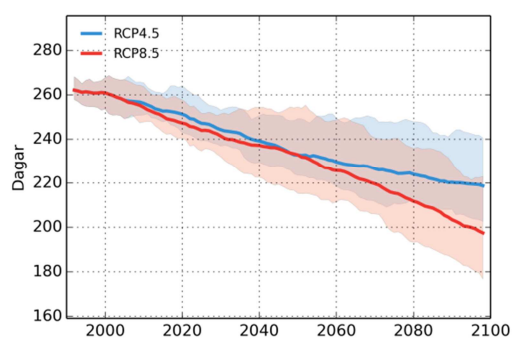
RCP8.5



Övre Abiskojokk



Luleälven, Sitasjaure

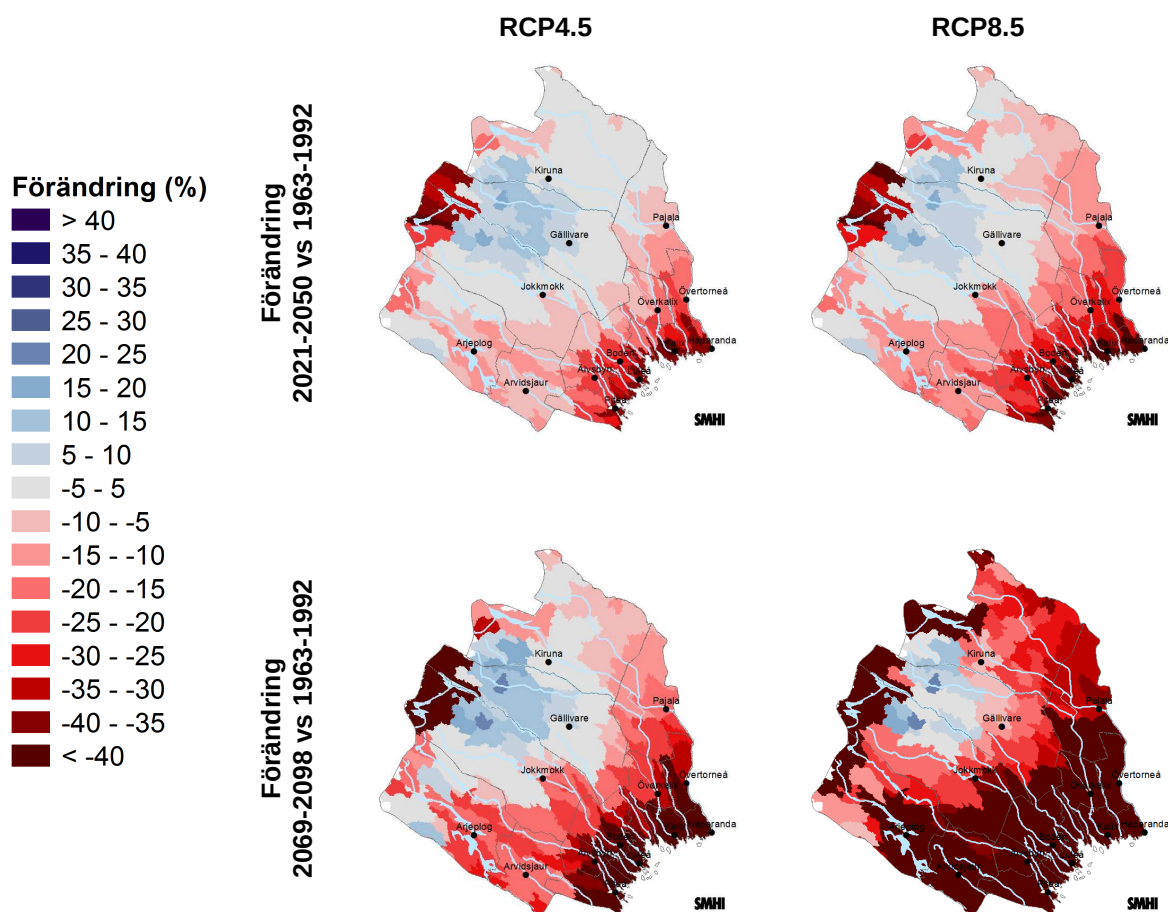


Liksom för föregående index ses att snöförhållandena varit sämre i medeltal perioden 1991-2013 jämfört med 1961-1990. Framtidsscenarierna visar på en succesiv minskning av antal dagar med snötäcke över 20 mm vatteninnehåll fram till slutet av seklet.

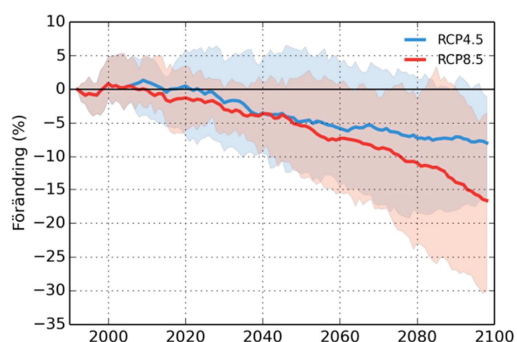
Minskningen syns tydligt i diagrammen för Övre Abiskojokk och Sitasjaure. Skillnaden mellan de två RCP-scenarierna tydliggörs först under andra halvan av seklet och vid seklets slut visar RCP4.5 på ca 220 dagar med snötäcke över 20 mm vatteninnehåll för båda områdena. Motsvarande för RCP8.5 blir 200 dagar.

9.3 Förändrat maximalt snötäcke

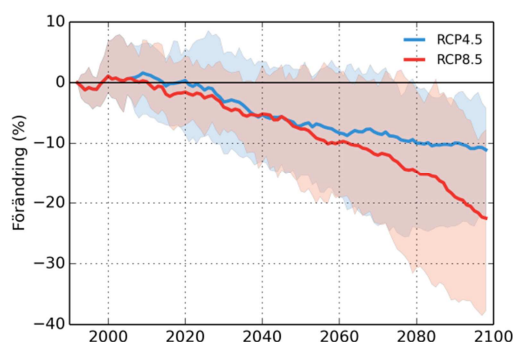
Indexet avser det maximala (största) snötäcket i termer av vatteninnehåll. Kartorna visar den procentuella förändringen jämfört med medelvärdet för referensperioden. Indexet ger en uppfattning om hur mycket nederbörd som maximalt lagras i snötäcket under vintern. Det har betydelse för vattenflödena under våren och är av intresse för vattenkraftens reglering. Indexet kan också vara intressant avseende snölaster för konstruktioner.



Övre Abiskojoek



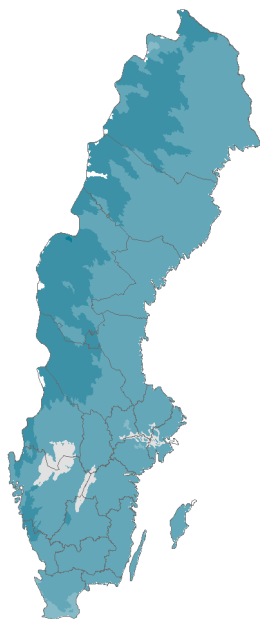
Luleälven, Sitasjaure



Det maximala snötäcket minskar över större delen av länet undantaget området nordväst om Gällivare. Diagrammen för i Övre Abisko och Sitasjaure visar båda på en minskning på mellan ca 10-20% beroende på scenario vid seklets slut.

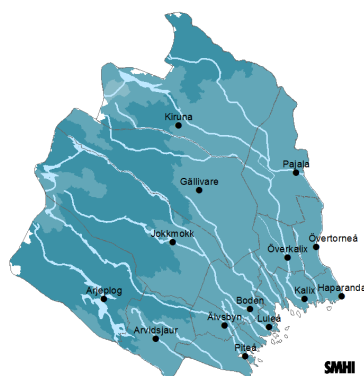
10 Markfuktighet

Beräknat 1961-1990

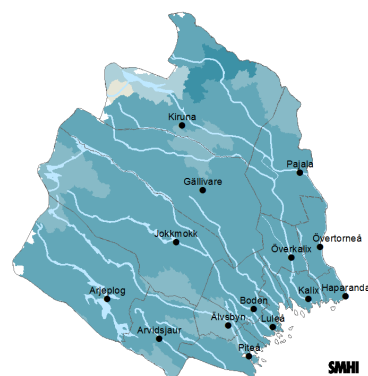


Antal dagar per år med låg markfuktighet. Indexet baseras på referensperiodens medelvärde av varje års lägsta markfuktighet. Indexet kan ha intresse för långtidsplanering av bevattningsbehov och grödval samt skogsbrandriskbedömning och skogsvårdsinsatser.

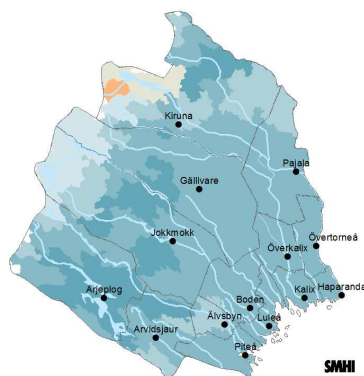
Beräknat 1961-1990



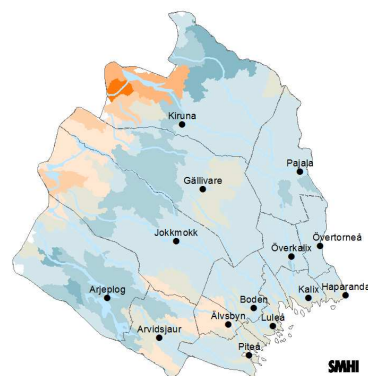
Beräknat 1991-2013



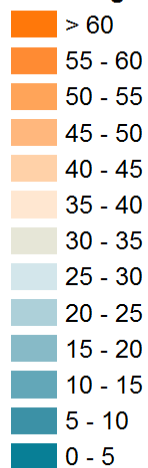
Beräknat 2021-2050



Beräknat 2069-2098

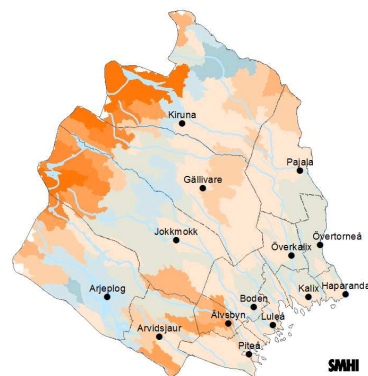
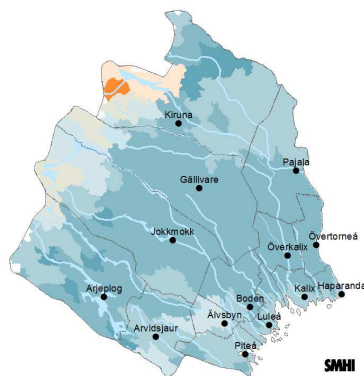


Antal dagar

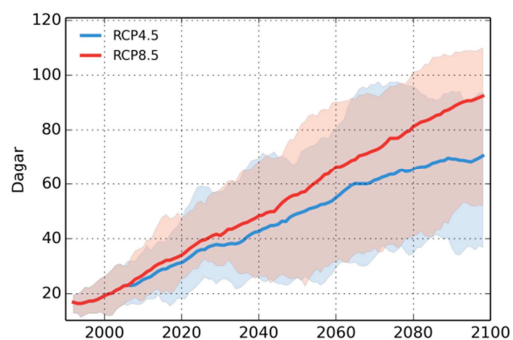


RCP4.5

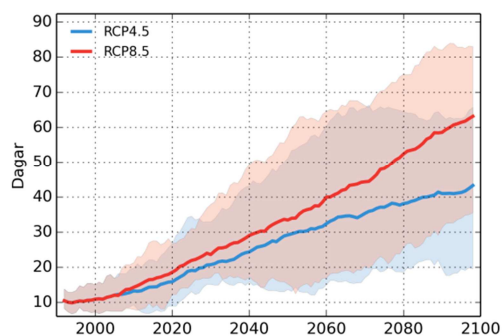
RCP8.5



Övre Abiskojokk



Luleälven, Sitasjaure



Perioden 1991-2013 har haft fler dagar med låg markfuktighet jämfört med 1961-1990. Denna tendens fortsätter under seklet och vid seklets slut visar hela länet på fler antal dagar med låg markfuktighet men med variationer. Antalet dagar med låg markfuktighet är då flest längs med gränsen till Norge.

Avrinningsområdet Övre Abiskojokk har i dagens klimat knappt 30 dagar med låg markfuktighet. Antalet dagar ökar succesivt för framtidsscenarierna och ökningen går snabbare för RCP8.5. Vid slutet av seklet ligger antalet dagar på ca 70 (RCP4.5) och ca 90 (RCP8.5) för Övre Abiskojokk. Utvecklingen följer liknande trend i Sitasjaures avrinningsområde.

11 Slutsatser

Hur klimatet i Norrbottens län utvecklas beror på hur användningen av fossila bränslen ser ut i framtiden, dvs. hur mycket mängden växthusgaser ökar i atmosfären. I rapporten har beräkningar med två olika utvecklingsvägar analyserats fram till seklets slut. Scenariot RCP4.5 beskriver en framtid med kraftfull klimatpolitik och stora utsläppsminskningar, men för scenariot RCP8.5 fortsätter utsläppen att öka.

Års**medeltemperaturen** i Norrbotten låg för perioden 1961-1990 på ca -2,7°C i fjällen och ca -0,5°C i lågterräng. Analyserna av framtida klimat visar en gradvis uppvärmning. I mitten på seklet visar båda RCP-scenarierna en uppvärmning på nära 2 grader jämfört med perioden 1961-1990. I slutet av seklet visar RCP4.5 en uppvärmning på ca 2 grader medan RCP8.5 hamnar på nära 5 graders uppvärmning. Under vintern ökar temperaturen mest, upp till 6 grader med RCP8.5.

I och med uppvärmningen ökar **vegetationsperiodens** längd, för RCP4.5 med ungefär en månad och för RCP8.5 ca 50 dagar. **Värmeböljorna** förväntas också öka då antalet varma dagar blir fler. RCP8.5 visar ett årsmedelvärde på ca 10 dagar i följd med dygnsmedeltemperaturer på över 20°C i slutet av seklet.

En varmare atmosfär innebär högre avdunstning och snabbare cirkulation vilket ger mer nederbörd. Analyserna av års**medelnederbörd** bekräftar större regnmängder i det framtida klimatet. Årsmedelnederbörden väntas öka med 20 % för RCP4.5 och 40 % för RCP8.5. Den största ökningen av nederbörden sker i fjällkedjan. Den kraftiga nederbörden ökar också, maximal dygnsnederbörd kan öka med ca 15- 25 % beroende på RCP-scenario.

För länet ses en ökning av totala **årstillrinningen** med ca 10-15 % vid mitten av seklet. Ökningen fortsätter mot slutet av seklet och är störst i de norra delarna av länet. Den största ökningen av tillrinningen sker för vintern och även det lägre scenariot RCP4.5 visar på 40-100% för vattendragen vid seklet slut. För sommaren ses minskad eller oförändrad tillrinning för de flesta av vattendragen. Samtliga vattendrag visar på ökad tillrinning under våren.

Tillrinning med **återkomsttid** 10 år respektive 100 år ser ut att minska i de sydöstliga delarna av länet men en viss ökning ses för fjällregionen. Övre Abiskojojk och Sitasjaure uppvisar minskande 10- och 100-årstillrinning.

Vattendragen har under referensperioden haft tydliga **årstidsförlopp**, med vårflödestopp, låga sommarflöden, högre höstflöden och lägre vinterflöden. Dessa förändras enligt framtidsscenarierna som visar på tidigare vårflödestopp, och högre vinter- och höstflöden. Förändringen av tillrinningen under sommaren är inte lika tydlig och varierar från område till område. För de mer sydligt belägna vattendragen påverkas dynamiken över året till ett mer utjämnat förlopp med högre tillrinning under höst-vinter och lägre under vår-sommar.

Antalet dagar med **snö** varierar över länet. Enligt klimatscenarierna minskar snötäcket generellt i länet. Antalet dagar med låg **markfuktighet** ökar i framtiden.

Beskrivningen baseras på medelförhållanden men det är viktigt att komma ihåg att variationen mellan år kan vara stor.

12 Tackord

Förutom rapportförfattarna har även Kristoffer Hallberg, Joel Dahné och Johan Andréasson bidragit till rapporten. Tack också till alla som deltog i arbetet med nedskalning av RCP-scenarierna.

13 Referenser

- Eklund A., Axén-Mårtensson J., Bergström S., Björck E., Dahné J., Lindström L., Nordborg D., Olsson J., Simonsson L. och Sjökvist E. 2015. Sveriges framtida klimat. Underlag till Dricksvattenutredningen. SMHI Klimatologi Nr 14.
<http://www.smhi.se/publikationer/publikationer/sveriges-framtida-klimat-underlag-till-dricksvattenutredningen-1.89524>
- Gustavsson H., Andréasson J., Eklund D., Hallberg K., Persson G., Sjökvist E. och Tengdelius Brunell J. 2011. Klimatanalys för Norrbottens län. SMHI rapport nr 2011-54.
- ICONICS, 2013. Nakićenović N., Lempert R., and Janetos A (eds.). A Special Issue of Climatic Change journal on the Framework for the Development of New Socioeconomic Scenarios for Climate Change Research. <https://www2.cgd.ucar.edu/research/iconics/publications/ssps>
- IPCC 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Houghton, J.T., Ding, Y., Griggs, D.J., Nougier, M., van der Linden, P.J. Dai, X., Maskel, K. and Johnsen, C.A. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 881 pp. http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/
- IPCC 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp. http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/contents.html
- 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. <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>
- Nakićenović N., and R. Swart (eds.) 2000. Special Report on Emissions Scenarios. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 599 pp.
<https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/sres-en.pdf>
- Persson G., Strandberg G. och Berg P. 2015. Vägledning för användande av klimatscenarier. SMHI Klimatologi Nr 11. <http://www.smhi.se/klimatdata/framtidens-klimat/vagledning-klimatscenarier>
- Sjökvist E., Axén Mårtensson J., Dahné J., Köplin N., Björck E., Nylén L., Berglöv G., Tengdelius Brunell J., Nordborg D., Hallberg K., Södling J. och Berggreen-Clausen S. 2015. Klimatscenarier för Sverige – Bearbetning av RCP-scenarier för meteorologiska och hydrologiska effektstudier. SMHI Klimatologi nr 15.
<http://www.smhi.se/publikationer/publikationer/klimatscenarier-for-sverige-bearbetning-av-rcp-scenarier-for-meteorologiska-och-hydrologiska-effektstudier-1.87248>

SMHIs publiceringar

SMHI ger ut sju rapportserier. Tre av dessa, R-serierna är avsedda för internationell publik och skrivs därför oftast på engelska. I de övriga serierna används det svenska språket.

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 | 6 | Jonas Olsson och Kean Foster (2013)
Extrem korttidsnederbörd i klimatprojektioner för Sverige |
| 2 | Gunn Persson, Markku Rummukainen (2010)
Klimatförändringarnas effekter på svenskt miljömålsarbete | 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) |
| 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 | 8 | Att begränsa klimatförändringar (2014) (Ej publicerad) |
| 4 | Markku Rummukainen, Daniel J. A. Johansson, Christian Azar, Joakim Langner, Ralf Döscher, Henrik Smith (2011)
Uppdatering av den vetenskapliga grunden för klimatarbetet. En översyn av natur-vetenskapliga aspekter | 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 |
| 5 | Sten Bergström (2012)
Framtidens havsnivåer i ett hundraårsperspektiv – kunskapssammanställning 2012 | 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 (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.



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

ISSN 1654-2258