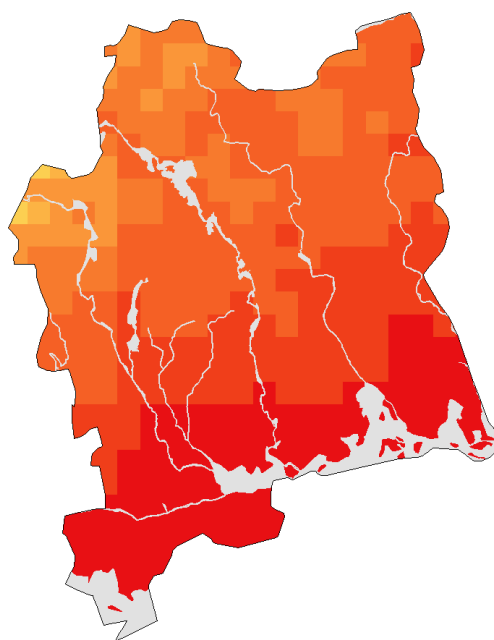


Framtidsklimat i Västmanlands län

– enligt RCP-scenarier

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



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

KLIMATOLOGI Nr 19, 2015

Framtidsklimat i Västmanlands län

– enligt RCP-scenarier

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

Sammanfattning

Hur klimatet i Västmanlands 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 Västmanland 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 Västmanlands län beräknas öka med ca 3 grader enligt RCP4.5 och ca 5 grader enligt RCP8.5 till slutet av seklet. Störst uppvärmning sker vintertid med upp mot 6 grader enligt RCP8.5. Vegetationsperioden ökar med ca 50-80 dagar och antalet varma dagar blir fler. RCP8.5 visar ett årsmedelvärde på 20 dagar i följd med dygnsmedeltemperaturer på över 20°C i slutet av seklet.

Årsmedelnederbörden ökar med 15-20 %. Nederbörden ökar under vintern och våren, i östra delen av länet visar RCP8.5 på 40 % ökning för båda årstiderna. Den kraftiga nederbörden ökar också, maximal dygnsnederbörd kan öka med uppemot 20 % beroende på RCP-scenario.

För länet ses en ökning av total årstillrinning med uppemot 10 % vid slutet av seklet. Framtidsscenarierna visar på högre vinterflöden. Det beror på mer nederbörd under vintern och högre temperaturer gör att nederbörden inte lagras som snö utan rinner av vintertid. Därmed uteblir också vårflodstoppen. De flesta vattendrag ser ut att få minskad tillrinning under vår och sommar och en i stort sett oförändrad tillrinning under hösten.

Tillrinning med återkomsttid 10 år respektive 100 år ser ut att öka i de inre delarna av länet. Kolbäcksån och Svartån har något ökade tillrinningar, men övriga analyserade vattendrag har oförändrade tillrinningar med återkomsttider 10 och 100 år i slutet av seklet.

En längre säsong med lägre flöden kan förväntas och antalet dagar då tillrinningen är låg ökar från 20-25 dagar till upp emot 50 dagar (RCP8.5) i slutet av seklet.

Antalet dagar med låg markfuktighet ökar i framtiden. Från dagens ca 15 dagar till 25-30 dagar (RCP4.5) eller 35-45 dagar (RCP8.5) mot slutet av seklet.

Summary

The report describes today's and future climate in Västmanland 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
4.9	Graddagar för uppvärmning.....	23
4.10	Graddagar för kylning.....	25
5	NEDERBÖRD	27
5.1	Årsmedelnederbörd	27
5.2	Medelnederbörd vinter.....	29
5.3	Medelnederbörd vår	31
5.4	Medelnederbörd sommar	33
5.5	Medelnederbörd höst.....	35
5.6	Antal dagar med mer än 10 mm nederbörd.....	37
5.7	Maximal dygnsnederbörd.....	39
5.8	Maximal 7-dygnsnederbörd.....	41
5.9	Förändring av korttidsnederbörd.....	43
6	TOTAL MEDELTILLRINNING	44
6.1	Förändrad total medeltillrinning för år och säsonger.....	44
6.2	Förändrad total 10-årstillrinning	51
6.3	Förändrad total 100-årstillrinning	54

7	LOKAL MEDELTILLRINNING.....	57
7.1	Förändrad lokal årsmedeltillrinning.....	57
7.2	Förändrad lokal medeltillrinning vinter	59
7.3	Förändrad lokal medeltillrinning vår.....	61
7.4	Förändrad lokal medeltillrinning sommar	62
7.5	Förändrad lokal medeltillrinning höst	64
7.6	Antal dagar med lågvatten	66
8	TILLRINNINGENS ÅRSDYNAMIK	68
9	MARKFUKTIGHET	71
10	SLUTSATSER	73
11	TACKORD	74
12	REFERENSER	74

1 Inledning

Rapporten beskriver dagens och framtidens klimat i Västmanland 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 (Sjörkvist 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 Västmanlands län.

SMHI har tidigare levererat en klimatanalys på uppdrag av Länsstyrelsen i Västmanland (Persson m.fl., 2012). Den baseras på äldre klimatscenarier och behandlar framtida temperatur, nederbörd och tillrinning. Rapporten innehåller också en beskrivning av Västmanlands nutidsklimat.

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.

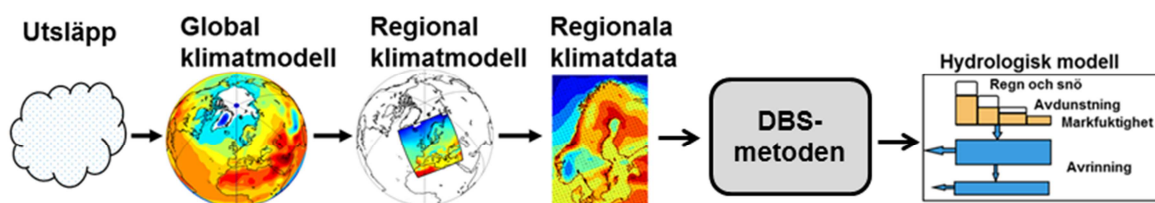
Tabell 1. Antaganden som ligger till grund för scenarierna RCP4.5 och RCP8.5.

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 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 klimatscenarioer 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 klimatscenerierna, 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).

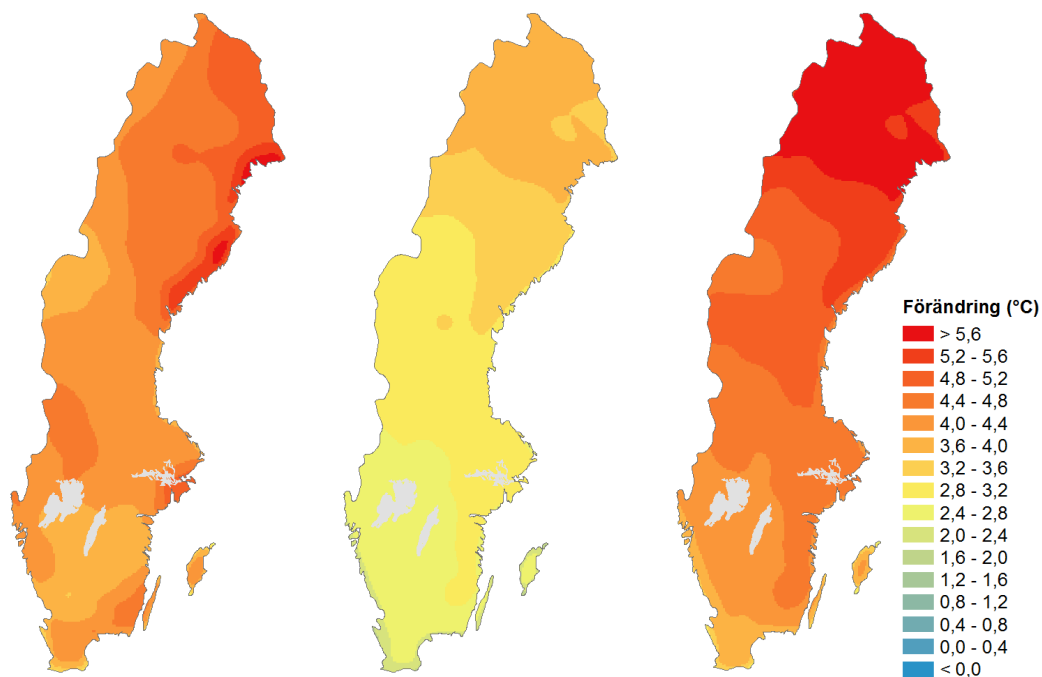
I de tidigare länsanalyser som utförts av SMHI baseras resultaten på 16 SRES-scenarier med tyngdpunkt på utsläppsscenariot A1B. För att få en uppfattning om hur dessa skiljer sig från de nya RCP-scenarierna visas här kartor på förändringen i temperatur för perioden 2069-2098 jämfört med 1961-1990 (figur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

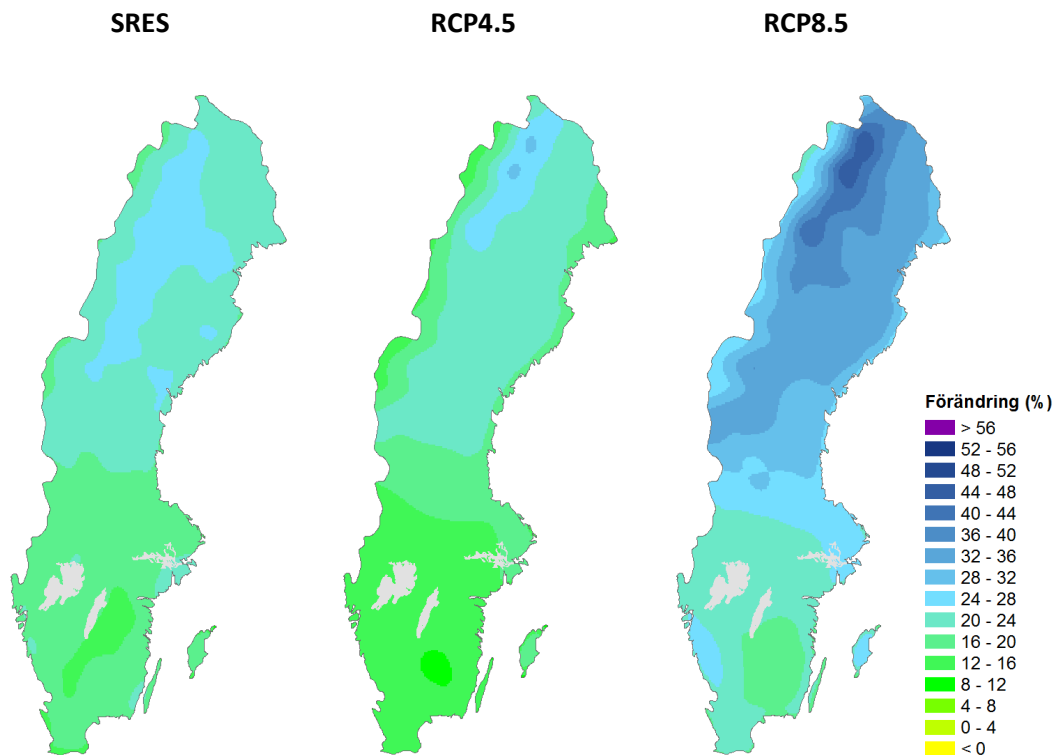
SRES

RCP4.5

RCP8.5



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 klimatiförändring med andra kombinationer av globala och regionala modeller.

3.5 Läsanvisningar

På följande sidor presenteras index baserade på temperatur, nederbörd, tillrinning 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 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 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.

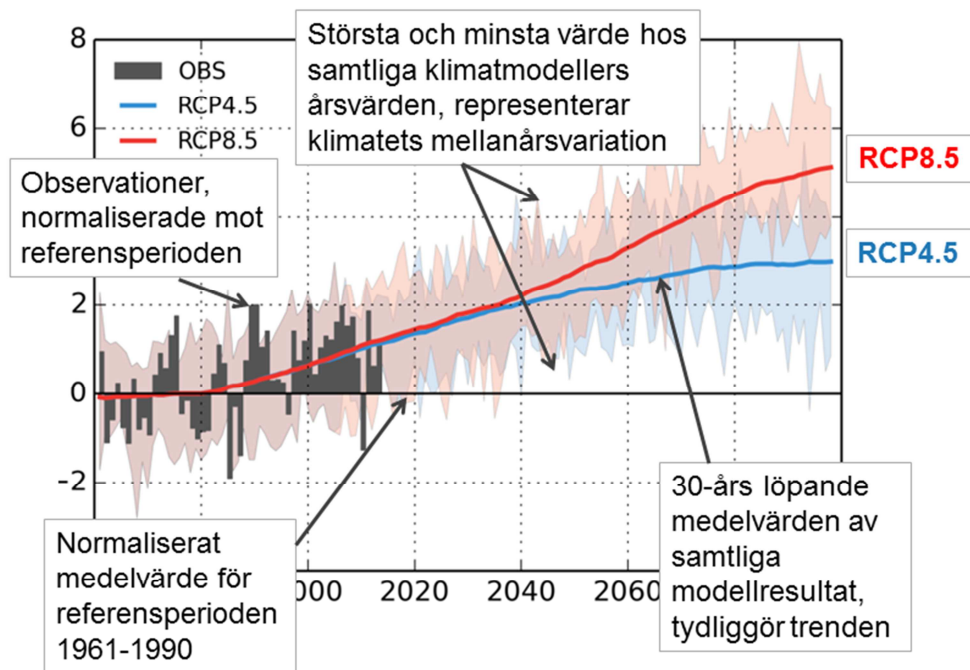
3.5.2 Diagram

Diagrammen för temperatur och nederbörd visar utvecklingen över tid för länet som helhet jämfört med referensperioden 1961-1990. Tillrinning 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 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.



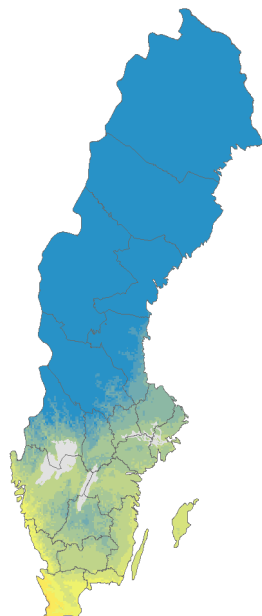
Figur 3. Beskrivning av diagrammens struktur i rapporten.

4 Temperatur

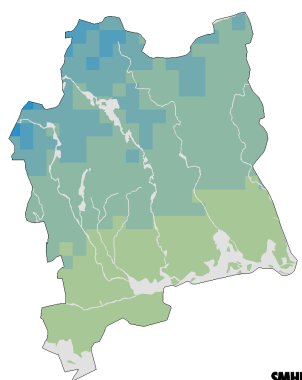
4.1 Årsmedeltemperatur

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.

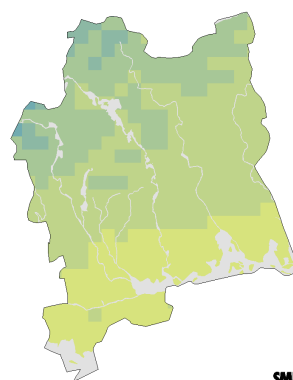


Observerat 1961-1990



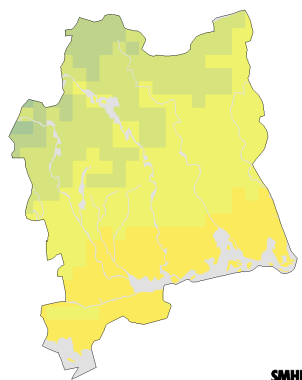
SMHI

Observerat 1991-2013



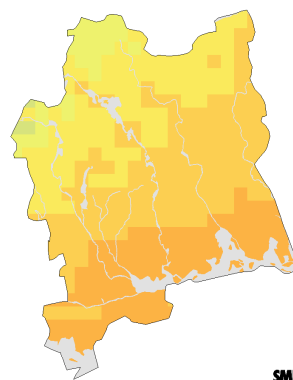
SMHI

Beräknat 2021-2050



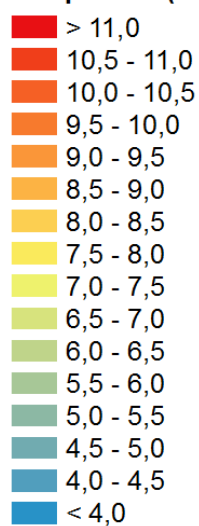
SMHI

Beräknat 2069-2098



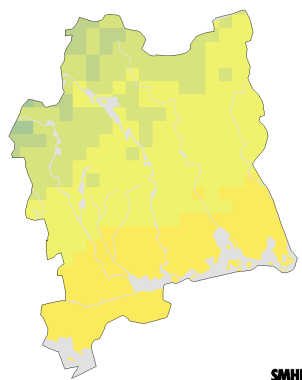
SMHI

Temperatur (°C)

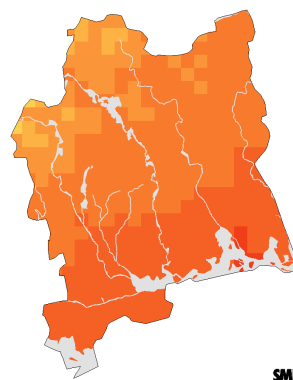


RCP4.5

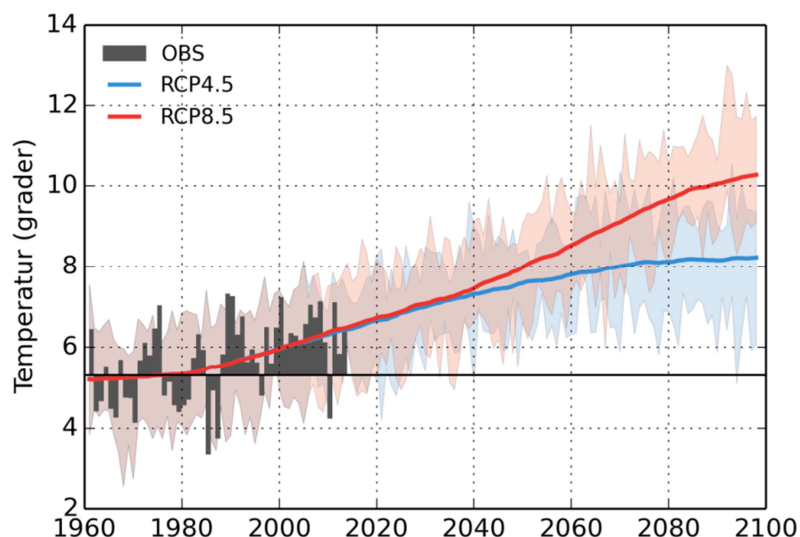
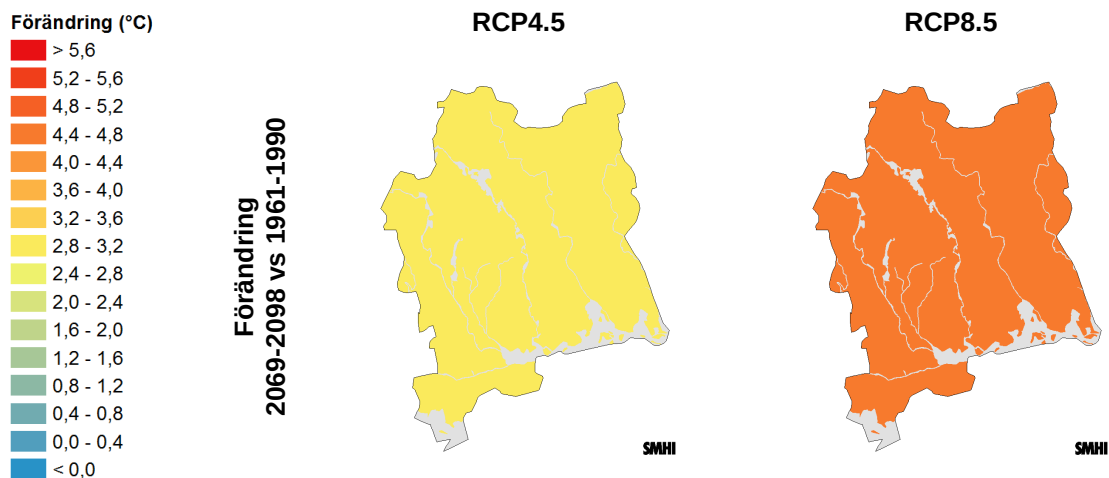
RCP8.5



SMHI



SMHI



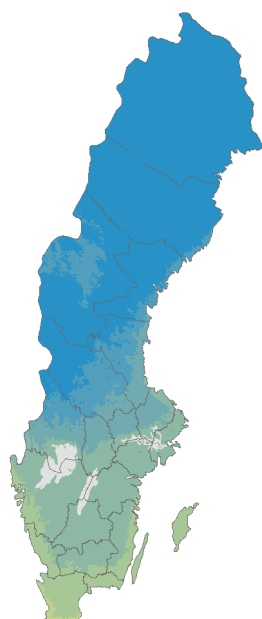
Under perioden 1961-1990 var årsmedeltemperaturen för hela Västmanlands län 5,3°C. Temperaturen varierar något över länet, i norra delarna av länet närmare 4°C men närmast Mälaren runt 6°C. Under början av 2000-talet blev det bara en marginell ökning i länet, men trenden att det blir varmare är tydlig i båda klimatscenerierna. I mitten av seklet, perioden 2021-2050, är resultaten från de båda RCP-scenerierna ganska lika, skillnaderna tydliggörs först under andra hälften av seklet.

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

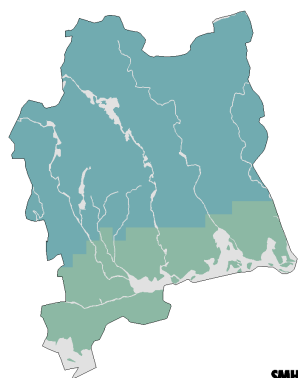
4.2 Medeltemperatur vinter

Observerat 1961-1990

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

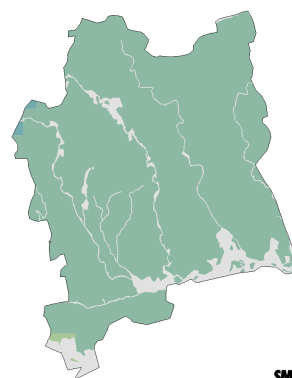


Observerat 1961-1990



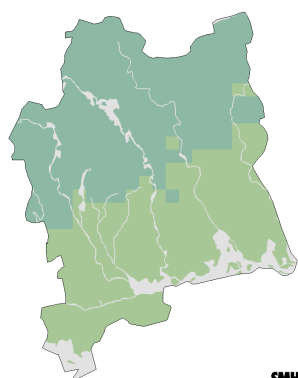
SMHI

Observerat 1991-2013



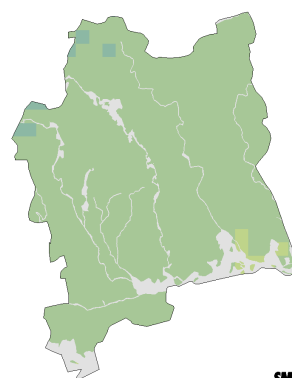
SMHI

Beräknat 2021-2050



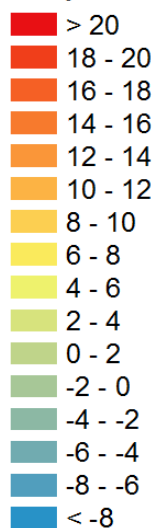
SMHI

Beräknat 2069-2098



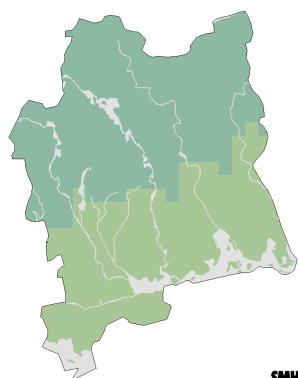
SMHI

Temperatur (°C)

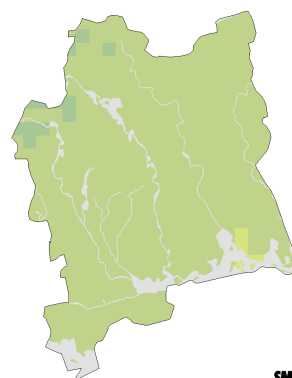


RCP4.5

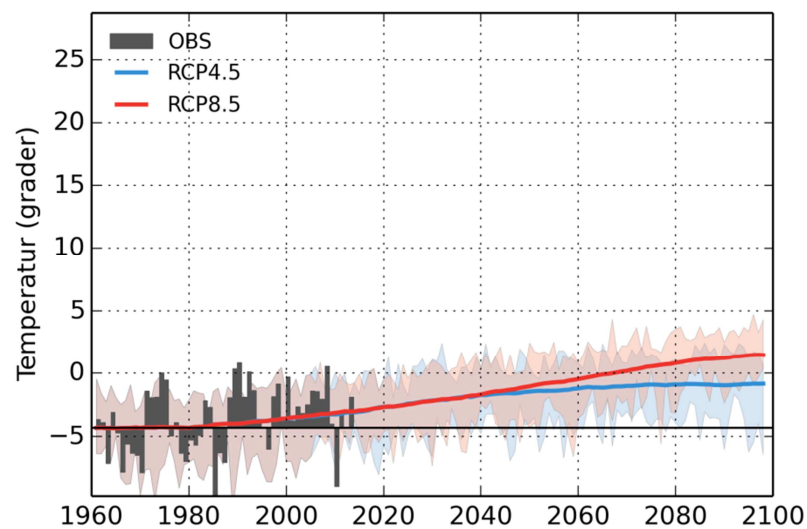
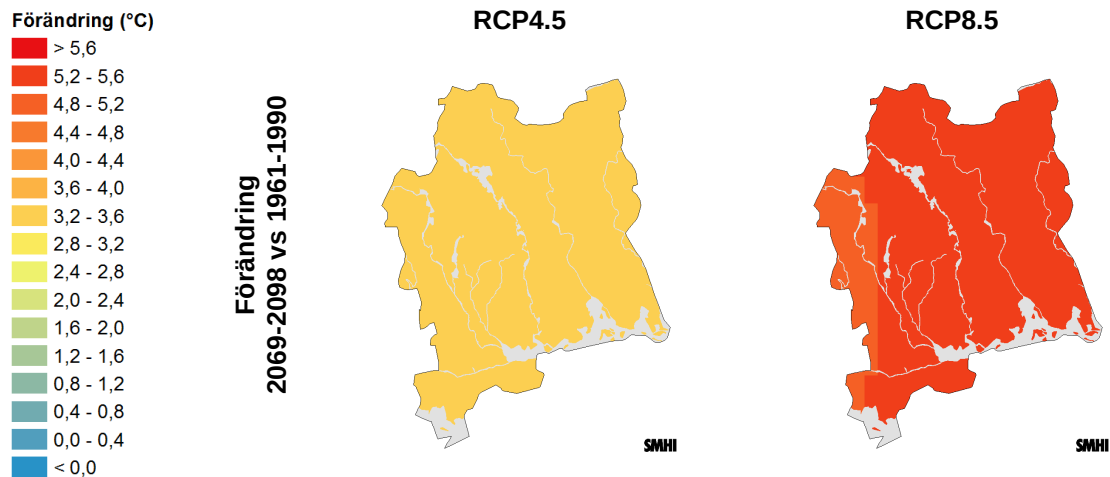
RCP8.5



SMHI



SMHI

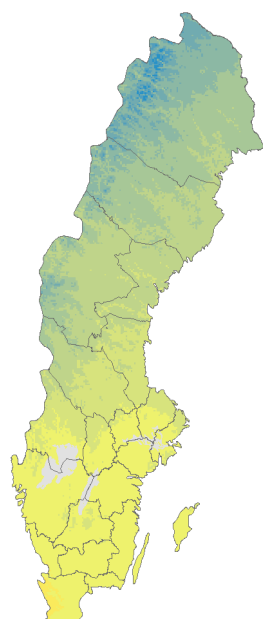


Västmanlands vintermedeltemperatur var under referensperioden 1961-1990 $-4,4^{\circ}\text{C}$. Vintrarna har blivit något mildare i söder under de senaste 23 åren, men staplarna i diagrammet visar att enstaka kallare vintrar har förekommit. De två olika scenarierna visar samstämmigt på att det blir mildrare vintrar framöver. Enligt RCP4.5 blir det 3 grader varmare till slutet av seklet, medan RCP8.5 visar närmare 6 graders skillnad mot referensperioden 1961-1990.

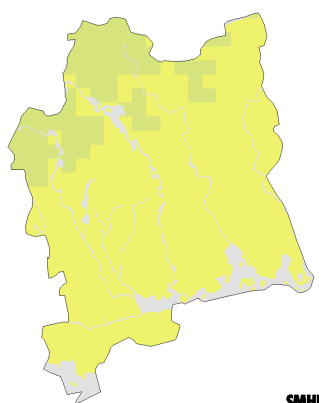
4.3 Medeltemperatur vår

Observerat 1961-1990

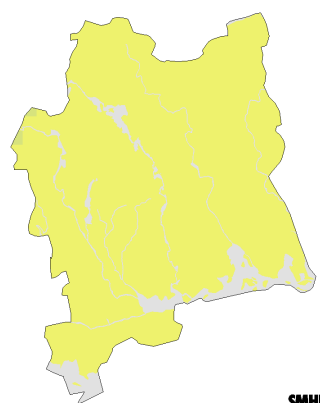
Vår definieras här som perioden mars-maj. Kartorna visar medelvärdet för respektive period beräknat utifrån dygnsmedeltemperatur.



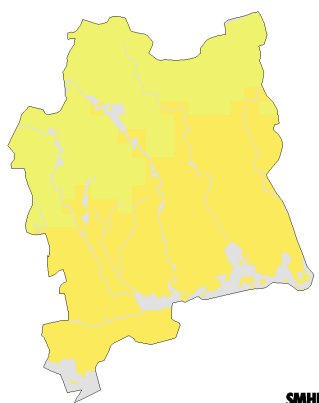
Observerat 1961-1990



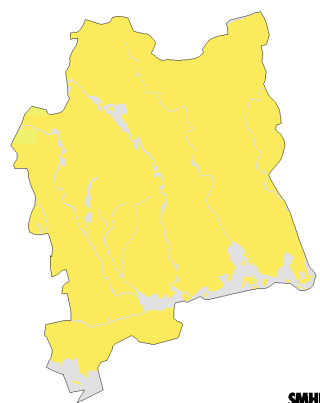
Observerat 1991-2013



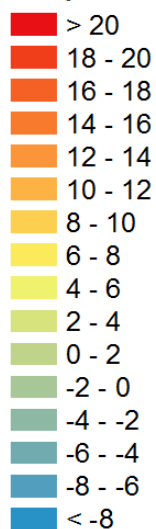
Beräknat 2021-2050



Beräknat 2069-2098

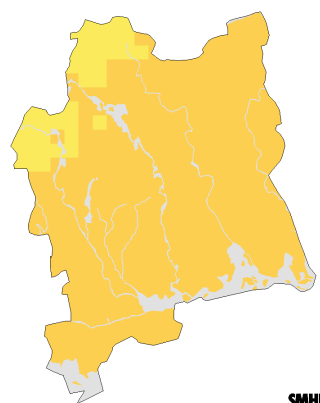
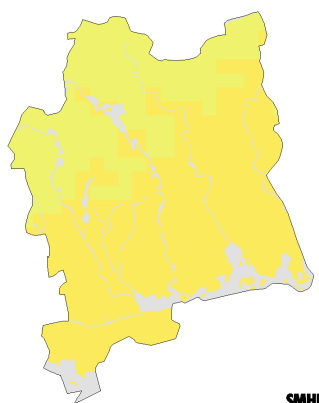


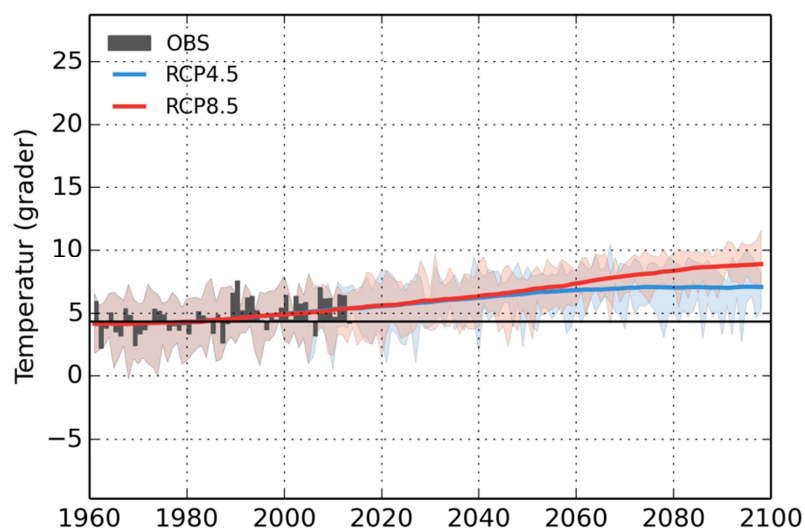
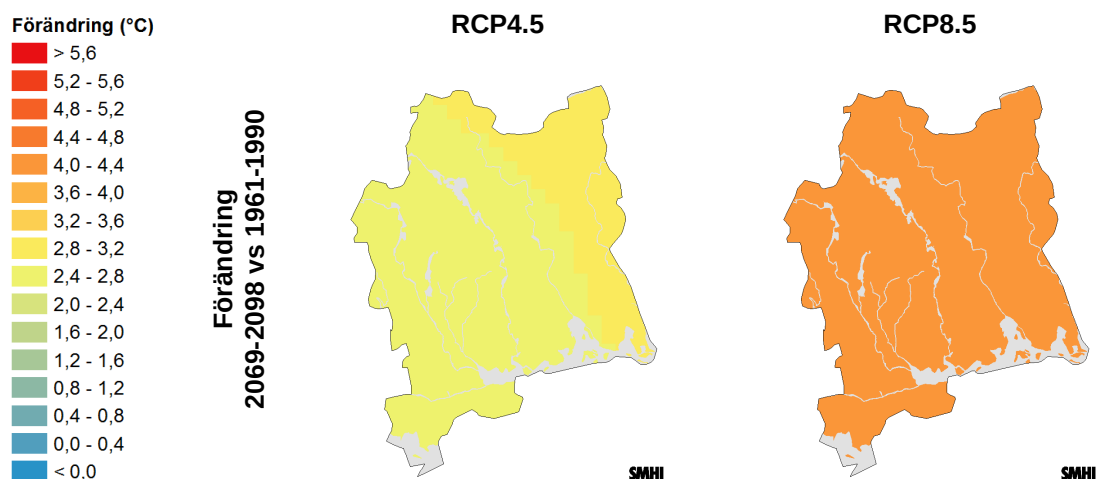
Temperatur (°C)



RCP4.5

RCP8.5



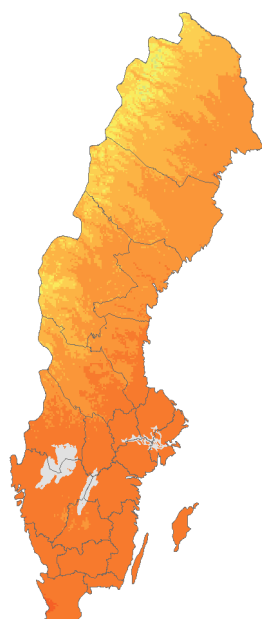


Medeltemperaturen för våren under perioden 1961-1990 var 4,3°C, och mellanårsvariationen är något mindre jämfört med vintern. De senaste drygt 20 åren har medeltemperaturen ökat med någon grad och trenden håller i sig under resten av århundradet. Den största ökningen sker enligt både RCP4.5 och RCP8.5 i länets östra del. Enligt RCP4.5 blir det 3 grader varmare till slutet av seklet medan RCP8.5 visar på ca 5 graders ökning jämfört med 1961-1990.

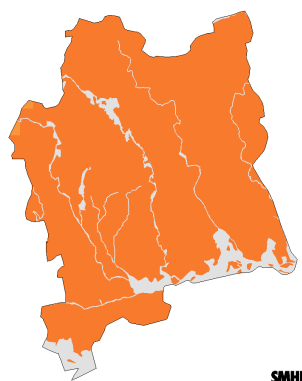
4.4 Medeltemperatur sommar

Observerat 1961-1990

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

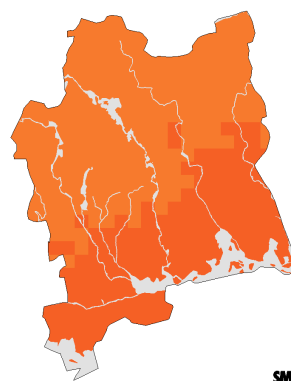


Observerat 1961-1990



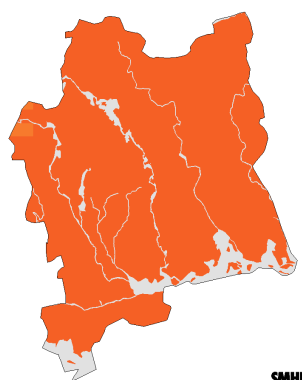
SMHI

Observerat 1991-2013



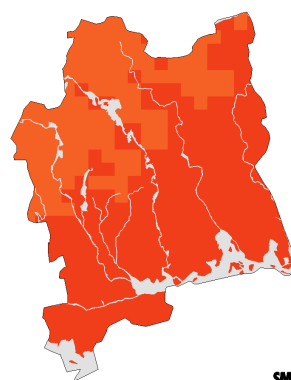
SMHI

Beräknat 2021-2050



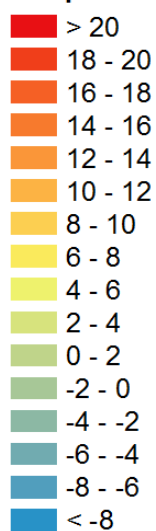
SMHI

Beräknat 2069-2098



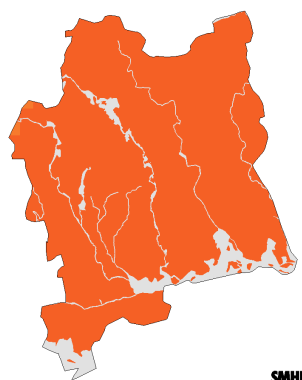
SMHI

Temperatur (°C)

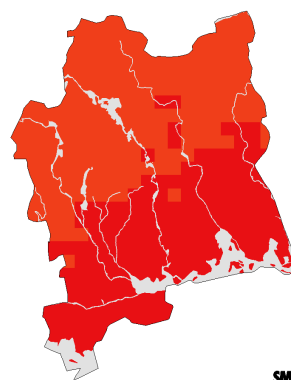


RCP4.5

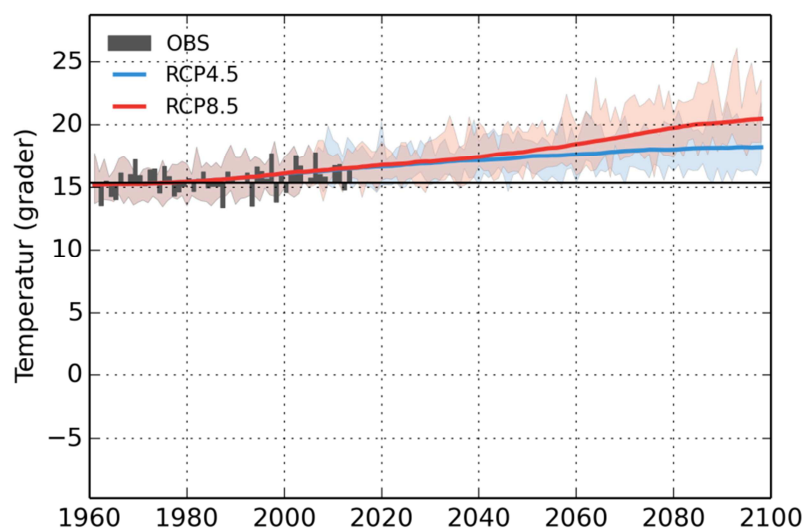
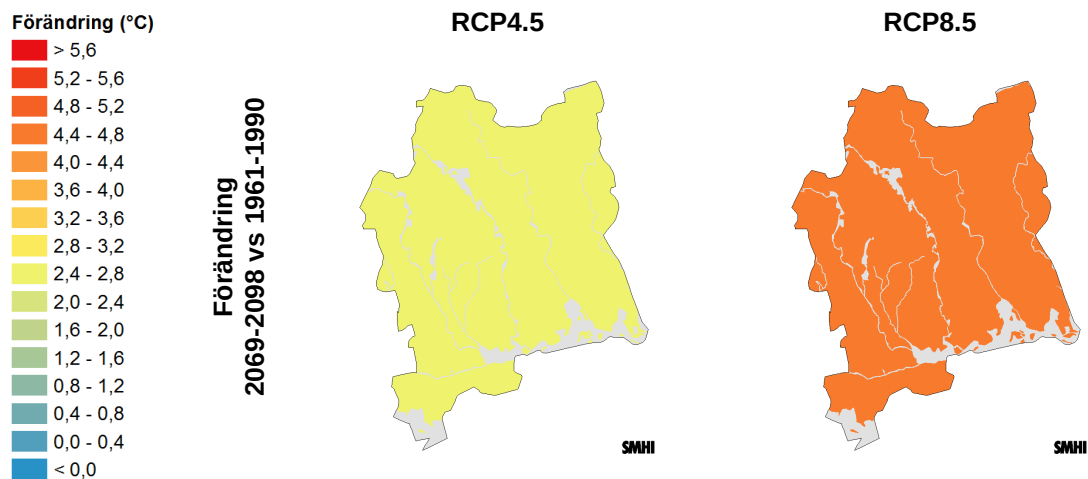
RCP8.5



SMHI



SMHI

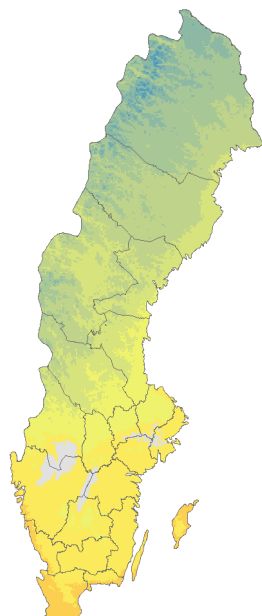


Sommarmedeltemperaturen under 1961-1990 var 15,3°C. Temperaturen är ganska jämt fördelad över länet under sommaren. Under perioden 1991-2013 steg temperaturen något, den största ökningen skedde i länets södra delar. Temperaturen fortsätter att stiga och till slutet av seklet visar RCP4.5 en ökning på 3 grader medan RCP8.5 visar på 5 graders ökning jämfört med 1961-1990.

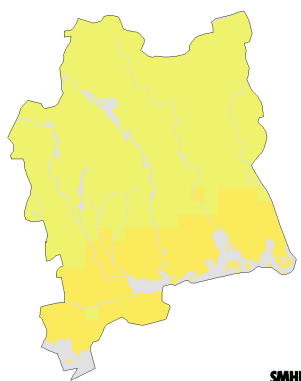
4.5 Medeltemperatur höst

Observerat 1961-1990

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

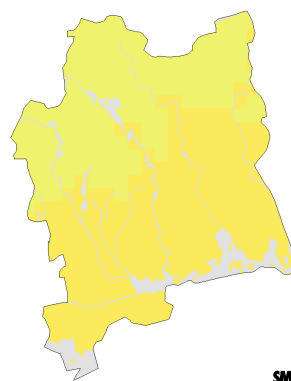


Observerat 1961-1990



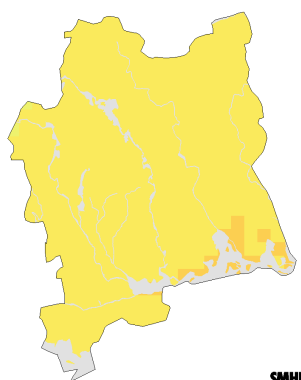
SMHI

Observerat 1991-2013



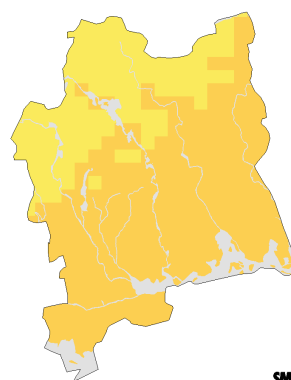
SMHI

Beräknat 2021-2050



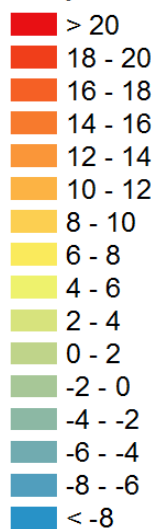
SMHI

Beräknat 2069-2098



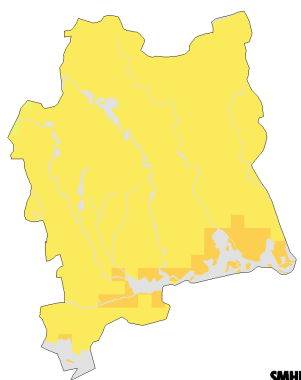
SMHI

Temperatur (°C)

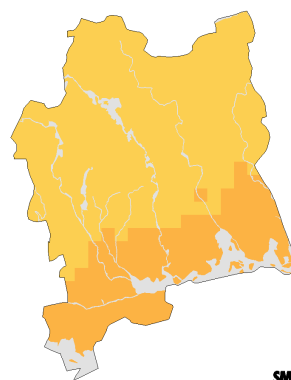


RCP4.5

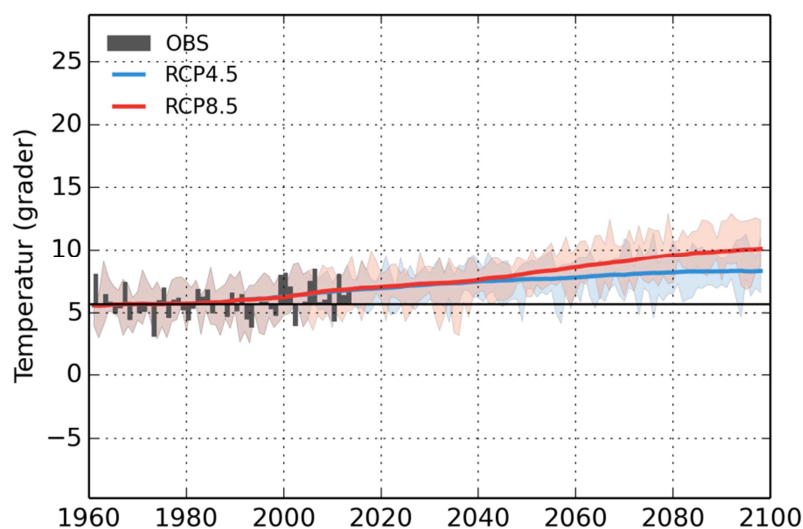
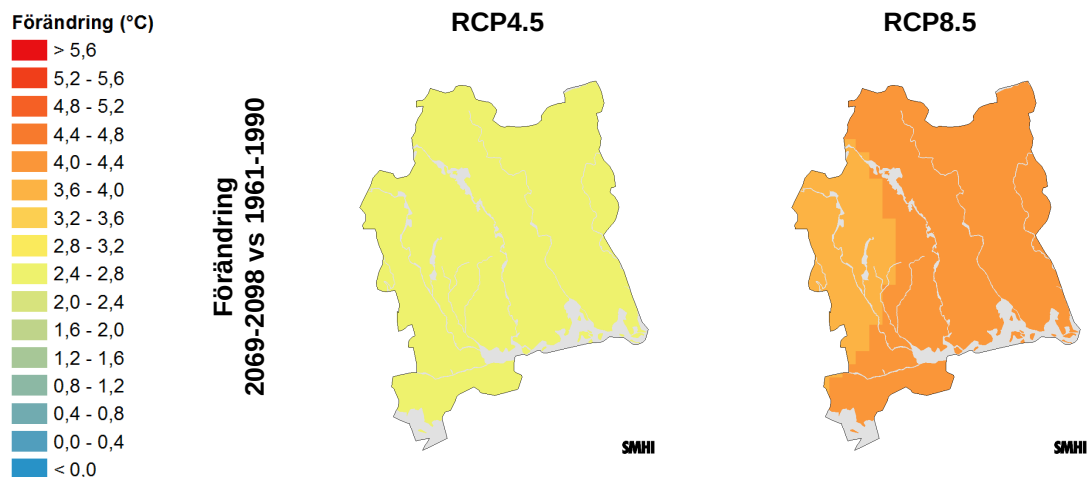
RCP8.5



SMHI



SMHI



Medeltemperaturen för hösten under perioden 1961-1990 var 5,7°C och steg någon grad under perioden 1991- 2013. Trenden med mildare höst håller i sig och fram till slutet av seklet har det blivit 2-4 grader varmare i hela länet. Den största ökningen väntas i östra delen av länet och nära de stora sjöarna.

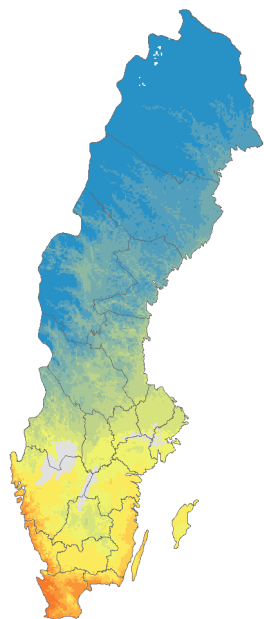
Allmänt om årstiderna

Både RCP4.5 och RCP8.5 visar på en temperaturökning för alla årstiderna fram till slutet av seklet. 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.

Den största temperaturökningen sker under vintermånaderna. Enligt RCP4.5 blir det drygt 3 grader varmare till slutet av seklet, medan RCP8.5 visar på upp till 6 graders ökning jämfört med referensperioden 1961-1990. Den största skillnaden väntas i södra delen av länet. Även under våren och sommaren väntas stor temperaturökning. RCP4.5 visar på en ökning i medeltemperatur med 3 grader och RCP8.5 på 5 grader ökning jämfört med referensperioden.

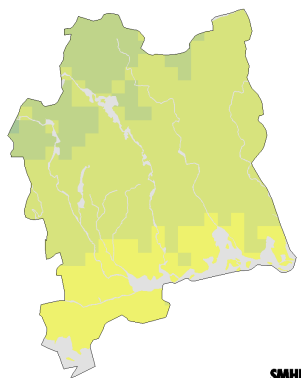
4.6 Vegetationsperiodens längd

Observerat 1961-1990



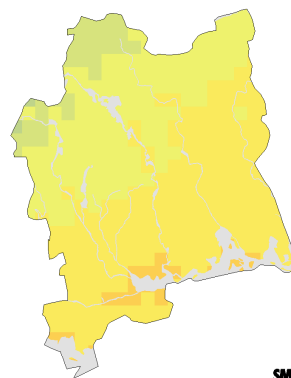
Längden på vegetationsperioden är definierad som skillnaden mellan sluttidpunkt och starttidpunkt. Starttidpunkt är första dagen på året i en sammanhängande fyradagarsperiod då dygnsmedeltemperaturen överstiger 5°C. Sluttidpunkt är sista dagen i årets sista fyradagarsperiod med dygnsmedeltemperatur över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

Observerat 1961-1990



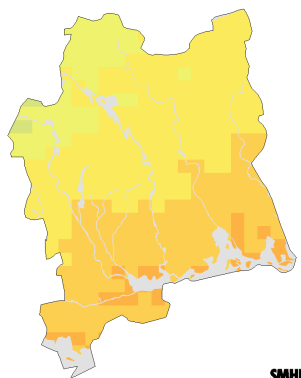
SMHI

Observerat 1991-2013



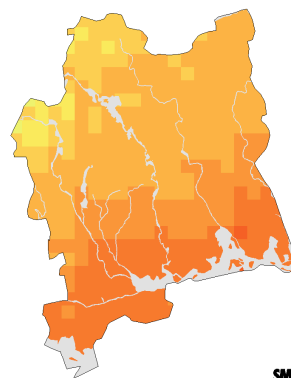
SMHI

Beräknat 2021-2050



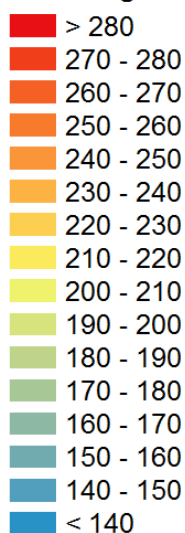
SMHI

Beräknat 2069-2098



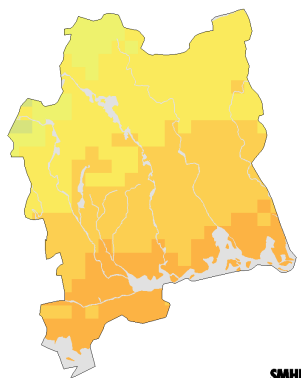
SMHI

Antal dagar

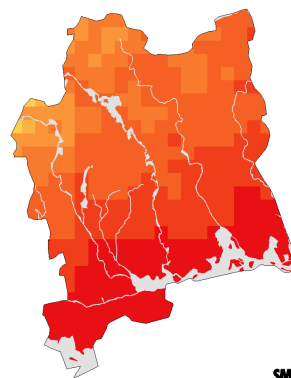


RCP4.5

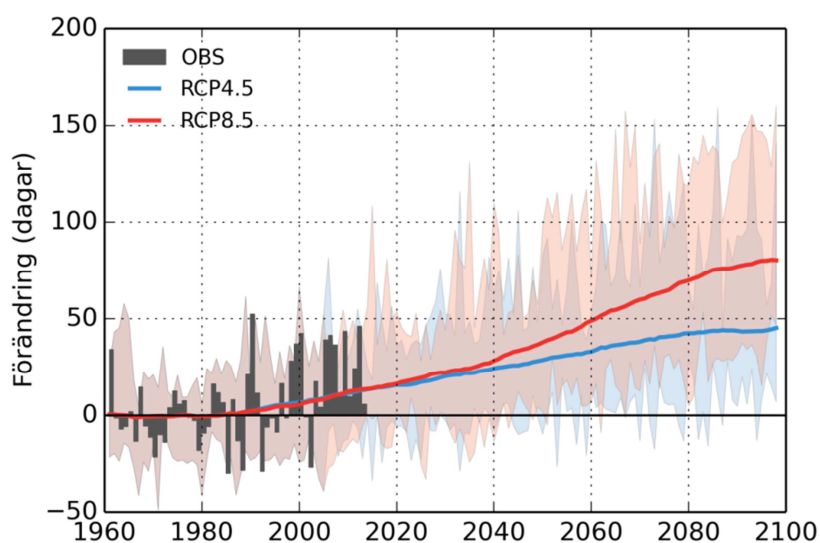
RCP8.5



SMHI



SMHI



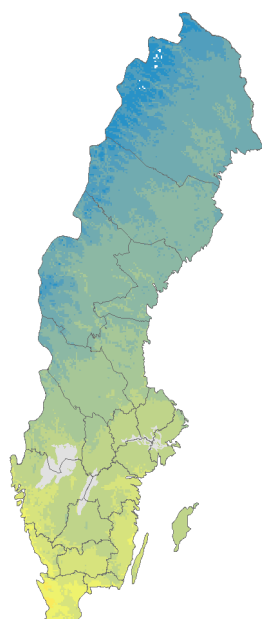
Längden på vegetationsperioden¹ under perioden 1961-1990 för länet som helhet var 195 dagar, vilket motsvarar drygt 6 månader. Närmast Mälaren och Hjälmaren är det lite mildare än i övriga delar av länet, vilket gör att vegetationsperioden där är ca 7 och en halv månad. Under de senaste dryga 20 åren har vegetationsperioden ökat med 1-2 veckor i hela länet.

Klimatscenerierna visar tydligt att vegetationsperioden kan bli längre under de kommande årtiondena. Den största ökningen ses för södra delarna av länet. Fram mot slutet av århundrandet visar RCP4.5 på en ökning med generellt 7 veckor över hela länet. Temperaturen i scenario RCP8.5 är lite varmare än RCP4.5 under våren och hösten och detta syns tydligt på vegetationsperioden. Mellan de två scenarierna skiljer det ungefär 4-5 veckor. I södra delarna av länet sträcker sig vegetationsperioden i slutet av seklet enligt RCP8.5 upp mot 270 dagar, det vill säga vegetationsperioden kommer mot slutet av seklet att täcka in tre fjärdedelar av året.

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.

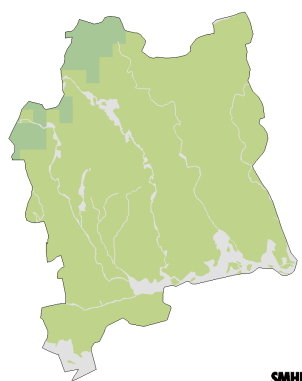
4.7 Vegetationsperiodens starttidpunkt

Observerat 1961-1990



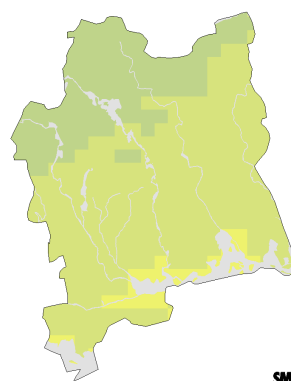
Starttidpunkt är första dagen på året i en sammanhängande fyradagarsperiod då dygnsmedeltemperaturen överstiger 5°C. Indexet baseras enbart på beräkningar med temperatur och tar inte hänsyn till solinstrålning. Indexet ger tillsammans med vegetationsperiodens längd en uppfattning om framtida förhållanden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

Observerat 1961-1990



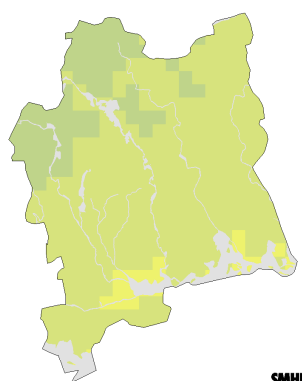
SMHI

Observerat 1991-2013



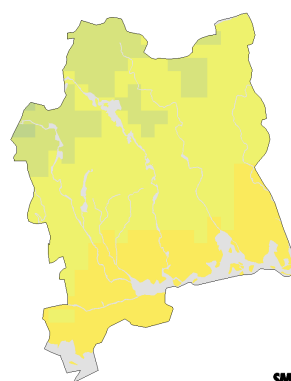
SMHI

Beräknat 2021-2050



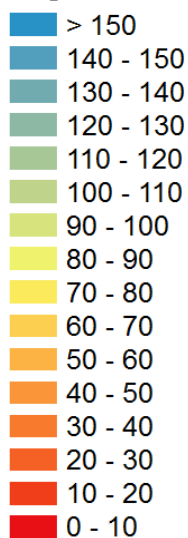
SMHI

Beräknat 2069-2098



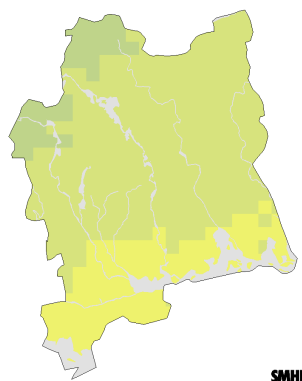
SMHI

Dagnummer

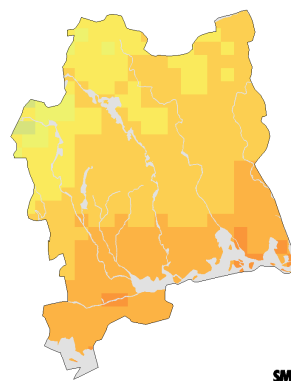


RCP4.5

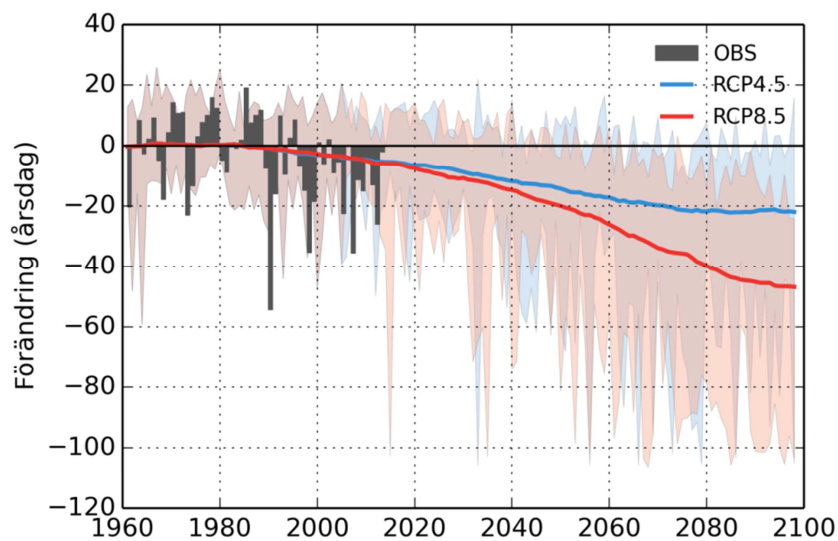
RCP8.5



SMHI



SMHI

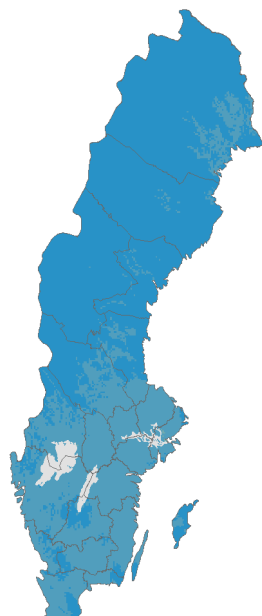


Vegetationsperiodens start definieras här som första tillfället på året när dygnsmedeltemperaturen överstiger 5°C under 4 dagar i följd. Vegetationsperiodens start räknas då från den första av dessa fyra dagar. Starttiden kan variera en del från år till år, beroende på om vintern varit lång och kall eller om mildluft tidigt förs in. Under referensperioden 1961-1990 hamnar medelvärde för starttiden för vegetationen på dagnummer 106, vilket motsvarar mitten av april. Under 90-talet och 2000-talet ökade vegetationsperiodens start allmänt med några dagar. Trenden håller i sig under resten utav århundradet. I slutet av seklet har starttidpunkten ökat med ca 3 veckor enligt RCP4.5 medan RCP8.5 visar på en ökning med upp mot 1,5 månad. Den största ökningen väntas i södra Västmanland där vegetationsperioden, vid seklets slut, kan komma att starta i slutet av februari.

Analyserna av vegetationsperiodens start och längd visar att vegetationsperiodens slut förändras ungefär lika mycket som starttidpunkten. I slutet av seklet senareläggs sluttidpunkten med 1-2 veckor enligt RCP4.5 och ca 1 månad enligt RCP 8.5.

4.8 Värmebölja

Observerat 1961-1990



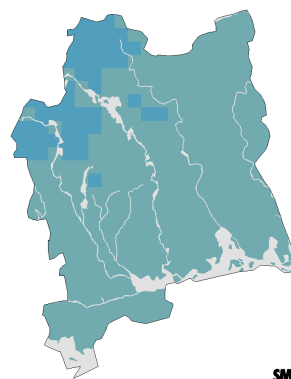
Värmebölja är vanligen ett begrepp för en längre period med höga dagstemperaturer. Det finns ingen vedertagen internationell definition och även i Sverige förekommer flera definitioner. Här definieras värmebölja som årets längsta sammanhängande period med dygnsmedeltemperatur över 20°C. Indexet belyser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

Observerat 1961-1990



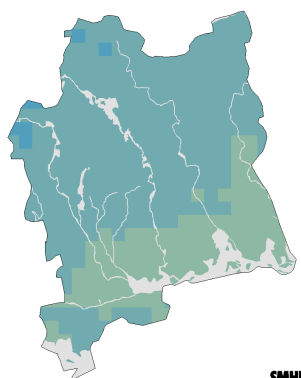
SMHI

Observerat 1991-2013



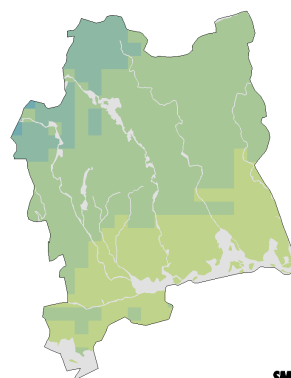
SMHI

Beräknat 2021-2050



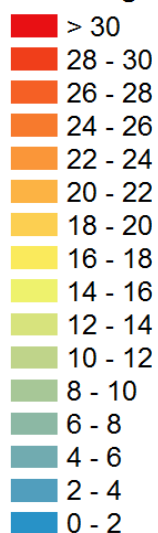
SMHI

Beräknat 2069-2098



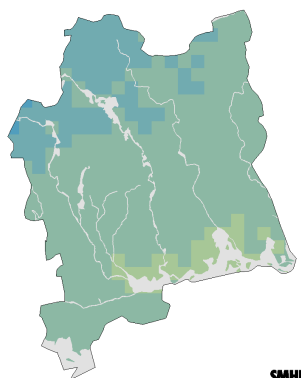
SMHI

Antal dagar

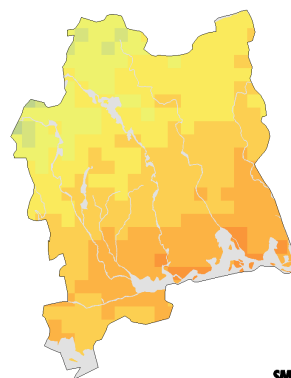


RCP4.5

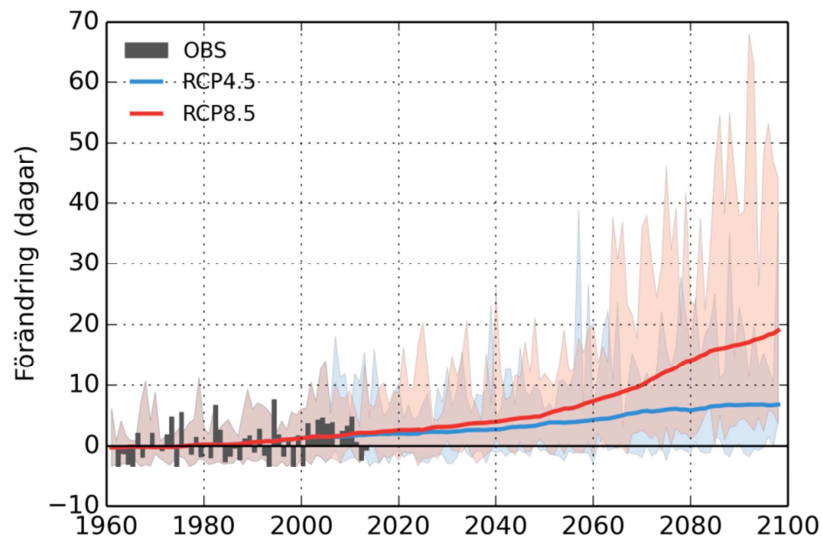
RCP8.5



SMHI



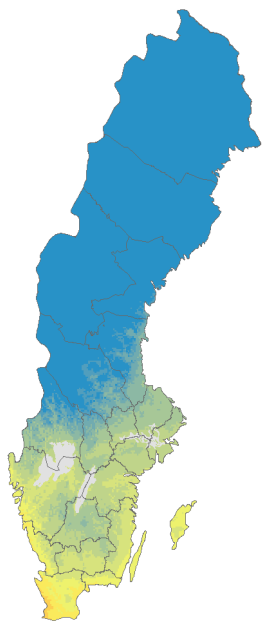
SMHI



Under perioden 1961-1990 var det bara ett fåtal tillfällen varje år som dygnsmedeltemperaturen kom över 20°C. Medelvärde för länet som helhet var 3,3 dagar. Det har under de senaste drygt 20 åren blivit något varmare men antalet sammanhängande dagar med medeltemperaturer över 20°C har bara ökat med ca 1-3 dagar per år 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 6 gånger i slutet av seklet. I norra Västmanland i genomsnitt om 12-16 dagar i följd och närmast Mälaren kan det röra sig om upp till tre veckor i följd med värmebölja. Ökningen är inte fullt lika stor i RCP4.5, i norra Västmanland visar ca 1 vecka i följd med varma dagar men den största ökningen finns i söder där värmeböljan kan hålla i sig i genomsnitt under nästan två veckors tid.

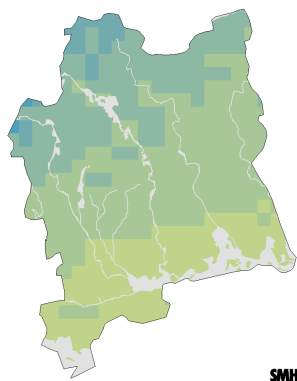
4.9 Graddagar för uppvärmning

Observerat 1961-1990

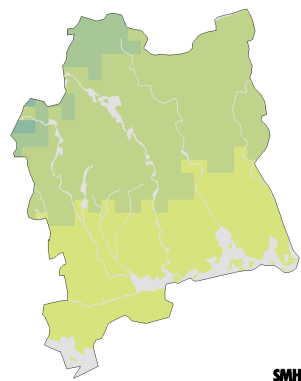


Graddagar för uppvärmning är skillnaden mellan dygnsmedeltemperaturen och tröskelvärdet 17°C, summerat på ett år. En dygnsmedeltemperatur på 12°C bidrar exempelvis med 5 grader till årssumman. Dygnsmedeltemperaturer över 17°C ger inget bidrag. Graddagar för uppvärmning är ett energimått och används för att uppskatta behovet av uppvärmning i bostäder.

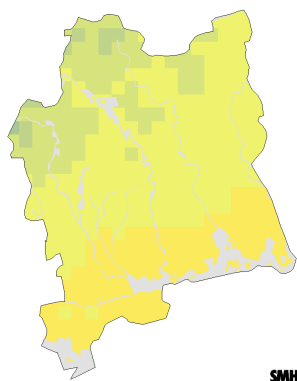
Observerat 1961-1990



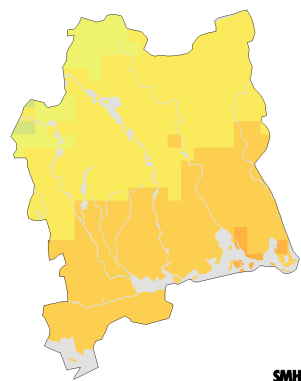
Observerat 1991-2013



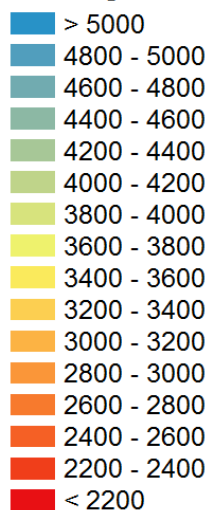
Beräknat 2021-2050



Beräknat 2069-2098

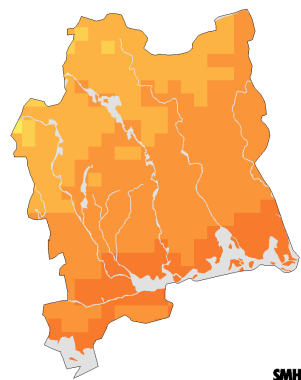
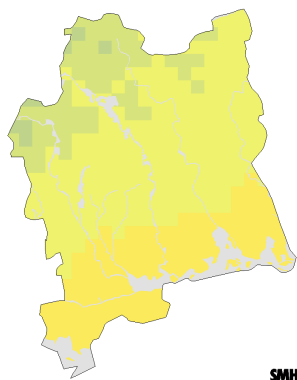


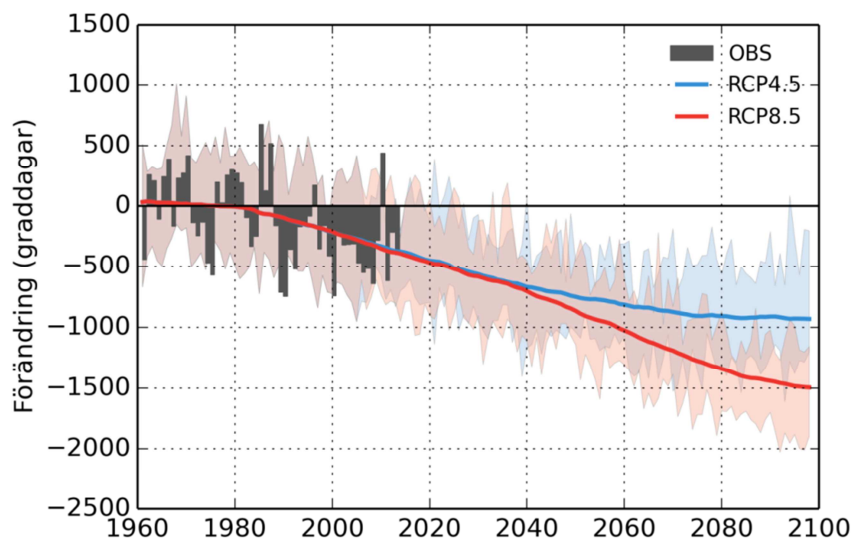
Graddagar



RCP4.5

RCP8.5



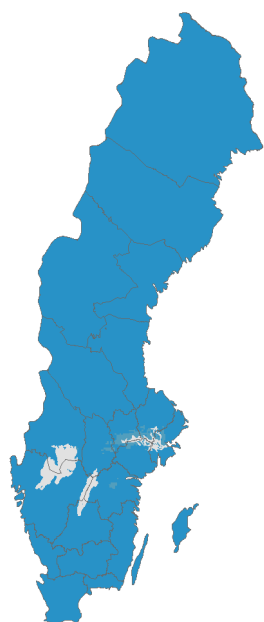


Behovet av uppvärmning minskar. För referensperioden 1961-1990 var antalet graddagar 4330 i genomsnitt för länet. Temperaturgradienten över länet syns i kartorna som större antal graddagar i norr jämfört med söder. Under de senaste årtiondena har uppvärmningsbehovet minskat i medeltal, vilket framgår både av kartor och av diagram. Den utvecklingen ser ut att fortsätta och om 25 år är enligt beräkningarna antalet graddagar för länet ca 3600. RCP4.5 visar på ca 3300 graddagar för länet vid seklets slut, med en variationsbredd på 3100-3800 graddagar. RCP8.5 anger en minskning ned mot 2800 graddagar, med variationsbredd 2300-3100 graddagar.

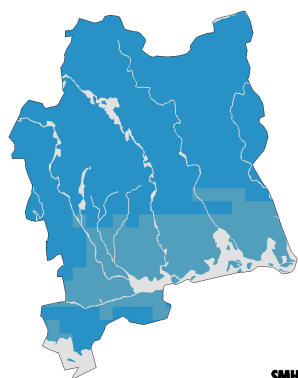
4.10 Graddagar för kylning

Observerat 1961-1990

Graddagar för kylning är summan av hela årets dygnsmedeltemperaturer över 20°C. En dygnsmedeltemperatur på 22°C bidrar exempelvis med 2 grader till årssumman. Graddagar för kylning är ett energimått och används för att uppskatta behovet av kylning i bostäder.

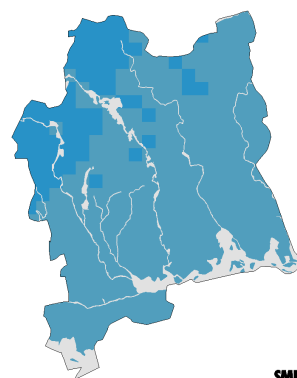


Observerat 1961-1990



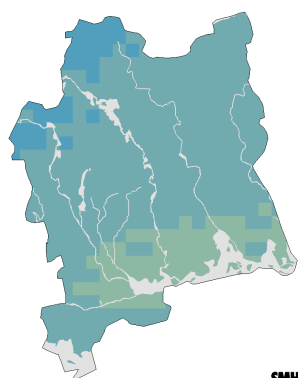
SMHI

Observerat 1991-2013



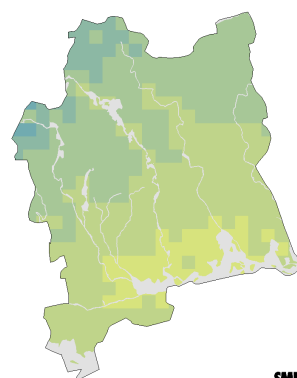
SMHI

Beräknat 2021-2050



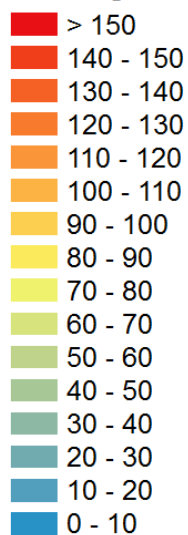
SMHI

Beräknat 2069-2098



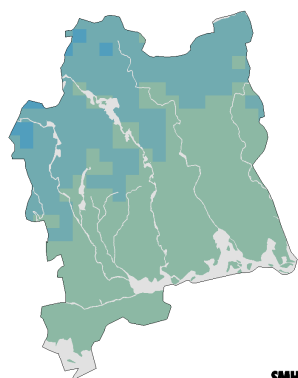
SMHI

Graddagar

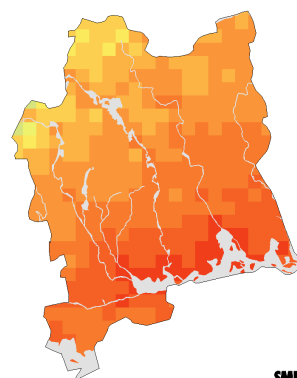


RCP4.5

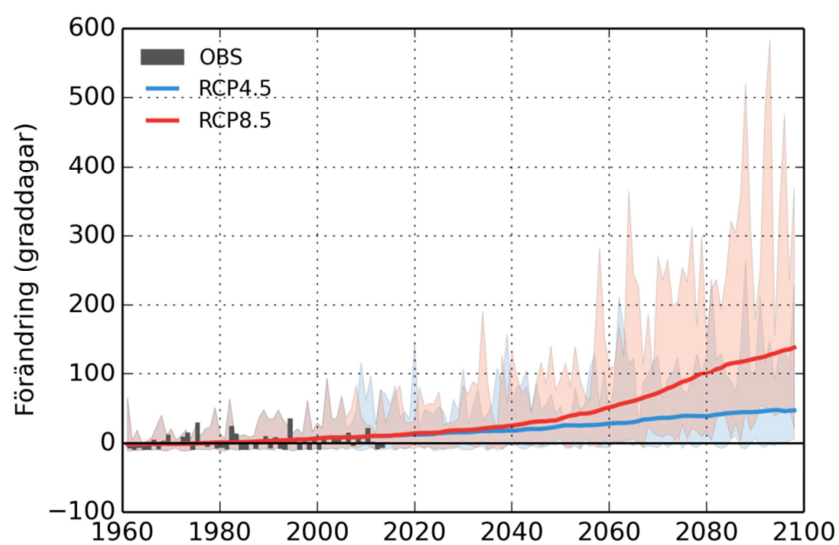
RCP8.5



SMHI



SMHI



Behoven av kylning har hittills varit små i Sverige. För Västmanlands län var medeltalet för referensperioden 1961-1990 9 graddagar, enligt den definition som här används. Kylbehovet ökar med ökande sommartemperaturer och RCP8.5 visar en markant ökning mot slutet av seklet till i medeltal 130 graddagar.

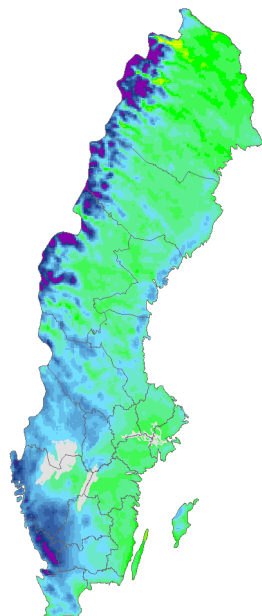
Behovet av energi för kylning förblir dock mycket litet i jämförelse med uppvärmningsbehovet, även i framtiden.

5 Nederbörd

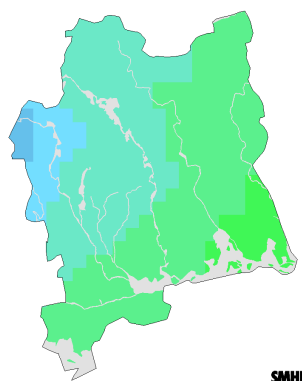
5.1 Årsmedelnederbörd

Observerat 1961-1990

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

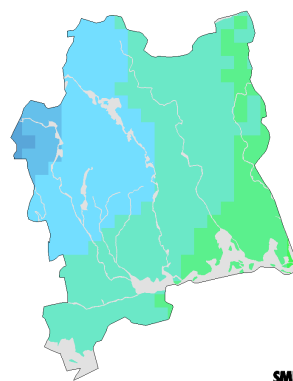


Observerat 1961-1990



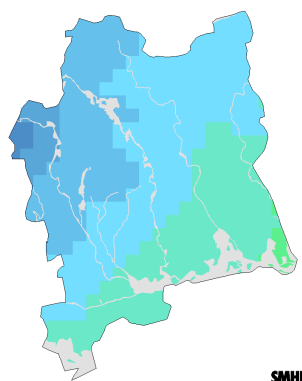
SMHI

Observerat 1991-2013



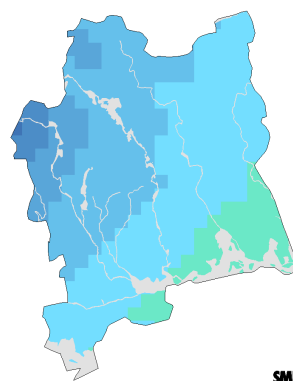
SMHI

Beräknat 2021-2050



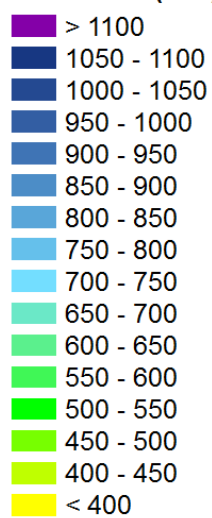
SMHI

Beräknat 2069-2098



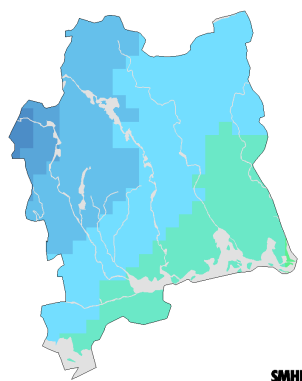
SMHI

Nederbörd (mm)

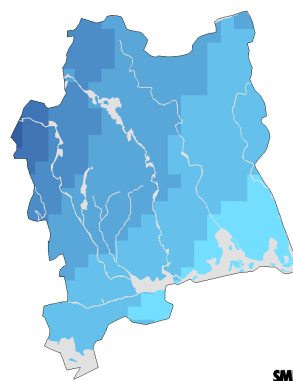


RCP4.5

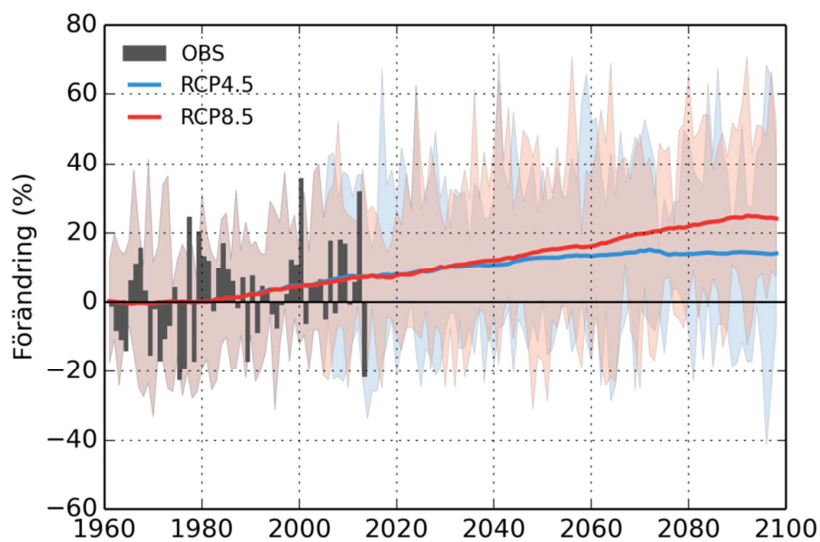
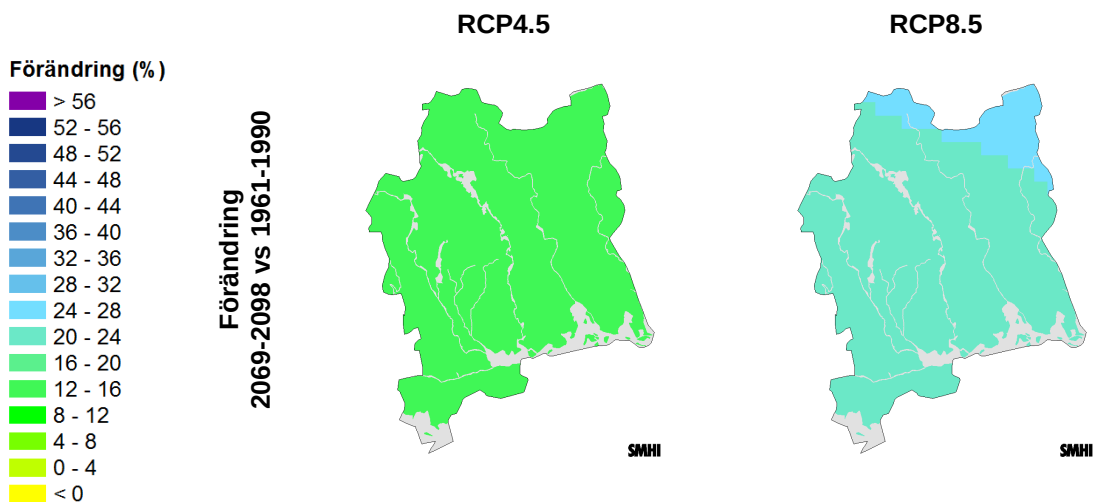
RCP8.5



SMHI



SMHI

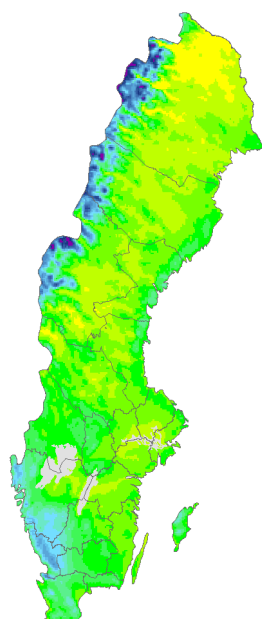


Årsmedelnederbörden i Västmanland var under perioden 1961-1990 651 mm. Det regnar och snöar mest i den västra delen av länet, eftersom länet är mest höglänt där och våra vädersystem vanligen kommer västerifrån. Diagrammet visar att mellanårsvariationen är stor (se de svarta observationsstaplarna). Under de senaste 23 åren har nederbörden ökat något, främst i länets västra del. I ett framtida klimat väntas nederbörden öka, vilket båda RCP-scenarierna visar. Ökningen är störst i RCP8.5, drygt 20 % till slutet av seklet, medan RCP4.5 har en ökning på ca 15 %. Förändringskartorna visar att ökningen är störst i norra delen av länet.

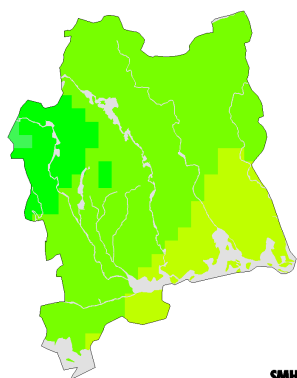
5.2 Medelnederbörd vinter

Observerat 1961-1990

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

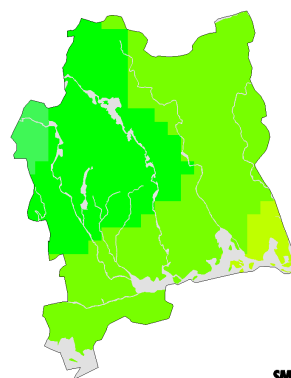


Observerat 1961-1990



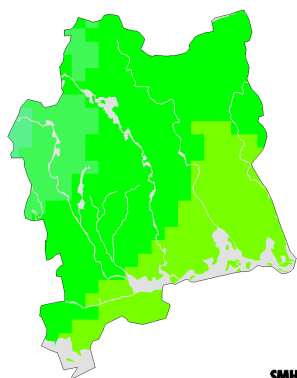
SMHI

Observerat 1991-2013



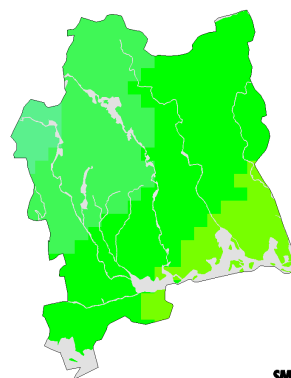
SMHI

Beräknat 2021-2050



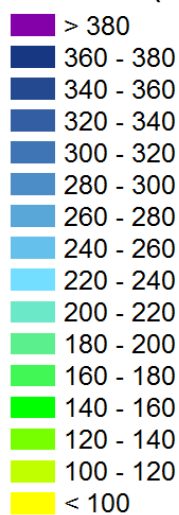
SMHI

Beräknat 2069-2098



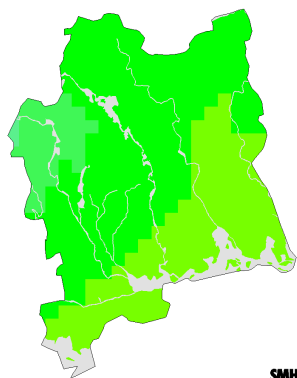
SMHI

Nederbörd (mm)

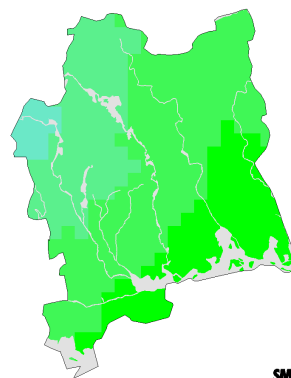


RCP4.5

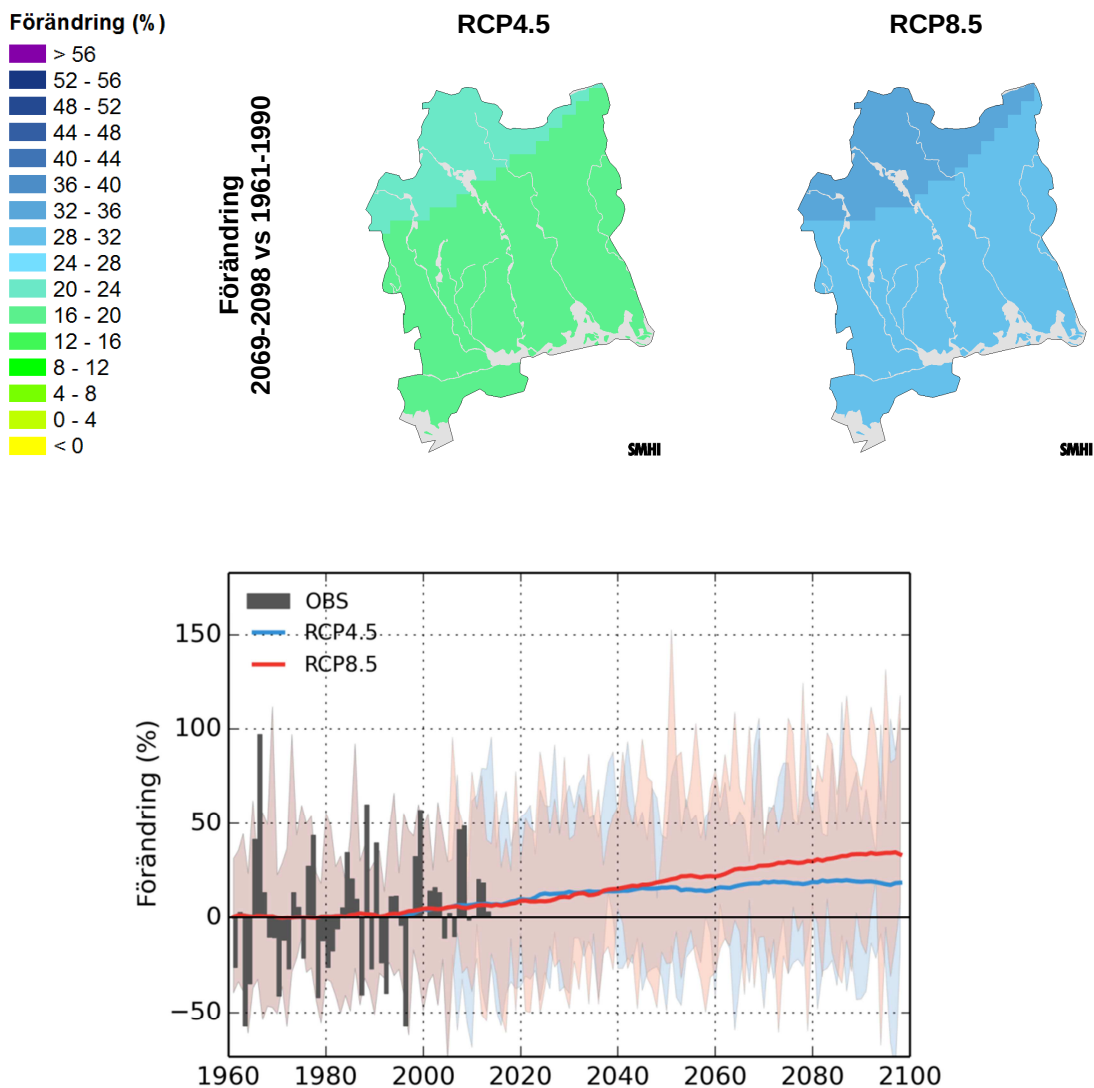
RCP8.5



SMHI



SMHI

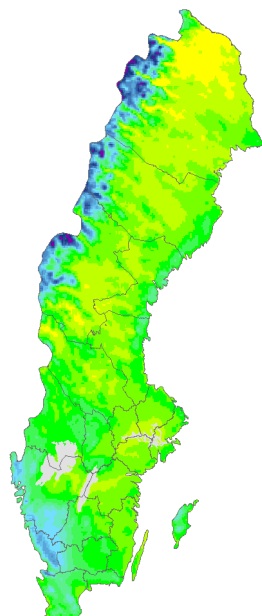


Vinternederbörden i Västmanland faller mest som snö och är jämnt fördelad över länet, årsmedelvärdet i smält form var under perioden 1961-1990 129 mm. Låglänt terräng får generellt lite mindre nederbörd. Diagrammet visar att mellanårsvariationen är mycket stor (65 mm till 250 mm). Liksom årsmedelnederbörden har vinternederbörden ökat de senaste 23 åren. RCP8.5 visar på störst ökning till slutet av seklet med 30-40 %, och den största ökningen är koncentrerad till länets norra del. RCP4.5 visar på ungefär hälften så stor ökning till slutet av seklet. I och med ett varmare klimat kommer nederbörd som regn i stället för snö att bli allt vanligare vintertid.

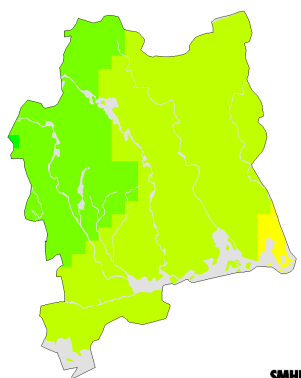
5.3 Medelnederbörd vår

Observerat 1961-1990

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

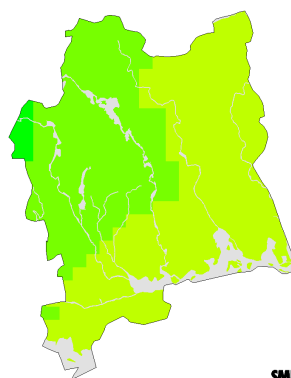


Observerat 1961-1990



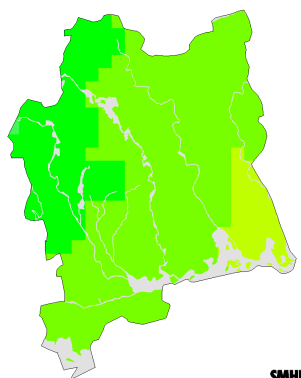
SMHI

Observerat 1991-2013



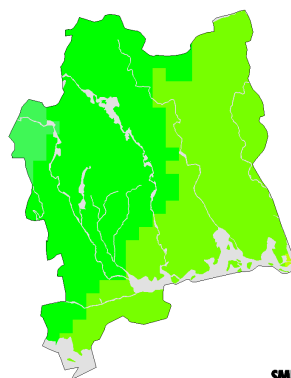
SMHI

Beräknat 2021-2050



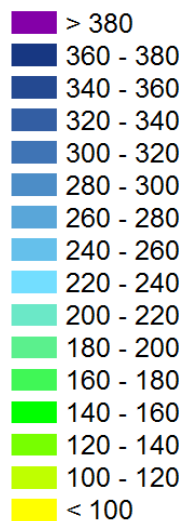
SMHI

Beräknat 2069-2098



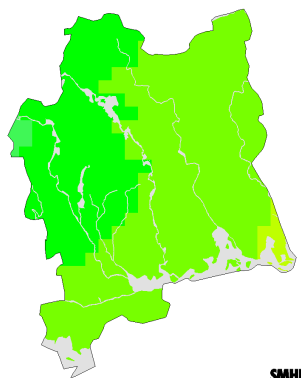
SMHI

Nederbörd (mm)

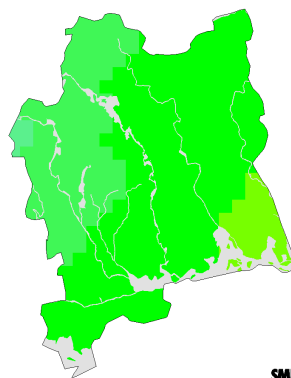


RCP4.5

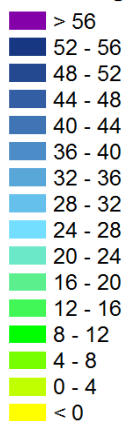
RCP8.5



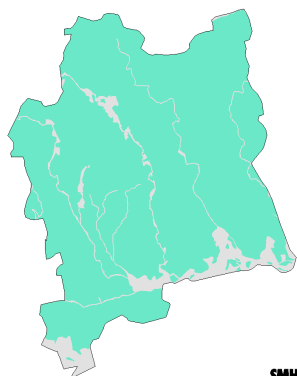
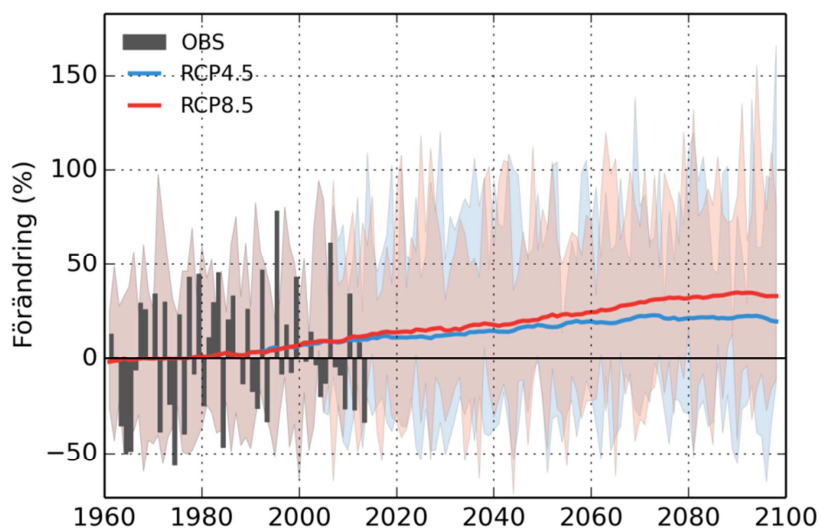
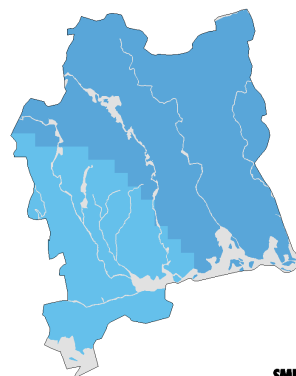
SMHI



SMHI

Förändring (%)

Förändring
2069-2098 vs 1961-1990

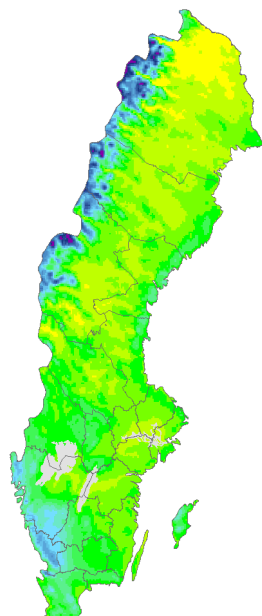
RCP4.5**RCP8.5**

Vårnederbörden var 115 mm för perioden 1961-1990. De största mängderna föll i länets västra delar men mellanårsvariationen är stor (60 mm till 210 mm). I slutet av seklet väntas en ökning av vårnederbörden med ca 20 % enligt RCP4.5 och ca 40 % enligt RCP8.5.

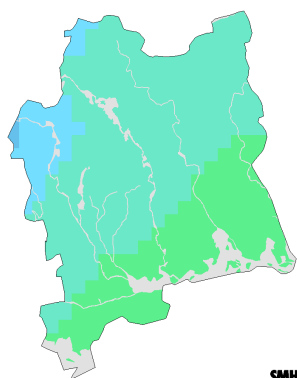
5.4 Medelnederbörd sommar

Observerat 1961-1990

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

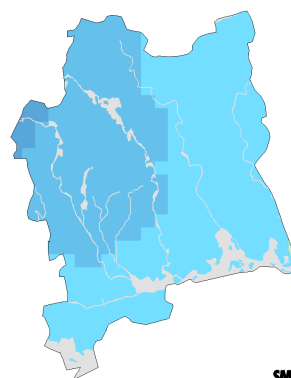


Observerat 1961-1990



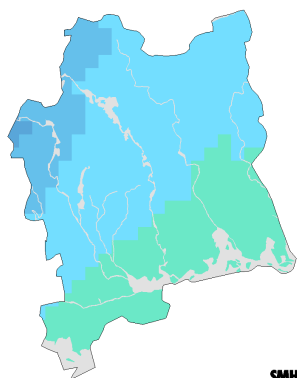
SMHI

Observerat 1991-2013



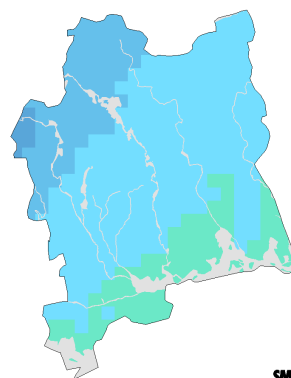
SMHI

Beräknat 2021-2050



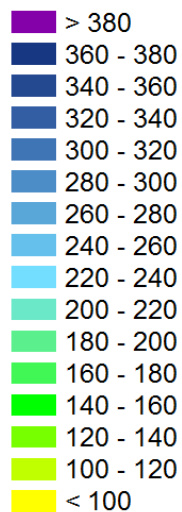
SMHI

Beräknat 2069-2098



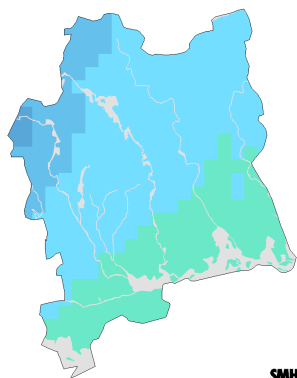
SMHI

Nederbörd (mm)

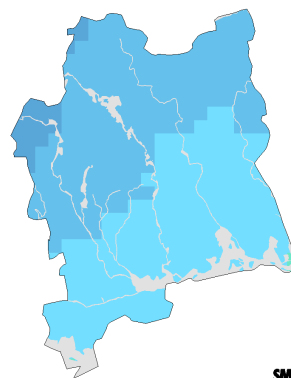


RCP4.5

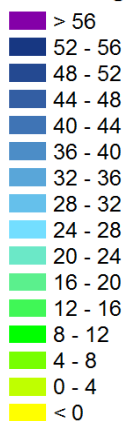
RCP8.5



SMHI

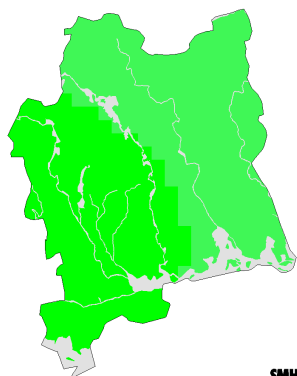


SMHI

Förändring (%)

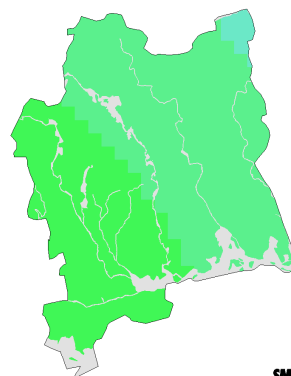
Förändring
2069-2098 vs 1961-1990

RCP4.5

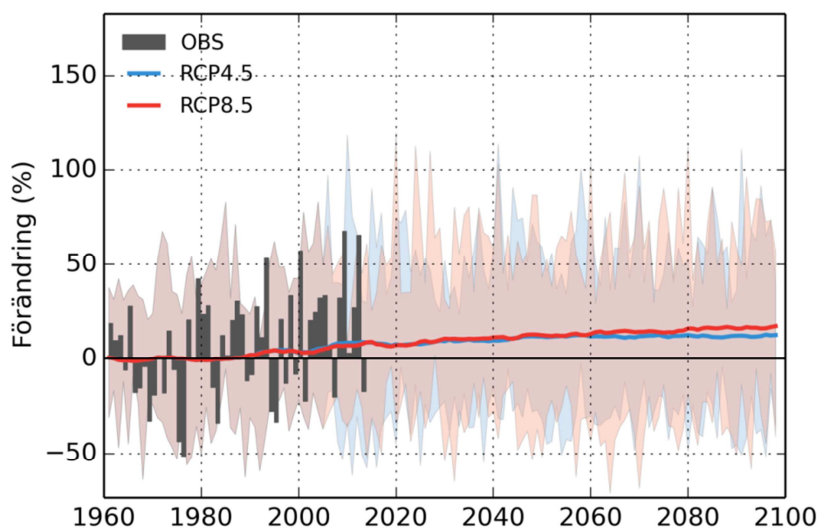


SMHI

RCP8.5



SMHI

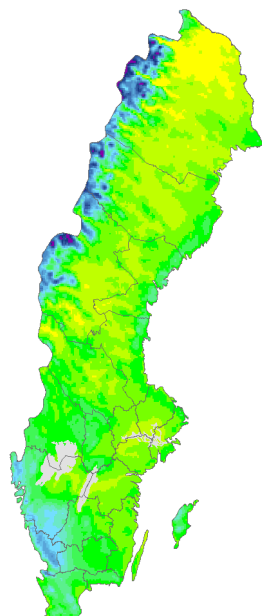


Sommaren är årstiden med störst nederbördsmängder i Västmanland, i genomsnitt 206 mm under perioden 1961-1990. Några ovanligt blöta år inträffade i början av 2010-talet, vilket syns både i diagram och karta. Enligt klimatscenarierna sker en svag ökning av sommarnederbörden fram till slutet av seklet på mellan 10 och 20 %. Ökningen är något större i RCP8.5.

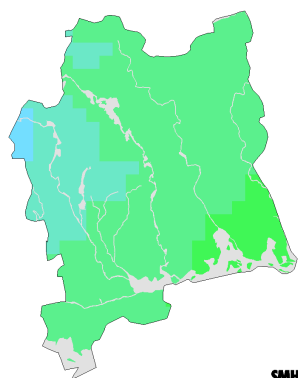
5.5 Medelnederbörd höst

Observerat 1961-1990

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

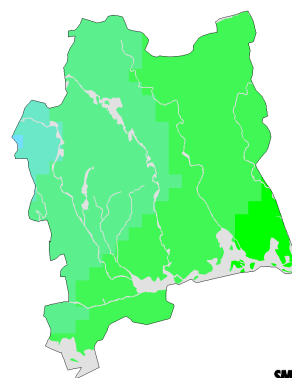


Observerat 1961-1990



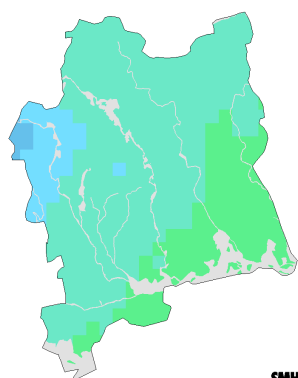
SMHI

Observerat 1991-2013



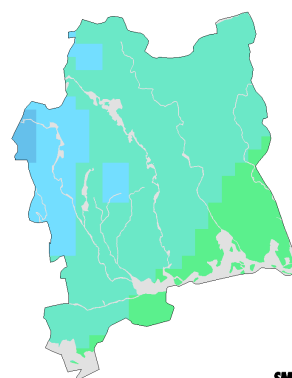
SMHI

Beräknat 2021-2050



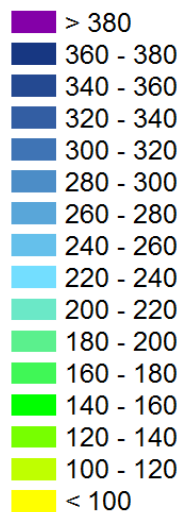
SMHI

Beräknat 2069-2098



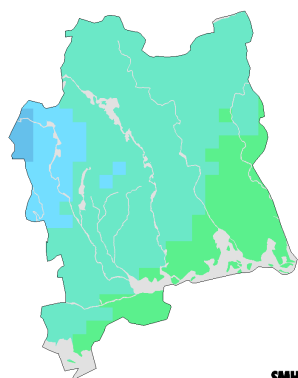
SMHI

Nederbörd (mm)

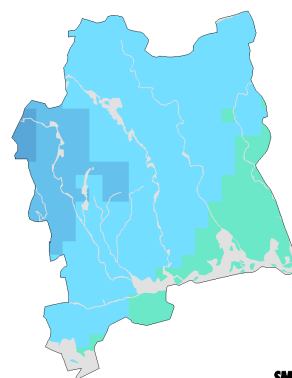


RCP4.5

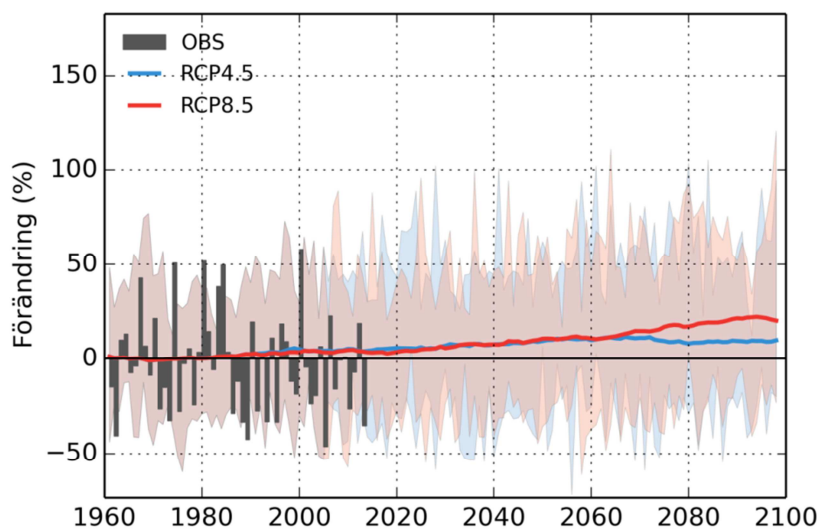
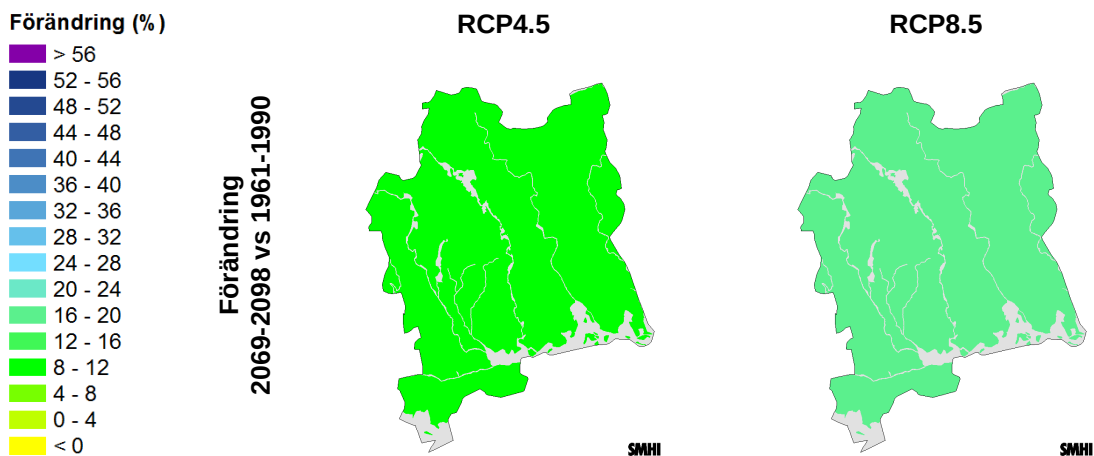
RCP8.5



SMHI



SMHI

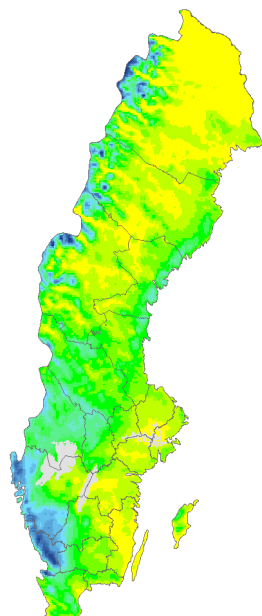


Höstnederbörden i Västmanland är i medeltal 192 mm för referensperioden 1961-1990 och mellanårsvariationen är stor (90 mm till 300 mm). Till mitten av seklet ger de båda RCP-scenarierna mycket lika resultat, en ökning på ca 10 % väntas. RCP 4.5 visar liten förändring till slutet av seklet, medan RCP8.5 visar en ökning på ca 20 %.

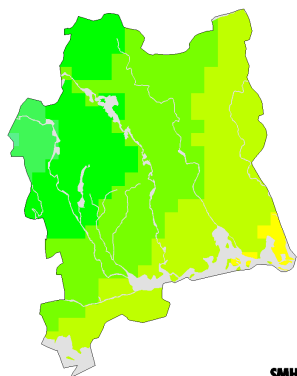
5.6 Antal dagar med mer än 10 mm nederbörd

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.

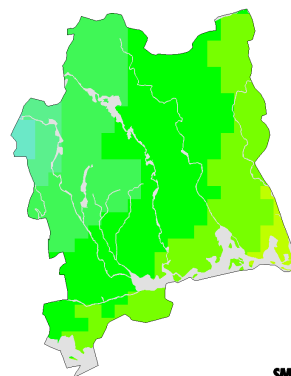


Observerat 1961-1990



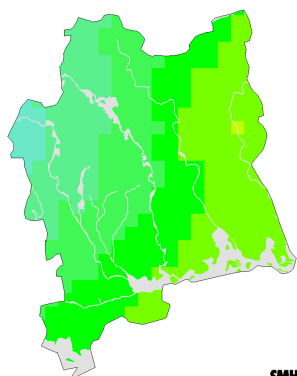
SMHI

Observerat 1991-2013



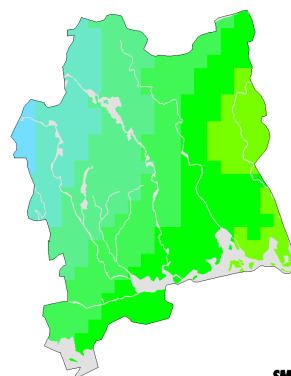
SMHI

Beräknat 2021-2050



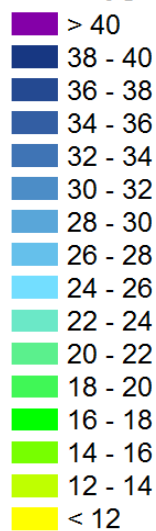
SMHI

Beräknat 2069-2098



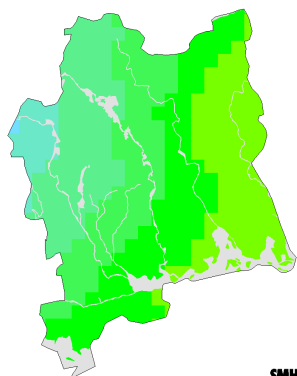
SMHI

Antal dygn

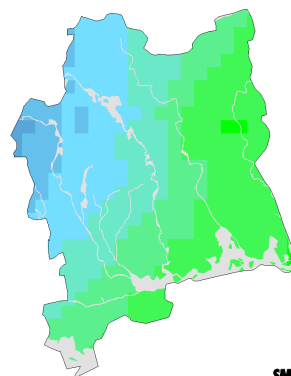


RCP4.5

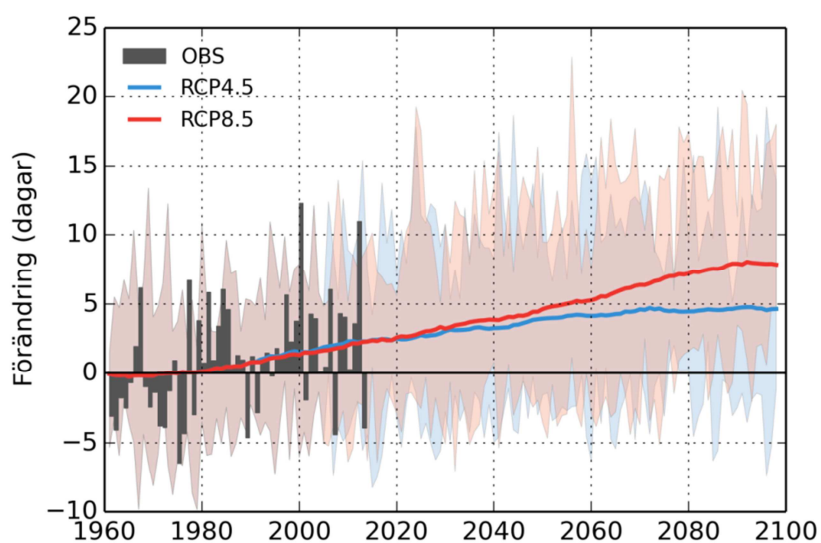
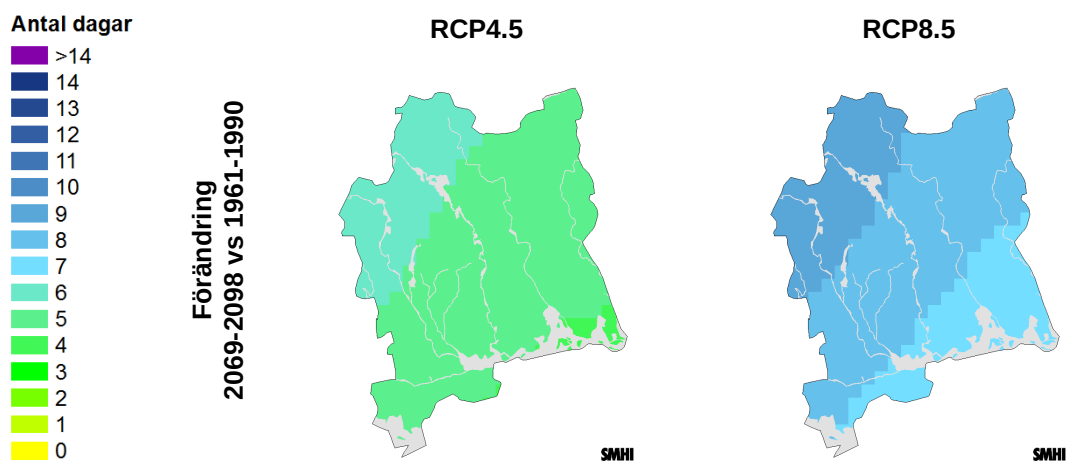
RCP8.5



SMHI



SMHI

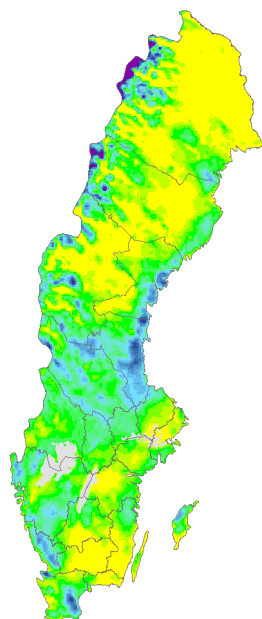


Under referensperioden 1961-1990 uppmättes mer än 10 mm nederbörd på ett dygn i genomsnitt 15 gånger på ett år. Av kartor och diagram framträder en ökning under 1991-2013 och länet kan väntas få fler sådana tillfällen i framtiden. Enligt RCP4.5 ökar antalet dagar med ca 5 och enligt RCP8.5 med ca 8. Ökningen är störst i de nordvästra delarna av länet.

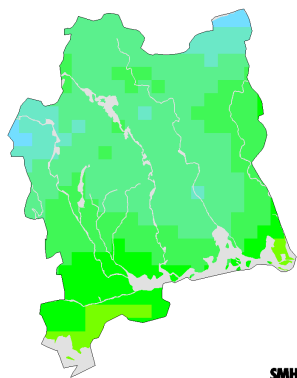
5.7 Maximal dygnsnederbörd

Observerat 1961-1990

Indexet är ett mått på årets största dygnsnederbörd. Resultaten presenteras som medelvärden över angiven period. Indexet är ett mått på risken för skyfall.

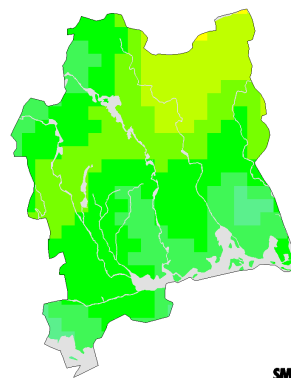


Observerat 1961-1990



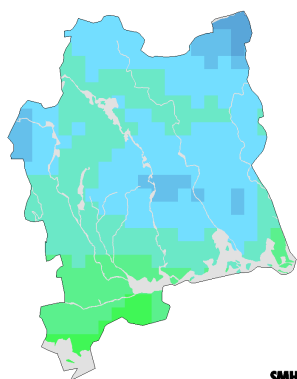
SMHI

Observerat 1991-2013



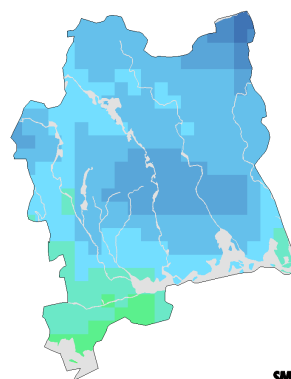
SMHI

Beräknat 2021-2050



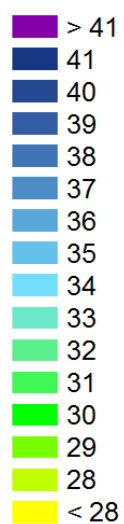
SMHI

Beräknat 2069-2098



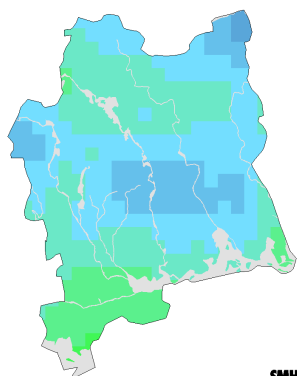
SMHI

Nederbörd (mm)

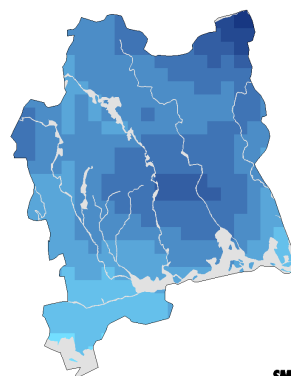


RCP4.5

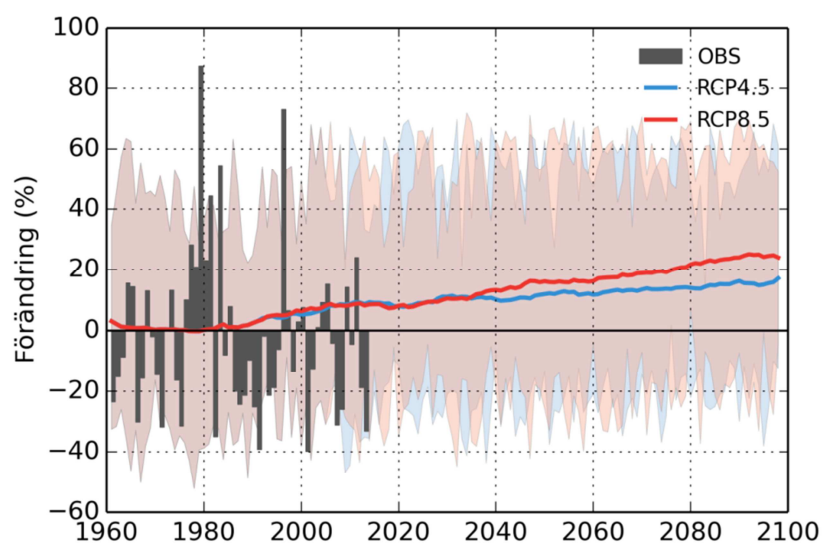
RCP8.5



SMHI



SMHI

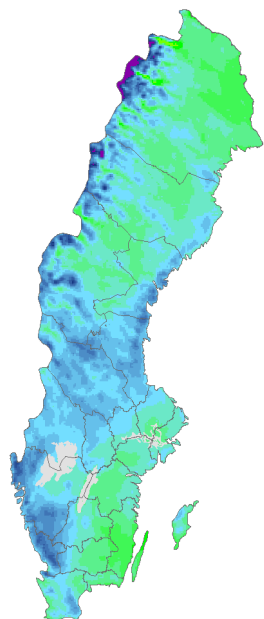


Det geografiska medelvärde av årets största dygnsnederbörd för perioden 1961-1990 är 31 mm, men enligt diagrammet varierar mängden mycket från år till år (20 mm till 60 mm). Ett enskilt regn kan ge betydligt större regnmängder. Scenarierna visar på en tydlig ökning av dygnsnederbörden, RCP8.5 ger en ökning på drygt 20 % till slutet av seklet. RCP4.5 visar på något mindre förändring. Den geografiska förekomsten av maximal dygnsnederbörd är oregelbunden, vilket betyder att ett kraftigt regn kan förekomma i princip var som helst i länet.

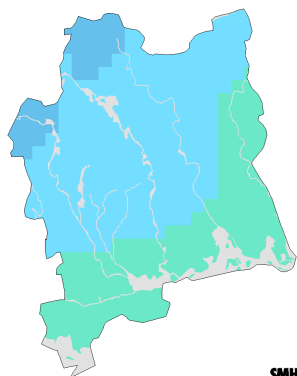
5.8 Maximal 7-dygnsnederbörd

Observerat 1961-1990

Indexet är ett mått på årets största 7-dygnsnederbörd. Resultaten presenteras som medelvärden över angiven period. Indexet kan till exempel användas för bedömning av förändringar i vattenflöde i små och medelstora naturvattendrag och diken.

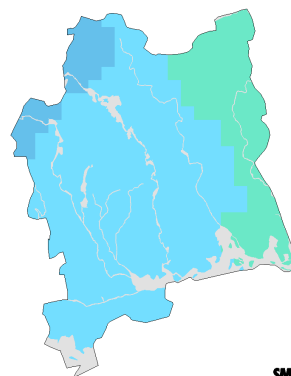


Observerat 1961-1990



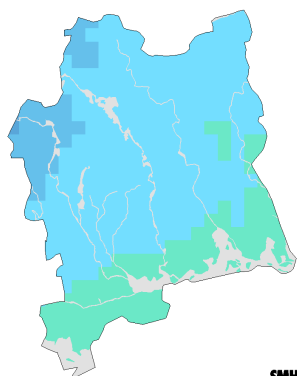
SMHI

Observerat 1991-2013



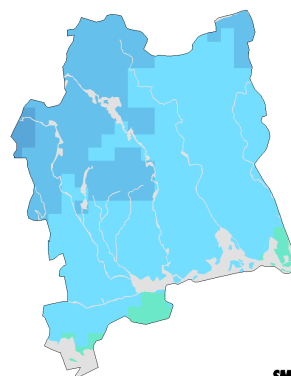
SMHI

Beräknat 2021-2050



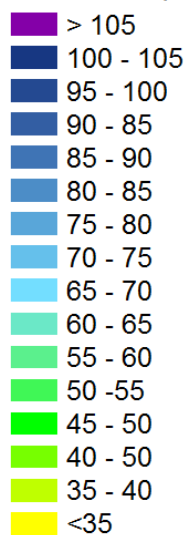
SMHI

Beräknat 2069-2098



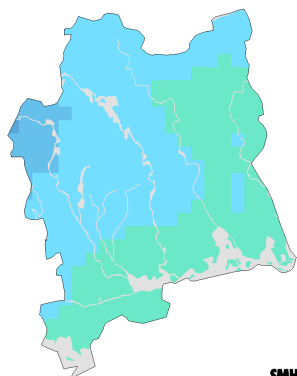
SMHI

Nederbörd (mm)

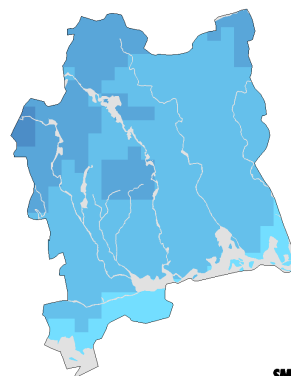


RCP4.5

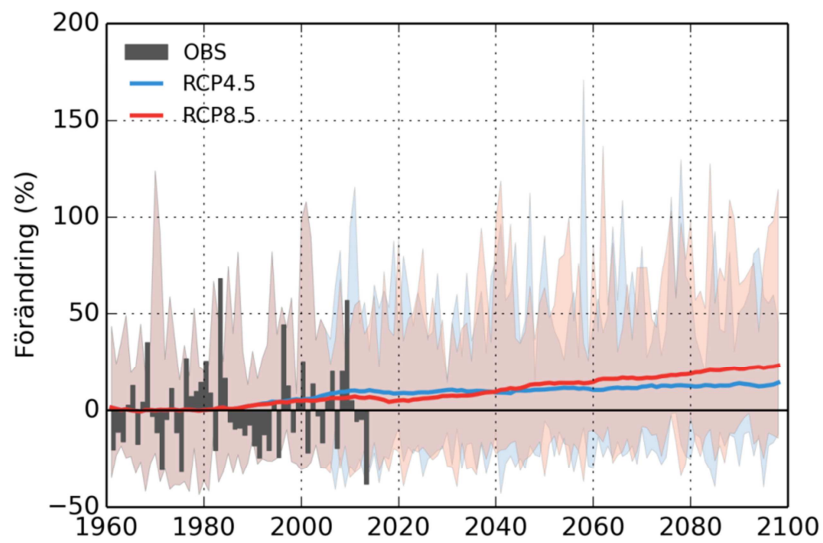
RCP8.5



SMHI



SMHI



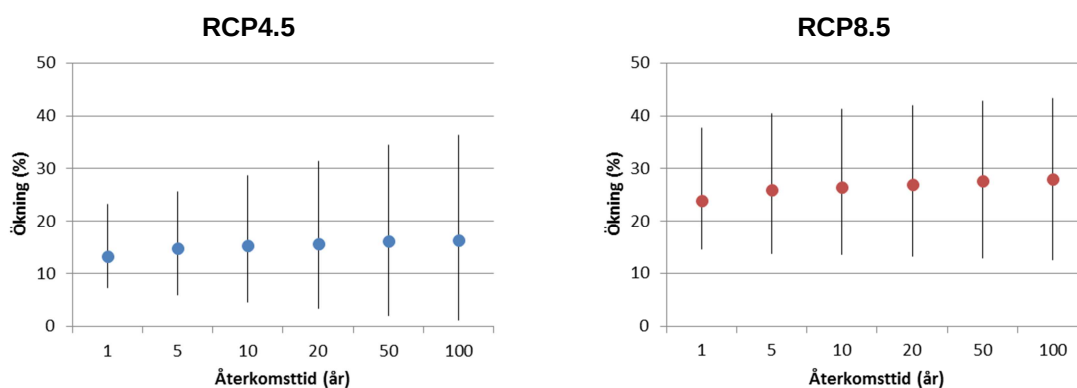
Det geografiska medelvärdet av årets största 7-dygnsnederbörd för perioden 1961-1990 är 66 mm, men som diagrammet visar varierar mängden mycket från år till år. Ett enskilt regn kan ge större regnmängder. Scenarierna visar på en ökning av 7-dygnsnederbörden, RCP8.5 ger en ökning på ca 25 % till slutet av seklet och RCP4.5 visar på ca 15 %.

5.9 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 Västmanlands 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.

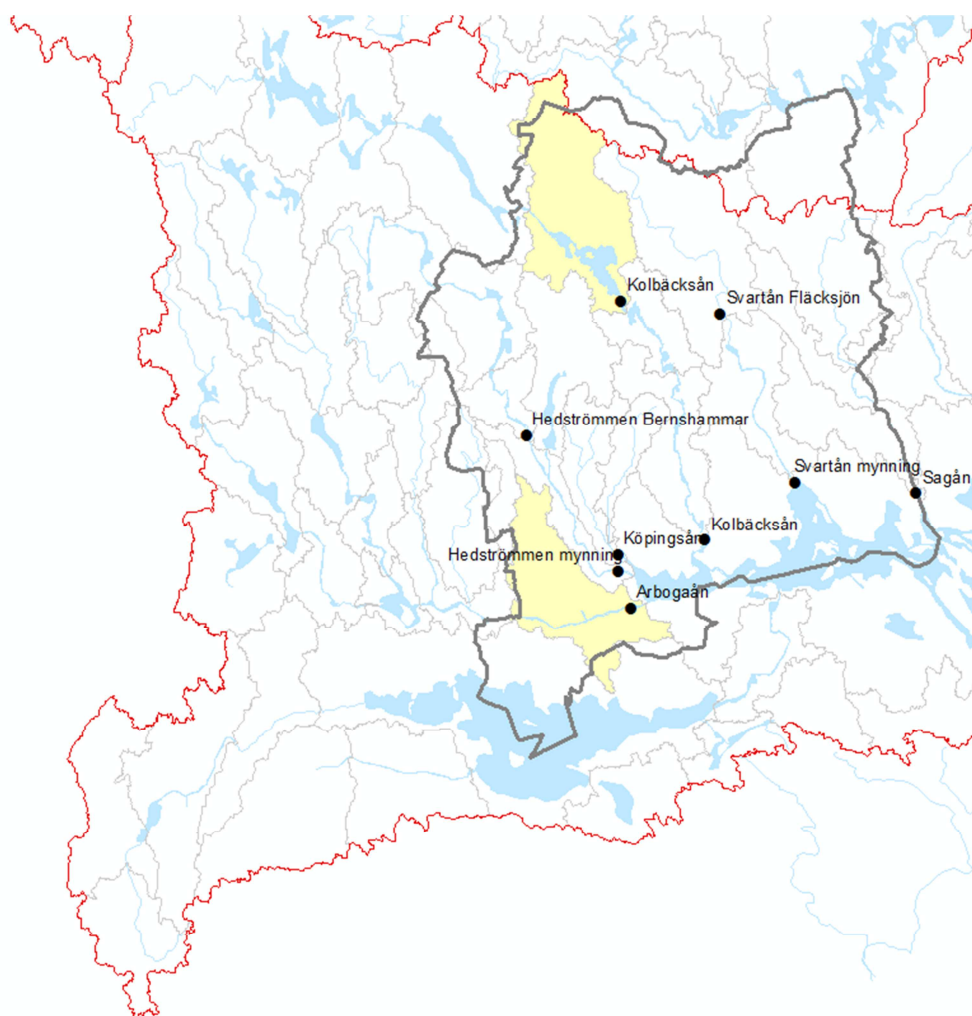


Figur 4. Procentuell förändring av nederbörd med varaktigheten 1 timme mellan perioderna 2069-2098 och 1961-1990 för Västmanlands län. Punkterna representerar medianvärden och vertikala streck visar spridningen mellan de olika modellberäkningarna.

Den extrema 1-timmesnederbörden förväntas öka, och RCP8.5 visar på större förändring än RCP4.5. Ökningen är något större 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 huvudavrinningsområden (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. Västmanlands län är markerat 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.

Årsmedeltillrinningen visar på små förändringstendenser. Samtliga vattendrag visar på en viss ökning av den totala medeltillrinningen mot slutet av seklet. Av diagrammen framgår att ökningen ligger runt 10 %.

Den största förändringen av totala tillrinningen sker för vinterperioden eftersom mer nederbörd väntas i framtiden och att vintrarna blir mildare. . Mot mitten av seklet ses en generell ökning över länet men med variationer. Minst ökning ses i Svartån. Ökningen fortsätter mot slutet av seklet. Av diagrammen framgår skillnaden mellan scenarierna och att RCP8.5 ger särskilt stora ökningar (35-75%). Även det lägre scenariot, RCP4.5, ger stora ökningar för samtliga vattendrag (20-50 %).

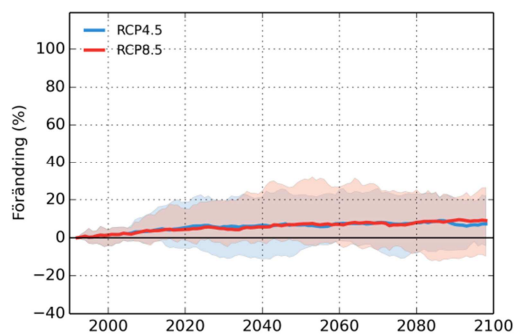
Under våren minskar den totala medeltillrinningen för vattendragen förutom för Kolbäcksån som ökar minimalt. Minskningen för vattendragen utom Kolbäcksån ligger på ca 10 % och är större för RCP 8,5.

För sommaren ses en minskning av den totala medeltillrinningen. Minskningen för RCP 4,5 för Arbogaån, Hedströmmen, Köpingsån och Kolbäcksån är ca 20 %. Dessa vattendrag visar på en minskning av ca 30 % för RCP 8,5. Svartån och Sagån visar på en minskning för RCP 4,5 med ca 10 %. Dessa vattendrag visar på en 20 % minskning av den totala medeltillrinningen för RCP 8,5.

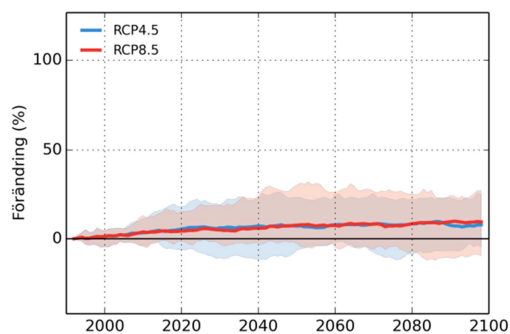
Under hösten visar de flesta vattendragen på oförändrade förhållanden. Några vattendrag har en ca 5 % ökning.

Förändrad total årsmedeltillrinning

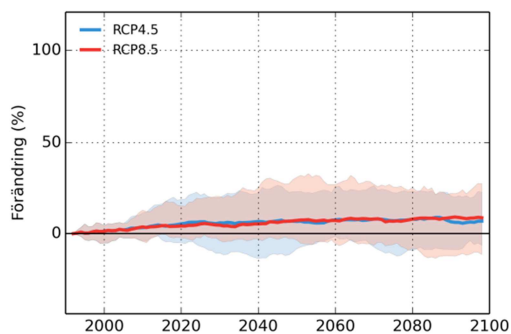
Arbogaåns mynning



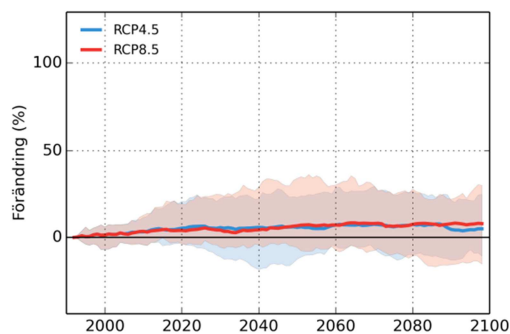
Hedströmmen Bernshammar



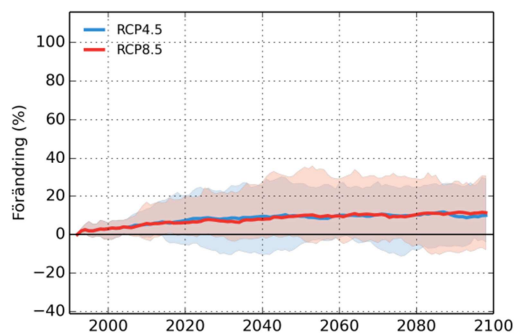
Hedströmmens mynning



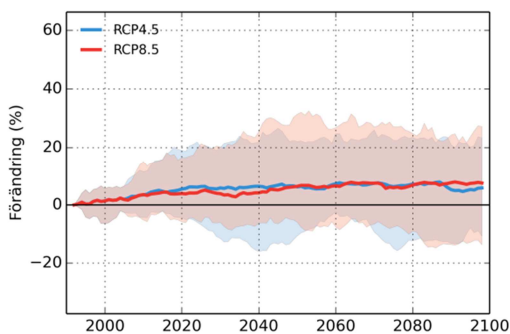
Köpingsåns mynning



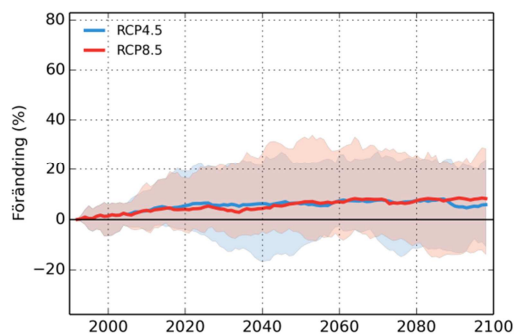
Kolbäcksåns mynning



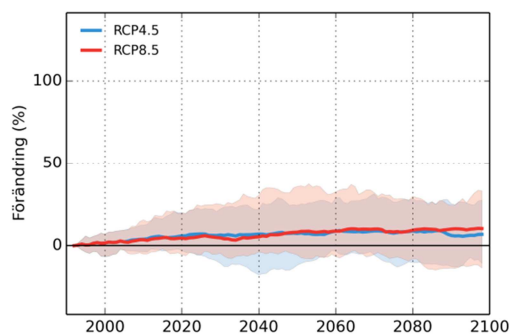
Svartåns utlopp i Fläcksjön



Svartåns mynning

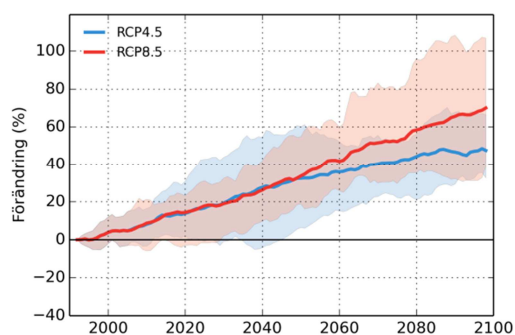


Sagåns mynning

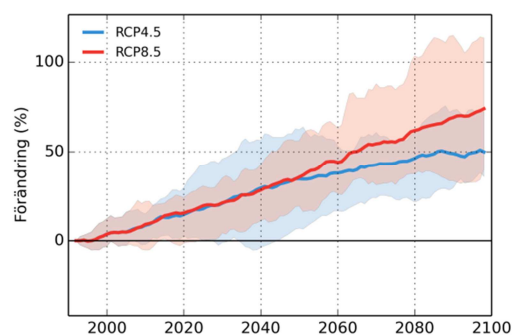


Förändrad total medeltillrinning vinter

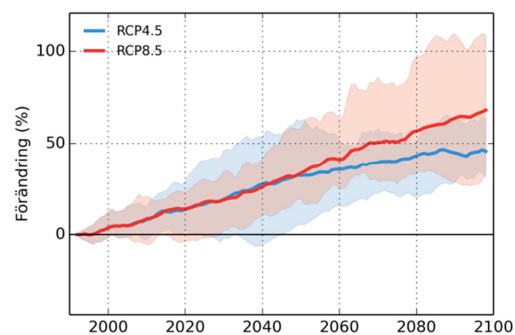
Arbogaåns mynning



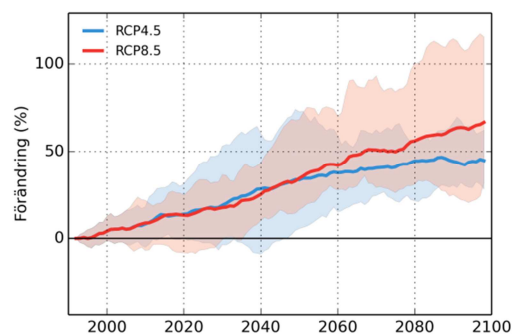
Hedströmmen Bernshammar



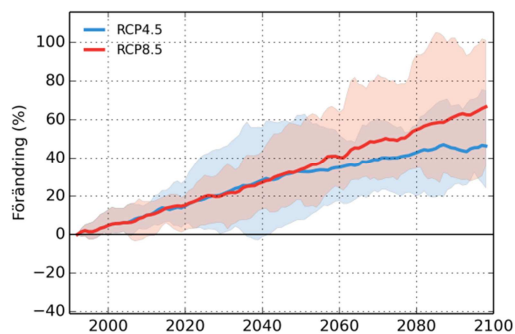
Hedströmmen mynning



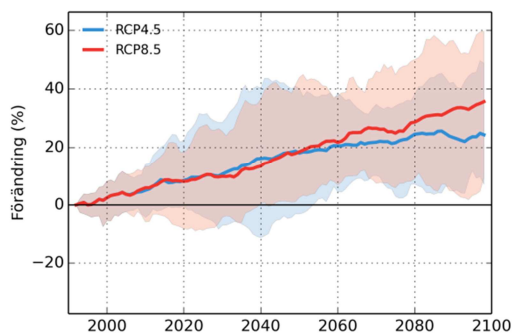
Köpingsåns mynning



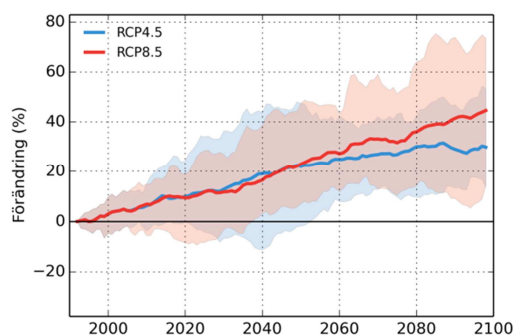
Kolbäcksåns mynning



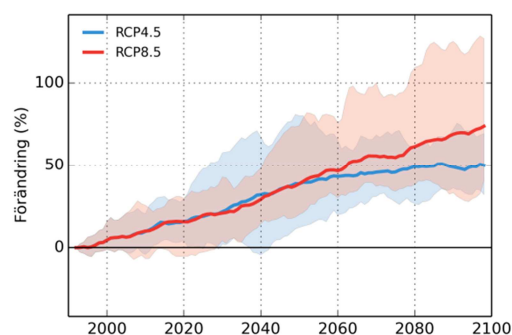
Svartåns utlopp i Fläcksjön



Svartåns mynning

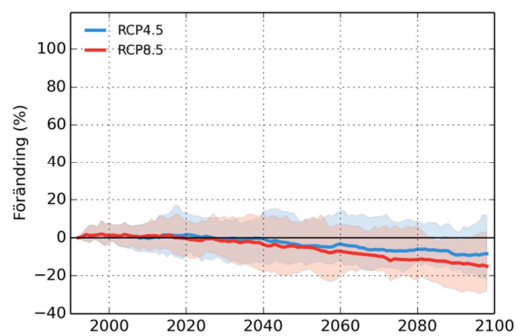


Sagåns mynning

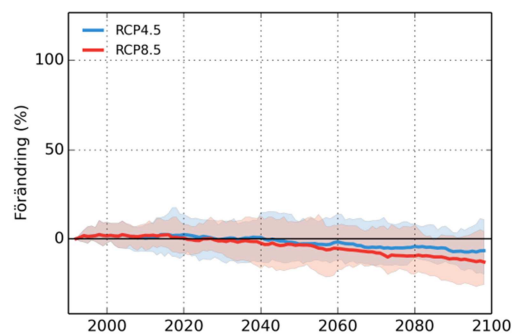


Förändrad total medeltillrinning vår

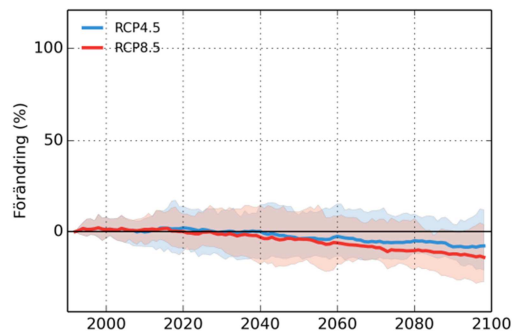
Arbogaåns mynning



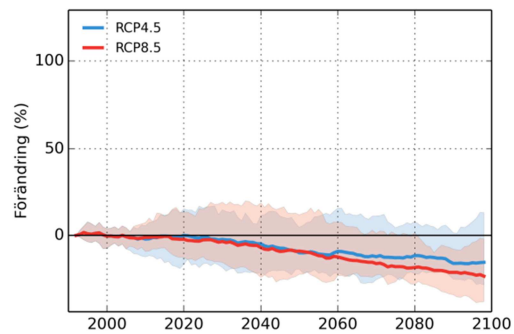
Hedströmmen Bernshammar



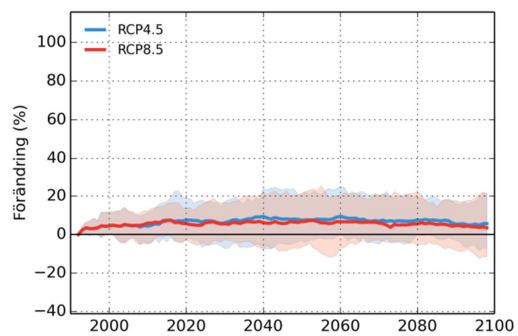
Hedströmmens mynning



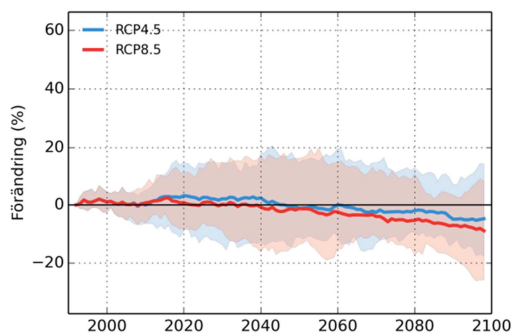
Köpingsåns mynning



Kolbäcksåns mynning

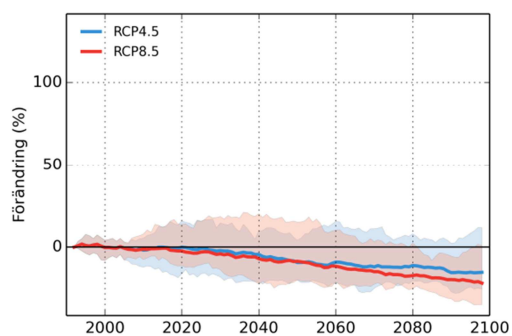
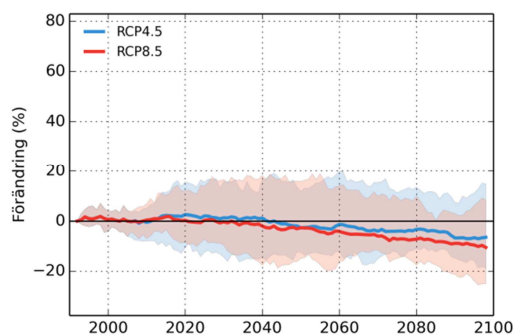


Svartåns utlopp i Fläcksjön



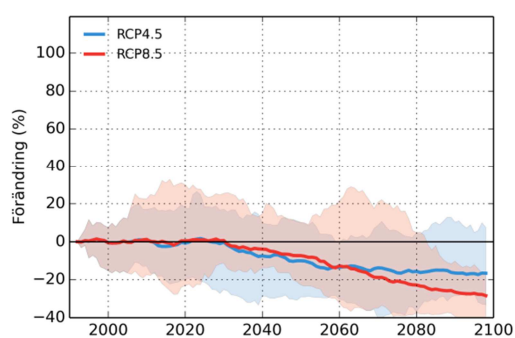
Svartåns mynning

Sagåns mynning

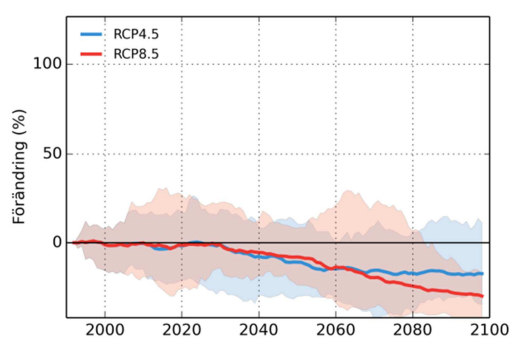


Förändrad total medeltillrinning sommar

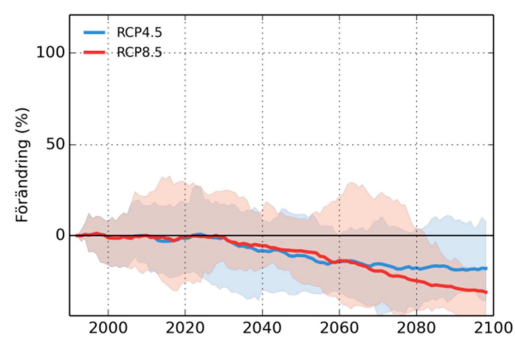
Arbogaåns mynning



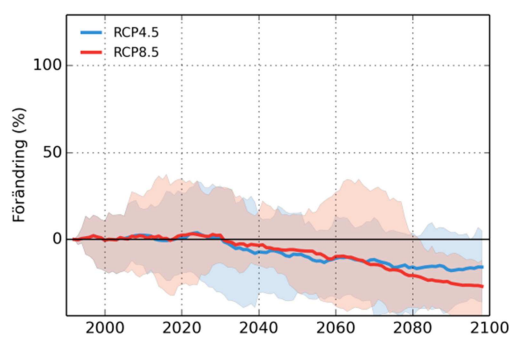
Hedströmmen Bernshammar



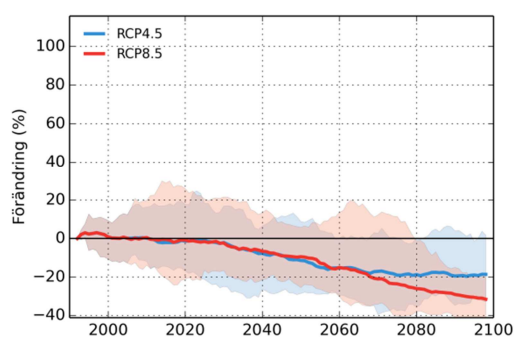
Hedströmmens mynning



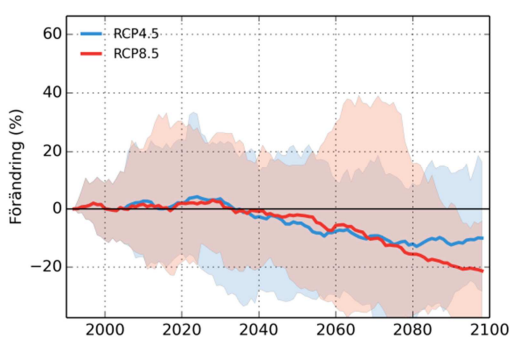
Köpingsåns mynning



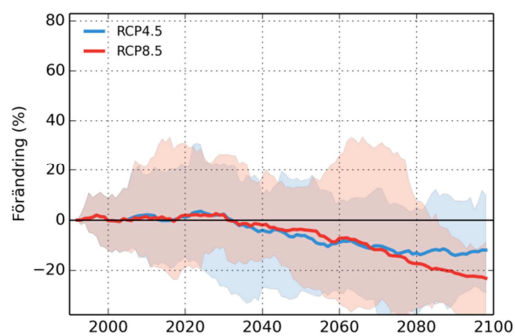
Kolbäcksåns mynning



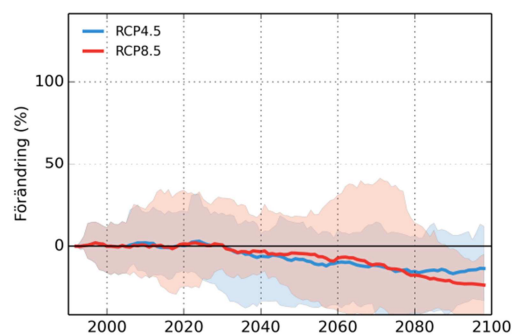
Svartån utlopp i Fläcksjön



Svartåns mynning

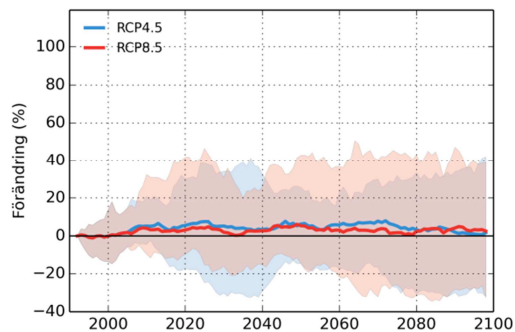


Sagåns mynning

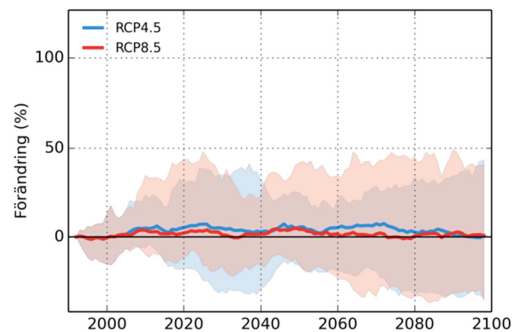


Förändrad total medeltillrinning höst

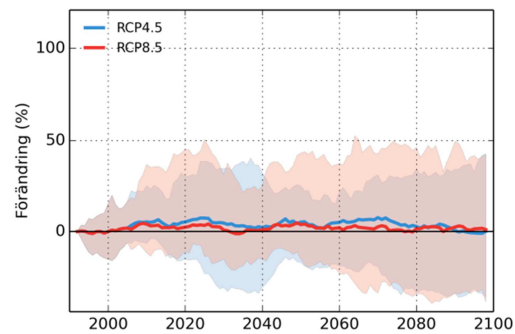
Arbogaåns mynning



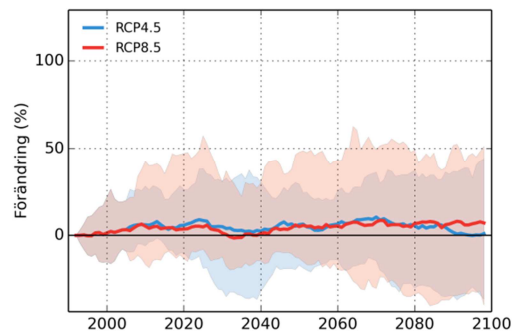
Hedströmmen Bernshammar



Hedströmmens mynning

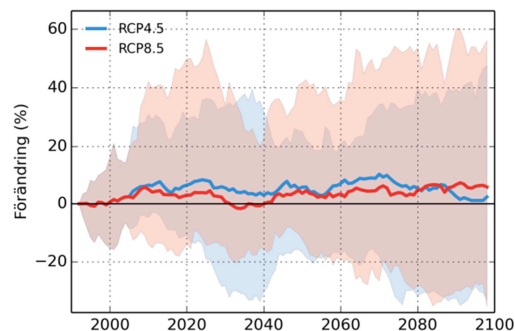
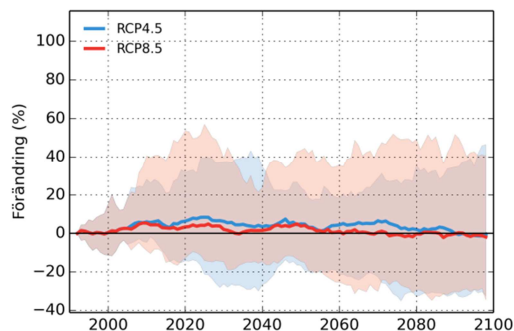


Köpingsåns mynning



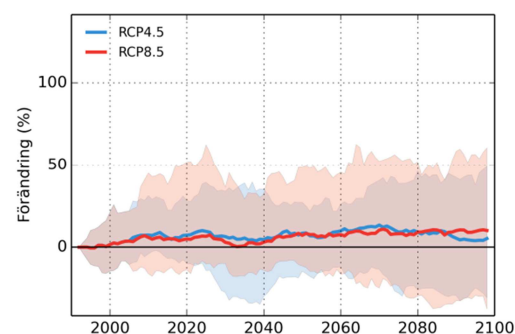
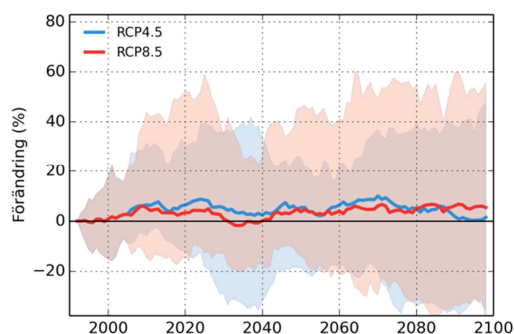
Kolbäcksåns mynning

Svartåns utlopp i Fläcksjön



Svartåns mynning mynning

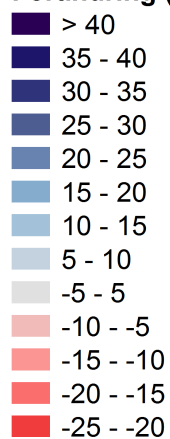
Sagåns mynning



6.2 Förändrad total 10-årstillrinning

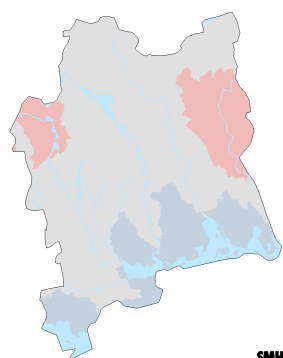
Kartorna visar den procentuella förändringen jämfört med medelvärdet för referensperioden. Indexet avser total dygnsmedeltillrinning med återkomsttid 10 år. Kartor och diagram ger en uppfattning om hur relativt vanliga höglöden kommer att öka eller minska och var det sker. Det är speciellt intressant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

Förändring (%)



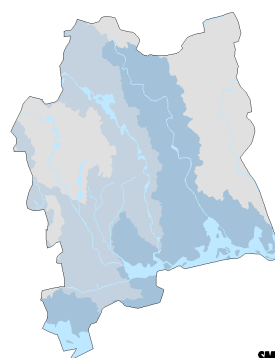
Förändring
2021-2050 vs 1963-1992

RCP4.5



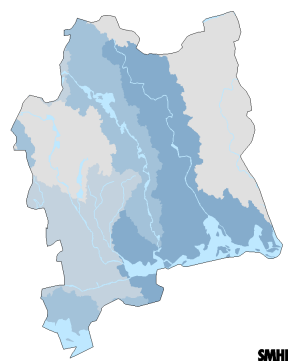
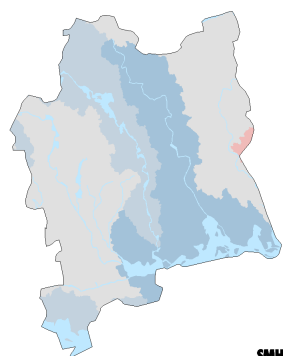
SMHI

RCP8.5



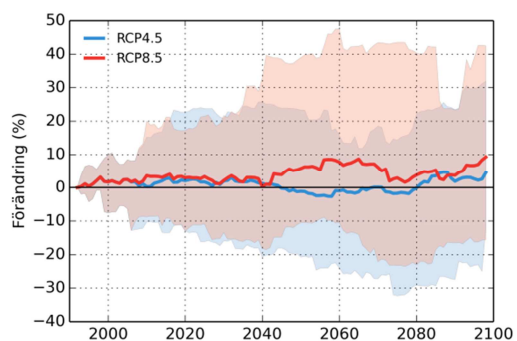
SMHI

Förändring
2069-2098 vs 1963-1992

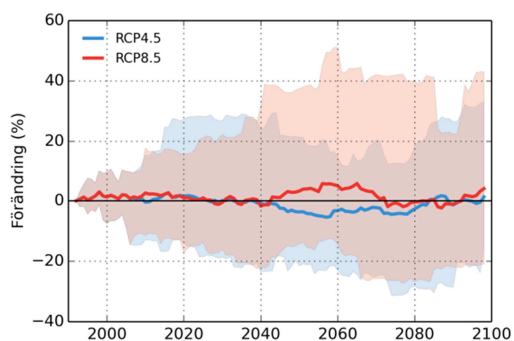


För tillrinning med återkomsttid 10 år visar beräkningarna på ökade värden i de inre delarna av länet. För RCP 4,5 för perioden 2021-2050 visar delar av de östra och västra delarna av länet på en procentuell minskning. För RCP 4,5 är 10-års tillrinning oförändrad förutom för Kolbäcksån och Svartån där den ökar med ca 10 %. Enligt diagrammen ökar den totala 10-årstillrinningen (10-20%) för RCP 8,5 för samtliga vattendrag förutom Hedströmmen Bernshammar och Sagån där den är oförändrad.

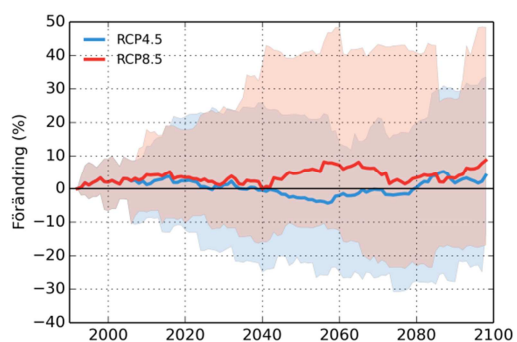
Arbogaåns mynning



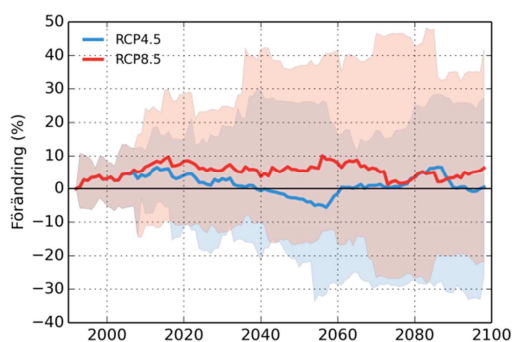
Hedströmmen Bernshammar



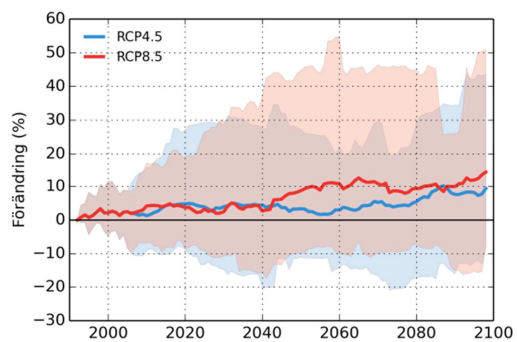
Hedströmmens mynning



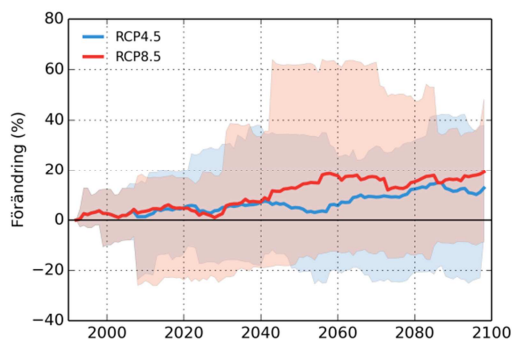
Köpingsåns mynning



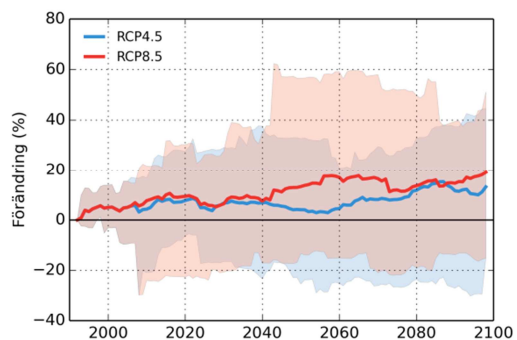
Kolbäcksåns mynning



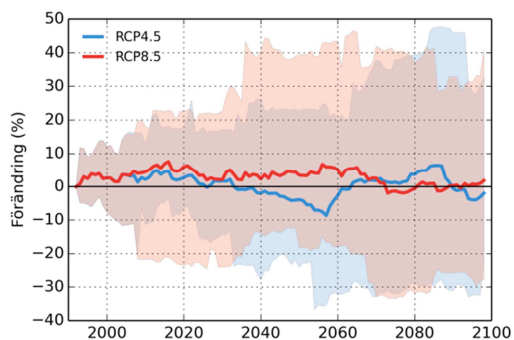
Svartåns utlopp i Fläcksjön



Svartåns mynning

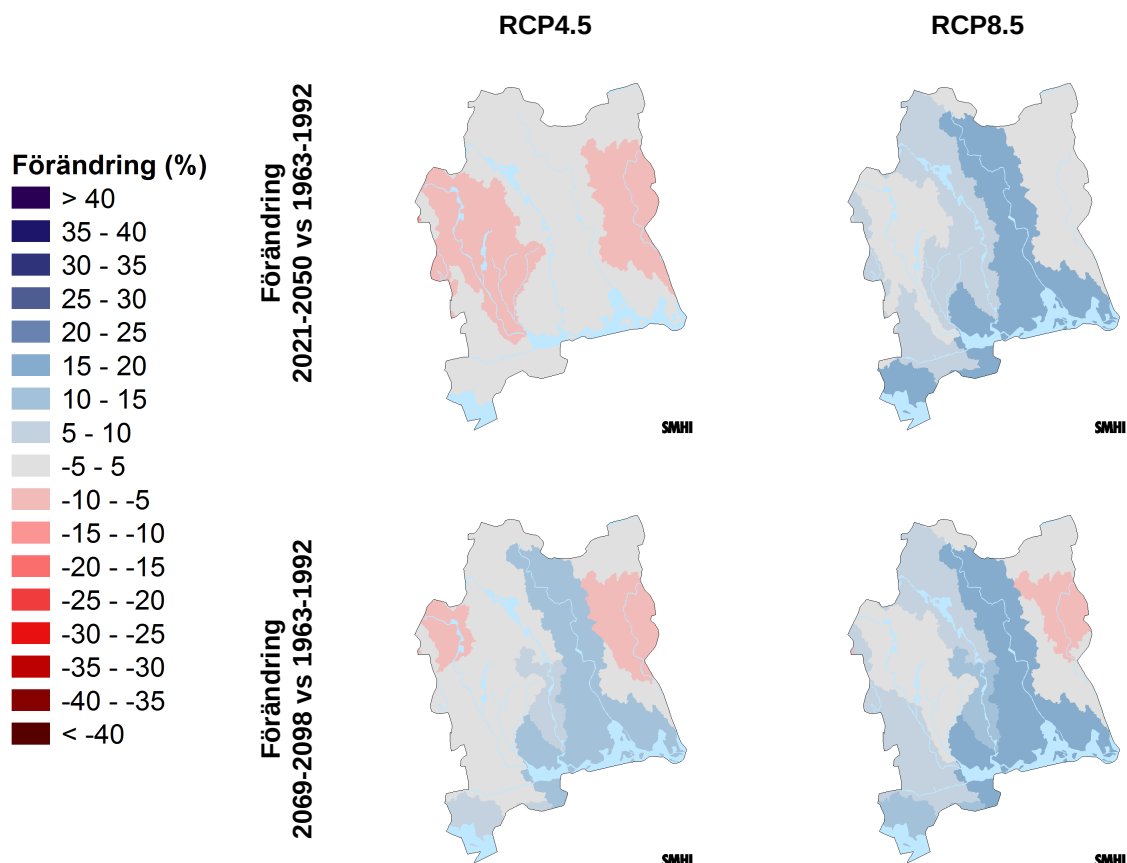


Sagåns mynning



6.3 Förändrad total 100-årstillrinning

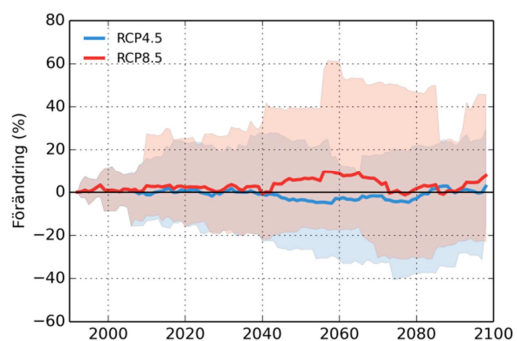
Kartorna visar den procentuella förändringen jämfört med medelvärdet för referensperioden. Indexet avser total dygnsmedeltillrinning med återkomsttid 100 år och kan vara till hjälp vid bedömningar av översvämningsrisker längs sjöar och vattendrag.



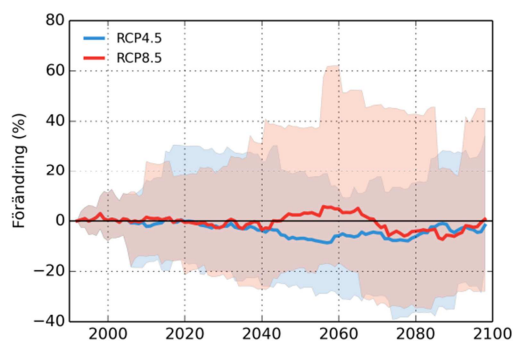
Kartorna uppvisar stora likheter med 10-årstillrinningen med ökande 100-årstillrinning för de inre delarna av länet. Detta är inte lika tydligt för RCP4,5 för tiden 2021-2050. För RCP 4,5 och RCP 8,5 (2069-2098) uppvisar minskningar av 100-årstillrinning i delar av de östra och västra delarna av länet. Diagrammen visar att för RCP 4,5 är 100-årstillrinningen oförändrad till slutet på seklet, förutom för Kolbäcksån och Svartån som uppvisar en viss ökning. Även RCP 8,5 visar liknande förlopp.

En ökning av 100-årstillrinning beror på ökad 7-dagarsnederbörd, ökning av årtillrinning samt att korttidsnederbörden ökar. En minskning av 100-årstillrinningen beror på minskad mängd snö som resulterar i en minskad vårflood och således minskad 100-årstillrinning.

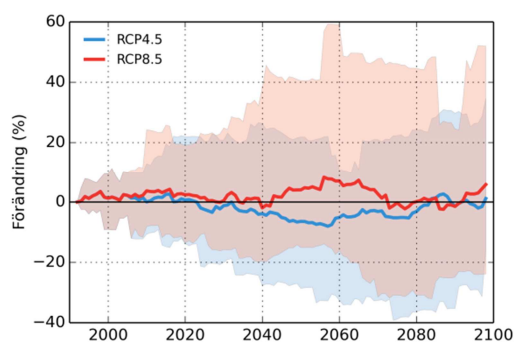
Arbogaåns mynning



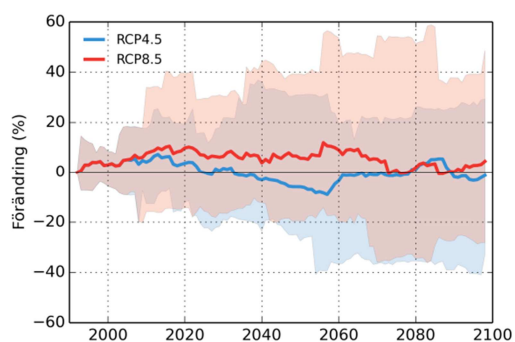
Hedströmmen Bernshammar



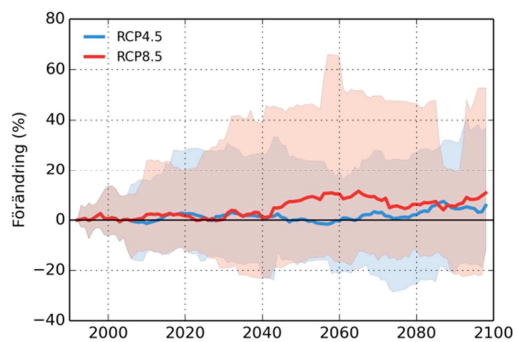
Hedströmmens mynning



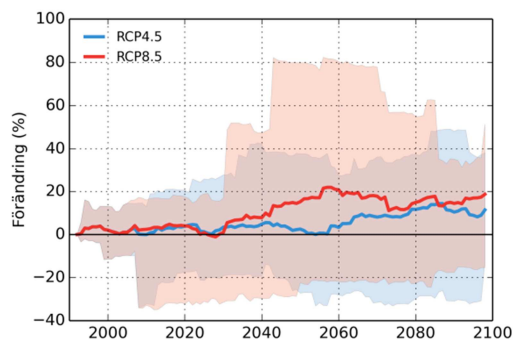
Köpingsåns mynning



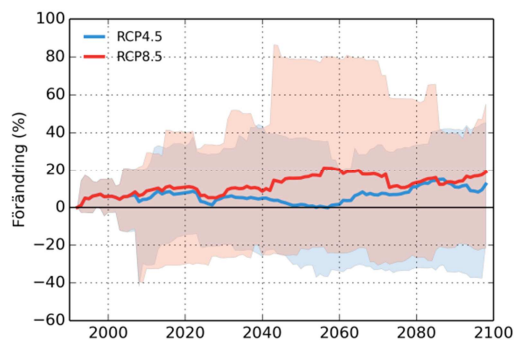
Kolbäcksåns mynning



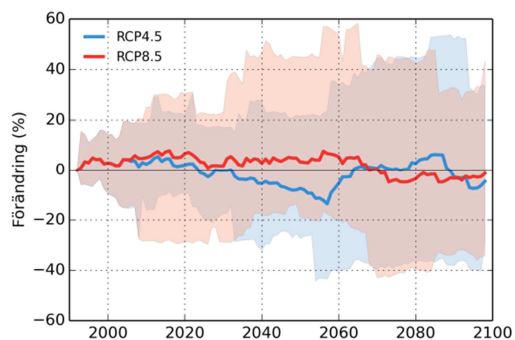
Svartån utlopp i Fläcksjön



Svartåns mynning



Sagåns mynning



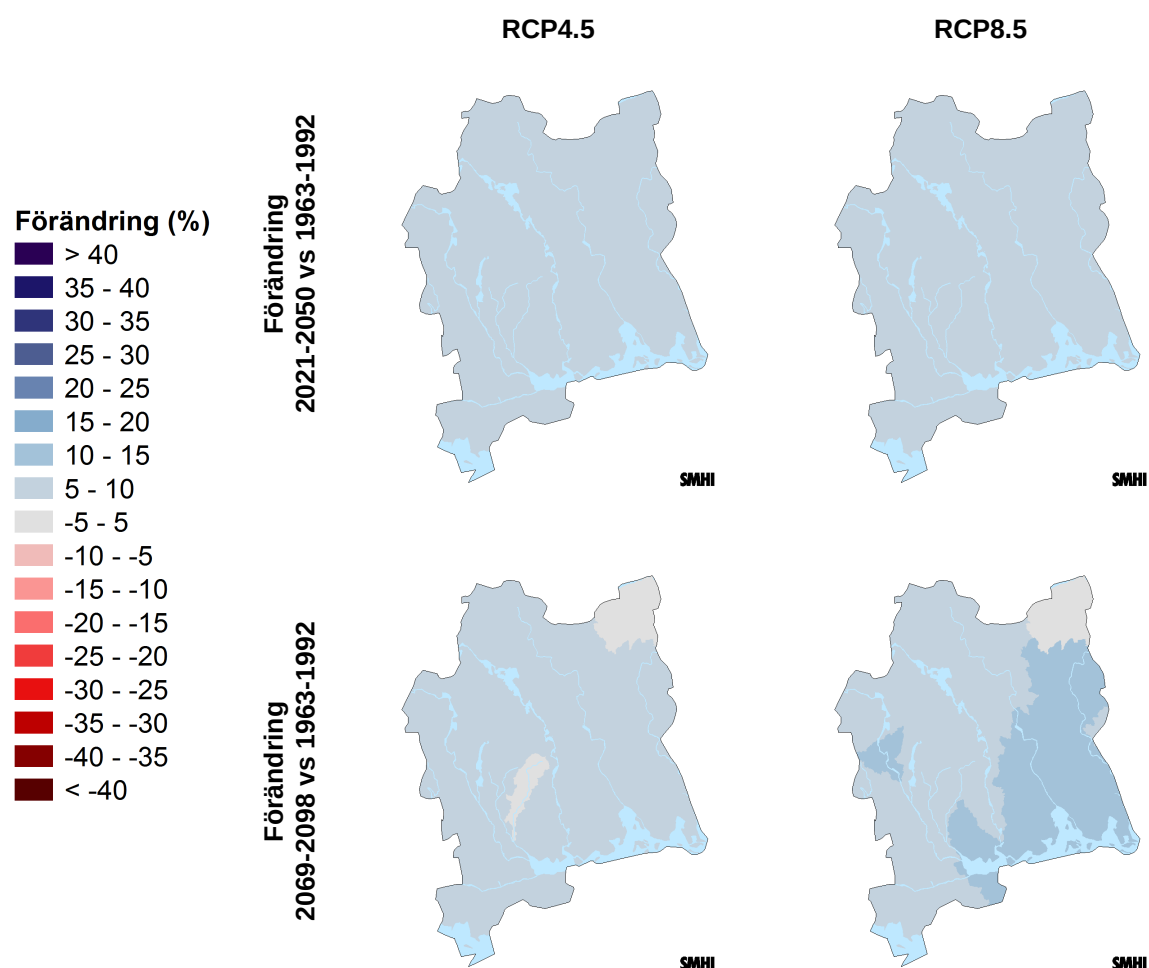
7 Lokal medeltillrinning

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, Arbogaåns mynning och Kolbäcksåns utlopp i Åmänningen, vilka är markerade i Figur 5.

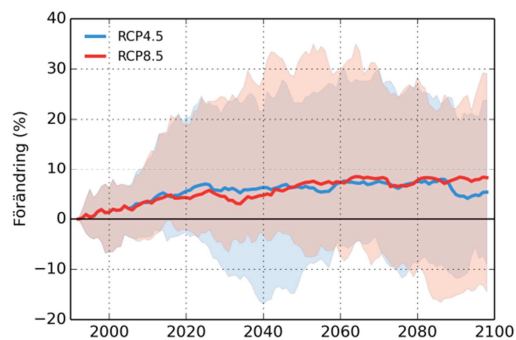
7.1 Förändrad lokal årsmedeltillrinning

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

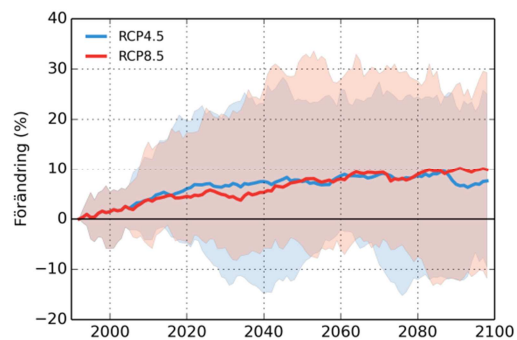


² Med vattenföring eller vattenflöde menas den mängd vatten per tidsenhet som rinner fram i ett vattendrag

Arbogaåns mynning



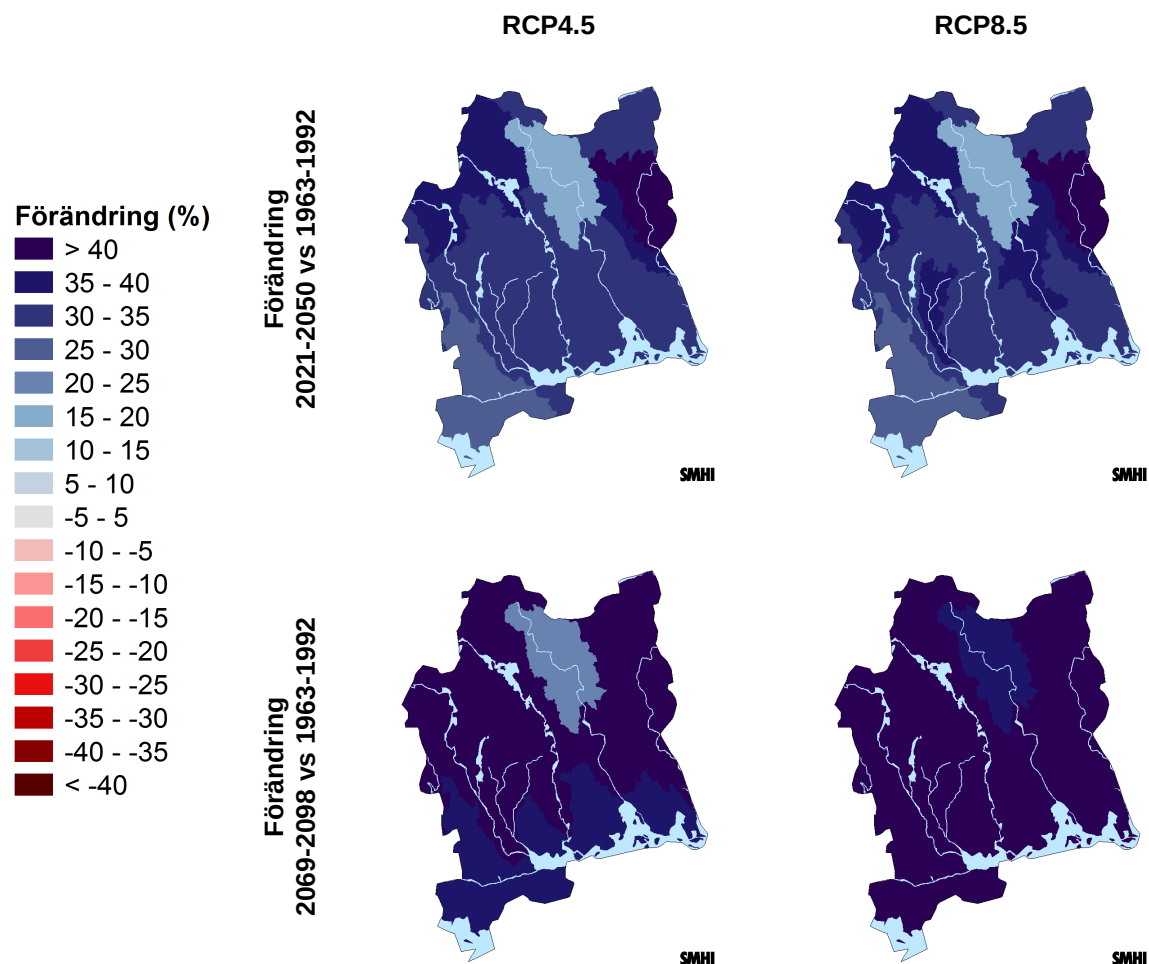
Kolbäcksåns utlopp i Åmningen



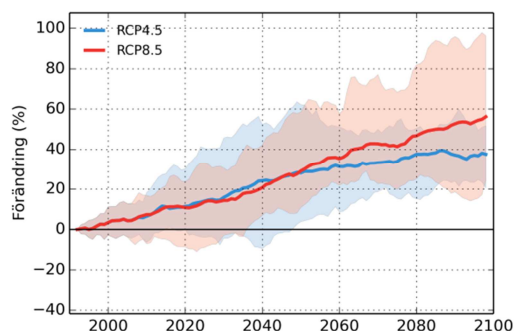
Kartorna visar att den lokala årsmedeltillrinningen ökar ca 10 % till slutet av seklet. Ökningen är något större för RCP 8,5. Diagrammen bekräftar ökningen för de båda utvalda avrinningsområdena, och att skillnaderna mellan de två RCP-scenarierna är liten.

7.2 Förändrad lokal medeltillrinning vinter

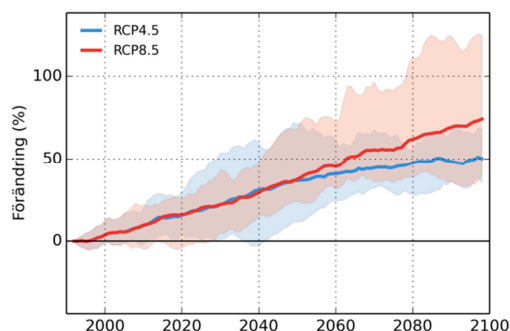
Kartorna visar den procentuella förändringen jämfört med medelvärdet för referensperioden. Indexet avser 30-årsmedelvärden av tillrinning under vintern, här definierad som perioden december-februari.



Arbogaåns mynning



Kolbäcksåns utlopp i Åmänningen

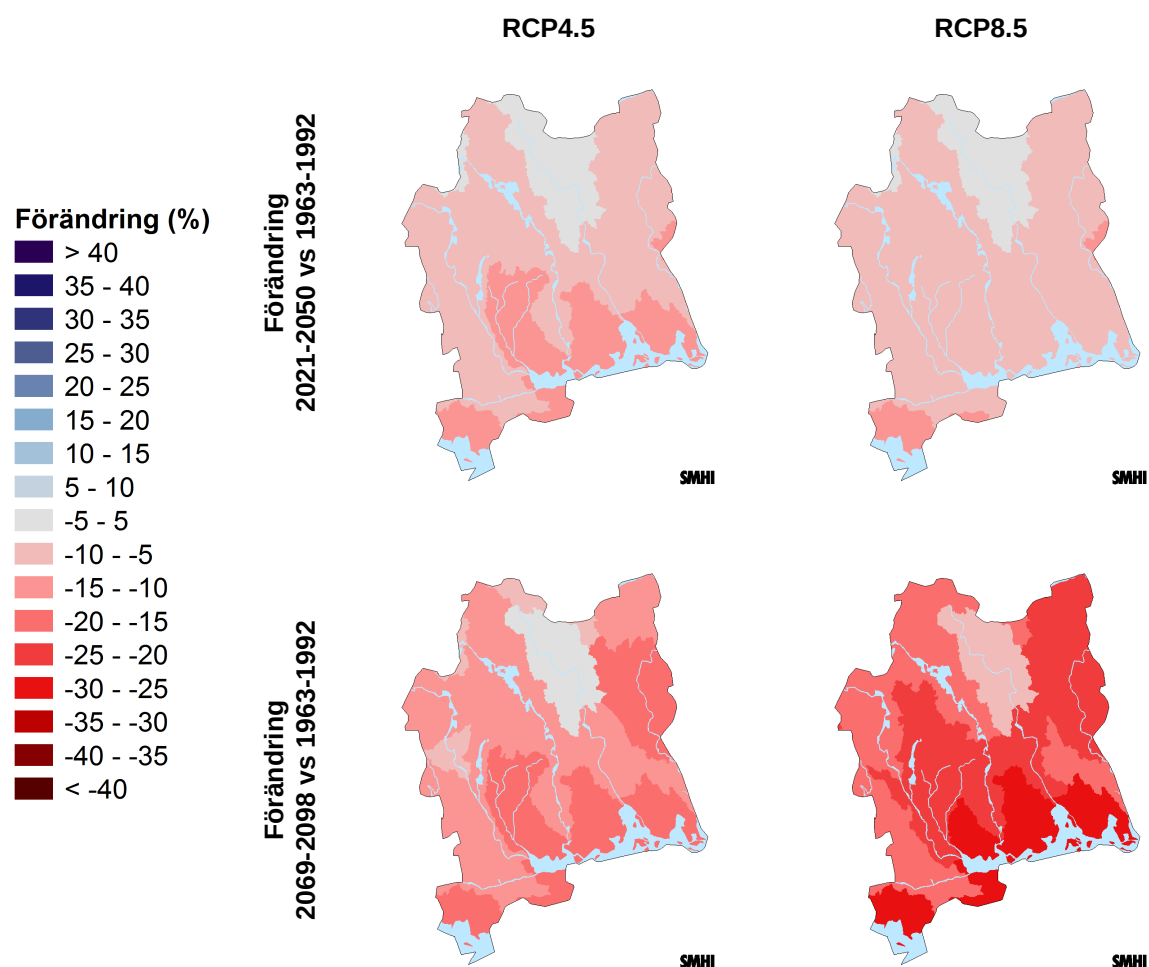


Den största förändringen av lokal tillrinning sker liksom för den totala tillrinningen under vinterperioden eftersom mer nederbörd väntas under vintern och temperaturen blir medeltemperaturen blir också högre. Både för Arbogaån och Kolbäcksån följs scenarierna åt till

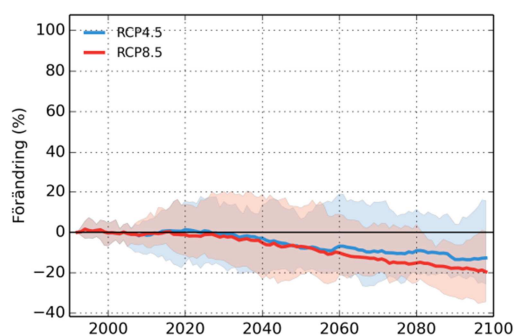
mitten av seklet för att därefter skiljas åt. RCP8.5 visar en ökning med uppåt 60 % för Arbogaån och uppåt 75 % för Kolbäcksån. RCP4.5 landar på 40 % för Arbogaån och 50 % för Kolbäcksån.

7.3 Förändrad lokal medeltillrinning vår

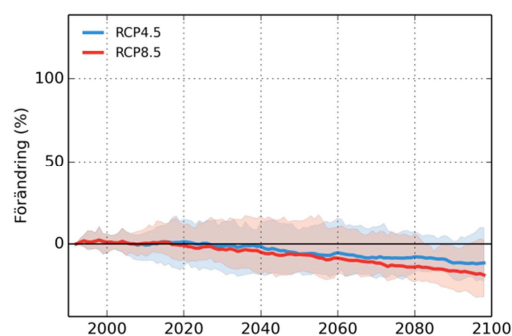
Kartorna visar den procentuella förändringen jämfört med medelvärdet för referensperioden. Indexet avser 30-årsmedelvärden av tillrinning under våren, här definierad som perioden mars-maj.



Arbogaåns mynning



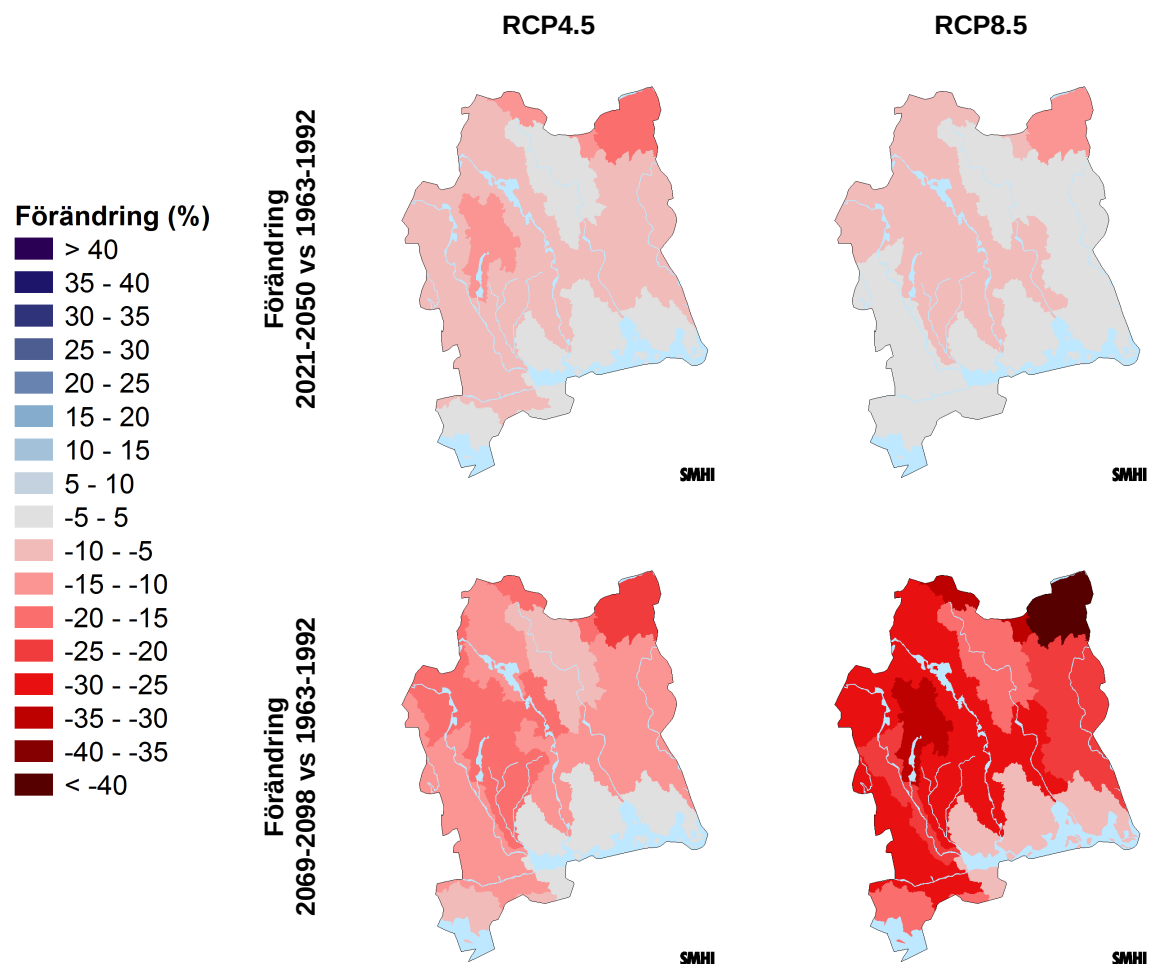
Kolbäcksåns utlopp i Åmänningen



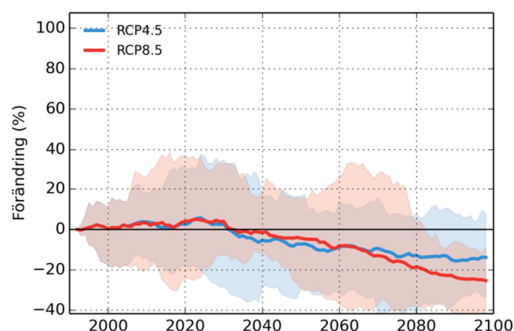
Den lokala tillrinningen under våren minskar för större delen av länet eftersom temperaturen ökar och således avdunstningen. Arbogaån och Kolbäcksån visar på stadigt minskande tillrinning under våren. Mot slutet av seklet visar RCP4,5 en minskning runt 15 % och RCP8,5 visar på en minskning runt 20 %.

7.4 Förändrad lokal medeltillrinning sommar

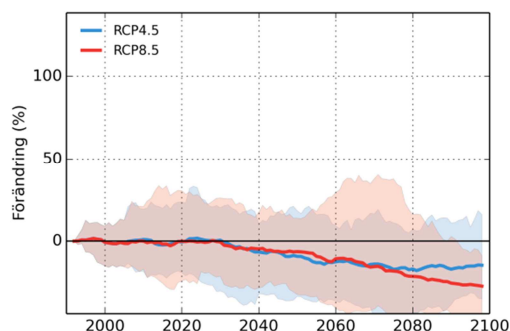
Kartorna visar den procentuella förändringen jämfört med medelvärdet för referensperioden. Indexet avser 30-årsmedelvärden av tillrinning under sommaren, här definierad som perioden juni-augusti.



Arbogaåns mynning



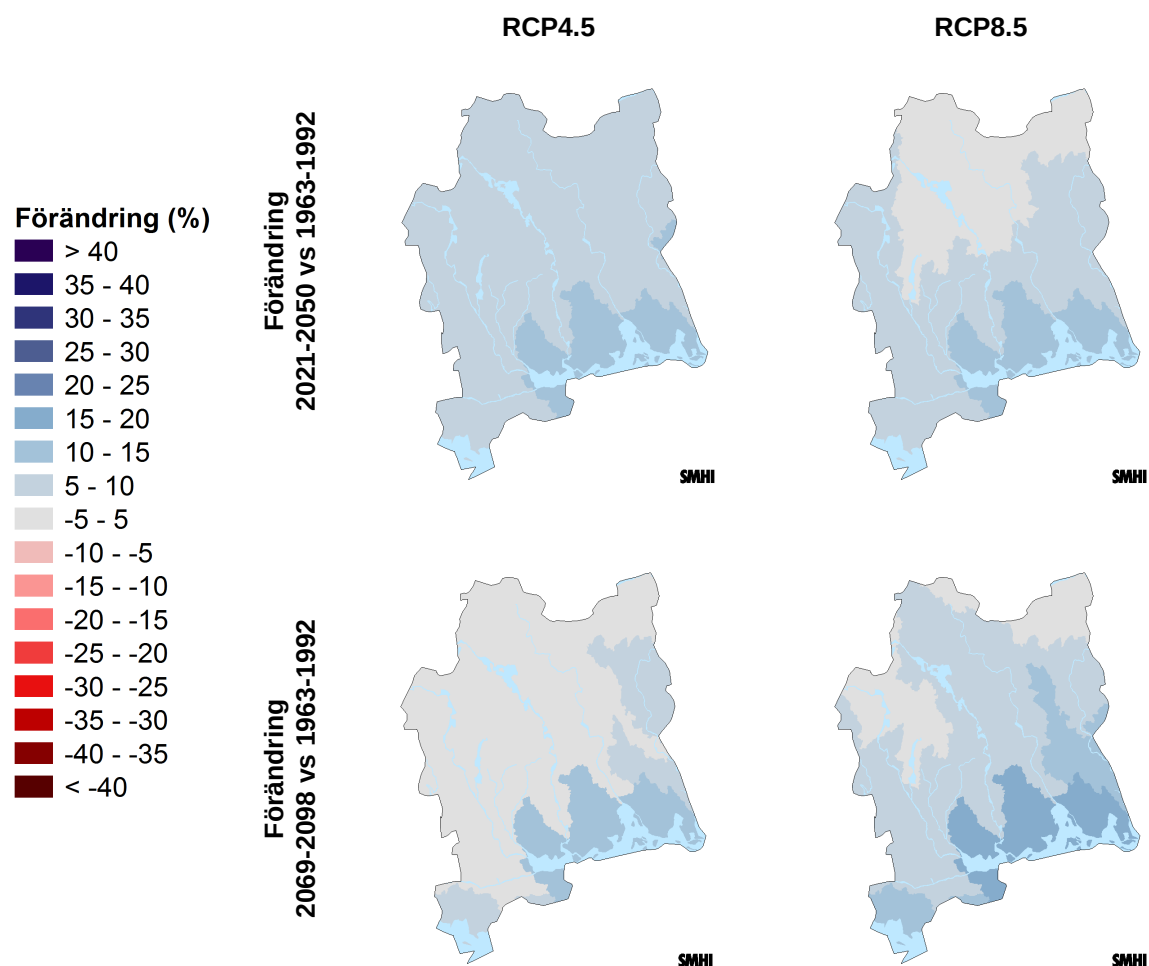
Kolbäcksåns utlopp i Åmänningen



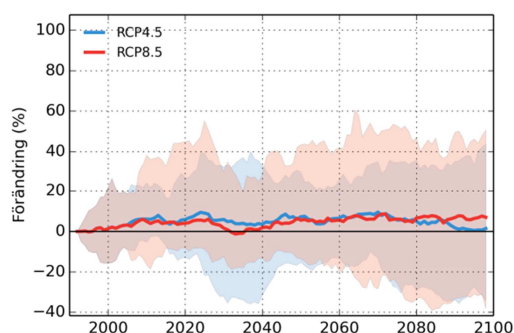
För sommarperioden visar scenarierna minskad lokal medeltillrinning för stora delar av länet, vilket också ses i diagrammen för Arbogaån och Kolbäcksån. Minskningen för vattendragen med RCP4,5 är runt 15%. För RCP8,5 är minskningen närmare 30%.

7.5 Förändrad lokal medeltillrinning höst

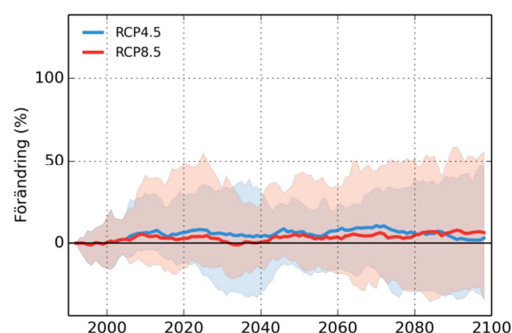
Kartorna visar den procentuella förändringen jämfört med medelvärdet för referensperioden. Indexet avser 30-årsmedelvärden av tillrinning under hösten, här definierad som perioden september-november.



Arbogaåns mynning



Kolbäcksåns utlopp i Åmänningen

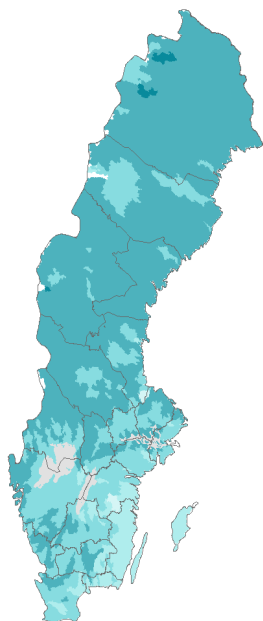


Kartorna visar att för höstperioden kan en något ökad tillrinning väntas, speciellt i de södra delarna av länet. Arbogaån och Kolbäcksån visar på en i stort sett oförändrad lokal medeltillrinning under hösten.

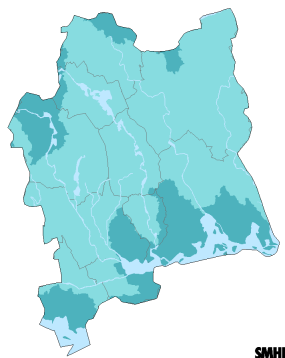
7.6 Antal dagar med lågflöde

Beräknat 1961-1990

Antal dagar då tillrinningen är lägre än medellågtillrinningen för perioden 1963-1992. Medellågtillrinning beräknas som medelvärde av varje års lägsta tillrinning under en 30-årsperiod. Indexet är intressant för långtidsplanering av vattentillgångar för dricksvatten och bevattning.

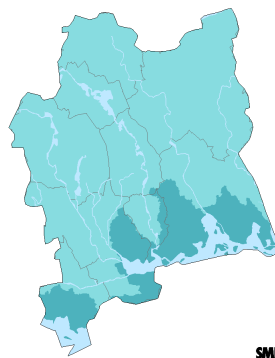


Beräknat 1961-1990



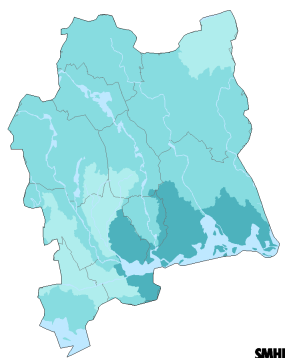
SMHI

Beräknat 1991-2013



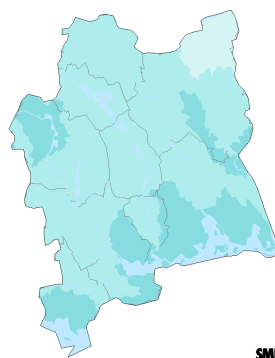
SMHI

Beräknat 2021-2050



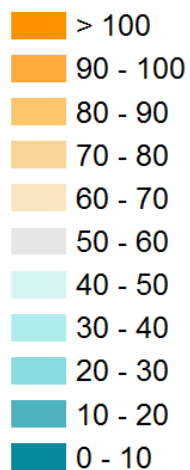
SMHI

Beräknat 2069-2098



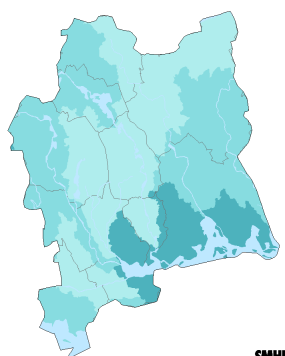
SMHI

Antal Dagar

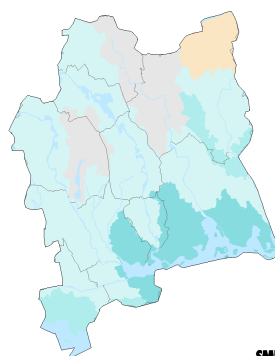


RCP4.5

RCP8.5

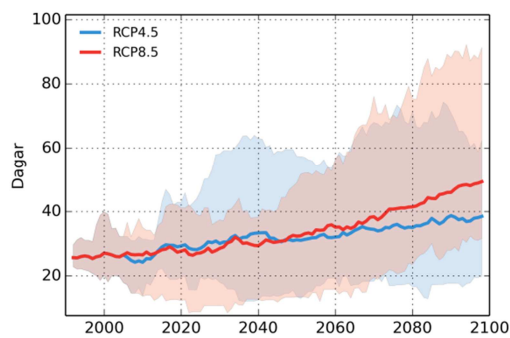


SMHI

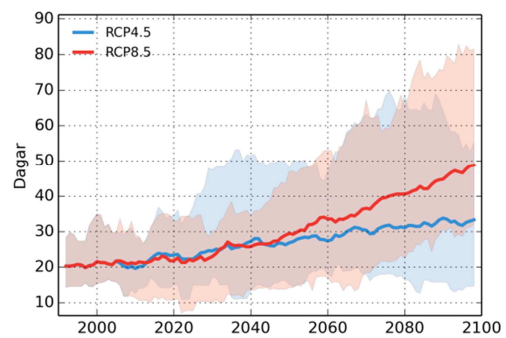


SMHI

Arbogaåns mynning



Kolbäcksåns utlopp i Åmningen



I dagens klimat förekommer enstaka dagar varje år då tillrinningen är lägre än medellågtillrinningen under referensperioden. Förekomsten är vanligast i den inre delen av länet. I ett framtida varmare klimat väntas antalet tillfällen öka eftersom årsmedeltemperaturen och således avdunstningen ökar, störst är ökningen med RCP8.5.

För Arbogaån är ökningen ca 40 dagar och för Kolbäcksån ca 35 dagar med RCP4.5. För RCP8,5 är ökningen för båda vattendragen ca 50 dagar.

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.

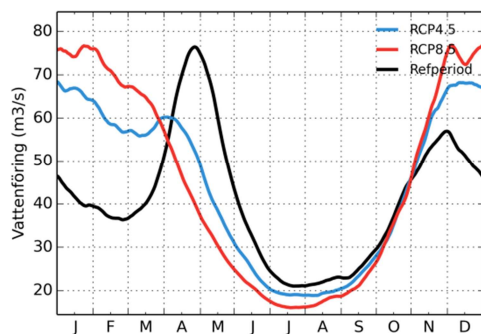
Vattendragen i Västmanland uppvisar typiska drag, med hög vintertillrinning och en relativt lång vegetationsperiod med låga flöden. Data för referensperioden för Svartåns utlopp i Fläcksjön för vintermånaderna och början på våren är osäkra.

Framtidsscenarierna visar på högre vinterflöden och vårfloedstopparna har försvunnit. Det beror på mer nederbörd under vintern och högre temperaturer gör att nederbörden inte lagras som snö utan rinner av vintertid. Därmed uteblir också vårfloedstoppen.

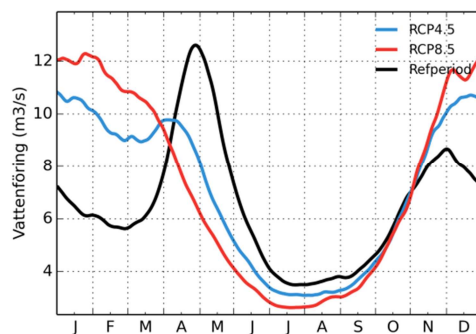
RCP8.5 ger högre vintertillrinning och lägre sommartillrinning samt längre period med låg tillrinning än vad RCP4.5 ger.

Diagrammen visar medelvärden och därmed framträder de typiska dragen tydligare men variationen mellan åren är stor även i framtiden.

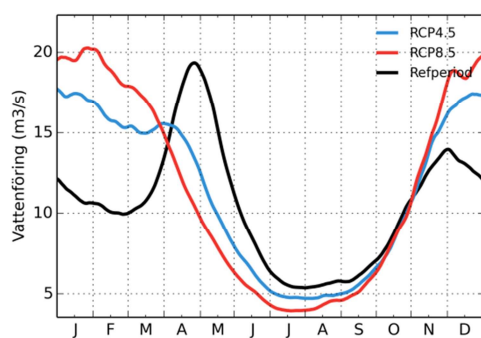
Arbogaåns mynning



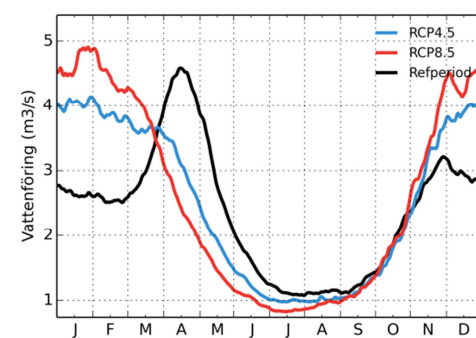
Hedströmmen Bernshammar



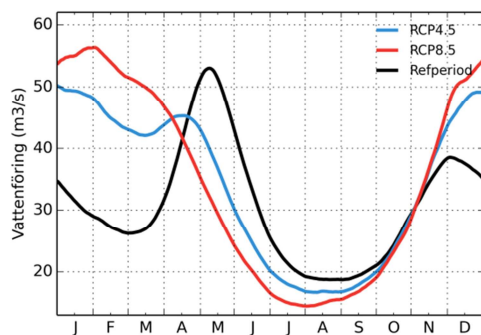
Hedströmmens mynning



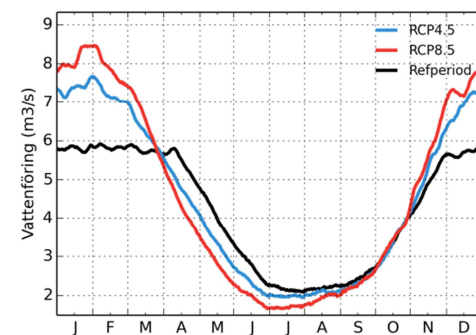
Köpingsåns mynning



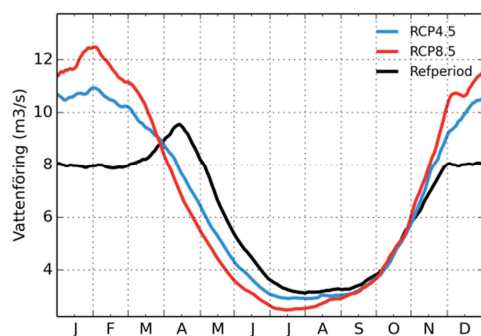
Kolbäcksåns mynning



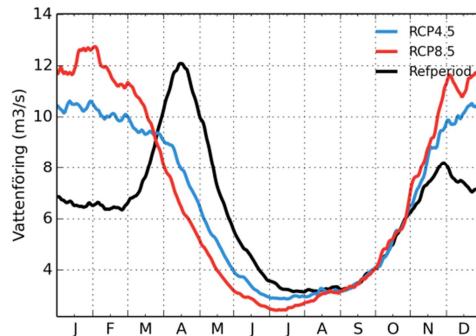
Svartåns utlopp i Fläcksjön



Svartåns mynning

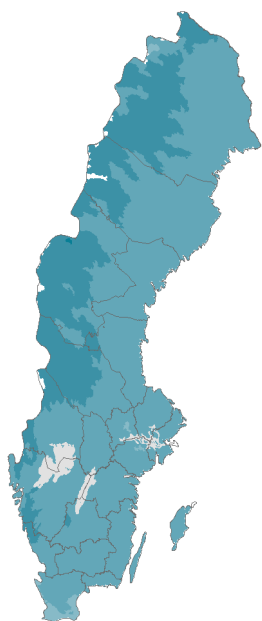


Sagåns mynning



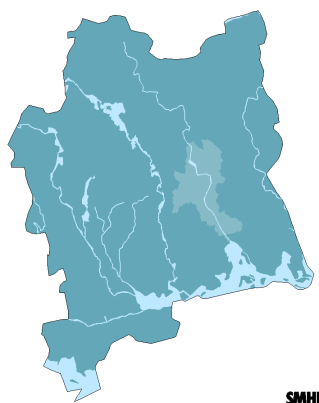
9 Markfuktighet

Beräknat 1961-1990



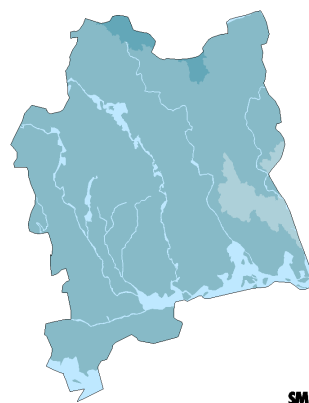
Antal dagar per år med låg markfuktighet. Indexet baseras på referensperiodens medelvärde av varje års lägsta markfuktighet. Indexet kan ha intresse för långtidsplanering av bevattningsbehov och grödoval samt skogsbrandriskbedömning och skogsvårdsinsatser.

Beräknat 1961-1990



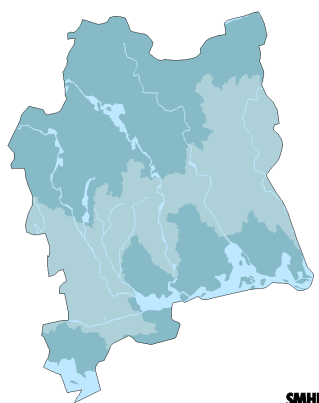
SMHI

Beräknat 1991-2013



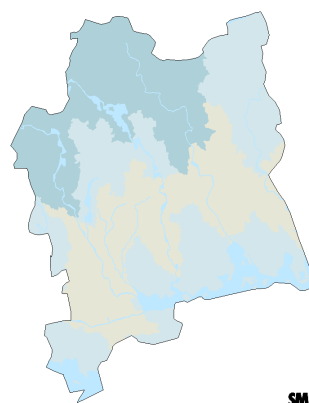
SMHI

Beräknat 2021-2050



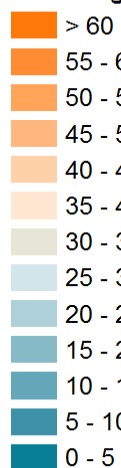
SMHI

Beräknat 2069-2098



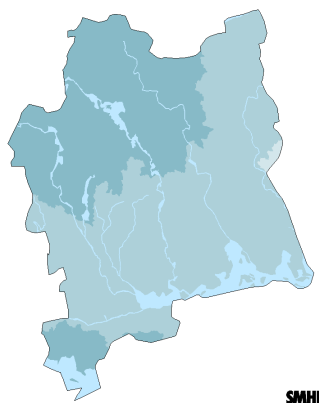
SMHI

Antal dagar

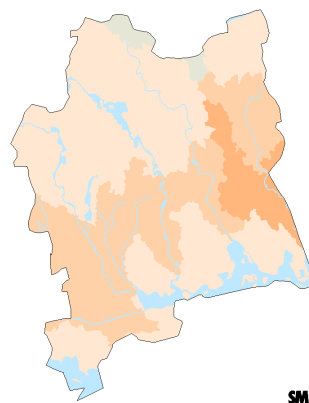


RCP4.5

RCP8.5

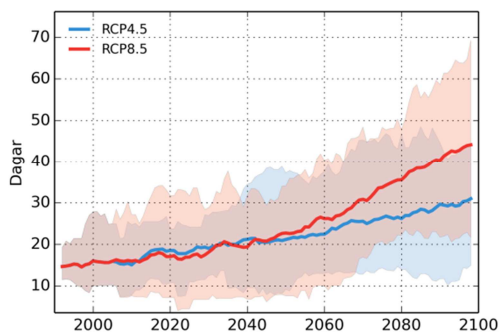


SMHI

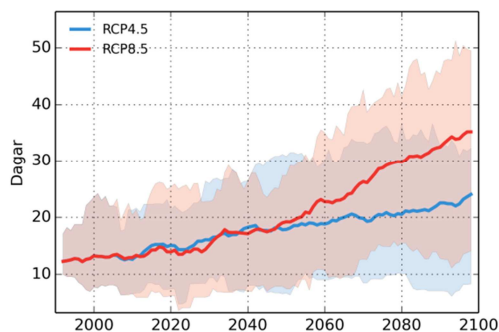


SMHI

Arbogaåns mynning



Kolbäcksåns utlopp i Åmanningen



Perioden 1991-2013 har haft fler dagar mer låg markfuktighet jämfört med 1961-1990. Denna tendens fortsätter under seklet och de två RCP-scenarierna visar relativt stora skillnader vid seklets slut. I RCP8.5 ökar antalet dagar med låg markfuktighet från ett par dagar per år till upp mot 50 dagar i inre Västmanland. RCP4.5 visar en ökning på ca 30 dagar för Arbogaåns avrinningsområde och ca 25 dagar för Kolbäcksåns avrinningsområde. För RCP8.5 är ökningen vid seklets slut för Arbogaån 45 dagar och för Kolbäcksån 35 dagar.

10 Slutsatser

Hur klimatet i Västmanlands 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 Västmanland ligger idag på ca 4°C i norra delarna av länet och ca 6°C nära Mälaren. Analyserna av framtida klimat visar en gradvis uppvärmning. I mitten på seklet visar båda RCP-scenarierna en uppvärmning på ca 2 grader jämfört med perioden 1961-1990. I slutet av seklet visar RCP4.5 en uppvärmning på ca 3 grader medan RCP8.5 hamnar på ca 5 grader. Fortsatta utsläppsökningar innebär alltså för Västmanlands län att den högre terrängen i nordväst får en årsmedeltemperatur på 9°C grader och Mälardalen ca 10°C. Störst uppvärmning väntas ske under vintern, med upp mot 6 grader enligt RCP8.5.

I och med uppvärmningen ökar **vegetationsperiodens** längd, för RCP4.5 med 7 veckor och för RCP8.5 ca 80 dagar. **Värmeböljorna** väntas också öka då antalet varma dagar blir fler. RCP8.5 visar ett årsmedelvärde på 20 dagar i följd med dygnsmedeltemperaturer på över 20°C i slutet av seklet.

Behovet av uppvärmning minskar vilket betyder att antalet graddagar sjunker. Vid slutet av seklet visar RCP8.5 på ca 2800 och RCP4.5 på ca 3300 graddagar, att jämföra med ca 4300 under referensperioden. Ökande sommartemperaturer leder till ett visst kylbehov, enligt RCP8.5 är det ca 130 graddagar vid seklets slut.

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 15-20 % för till seklets slut. Nederbörden ökar mest under vintern och våren, i östra delen av länet visar RCP8.5 på 40 % ökning för både årstiderna. Den kraftiga nederbörden ökar också, maximal dygnsnederbörd kan öka uppemot 20 % beroende på RCP-scenario.

För länet ses en ökning av total **årstillrinning** med uppemot 10 % vid slutet av seklet. Den största ökningen av tillrinningen sker för vintern och även det lägre scenariot RCP4.5 visar på 20-50 % för vattendragen. De flesta vattendrag ser ut att få minskande tillrinning under vår och sommar och en i stort sett oförändrad tillrinning under höst.

Tillrinning med **återkomsttid** 10 år respektive 100 år ser ut att öka i de inre delarna av länet. Kolbäcksån och Svartån har något ökade tillrinningar, men övriga analyserade vattendrag har en oförändrad tillrinning i slutet av seklet.

En längre säsong med låga flöden kan förväntas och antalet dagar då tillrinningen är låg ökar från 20-25 dagar till upp emot 50 dagar (RCP8.5) i slutet av seklet.

Framtidsscenarierna visar på högre vinterflöden. Det beror på mer nederbörd under vintern och högre temperaturer gör att nederbörden inte lagras som snö utan rinner av vintertid. Därmed uteblir också vårflodstoppen.

Antalet dagar med låg **markfuktighet** ökar i framtiden. Från dagens ca 15 dagar till 25-30 dagar (RCP4.5) eller 35-45 dagar (RCP8.5) mot slutet av seklet.

Analyserna baseras på medelförhållanden men det är viktigt att komma ihåg att variationen mellan år, även i framtiden, kan vara stor, även i ett framtida klimat.

11 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.

12 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>
- 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., Maskell, K. and Johnson, 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>
- Persson G., Sjökvist E., Gustavsson H., Andréasson J. och Hallberg K. 2012. Klimatanalys för Västmanlands län. SMHI rapport nr 2012-10.
- 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.



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

ISSN 1654-2258