

Utfärdat av:

Julia Zábori

Skapat datum

2020-09-11

Senaste version sparad

2020-11-27

Rapportnummer

2020-81

Dokumentnamn

Klimatpåverkan i Hertsångersälvens avrinningsområde

Dnr:

2019/2524/9.5

Fastställt av

Gitte Berglöv

Fastställt datum

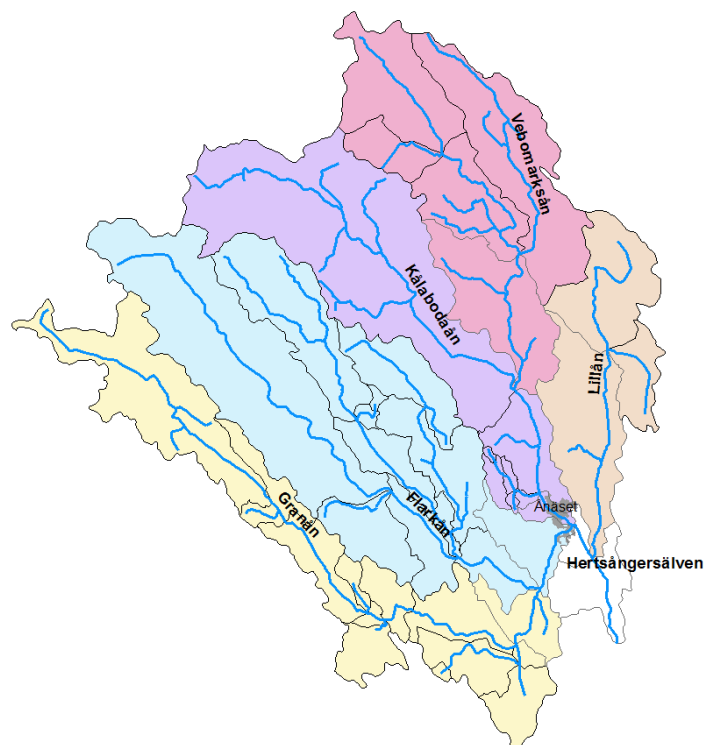
2020-11-26

Informationshantering:

Affärssekretess

Klimatpåverkan i Hertsångersälvens avrinningsområde enligt RCP scenarierna

Julia Zábori, Dorothée Vallot



Uppdragsinformation

Uppdragstagare SMHI 601 76 Norrköping	Kontaktperson Julia Zábori Tel 011-4958279 E-post:julia.zabori@smhi.se
Uppdragsgivare Länsstyrelsen Västerbotten 901 86 Umeå	Kontaktperson Amanda Löfdahl E-post: amanda.lofdahl@lansstyrelsen.se
Distribution Länsstyrelsen Västerbotten, Amanda Löfdahl	
Klassificering Affärssekretess	
Nyckelord Hertsångersälven, framtida klimat, lokal och total tillrinning	
Övrigt	

Innehållsförteckning

1	INLEDNING	4
2	BAKGRUND	4
3	METOD OCH PRESENTATION.....	4
3.1	Antaganden, modeller och databearbetning	4
3.2	Osäkerheter	5
3.2.1	Kartor.....	6
3.2.2	Diagram	6
4	HYDROLOGISK MODELL	7
5	HERTSÅNGERSÄLVENS AVRINNINGSOMRÅDE	8
6	STÖD I TOLKNING AV RESULTAT	9
6.1	Tolkning av förändringar i total och lokal tillrinning.....	9
6.2	Tolkning av osäkerhet i diagram.....	9
7	TOTAL MEDELTILLRINNING.....	10
7.1	Förändrad total medeltillrinning för år och säsonger.....	10
7.2	Förändrad total 10-årstillrinning	16
7.3	Förändrad total 100-årstillrinning	17
8	LOKAL MEDELTILLRINNING	18
8.1	Förändrad lokal årsmedeltillrinning	18
8.2	Förändrad lokal medeltillrinning vinter	20
8.3	Förändrad lokal medeltillrinning vår.....	23
8.4	Förändrad lokal medeltillrinning sommar.....	25
8.5	Förändrad lokal medeltillrinning höst.....	27
9	TOTALA TILLRINNINGENS ÅRSDYNAMIK.....	29
10	SLUTSATSER.....	31
11	REFERENSER	32

1 Inledning

Året 2015 publicerades en rapport om framtidsklimat och påverkan på hydrologiska parameter i Västerbottens län (Berglöv m.fl., 2015). Utgångspunkten av analyser var tillämpningen av två klimatscenarier, RCP4,5 och RCP8,5 för två olika framtidsperioder, 2021-2050 och 2069-2098 i relation till en referensperiod. Rapporten ger en översikt över förändringar över hela länet, och presenterar även resultat för olika avrinningsområden utspredda över hela länet. Den här rapporten fokuserar på förändringar i Hertsångersälvens avrinningsområde. Rapporten beskriver förändringen av lokal och total tillrinning med ursprung av samma klimatdata som användes för ovan nämnde rapporten. Resultaten beskrivs i form av olika klimatindex, dvs. medelvärden, säsongsvariationer och mer extrema förhållanden, baserade på statistiska bearbetningar av data.

2 Bakgrund

Hertsångersälven ligger i Robertsfors kommun i Västerbottens län. Känt för avrinningsområdet är förekomsten av sura sulfatjordar som kan resultera i låga pH värden och således en nedsatt vattenkvalité (Åberg, 2019). Sura sulfatjordar bildas i syrefattiga bottensediment i havet. Genom landhöjningen kommer dessa sedan upp till markytan. Själva landhöjningen bedöms inte vara avgörande för negativa miljökonsekvenser dock torrläggning av våtmark och sjöar som skedde under 1900-talet inom Hertsångersälvens avrinningsområde (Åberg, 2017). Man skiljer mellan potentiellt och faktiskt sur sulfatjord. Potentiellt sur sulfatjord är ett sulfidhaltigt sediment. Om den oxideras sjunker pH värdet och metaller kan lösas från markkorn. Om pH värdet är mindre än 4 kallas det aktiva eller faktiskt sur sulfatjord (Åberg, 2017). Landhöjning, dikning och torrläggning kan resultera i oxidation. Men även fluktuationen av grundvattennivåerna. Analysen av klimatpåverkan i Hertsångersälvens avrinningsområdet visar alltså de hydrologiska förutsättningarna i ett framtidsklimat.

3 Metod och presentation

I detta kapitel beskrivs metodiken mycket kortfattat. Mer information finns i rapporten ”Klimatscenarier för Sverige” (Sjökvist m.fl., 2015). På smhi.se finns också en ”Vägledning klimatscenarier” som stöd för användande av klimatscenarier (Persson m.fl., 2015).

3.1 Antaganden, modeller och databearbetning

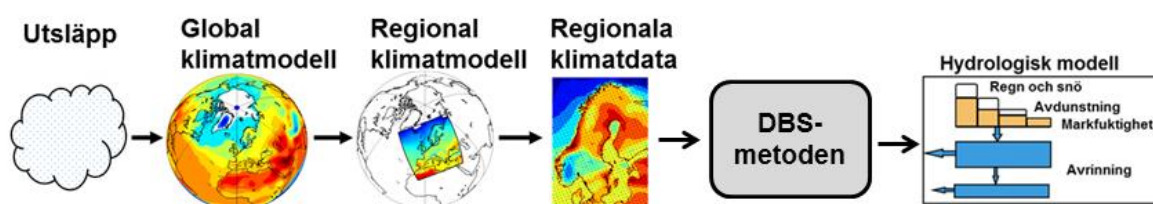
Klimatets utveckling i framtiden beror på hur atmosfärens innehåll av växthusgaser förändras. För att kunna studera framtidens klimat behövs antaganden om hur utsläppen av växthusgaser kommer att bli. I följande analyser används två Representative Concentration Pathway (RCP) scenarier, RCP4.5 som bygger på låga utsläpp, och RCP8.5 med höga utsläpp. Tabell 1 beskriver vilka antaganden som ligger till grund för scenarierna.

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

RCP4.5	RCP8.5
• 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 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. Den globala klimatmodelleringen görs med en relativt grov upplösning, vilket betyder att storleken på rutorna vid jordytan kan vara ca 200×200 km². Den regionala klimatmodelleringen utförs med högre upplösning, ca 50×50 km², 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 4×4 km² (Yang m.fl., 2010). Därefter har hydrologisk modellering utförts med S-HYPE-modellen.



3.2 Osäkerheter

Vid tolkning av analyserna är det viktigt att ha i åtanke att det finns stora osäkerheter i studier av framtida klimat (se Sjökvist m.fl., 2015).

I denna studie användes två RCP scenarier som inte är prognoser för framtida utsläpp. Framtida utsläpp kan se annorlunda ut, beroende av vårt mänskliga beteende. Ett mått av osäkerhet fås genom att använda sig av två olika utsläppsscenarier. RCP8.5 motsvarar en fossilintensiv framtid med höga utsläpp medan RCP4.5 förutsätter starka utsläppsminskningar.

Klimatmodeller använder förenklingar av klimatsystemet, inte alla detaljer av klimatsystemet kan beskrivas. Även om samma utsläppsscenarier används av olika klimatmodeller kan det ge olika resultat pga. variationer i modellstrukturer. Det är därför man använder sig av resultat från flera klimatmodeller och beräknar medelvärdet över alla.

Det finns även en naturlig variabilitet i klimatsystemet som klimatmodeller inte kan simulera. Tolkning av tidsserier ska därför koncentrera sig till långsiktiga trender med analys av medelvärden och variabiliteten under en längre tidsperiod. Det är olämpligt att titta på enstaka år.

Data från klimatmodeller har en alltför grov upplösning för att kunna driva den hydrologiska modellen. Nedskalning med stöd av en regional klimatmodell och korrigering av drivdata ger dock möjlighet att även driva den regionalt kalibrerade hydrologiska modellen. Hade det funnits hydrologiska observationer i de studerade vattendragen skulle en anpassning av den hydrologiska modellens lokala kalibreringsparametrar sannolikt förbättrat modellprestandan ytterligare.

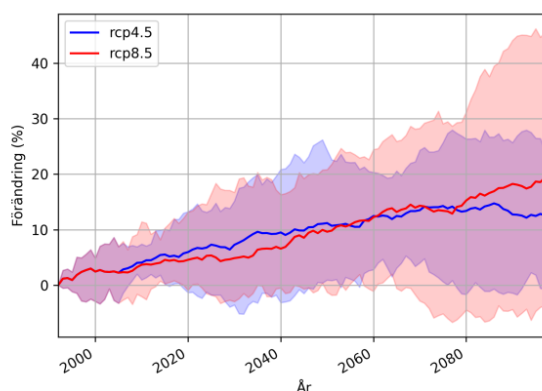
3.2.1 Kartor

Tillrinnings index presenteras för förändringar mellan tidsperioder. Förändringar anges som procentuell avvikelse från referensperioden (1963-1992).

Alla kartor visar medelvärden över en given tidsperiod. I vinter ingår månader december, januari och februari och i vår ingår månader mars, april, maj. Juni, juli och augusti betecknas som sommar och september, oktober och november som höst.

3.2.2 Diagram

Tillrinning är beräknad utifrån hydrologisk modellering och diagrammen för indexen visar utvecklingen över tid för ett definierat avrinningsområde, jämfört med referensperioden 1963-1992. Exempel på hur ett typiskt diagram ser ut visas i Figur 1. Blå och röda linjer presenterar 30-års löpande medelvärde (från presentationsåret och 30 år tillbaka i tiden) av samtliga modellresultat, vilket tydliggör trenden. Området begränsat av de färgade ytorna visar största och minsta värde för samtliga klimatmodellers årsvärden, vilket representerar osäkerheten i ensemblen samt klimatets mellanårsvariation.



Figur 1. Exempel av diagrammens struktur i rapporten. Blå och röda linjer presenterar 30-års löpande medelvärde (från presentationsåret och 30 år tillbaka i tiden) av samtliga modellresultat, vilket tydliggör trenden. Området begränsat av de färgade ytorna visar största och minsta värde för samtliga klimatmodellers årsvärden, vilket representerar osäkerheten i ensemblen samt klimatets mellanårsvariation.

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

I vinter ingår månader december, januari och februari och i vår ingår månader mars, april, maj. Juni, juli och augusti betecknas som sommar och september, oktober och november som höst.

4 Hydrologisk modell

Beräkningarna av tillrinningar i ett framtida klimat gjordes med den hydrologiska avrinningsmodellen HYPE för Hertsångersälvens avrinningsområde. Inom rapporten som presentera framtidsklimat i Västerbottens län (Berglöv m.fl., 2015) utfördes de hydrologiska modelleringar däremot med HBV modellen. Alla hydrologiska modeller måste anpassas till mätdata av vattenföring (kalibreras) för att ge användbara resultat. HYPE-modellen har ett stort antal parametrar som behöver anges och anpassas till lokala förhållanden. De flesta parametrarna är kopplade till antingen jordart eller markanvändning. De bestäms inte lokalt för varje mätpunkt, utan för grupper av små, homogena typområden av dominerande karaktär, t.ex. barrskog på moränjordar, eller jordbruk på lera. S-HYPE är en uppsättning av HYPE för hela Sverige indelad i ett stort antal små delavrinningsområden. Det gör det möjligt att beräkna vattenföring även på platser där det saknas mätningar, men kalibreringen är en kompromiss över ett stort antal stationer, och alltså inte lokalt kalibrerad mot enskilda stationer (Strömqvist et al., 2012). För beräkningarna inom Hertsångersälven extraherades en delmodell av S-HYPE.

5 Hertsångersälvens avrinningsområde

I modellen är Hertsångersälvens avrinningsområde indelat i 44 delområden (Figur 2). Hela avrinningsområdet har en storlek av 506 km² och minsta respektive största delområdet har en storlek av 0,3 km² respektive 79 km². Största andelen av markanvändningen är barrskog (72%), följt av åkermark (12 %), blandskog (8 %) och hedmark (4%). Resten fördelar sig mellan mosse, lövskog, ytvatten, våtmark, betesmark, semiurban yta och impermeabel yta. Markarten som dominerar är 48 % morän, följt av 14 % tunn jord och kalt berg, 12 % torv, 10 % silt, 8 % grovjord, 6 % finjord och lera. Resten fördelar sig mellan isälvsmaterial, sandiga jordar, lätt lera och impermeabel yta.



Figur 2 Hertsångersälvens avrinningsområde med delavrinningsområden, 1 Hertsångersälvens mynning i havet, 2 Flarkåns mynning i Hertsångersälven, 3 Kålabodaåns mynning i Hertsångersälven, 4 Vebomarksåns mynning i Kålabodaån, 5 Lillåns mynning i Hertsångersälven, 6 Granåns mynning i Flarkån. Svarta linjer markera alla 44 delavrinningsområden inom Hertsångersälven enligt S-HYPE. För rödmarkerade områden presenteras diagram i rapporten.

6 Stöd i tolkning av resultat

6.1 Tolkning av förändringar i total och lokal tillrinning

För att kunna tolka resultaten av förändringarna i lokal och total tillrinning är det viktigt att förstå vattenbalansen:

$$\text{Avrinning} = \text{Nederbörd} - \text{Avdunstning} - \text{Magasinsförändring}$$

Med avrinningen från ett område avses allt vatten som rinner till en punkt och vidare från den punkten. Tillrinning däremot avser det vatten som rinner till en sjö. Om det inte finns någon sjö är tillrinningen lika stort som avrinningen. Nederbörden innefattar regn och snö. Om nederbörden faller som regn eller som snö bestäms av lufttemperaturen. Avdunstning kan även benämnas som evapotranspiration. Evaporationen är avdunstningen från marken eller vattenytan. Transpiration är vattnet som vegetationen tar upp från marken och som i form av vattenånga lämnar växten genom små öppningar på bladytan till luften. Avdunstning beror bl.a. på lufttemperatur och på vattentillgång. Magasinsförändring kan förekomma i snö, sjö, mark och grundvatten. Förändringar i snömagasinet styrs till stor del av temperaturen.

Om tillrinningen ökar kan det alltså bero på en ökning av nederbörden, eller en minskning av avdunstningen (lägre lufttemperatur) eller att vattnet inte magasineras i samma omfattning exempelvis som snö (lägre lufttemperatur). Kombinationen av dessa faktorer styr hur tillrinningen förändras under årets månader. I ett framtida klimat förändras nederbörd och lufttemperatur och därmed påverkas de olika termerna i vattenbalansekvationen.

Att förklara orsakerna till de förändrade tillrinningsmönstren i framtida klimat som presenteras i följande avsnitt kräver detaljerad analys av vattenbalansen för respektive område vilket inom ramen för detta projekt inte har varit möjligt att göra. En del större mönster i förändringarna är dock tydliga av vilka kan nämnas en ökning av både årsmedelnederbörd och årsmedeltemperatur i Västerbottens län (Sjökvis m.fl., 2015). En ökad temperatur under vintern påverkar snöackumuleringen och en ökad temperatur under våren och sommaren påverkar avdunstningen.

För att bestämma 10-årstillrinning och 100-årstillrinning anpassas en frekvensfördelningsfunktion till årshögstaflöden. I detta fall har Gumbel fördelningen anpassats. Mer att läsa om fördelningsfunktioner finns i t.ex. Coles (2001).

6.2 Tolkning av osäkerhet i diagram

Som beskrivs i 3.2.2 visar diagram 30-års löpande medelvärde, vilket tydliggör trenden. Begränsningen av de färgade ytorna i diagram visar största och minsta värde hos samtliga klimatmodellers årsvärden. Om man vill bedöma osäkerheten av trenden, ska man titta på bredden av de färgade ytorna. Ju bredare de är desto mer skillnad finns mellan lägsta och högsta värde av modellmedlemmarna. Simuleringar som ligger längre fram i tiden brukar ha en större osäkerhet, vilket man känner igen på att bredden mellan lägsta och största årsvärde blir större. En annan indikation på osäkerhet är variationer omkring nollvärdet (= ingen förändring). Om man har t.ex. en positiv trend som visas genom ett stigande medelvärde, men om de färgade ytorna även ligger under nollvärdet, så betyder det att några av klimatmodellerna simulerade en negativ förändring.

7 Total medeltillrinning

Avsnittet behandlar den totala tillrinningen d.v.s. det ackumulerade flödesbidraget från alla avrinningsområden som ligger uppströms. 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.

7.1 Förändrad total medeltillrinning för år och säsonger

För alla undersökta delavrinningsområden (markerad med 1-6 inom Figur 2) observeras en ökning av den totala årsmedeltillrinningen med 10-12 % vid mitten av seklet. Ökningen fortsätter mot slutet av seklet för RCP8,5 med 17-21%. För RCP4,5 planar kurvan ut och minskar mot slutet av seklet, se Figur 3.

Den största förändringen av totala tillrinningen sker för vinterperioden (Figur 4). Mot mitten av seklet ses en generell ökning över alla presenterade delavrinningsområden med ca. 75 % för RCP4,5 och RCP8,5. Ökningen fortsätter mot slutet av seklet. Av diagrammen framgår skillnaden mellan scenarierna. En ökning av den totala medeltillrinningen för RCP8,5 ligger mellan 175-225 % medan ökningen för RCP4,5 ligger mellan 110-140 % i slutet av seklet.

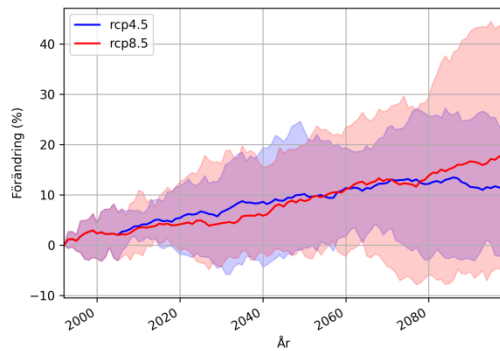
Under våren syns en minskning av total medeltillrinning i alla undersökta delavrinningsområden (markerad med 1-6 inom Figur 2), se Figur 5. Mot mitten av seklet minskar den totala tillrinningen med 5- 10 %. Minskningen fortsätter mot slutet av seklet och ligger mellan -25 och -30 % för RCP8,5 och omkring -12 % för RCP4,5.

För sommaren ses en minskning av tillrinningen vid mitten av seklet för Granåns mynning i Flarkån (Figur 6). Ingen förändring ses för RCP8,5 för Flarkåns mynning i Hertsångersälven, men en minskning för RCP4,5 kan fastställas. För resterande undersökta delområden finns en ökning för RCP8,5 och en minskning för RCP4,5 i mitten av seklet (mellan + 10 % och -10 %). På slutet av minskar tillrinningar för Granåns mynning i Flarkån och Flarkåns mynning i Hertsångersälven. För de andra delområdena är förändringen av medeltillrinningen under sommaren obetydlig.

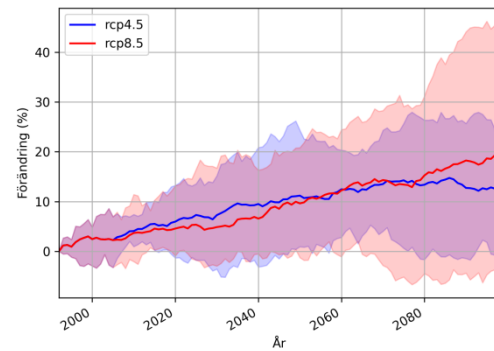
En ökning av tillrinningen mellan 15 - 20 % ses under hösten för alla undersökta delområden mot slutet av seklet (Figur 7).

Förändrad total årsmedeltillrinning

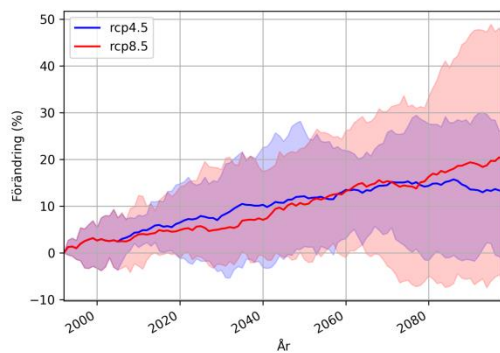
Granåns mynning i Flarkån



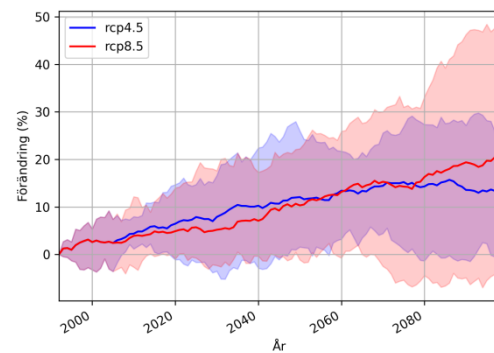
Flarkåns mynning i Hertsångersälven



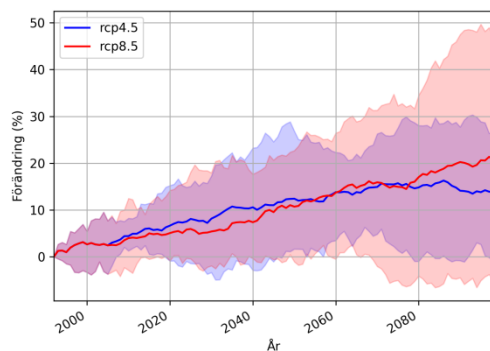
Vebomarksåns mynning i Kålabodaån



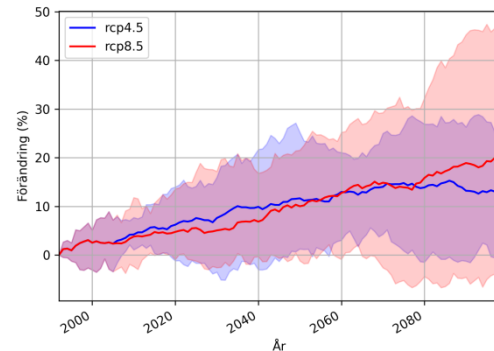
Kålabodaåns mynning i Hertsångersälven



Lillåns mynning i Hertsångersälven



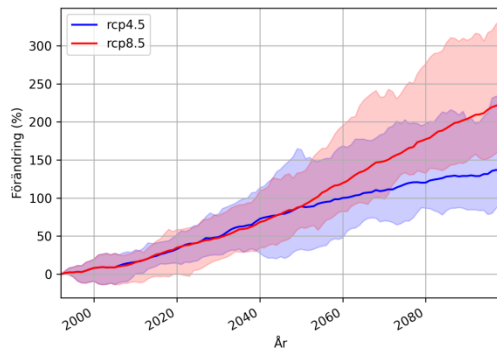
Hertsångersälvens mynning i havet



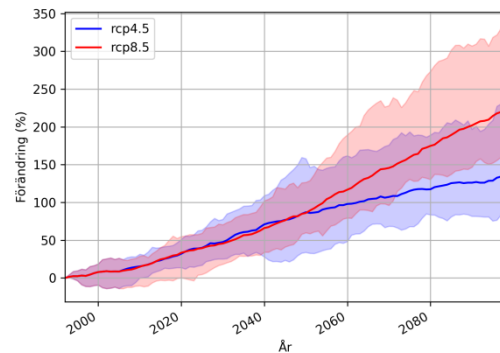
Figur 3 Förändrad total årsmedeltillrinning i Granån, Flarkån, Vebomarksån, Kalabodaån, Lillån och Hertsångersälven. Blå (RCP4,5) och röda linjer (RCP8,5) presenterar 30-års löpande medelvärde (från presentationsåret och 30 år tillbaka i tiden) av samtliga modellresultat, vilket tydliggör trenden. Området begränsat av de färgade ytorna visar största och minsta värde för samtliga klimatmodellers årsvärden, vilket representerar osäkerheten i ensemblen.

Förändrad total medeltillrinning vinter

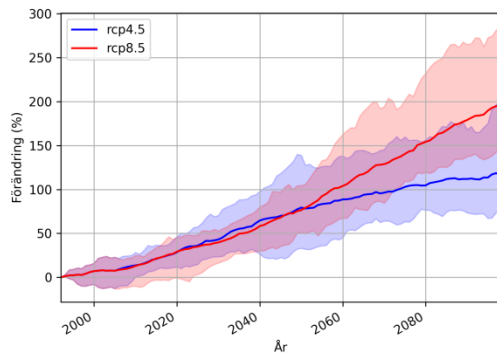
Granåns mynning i Flarkån



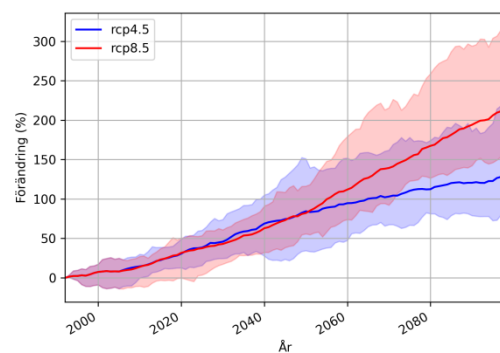
Flarkåns mynning i Hertsångersälven



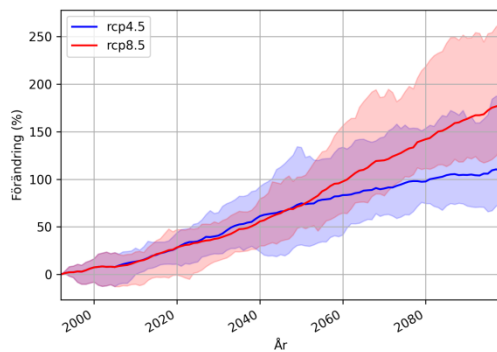
Vebomarksåns mynning i Kålabodaån



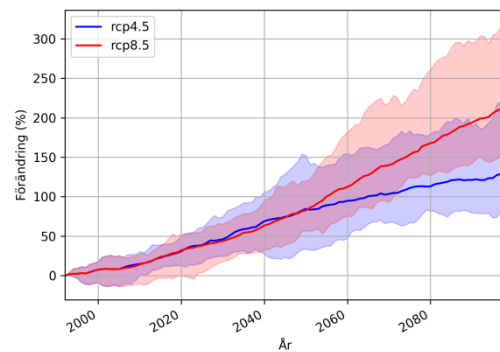
Kålabodaåns mynning i Hertsångersälven



Lillåns mynning i Hertsångersälven



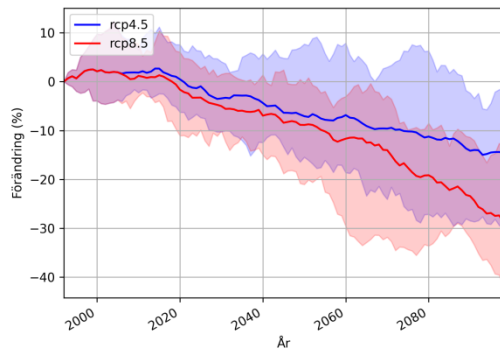
Hertsångersälvens mynning i havet



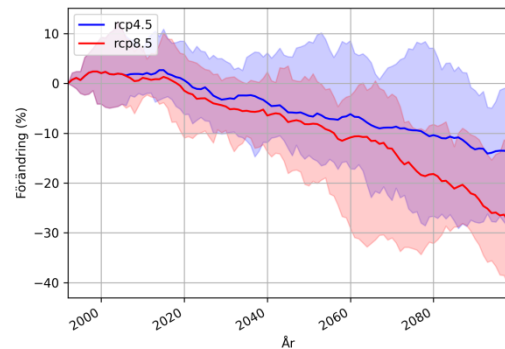
Figur 4 Förändrad total medeltillrinning under vintern i Granån, Flarkån, Vebomarksån, Kalabodaån, Lillån och Hertsångersälven. Blå (RCP4,5) och röda linjer (RCP8,5) presenterar 30-års löpande medelvärde (från presentationsåret och 30 år tillbaka i tiden) av samtliga modellresultat, vilket tydliggör trenden. Området begränsat av de färgade ytorna visar största och minsta värde för samtliga klimatmodellers årsvärden, vilket representerar osäkerheten i ensemblen.

Förändrad total medeltillrinning vår

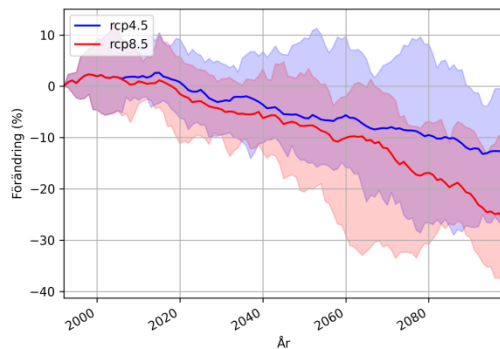
Granåns mynning i Flarkån



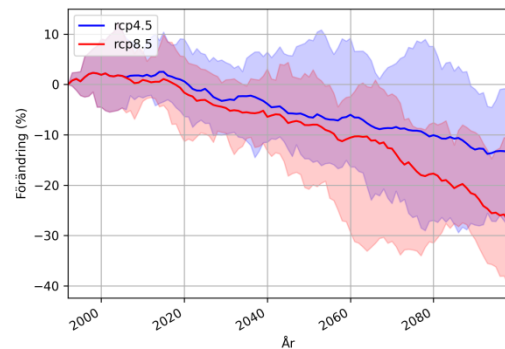
Flarkåns mynning i Hertsångersälven



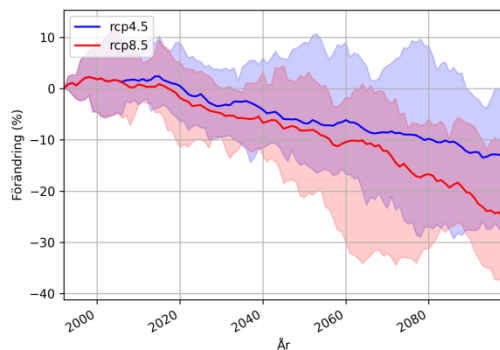
Vebomarksåns mynning i Kålabodaån



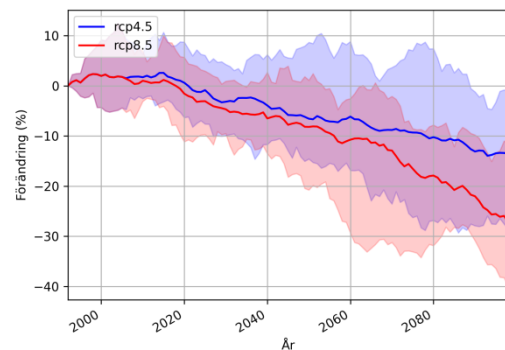
Kålabodaåns mynning i Hertsångersälven



Lillåns mynning i Hertsångersälven



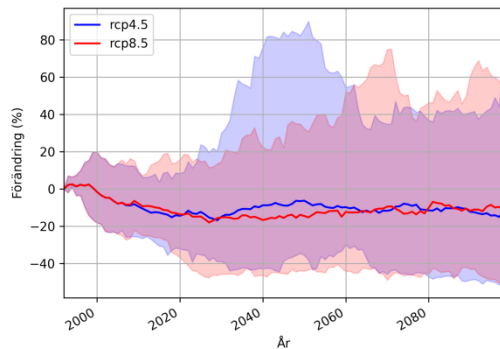
Hertsångersälvens mynning i havet



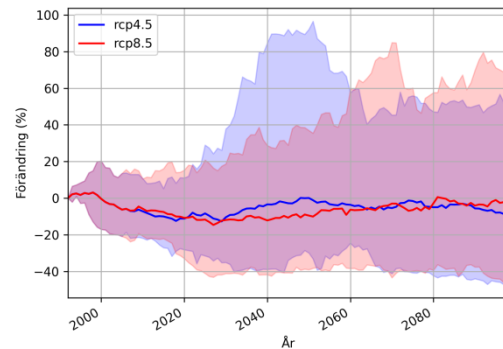
Figur 5 Förändrad total medeltillrinning under våren i Granån, Flarkån, Vebomarksån, Kalabodaån, Lillån och Hertsångersälven. Blå (RCP4,5) och röda linjer (RCP8,5) presenterar 30-års löpande medelvärde (från presentationsåret och 30 år tillbaka i tiden) av samtliga modellresultat, vilket tydliggör trenden. Området begränsat av de färgade ytorna visar största och minsta värde för samtliga klimatmodellers årsvärden, vilket representerar osäkerheten i ensemblen.

Förändrad total medeltillrinning sommar

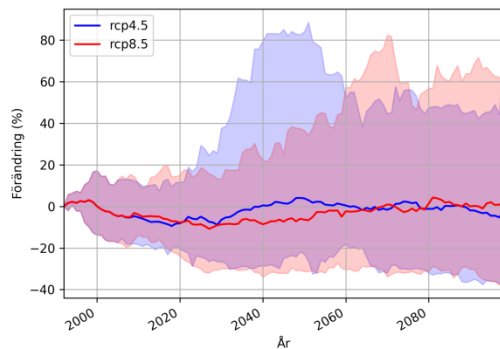
Granåns mynning i Flarkån



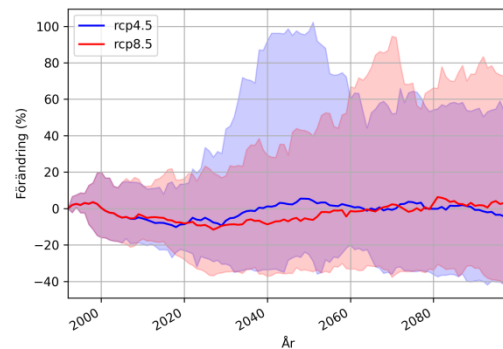
Flarkåns mynning i Hertsångersälven



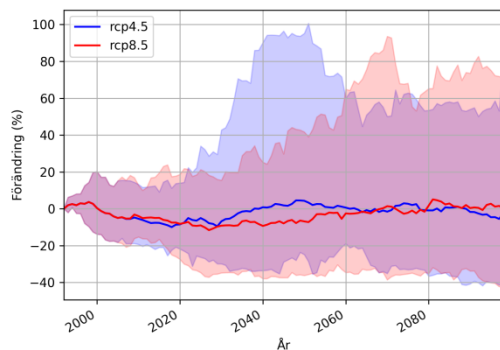
Vebomarksåns mynning i Kålabodaån



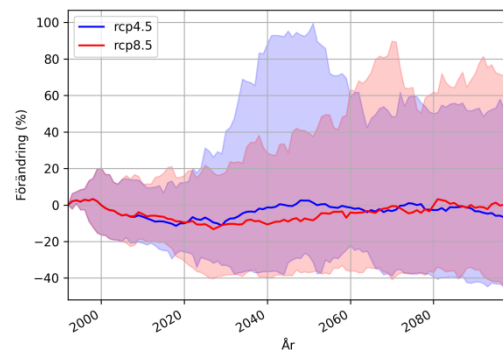
Kålabodaåns mynning i Hertsångersälven



Lillåns mynning i Hertsångersälven



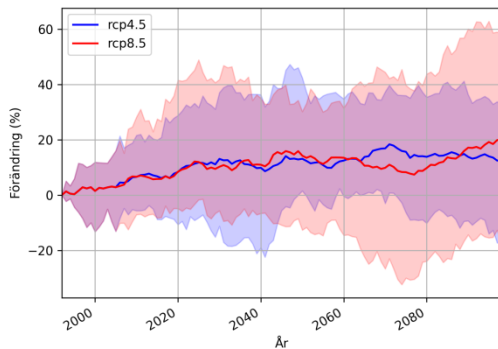
Hertsångersälvens mynning i havet



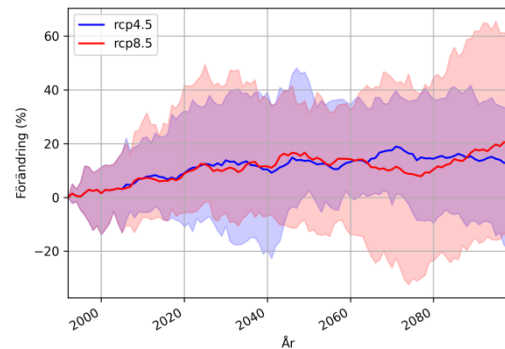
Figur 6 Förändrad total medeltillrinning under sommaren i Granån, Flarkån, Vebomarksån, Kalabodaån, Lillån och Hertsångersälven. Blå (RCP4,5) och röda linjer (RCP8,5) presenterar 30-års löpande medelvärde (från presentationsåret och 30 år tillbaka i tiden) av samtliga modellresultat, vilket tydliggör trenden. Området begränsat av de färgade ytorna visar största och minsta värde för samtliga klimatmodellers årsvärden, vilket representerar osäkerheten i ensemblen.

Förändrad total medeltillrinning höst

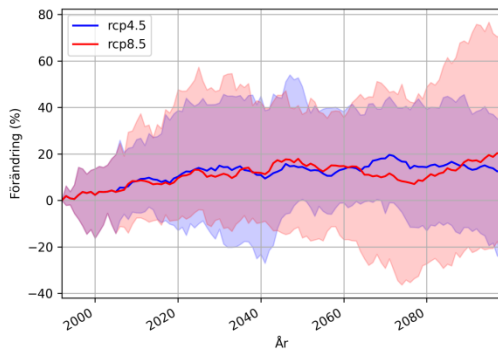
Granåns mynning i Flarkån



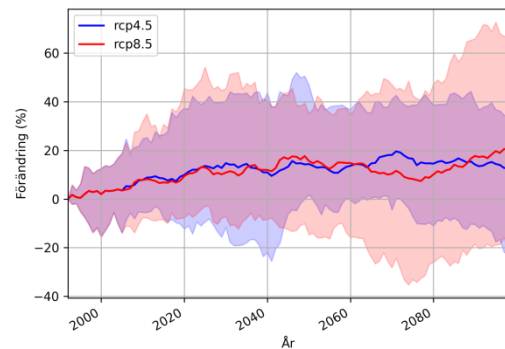
Flarkåns mynning i Hertsångersälven



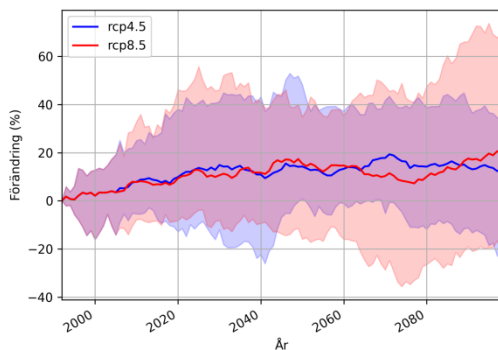
Vebomarksåns mynning i Kålabodaån



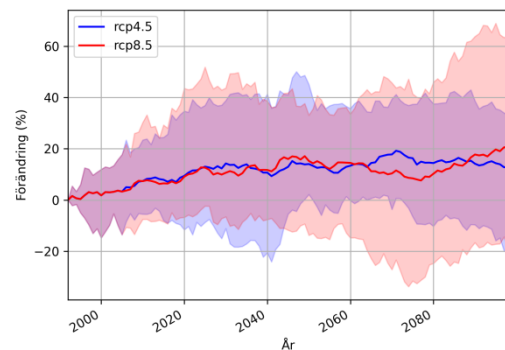
Kålabodaåns mynning i Hertsångersälven



Lillåns mynning i Hertsångersälven



Hertsångersälvens mynning i havet

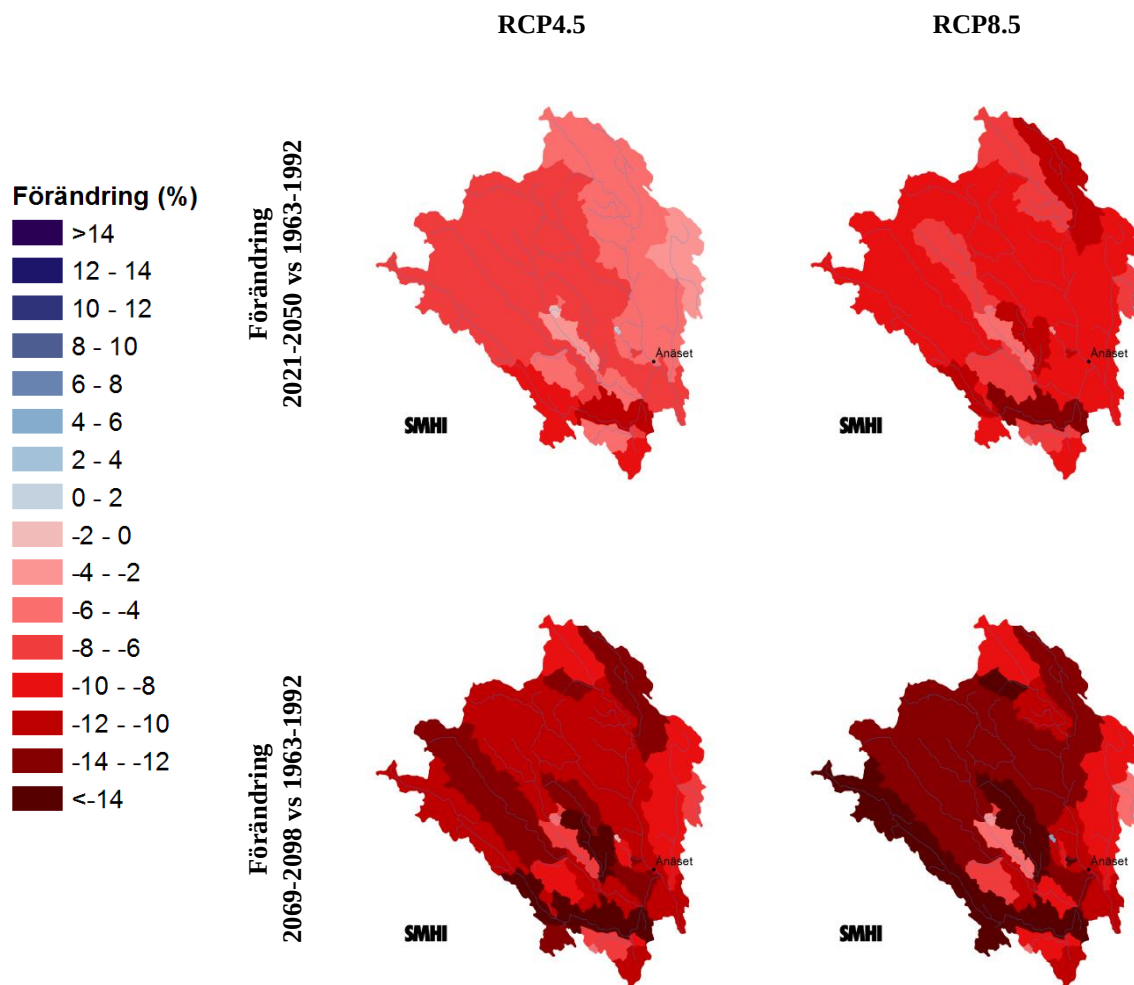


Figur 7 Förändrad totalmedeltillrinning under höst i Granån, Flarkån, Vebomarksån, Kalabodaån, Lillån och Hertsångersälven. Blå (RCP4,5) och röda linjer (RCP8,5) presenterar 30-års löpande medelvärde (från presentationsåret och 30 år tillbaka i tiden) av samtliga modellresultat, vilket tydliggör trenden. Området begränsat av de färgade ytorna visar största och minsta värde för samtliga klimatmodellens årsvärden, vilket representerar osäkerheten i ensemblen.

7.2 Förändrad total 10-årstillrinning

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

Flöden med en återkomsttid av 10 år förväntas att minska i framtiden (Figur 8). Minskningen för 2069-2098 i förhållande till referensperioden är större än minskningen under 2021-2050 i förhållande till referensperioden.

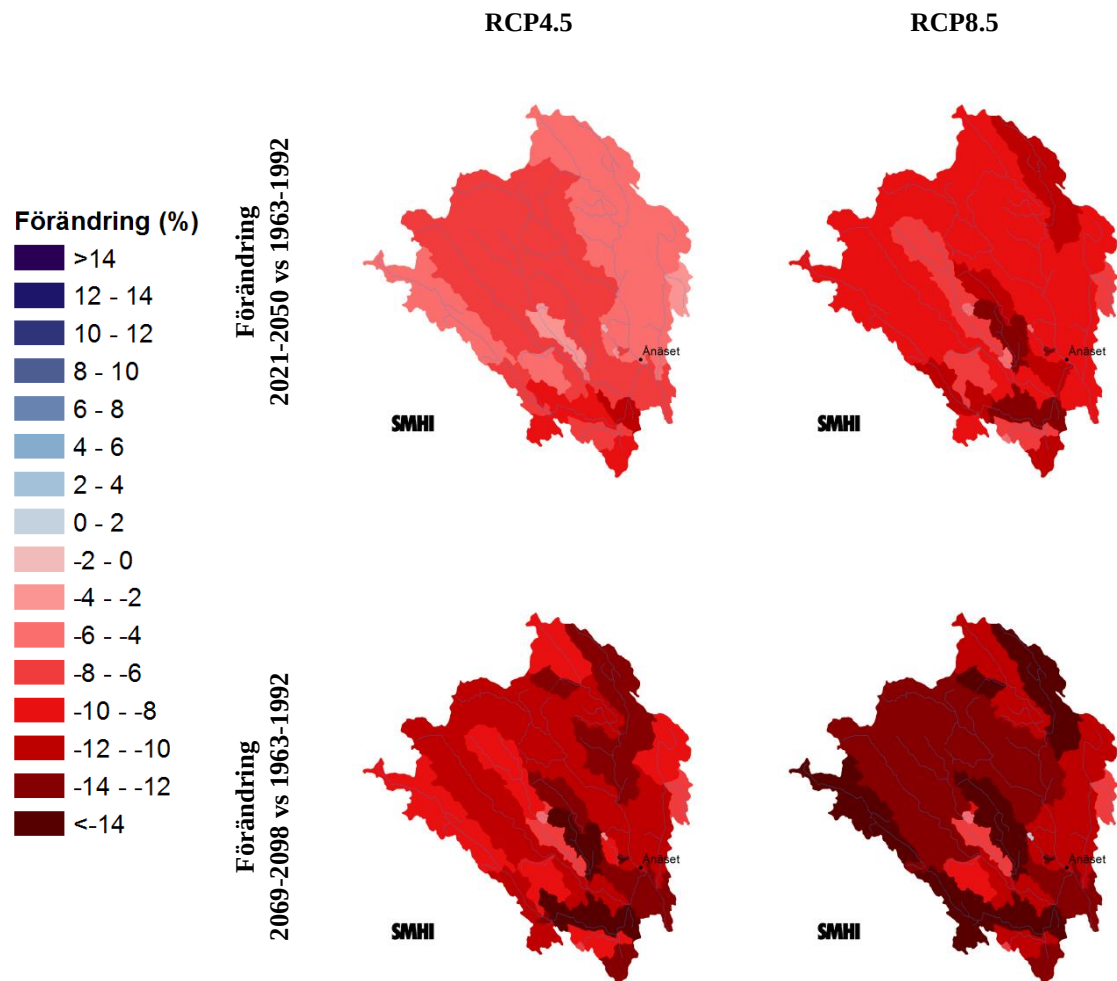


Figur 8 Förändrad total 10-årstillrinning i Hertsångersälvens avrinningsområde.

7.3 Förändrad total 100-årstillrinning

Kartorna visar den procentuella förändringen jämfört med medelvärdet för referensperioden. Indexet avser total tillrinning med återkomsttid 100 år och är intressant för utbredningskarteringar av översvämningar.

Kartorna uppvisar stora likheter med 10-årstillrinningen med minskande 100-årstillrinning för Hertsångersälvens avrinningsområde (Figur 9). Minskningen för 2069-2098 i förhållande till referensperioden är större än minskningen under 2021-2050 i förhållande till referensperioden.



Figur 9 Förändrad total 100-årstillrinning i Hertsångersälvens avrinningsområde.

8 Lokal medeltillrinning

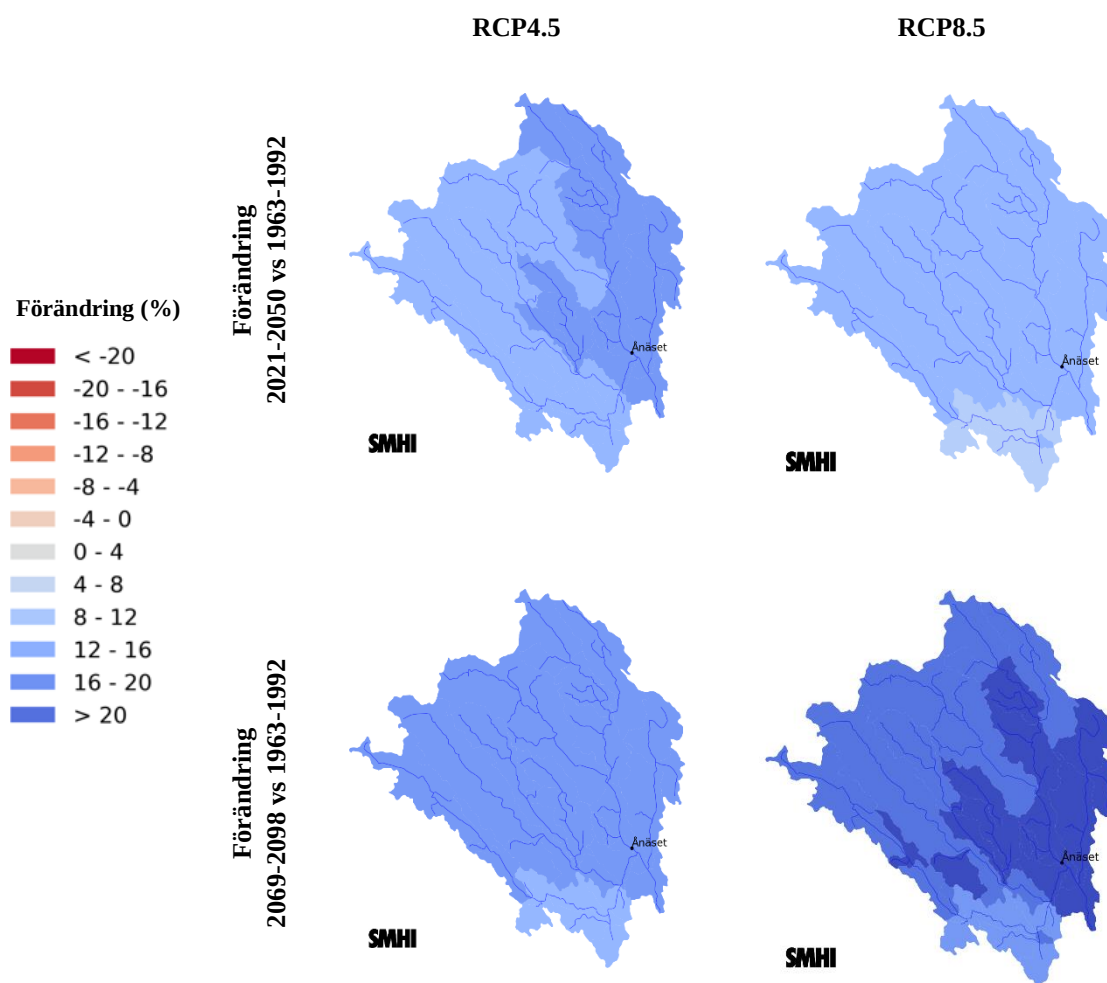
Avsnittet behandlar den lokala tillrinningen, vilket ger en bild av hur mindre vattendrag vars vattenföring enbart beror på lokala förhållanden, påverkas. Indexen kan användas för att se hur klimatförändringar förväntas förändra de lokala flödesmängderna, vilka bland annat påverkar förutsättningarna 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 för markerade delområden i Figur 2.

8.1 Förändrad lokal årsmedeltillrinning

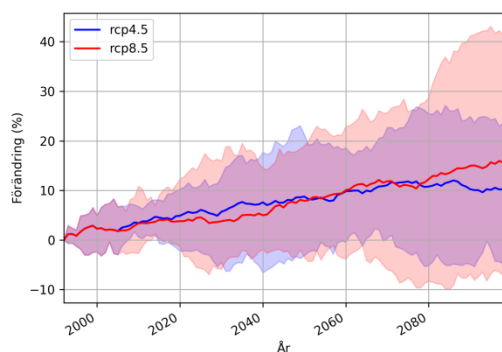
Kartorna visar den procentuella förändringen jämfört med medelvärdet för referensperioden. Indexet avser 30-årsmedelvärden av lokal tillrinning på årsbasis.

Den lokala årsmedeltillrinningen ökar enligt scenarierna för hela Hertsångersälvens avrinningsområde (Figur 10). Det framgår även av diagrammen, som visar en ökad årlig tillrinning med 15-20 % i slutet av seklet för RCP8,5. För RCP4,5 planar kurvan ut och minskar mot slutet av seklet (Figur 11). För att bättre förstår hur den lokala årsmedeltillrinningen förändra sig är det lämpligt att titta även på förändringar av lokal medeltillrinning under årets olika säsonger vilket presenteras i följande avsnitt.

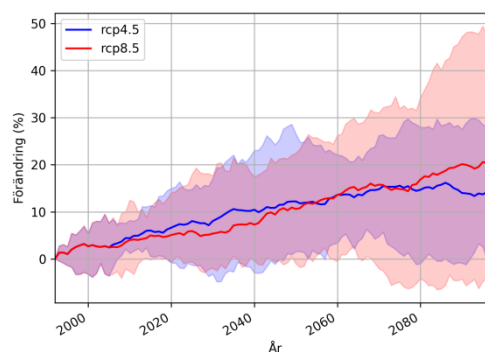


Figur 10 Förändrad lokal årsmedeltillrinning för Hertsångersälvens avrinningsområde.

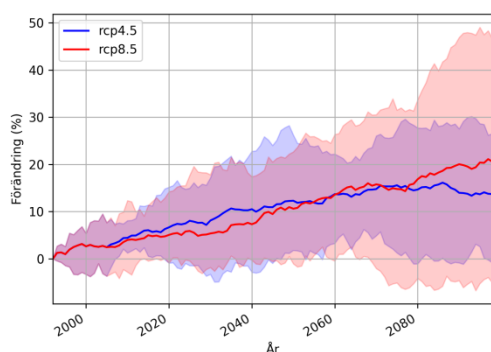
Granåns mynning i Flarkån



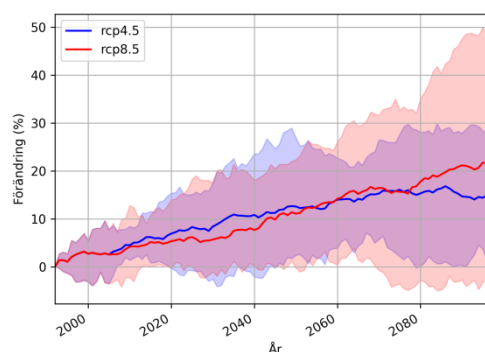
Flarkåns mynning i Hertsångersälven



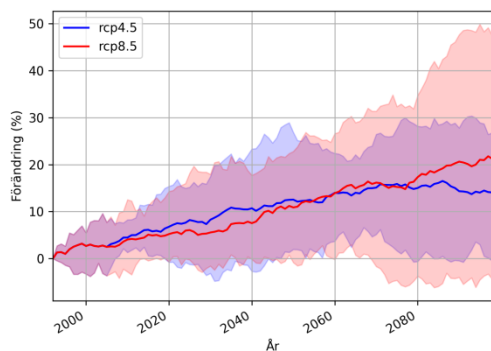
Vebomarksåns mynning i Kålabodaån



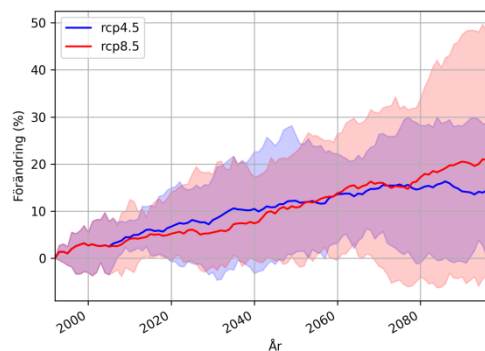
Kålabodaåns mynning i Hertsångersälven



Lillåns mynning i Hertsångersälven



Hertsångersälvens mynning i havet

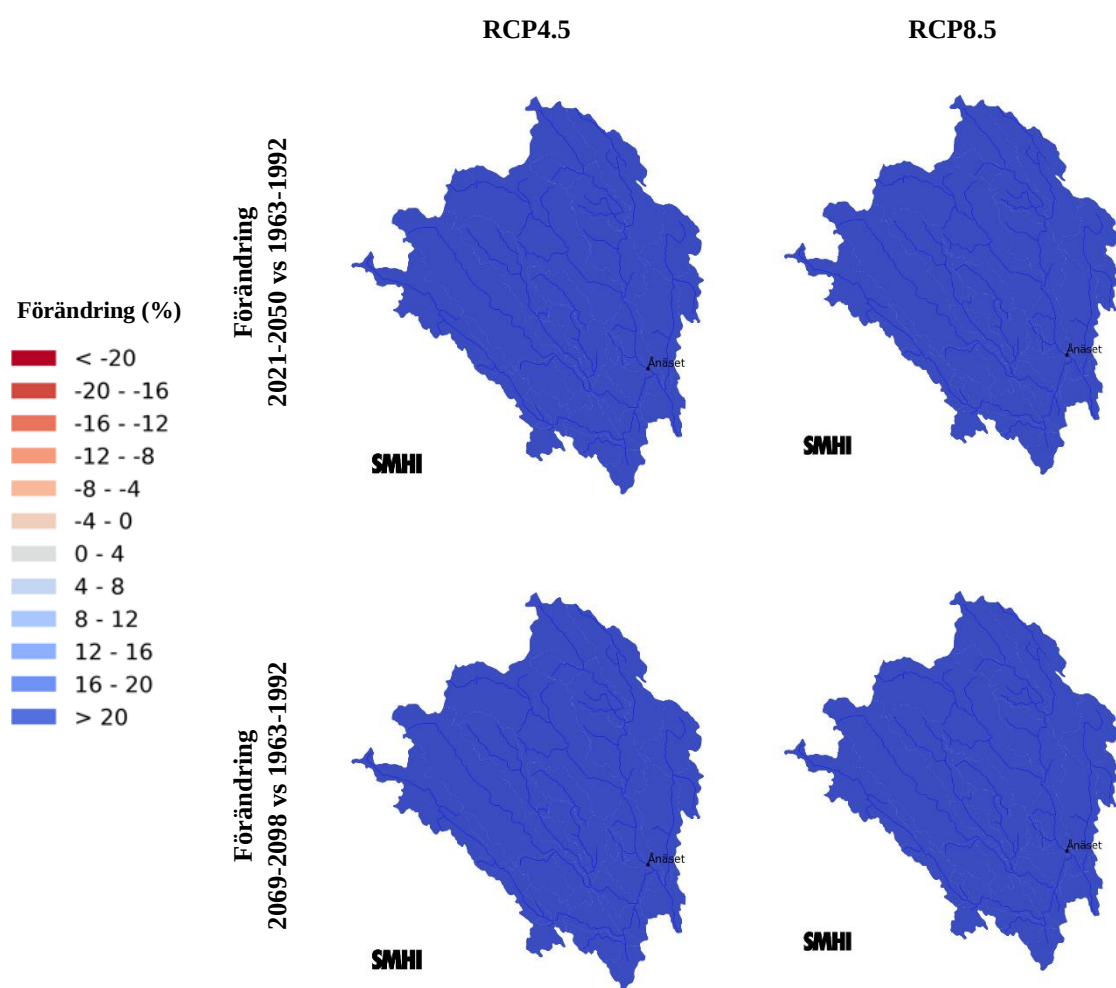


Figur 11 Förändrad lokal årsmedeltillrinning för utvalda delområden som presenteras i Figur 2. Blå (RCP4,5) och röda linjer (RCP8,5) presenterar 30-års löpande medelvärde (från presentationsåret och 30 år tillbaka i tiden) av samtliga modellresultat, vilket tydliggör trenden. Området begränsat av de färgade ytorna visar största och minsta värde för samtliga klimatmodellers årsvärden, vilket representerar osäkerheten i ensemblen.

8.2 Förändrad lokal medeltillrinning vinter

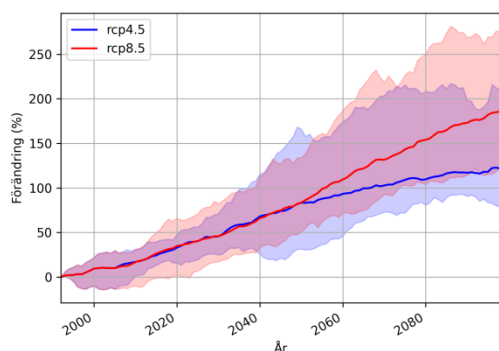
Kartorna visar den procentuella förändringen jämfört med medelvärdet för referensperioden. Indexet avser 30-årsmedelvärden av lokal tillrinning under vintern, här definierad som perioden december-februari.

Den största förändringen av lokala tillrinningen sker liksom för den totala tillrinningen under vinterperioden. Den lokala tillrinningen ökar i hela avrinningsområdet (Figur 12). Antagligen beror ökningen på högre lufttemperaturer vilket förhindrar en snöackumulation i samma utsträckning som under referensperioden. Om vattnet inte lagras som snön, rinner det istället av direkt vilket resulterar i en ökad lokal tillrinning. En annan faktor är att nederbörds mängden förväntas att öka i Hertsångersälvens avrinningsområde (se Berglöv m.fl., 2015). För delområden Granåns mynning i Flarkån, Vebomarksåns mynning i Kålabodaån, Lillåns mynning i Hertsångersälven och delområdet Hertsångersälvens mynning i havet följs scenarierna åt till mitten av seklet för att därefter skiljas åt. RCP8.5 visar en ökning av lokal tillrinning mellan 180 -210 % beroende på delområde. RCP4.5 visar en ökning av ca 125 % för alla delområden vid slutet av seklet (se Figur 13). Vilket syns på bredden av de färgade ytorna i diagrammen som visar högsta och lägsta resultatet från klimatmodellerna), ökar osäkerheten över tiden. Efter 2020 simulerar alla modeller en ökning av den lokala tillrinningen. Detta kan tydas som att en ökning av den lokala tillrinningen är mycket sannolikt även om utsträckningen kan variera. Även om trenden är positiv så är spridningen mellan scenarierna här mycket stor. Ofta mellan 100-300% mellan lägsta värdet och högsta värdet för båda RCP, vilket är mycket mer jämfört med övriga säsonger.

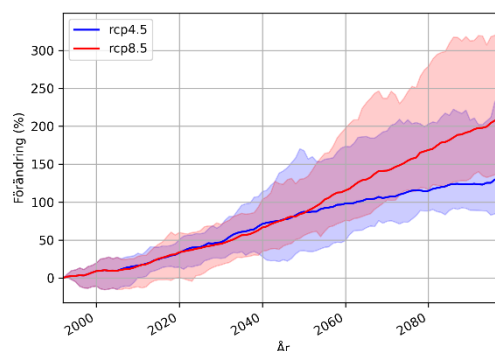


Figur 12 Förändrat lokal medeltillrinning under vintern för Hertsångersälvens avrinningsområde.

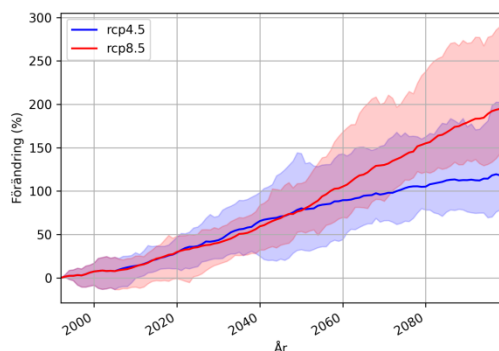
Granåns mynning i Flarkån



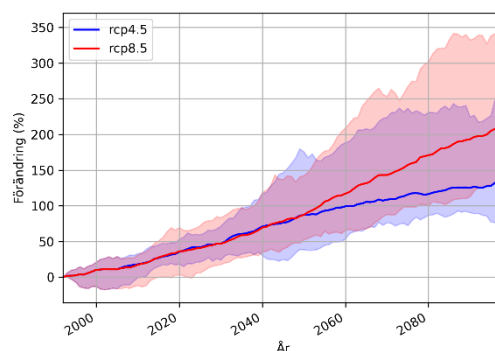
Flarkåns mynning i Hertsångersälven



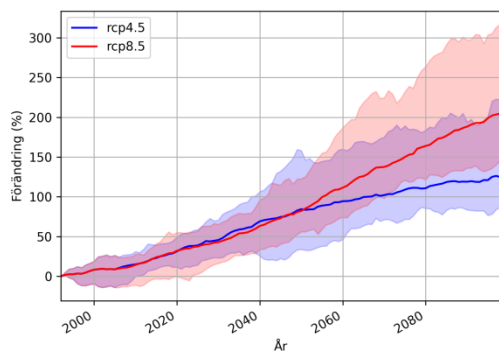
Vebomarksåns mynning i Kålabodaån



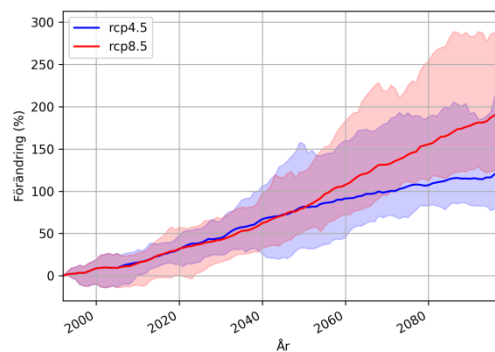
Kålabodaåns mynning i Hertsångersälven



Lillåns mynning i Hertsångersälven



Hertsångersälvens mynning i havet

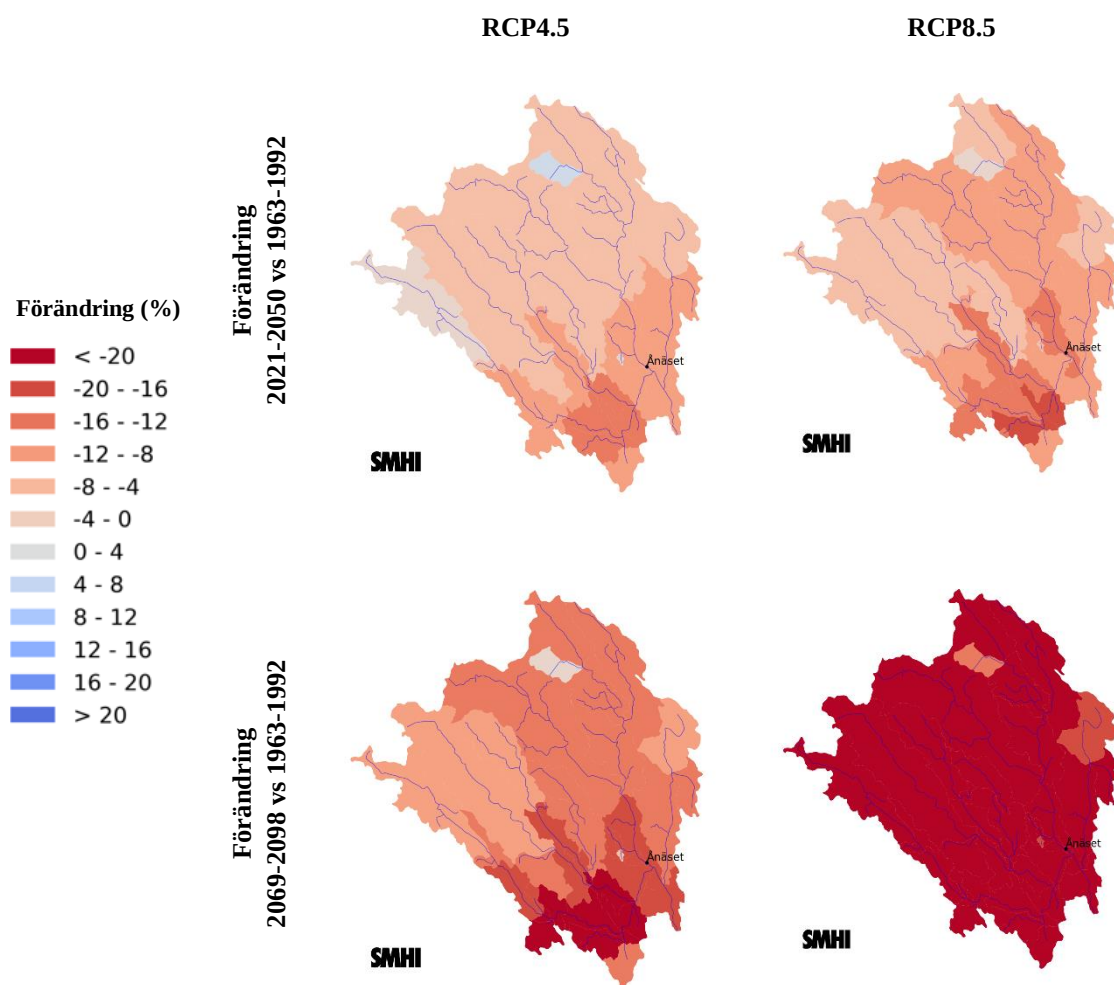


Figur 13 Förändrad lokal medeltillrinning under vintern för utvalda delområden som presenteras i Figur 2. Blå (RCP4,5) och röda linjer (RCP8,5) presenterar 30-års löpande medelvärde (från presentationsåret och 30 år tillbaka i tiden) av samtliga modellresultat, vilket tydliggör trenden. Området begränsat av de färgade ytorna visar största och minsta värde för samtliga klimatmodellers årsvärden, vilket representerar osäkerheten i ensemblen.

8.3 Förändrad lokal medeltillrinning vår

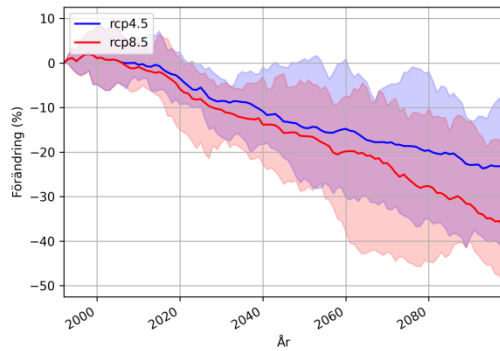
Kartorna visar den procentuella förändringen jämfört med medelvärdet för referensperioden. Indexet avser 30-årsmedelvärden av lokal tillrinning under våren, här definierad som perioden mars-maj.

Den lokala tillrinningen under våren minskar tydligt (Figur 14). Detta hänger mest sannolikt ihop med hur snösmältningen har förändrat sig mellan referensperioden och framtidsperioden. Under referensperioden kunde större mängd snö ackumuleras under vintern för att sedan resultera i en stor vårflood under våren p.g.a. snösmältningen. Eftersom snöackumulationen förväntas minska i framtida klimat, finns det inte så mycket vatten som rinner av och bidra till den lokala tillrinningen. Antagligen blir också perioden som snön ligger kvar kortare. Detta skulle betyda att snön kanske smälter redan under vintermånaderna och att det inte finns mycket vatten kvar under våren. En annan bidragande orsak till en negativ trend kan vara att avdunstningen ökar p.g.a. högre lufttemperaturer i ett framtida klimat. Vidslutet av seklet ligger minskningen mellan -15 % -25 % för RCP4,5 och mellan 25 % - 35 % för RCP8,5 (Figur 15). Som man ser på bredden av den färgade ytorna som visar högsta och lägsta resultat av klimatmodellerna, ökar osäkerheten över tiden. För RCP4,5 finns även minst en klimatmodell som simulerar en ökning av den lokala tillrinningen. Detta visar på att inte alla klimatmodeller har samma riktning.

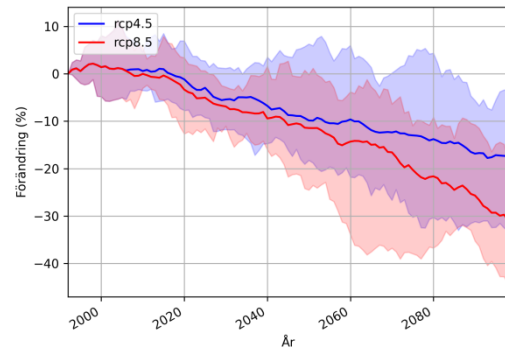


Figur 14 Förändrat lokal medeltillrinning under våren för Hertsångersälvens avrinningsområde.

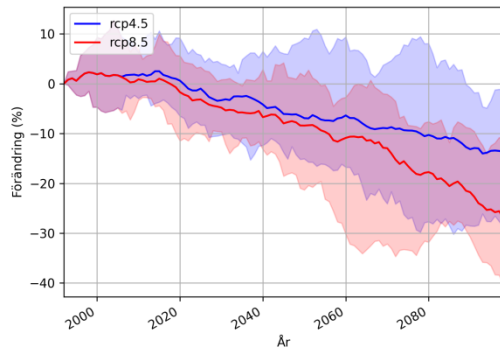
Granåns mynning i Flarkån



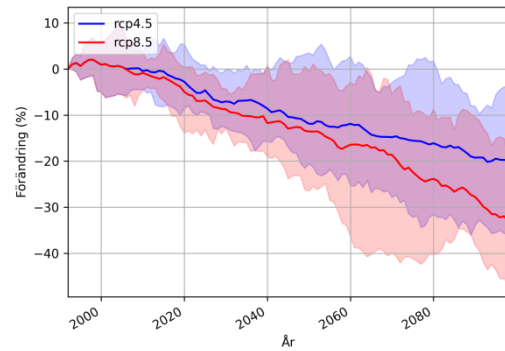
Flarkåns mynning i Hertsångersälven



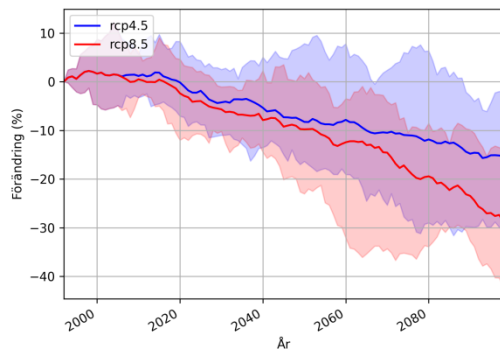
Vebomarksåns mynning i Kålabodaån



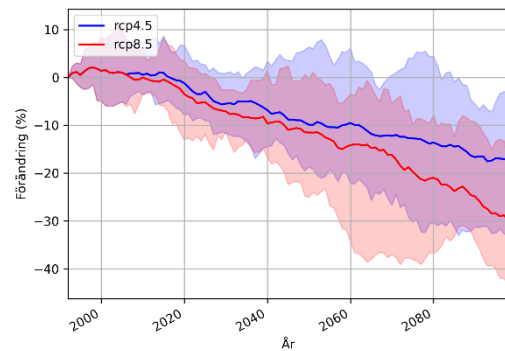
Kålabodaåns mynning i Hertsångersälven



Lillåns mynning i Hertsångersälven



Hertsångersälvens mynning i havet

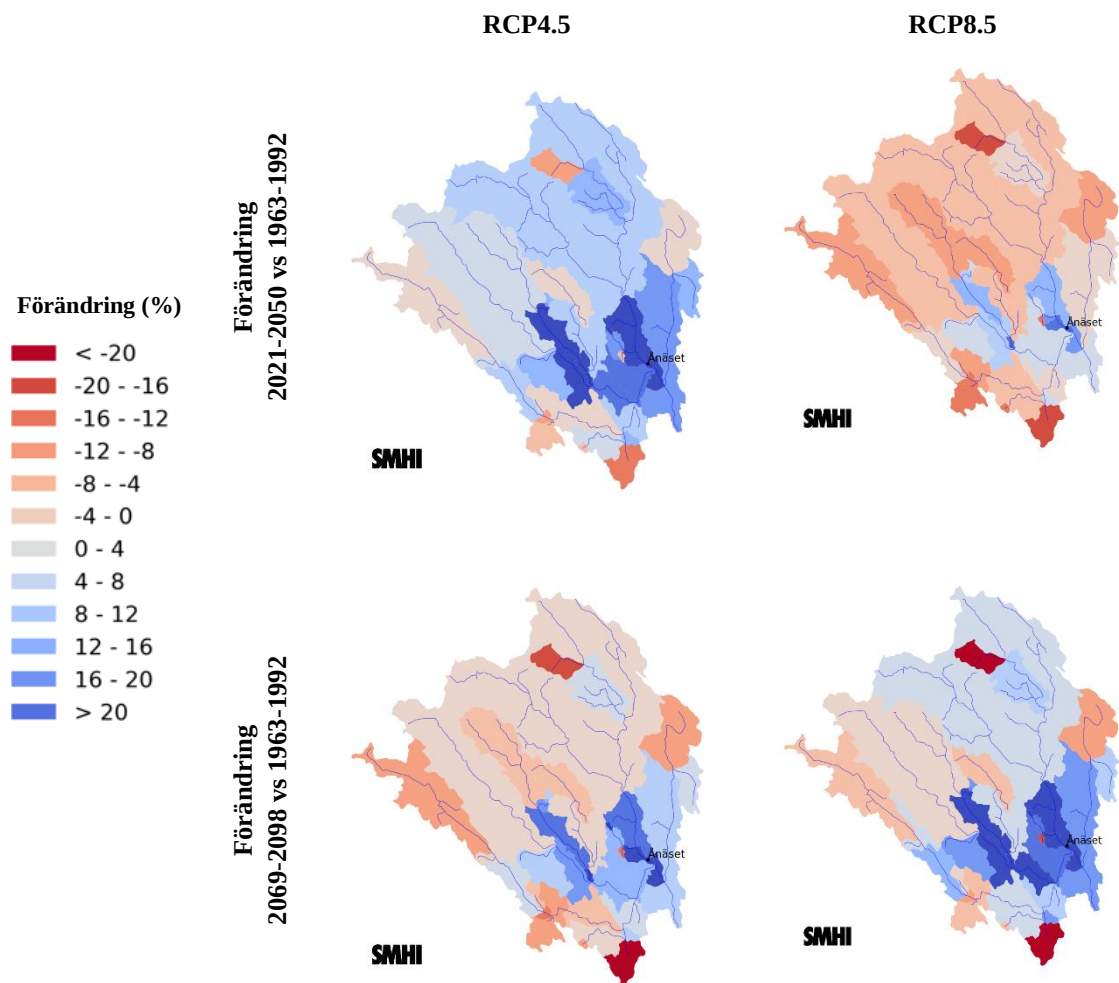


Figur 15 Förändrad lokal medeltillrinning under våren för utvalda delområden som presenteras i Figur 2. Blå (RCP4,5) och röda linjer (RCP8,5) presenterar 30-års löpande medelvärde (från presentationsåret och 30 år tillbaka i tiden) av samtliga modellresultat, vilket tydliggör trenden. Området begränsat av de färgade ytorna visar största och minsta värde för samtliga klimatmodellers årsvärden, vilket representerar osäkerheten i ensemblen.

8.4 Förändrad lokal medeltillrinning sommar

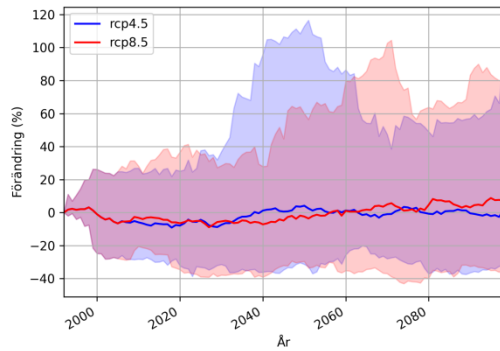
Kartorna visar den procentuella förändringen jämfört med medelvärdet för referensperioden. Indexet avser 30-årsmedelvärden av lokal tillrinning under sommaren, här definierad som perioden juni-augusti.

För sommarperioden visar scenarierna inte på någon entydig förändring av tillrinningen i Hertsångersälvens avrinningsområde. Förändringarna är dock relativt små i flera delar av avrinningsområdet (se Figur 16 och Figur 17). Bredden av de färgade ytorna som visar högsta och lägsta resultat av klimatmodellerna är relativt stor över hela tidsperioden 1990-2100 samt fluktuerar omkring nollvärdet, som visar på relativt stor osäkerhet i resultaten (se Figur 17).

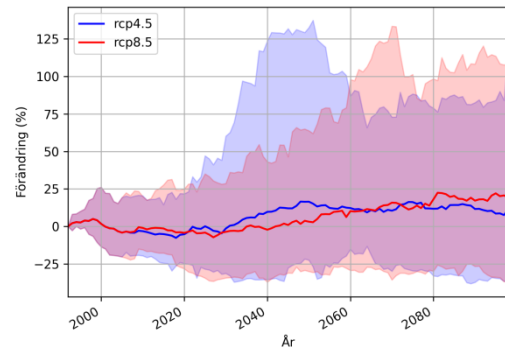


Figur 16 Förändrat lokal medeltillrinning under sommaren för Hertsångersälvens avrinningsområde.

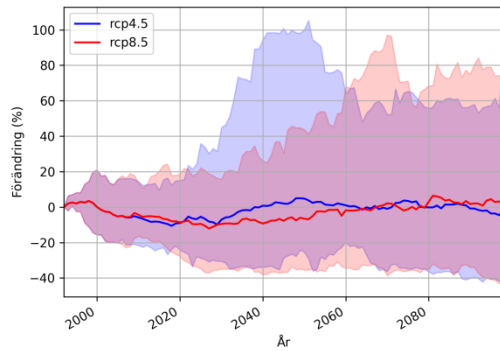
Granåns mynning i Flarkån



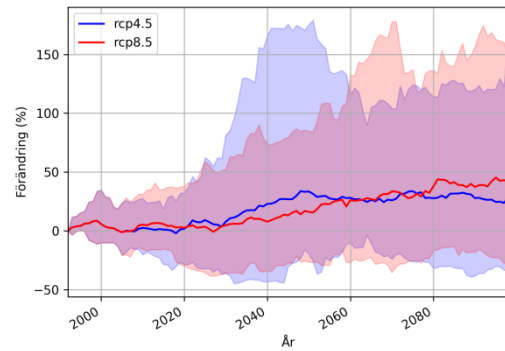
Flarkåns mynning i Hertsångersälven



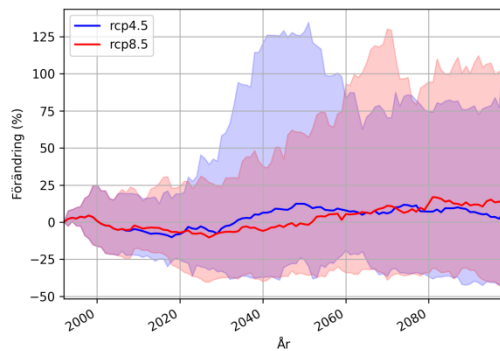
Vebomarksåns mynning i Kålabodaån



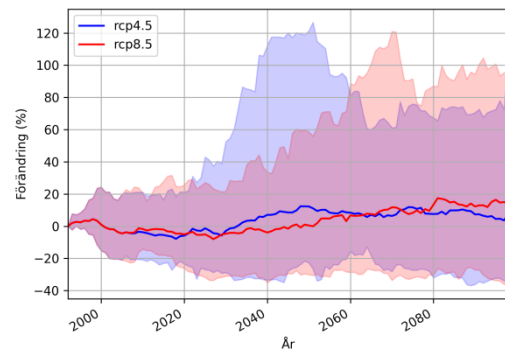
Kålabodaåns mynning i Hertsångersälven



Lillåns mynning i Hertsångersälven



Hertsångersälvens mynning i havet

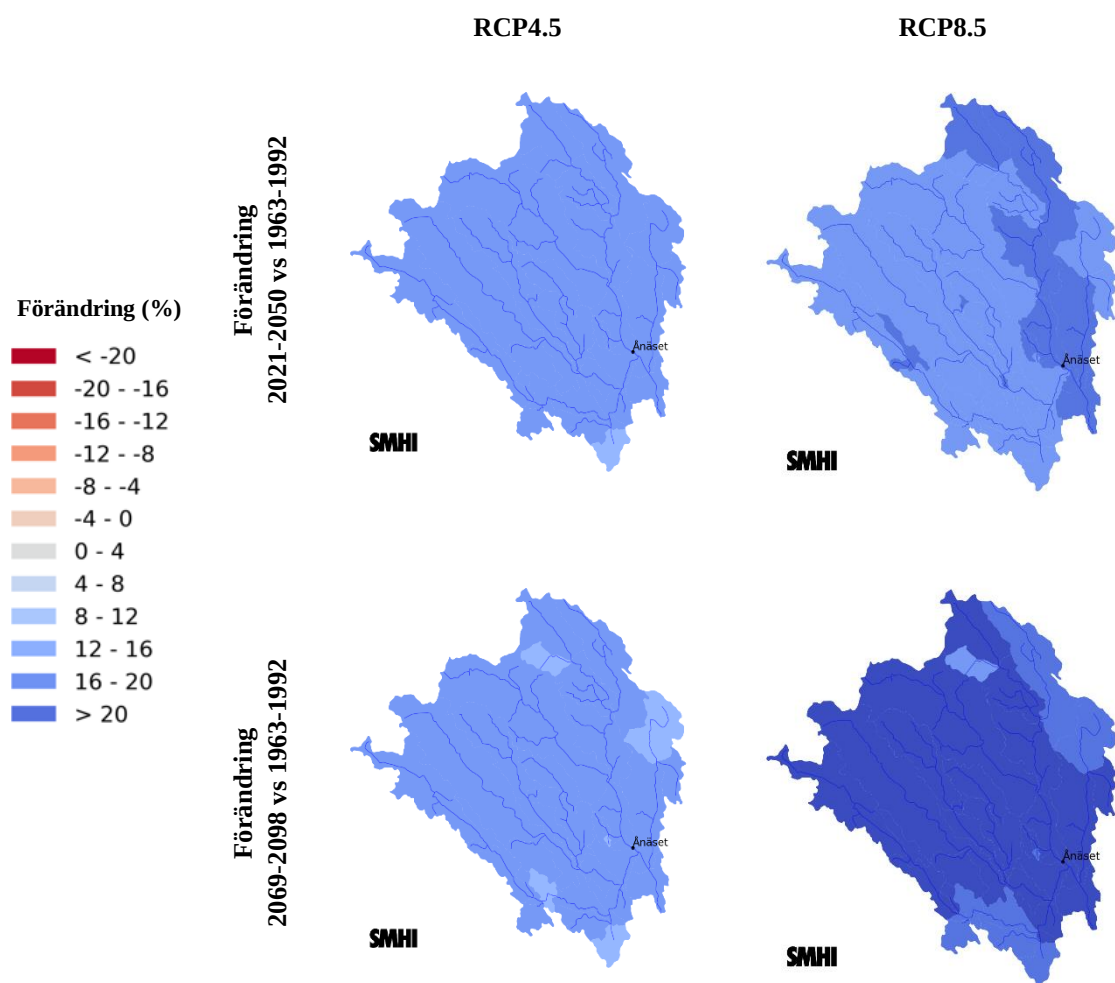


Figur 17 Förändrad lokal medeltillrinning under sommaren för utvalda delområden som presenteras i Figur 2. Blå (RCP4,5) och röda linjer (RCP8,5) presenterar 30-års löpande medelvärde (från presentationsåret och 30 år tillbaka i tiden) av samtliga modellresultat, vilket tydliggör trenden. Området begränsat av de färgade ytorna visar största och minsta värde för samtliga klimatmodellers årsvärden, vilket representerar osäkerheten i ensemblen.

8.5 Förändrad lokal medeltillrinning höst

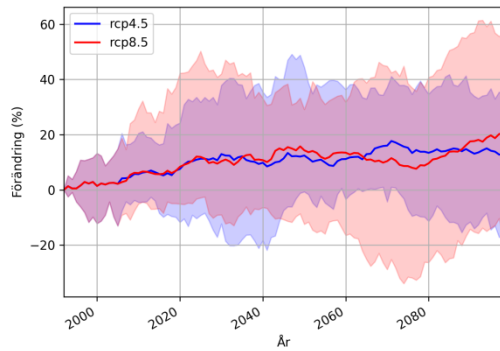
Kartorna visar den procentuella förändringen jämfört med medelvärdet för referensperioden. Indexet avser 30-årsmedelvärden av lokal tillrinning under hösten, här definierad som perioden september-november.

För höstperioden kan ökad lokal tillrinning väntas för alla delar inom Hertsångersälvens avrinningsområde (Figur 18), dock inte lika stor ökning som under vintern. Ökningen beror antagligen på en ökad nederbörd i ett framtida klimat. En ökning av lokala medeltillrinningen ses mot mitten av seklet som ligger mellan 15 – 20 % för undersökta delavrinningsområden (se Figur 2). Efter mitten av seklet kan ingen tydlig ökning för klimatscenarierna fastställas (Figur 19). Även om trenden är positiv så visar vissa modellsimuleringar på minskad lokal tillrinning (Figur 19).

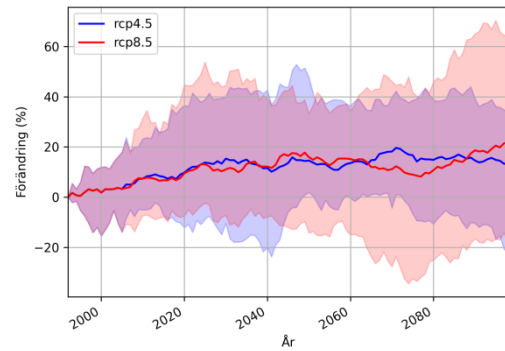


Figur 18 Förändrat lokal medeltillrinning under hösten för Hertsångersälvens avrinningsområde.

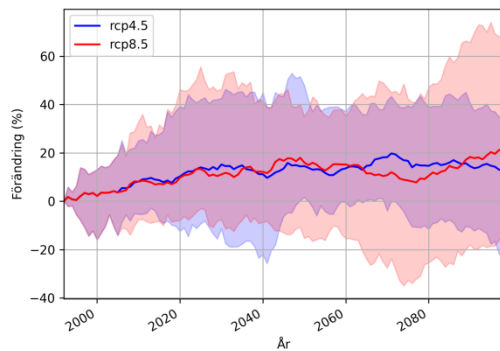
Granåns mynning i Flarkån



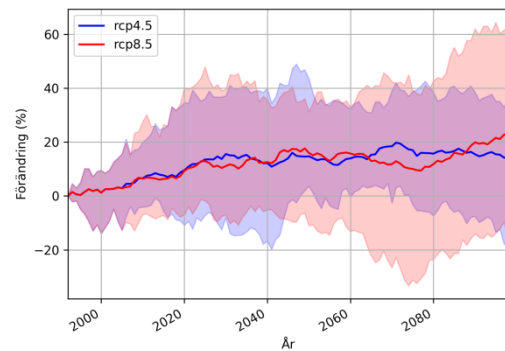
Flarkåns mynning i Hertsångersälven



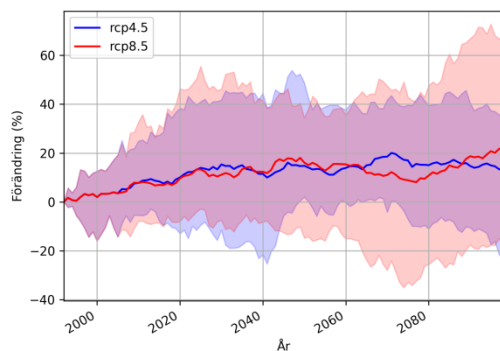
Vebomarksåns mynning i Kålabodaån



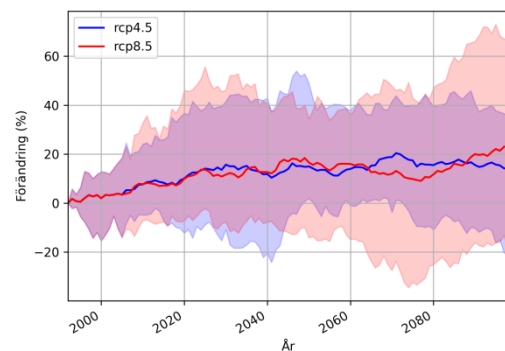
Kålabodaåns mynning i Hertsångersälven



Lillåns mynning i Hertsångersälven



Hertsångersälvens mynning i havet



Figur 19 Förändrad lokal medeltillrinning under hösten för utvalda delområden som presenteras i Figur 2. Blå (RCP4,5) och röda linjer (RCP8,5) presenterar 30-års löpande medelvärde (från presentationsåret och 30 år tillbaka i tiden) av samtliga modellresultat, vilket tydliggör trenden. Området begränsat av de färgade ytorna visar största och minsta värde för samtliga klimatmodellers årsvärden, vilket representerar osäkerheten i ensemblen.

9 Totala tillrinningens årsdynamik

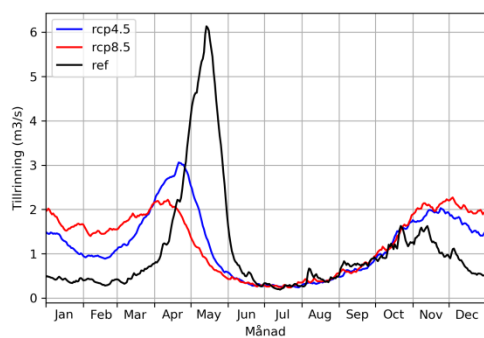
Tillrinningen varierar mellan år och under året beroende på hur nederbörd, temperatur, snötäcke, markfuktighet och avdunstning varierar och samspelar. För vattendragen ses dock vanligen en återkommande dynamik under året. Förändringar i årstidsförloppen kan ha stor betydelse för vattentillgången under sommaren, översvämningsrisker och vattenkraftsplanering. Vattentillgång under vintern är relevant för produktion av konstsnö och för dricksvatten.

I Figur 20 visas medelvärden för den totala tillrinningens årsdynamik. Svart linje representerar referensperioden 1963-1992 och de två övriga linjerna representerar framtidsperioden 2069-2098. Blå linje avser medelvärden av beräkningar enligt RCP4.5 och röd linje representerar motsvarande för RCP8.5.

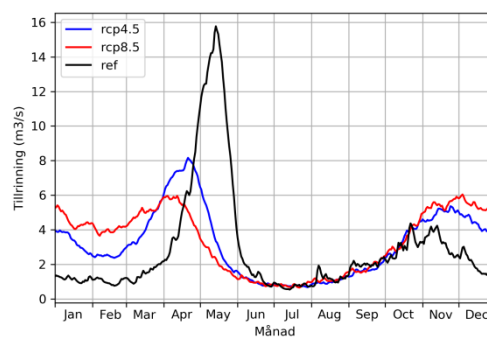
Samtliga vattendrag uppvisar tydliga årstidsförlopp för referensperioden, med vårflödestopp, låga sommarflöden, högre höstflöden och lägre vinterflöden. Givetvis med variationer mellan de olika områdena och med variationer mellan åren.

För Hertsångersälven samt biflöden visar framtidsscenarierna på tidigare och lägre vårflödestoppar, högre flöden under november samt vintermånaderna. Mönstret över årstidsförloppet kvarstår och tillrinningen under sommaren samt september och oktober påverkas inte.

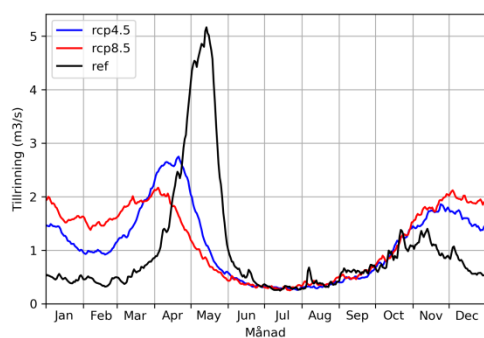
Granåns mynning i Flarkån



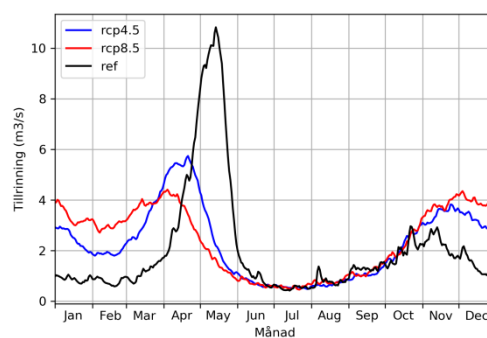
Flarkåns mynning i Hertsångersälven



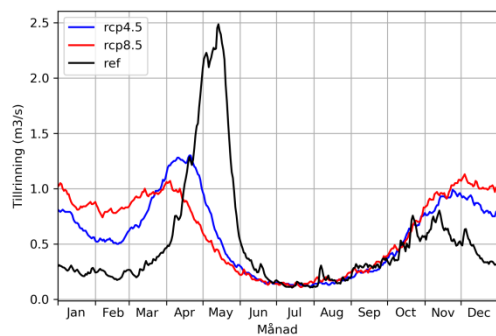
Vebomarksåns mynning i Kålabodaån



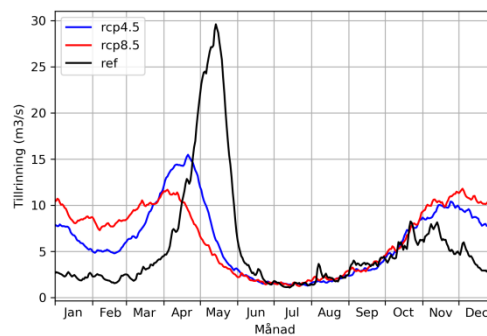
Kålabodaåns mynning i Hertsångersälven



Lillåns mynning i Hertsångersälven



Hertsångersälvens mynning i havet



Figur 20 Totala tillrinningens årssynamik i Granån, Flarkån, Vebomarksån, Kålabodaån, Lillån och Hertsångersälven.

10 Slutsatser

Hur klimatet i Hertsångersälvens avrinningsområde 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.

För Hertsångersälvens avrinningsområde (mynning i havet) ses en ökning av total årsmedeltillrinningen med uppemot 10 % vid mitten av seklet. Det stämmer bra överens med resultat av Berglöv m.fl (2015) som beräknade en maximal ökning av årsmedeltillrinning med 10 % för Västerbottens län. Ökningen fortsätter mot slutet av seklet. Liksom för Västerbottens län så observeras den största ökningen av tillrinningen i Hertsångersälvens avrinningsområde för vintern. Även det lägre scenariot RCP4.5 visar en ökning på 125 % för vattendragen. Under hösten simuleras också en ökning av den totala tillrinningen men förändringen är inte så stort som under vintern osäkerheten i storleken av förändringen verkar dock vara mindre. För våren ses minskad tillrinning medan signalen från sommaren är otydlig. För sommaren skiljer sig resultat av Västerbottens läns klimatstudie med resultat från Hertsångersälven. Medan det ses en tydlig minskning i tillrinning under sommaren för Hertsångersälvens avrinningsområde i Västerbottens klimatrapport, är signalen av beräkningar med S-HYPE otydligt. Skillnader kan bero på en högre simulerad avdunstning av HBV modellen. Det skulle stämma överens med att ökningen av tillrinning under våren är större för analysen som gjordes för Hertsångersälvens avrinningsområde med S-HYPE än beräkningarna som gjordes med HBV.

För de sex undersökta delområden förhåller sig den lokala tillrinningen mycket lika den totala tillrinningen: Det observeras en ökning av den lokala årsmedeltillrinningen. Största ökningen av lokal tillrinning sker under vintern dock med en stor osäkerhet i storleken av förändringen. Under våren ses en minskning av den lokala tillrinningen jämfört med referensperioden. För sommaren kan ingen tydlig trend i en förändrat lokal tillrinning fastställas medan en ökning (dock mindre än under vintern) kan fastställas under höst i ett framtida klimat.

Tillrinning med återkomsttid 10 år respektive 100 år ser ut att minska i hela avrinningsområde. Även den trenden var tydlig för området i klimatrapporten av Västerbottens län. Minskningen av tillrinning med återkomsttider på 10 och 100 år kan förklaras av en minskning av de högsta tillrinningar under våren i samband med snösmältningen. Det är de allra högsta topparna som ingår i anpassningen av frekvensfördelningen för att ta fram 10 och 100-årstillrinning. Eftersom snöackumulationen förväntas minska i framtida klimat kommer även de högsta topparna att minska. Det är även möjligt att de högsta topparna i framtiden inte länge kommer att äga rum under våren i samband med snösmältningen. En minskning av de högsta toppar kan ge en indikation på hur översvämningsrisken i ett område kan se ut i framtiden och kanske är av främst vikt i områden som redan i dagens klimat är sårbara för höga flöden.

Vattendragen har under referensperioden haft tydliga årstidsförlopp, med vårflödestopp, låga sommarflöden, högre höstflöden och lägre vinterflöden. Dessa förändras enligt framtidsscenarierna. Vårflödestoppen kommer tidigare och i medeltal är flödet lägre då. Under höst och vinter blir flödena högre men sommaren påverkas inte nämnvärt. Förändringen av vårtopparna kan förklaras av högre temperaturer i ett framtida klimat vilket resulterar i mindre snöackumulation. Att nederbörden under vintermånaderna i ett framtida klimat i större utsträckning faller som regn i stället för att lagras i snömagasin bidrar samtidigt till ökad tillrinning under vintermånaderna. Beskrivningen baseras på medelförhållanden men det är viktigt att komma ihåg att variationen mellan år kan vara stor.

11 Referenser

- Åberg J 2017. Miljöproblemet sura sulfatjordar - Ett kunskapsunderlag och en beskrivning av Länsstyrelsen Västerbottens och Länsstyrelsen Norrbottens strategiska arbete, Länsstyrelsen Västerbotten.
- Åberg J 2019. Sulfatjordspåverkan i kustmynnande småvattendrag i Västerbotten- tolkningar av nuläget med hjälp av en kemisk bedömningsmodell och provfiske. Andra upplagen, Länsstyrelsen i Västerbotten.
- Berglöv G., Asp M., Berggreen-Clausen S., Björck E., Axén-Mårtensson J., Nylén L., Ohlsson A., Persson H. och Sjökvist E. 2015. Framtidsklimat i Västerbottens län – enligt RCP-scenarier. SMHI Klimatologi Nr 33. https://www.smhi.se/polopoly_fs/1.95723!/Menu/general/extGroup/attachmentColHold/mainCol1/file/Framtidsklimat_i_V%C3%A4sterbottens_l%C3%A4n_Klimatologi_nr_33.pdf
- Coles S. 2001. An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values. Springer-Verlag. ISBN 1-85233-459-2
- Persson G., Strandberg G. och Berg P. 2015. Vägledning för användande av klimatscenarier. SMHI Klimatologi Nr 11. <http://www.smhi.se/klimatdata/framtidens-klimat/vagledning-klimatscenarier>
- Sjökvist E., Axén Mårtensson J., Dahné J., Köplin N., Björck E., Nylén L., Berglöv G., Tengdelius Brunell J., Nordborg D., Hallberg K., Södling J. och Berggreen-Clausen S. 2015. Klimatscenarier för Sverige - Bearbetning av RCP-scenarier för meteorologiska och hydrologiska effektstudier. Klimatologi Nr 15. <http://www.smhi.se/publikationer/publikationer/klimatscenarier-for-sverige-bearbetning-av-rcp-scenarier-for-meteorologiska-och-hydrologiska-effektstudier-1.87248>
- Strömqvist J., Arheimer B., Dahné J., Donnelly C., and Lindström G.: Water and nutrient predictions in ungauged basins – Set-up and evaluation of a model at the national scale, Hydrol. Sci. J., 57, 229–247, 2012.
- Yang W., Andréasson J., Graham L.P., Olsson J., Rosberg J., and Wetterhall F. 2010. Distribution-based scaling to improve usability of regional climate model projections for hydrological climate change impact studies, Hydrol. Res., 41, 211-229.