

Kombinerade sannolikheter för hög havsnivå och höga flöden i Blekinge län, idag och i framtiden



Miljömål i Blekinge

Det övergripande målet för miljöarbetet i Sverige är att till nästa generation lämna över ett samhälle där de stora miljöproblemen är lösta, utan att orsaka ökade miljö- och hälsoproblem utanför Sveriges gränser.

Som miljömål för Blekinge gäller de nationella miljö kvalitetsmålen med tillhörande preciseringar. Information om miljömålen finns på Länsstyrelsens webbplats samt på www.miljomal.se. Uppföljning av miljömålen visar att även om tillståndet i Blekinge förbättrats i många avseenden är takten för långsam. För att nå en hållbar utveckling krävs fokus, engagemang och samverkan mellan de flesta aktörer i samhället. Miljömålen ska vara vägledande för allas miljöarbete!

Rapport: 2017:12

Rapportnamn: Kombinerade sannolikheter för hög havsnivå och höga flöden i Blekinge län, idag och i framtiden

Utgåva: Endast publicerad på hemsida

Utgivare: Länsstyrelsen Blekinge län, 371 86 Karlskrona

Hemsida: www.lansstyrelsen.se/blekinge

Dnr: 424-3935-16

ISSN: 1651-8527

Författare: Joel Dahné & Johan Södling, SMHI

Kontaktperson: Samuel Karlström

Foto/Omslag: SMHI

Länsstyrelsens rapporter: www.lansstyrelsen.se/blekinge/publikationer



Illustration: Tobias Flygar

Denna rapport bidrar med underlag för att uppnå miljömålet God bebyggd miljö.

Uppdragsinformation

Uppdragstagare SMHI 601 76 Norrköping	Kontaktperson Joel Dahné 076-72 02 473 joel.dahne@smhi.se
Uppdragsgivare Länsstyrelsen Blekinge Skeppsbrokajen 4 371 86 Karlskrona	Kontaktperson Samuel Karlström 010-22 40 120 samuel.karlstrom@lansstyrelsen.se
Distribution Länsstyrelsen Blekinge, Cecilia Näslund	
Klassificering () Allmän (x) Affärssekretess	
Nyckelord Blekinge, havsvattenstånd, flöde, frekvensanalys, återkomsttid, förändrat klimat, Mieån, Ronnebyån, Mörrumsån	

Innehållsförteckning

INNEHÅLLSFÖRTECKNING, SID 4

1 SAMMANFATTNING, SID 5

2 BAKGRUND OCH SYFTE, SID 5

3 METODIK, SID 5

3.1 Underlagsdata, sid 5

3.2 Återkomsttider, sid 7

3.3 Kombinerade sannolikheter, sid 7

3.4 Beskrivning av figurer för kombinerad sannolikhet, sid 8

4 RESULTAT OCH DISKUSSION, SID 10

4.1 Kombinerade sannolikheter, sid 10

4.1.1 Observationer i Mörrumsån, sid 10

4.1.2 Framtida klimat, 2069-2098, sid 12

4.2 Korrelationsanalys mellan flöde och vattenstånd, sid 16

4.3 Diskussion kring tillämpning, sid 17

5 SLUTSATSER, SID 17

REFERENSER, SID 18

TABELLER, SID 19

1 Sammanfattning

Den kombinerade sannolikheten för högt vattenstånd och höga flöden för tre vattendrag i Blekinge län har studerats. Den kombinerade sannolikheten med en återkomsttid om 100 respektive 200 år har analyserats för två tidsperioder och fyra säsonger. Tidsperioderna är en referensperiod (1961-1990) och en framtidsperiod (2069-2098). Resultatet visar generellt på en ökning av de högsta flödena, speciellt under vintersäsongen på grund av ändrade snöförhållanden beroende på varmare vintrar.

Havsvattenståndet, vars högsta nivåer idag vanligen inträffar november-december, har ansatts en konstant ökning för resp. framtidsperiod. Det förväntas att genomslaget på höga havsnivåer från den generella havsnivåhöjningen är mycket större än havsnivåhöjningar som kan förväntas pga. ändrade vädermönster.

Detta leder att en kombinerad händelse med en viss återkomsttid i dagens klimat förväntas inträffa oftare i framtida klimat. Det kan också formuleras som att havsvattenståndet och flödet för en viss återkomsttid för den kombinerade händelsen blir högre i framtiden.

2 Bakgrund och Syfte

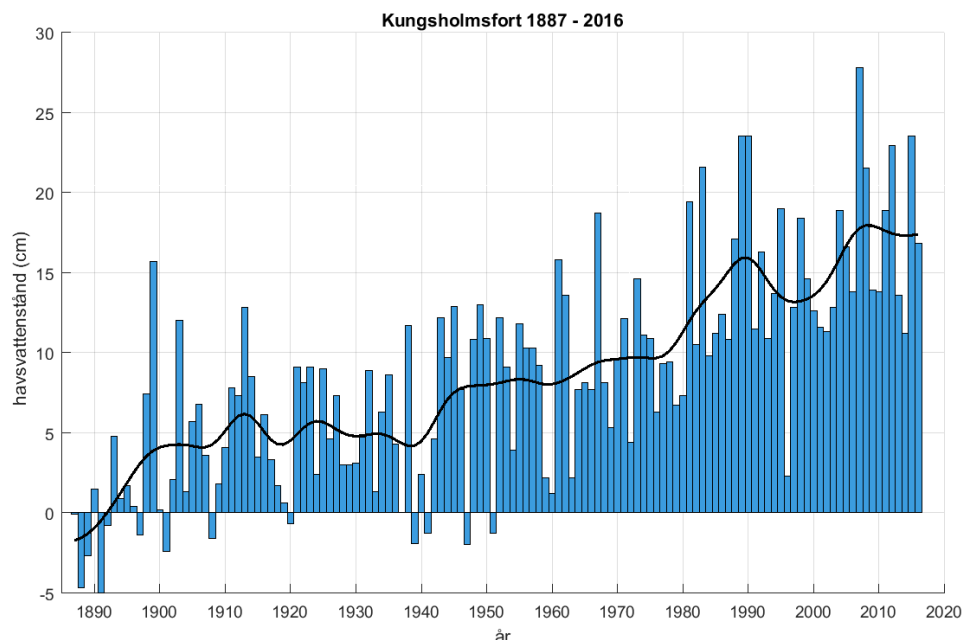
Länsstyrelsen i Blekinge har gett SMHI i uppdrag att göra en statistisk analys på kombinationen av observerat högt vattenstånd och modellberäknat högt flöde. Analysen baseras på historiska data för flöde och havsvattenstånd (nivå). Flöden och nivå med en kombinerad återkomsttid på 100 och 200 år beräknas och presenteras. Känslighetsanalys för framtida klimat fram till år 2100 görs genom koppling av flödesscenarier för vattendragen och scenarier för framtida havsvattenstånd. De studerade vattendragen är Ronnebyån, Mieån och Mörrumsån.

3 Metodik

Inom projektet har historiska data, och data från en hydrologisk modell (HBV) analyserats. Som drivning till HBV-modellen har dels observationer använts samt data från klimatmodeller för att kunna analysera tänkbar framtida flöden fram till slutet av seklet.

3.1 Underlagsdata

Data på havsvattenstånd kommer från SMHIs mätstation Kungsholmsfort (se Figur 1). Mätserien har entimmesupplösning och sträcker sig tillbaka till 1886, mätstationen är fortfarande i bruk. Den absoluta landhöjningen vid Kungsholmsfort uppgår till ca 1,4 mm/år enligt Lantmäteriverkets mätningar. Dataserien som används inom detta projekt är kompenserad för detta.



Figur 1 Mätserie för Kungsholms fort, Havsvattenståndets förändring i centimeter sedan 1887. Diagrammet är korrigerat för landhöjningen. Den svarta kurvan visar ett utjämnat förlopp.

För tänkbara framtida vattennivåhöjningarna och tillhörande konfidensintervall har data från IPCC:s AR5-rapport (Church et. al 2013) använts. För RCP 4.5 gäller en nivåökning om 53(36-71) cm och för RCP8.5 en nivåökning om 74(52-98) cm mot slutet av seklet. Dessa värden har adderats till den uppmätta serien för att representera den framtida perioden. Denna metod ändrar alltså inte på fördelningen av höga vattenstånd, inte heller ändrar den på säsongsdynamiken. Det förväntas att genomslaget på höga havsnivåer från den generella havsnivåhöjningen är mycket större än havsnivåhöjningar som kan förväntas pga. ändrade vädermönster. Exakt i vilken utsträckning eventuellt förändrade vädermönster ändrar storlek och säsongsdynamiken för höga havsvattenstånd längst Sveriges ostkust finns det idag ingen publikation om vad vi känner till. Frågeställningen är också alltför stor och komplicerad för att rymmas inom detta projekt.

För Mörrumsån finns en mätstation som fortfarande är i drift med digitaliserade data från 1910 och framåt. Stationen ligger nära mynningen och data från denna station har analyserats inom denna studie. De övriga två vattendragen (Mieån och Ronnebyån) saknar sådana mätningar, där har bara modellerad data använts för analysen.

Det modellerade flödesdata är ett utdrag ur en rikstäckande databas som är baserad på en regional HBV-modell. För drivning behöver HBV-modellen dagliga tidsserier på temperatur och nederbörd. Resultat från HBV-modellen, som också är dagliga värden, finns i en databas som byggdes upp inför analyserna till de länsvisa klimatrapporterna (länsanalyserna) som publicerades 2015 (se tex Ohlsson m.fl., 2015). Metodiken för framtagning av databasen beskrivs i rapporten *Klimatscenarioer för Sverige - Bearbetning av RCP-scenarioer för meteorologiska och hydrologiska effektstudier* (Sjökvist m.fl., 2015) och beskrivs därför inte närmare här.

I databasen finns två typer av modellresultat. Den ena typen är då HBV-modellen drivs med data från klimatprojektioner, i den andra typen av resultat har istället rumsligt interpolerade markobservationer från databasen

PTHBV (Johansson, 2002) använts. I bägge fallen är det dygnvärden på temperatur och nederbörd som använts som indata till HBV-modellen.

Tidsperioder som använts för analyserna är desamma som i länsanalyserna för att underlätta jämförelser mellan studierna. Det bör dock påpekas att de analysperioder om trettio år som använts är i minsta laget för beräkningen av återkomsttider av 100 resp. 200 år vilket bidrar till den totala osäkerheten.

3.2 Återkomsttider

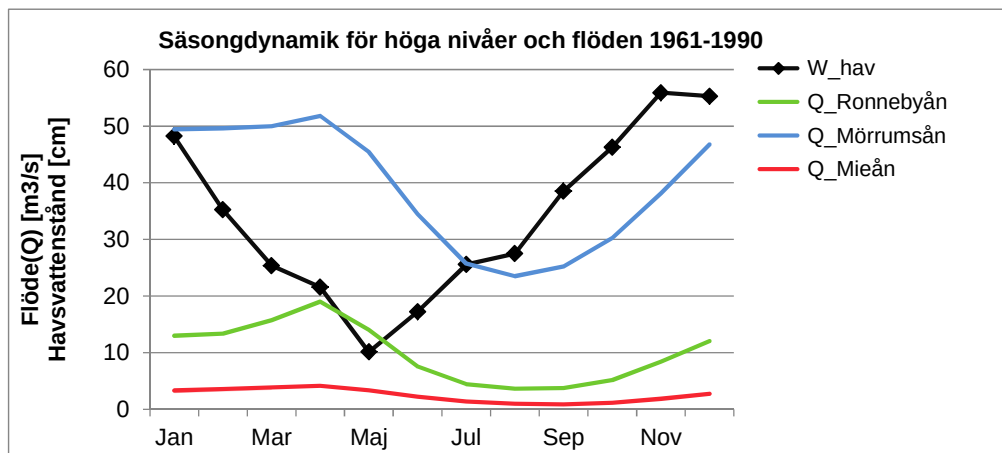
Återkomsttider för vattenståndet har beräknats med blockmaxmetoden så som beskriven i rapporten Extrema vattenstånd i Blekinge (Coles, 2001). För tillrinningsdata har Gumbelfördelningen använts. Detta är den fördelning som SMHI oftast använder för flödesextremer och är upptagen i rapporten Retningslinjer för flomberegningar från norska NVE (NVE 2011). I de svenska dammsäkerhetsföreskrifterna förespråkas användning av flera olika fördelningar. På grund av begränsningar i projektet samt de stora osäkerheter från framtidsprojektionerna valdes det att endast gå vidare med den fördelning som SMHI vanligtvis använder.

Gemensamt för flödes- och vattenståndsextremer är att årsmaxvärdena extraheras ur dataserierna, och en sannolikhetsfördelning (GEV för vattenstånd och Gumbel för flöden) anpassas till värdena. Från dessa sannolikhetsfördelningar kan man sedan beräkna återkomsttider. Se (Corder and Foreman, 2009) eller (Södling, Nerheim 2016) för mer tekniska detaljer kring blockmaxmetoden.

Inom detta projekt är vi egentligen mest intresserade av de skattade sannolikhetsfördelningarna, snarare än de beräknade 100- och 200-årsnivåerna. Anledningen till detta är att vi kommer att analysera kombinerade risker utifrån dessa fördelningar (se avsnitt 3.3) och inte enbart 100- och 200års värdet.

3.3 Kombinerade sannolikheter

Både vattenståndet och flödet uppvisar en säsongsdynamik (se Figur 2) och därför genomfördes analysen med året uppdelat på fyra säsongerna (dec-feb, mar-maj, jun-aug, sep-nov). Detta för att inte händelser som inträffar olika delar av året ska kombineras och ge orimligt resultat.



Figur 2 Säsongsdynamiken för höga nivåer och flöden 1961-1990, beräknat som medel av årlig månadsmaxima relativt periodens medelvattenstånd. Flödet är baserat på HBV-modellen.

Ett viktigt antagande för beräkningarna är att händelserna högt flöde och högt havsvattenstånd är oberoende händelser. I detta uppdrag fanns inte utrymme att närmare studera antagandet, men en enkel korrelationsanalys genomfördes mellan flöde och havsvattenstånd för att få en känsla för rimligheten i antagandet. Korrelationsanalysen gjordes för var och ett av de tre vattendragen, perioden 1961-1990, fyra säsonger samt helåret. Säsongerna var samma som de fyra ovan nämnda. Då vattenståndsdata fanns tillgängliga på timbasis medan flödesdata fanns som dygnsvärden användes samma värde på flödet för varje timme inom varje dygn. För flödet användas data från HBV-modellen driven med PTHBV, detta för att göra analysen jämförbar mellan de olika vattendragen. För det vattendrag och den säsong som gav högt värde på korrelation togs en graf fram som visar sambandet mellan flöde och vattennivå för att med ögat se hur sambandet ser ut.

För Mörrumsån, där observation på flödet finns, har observationerna jämförts med resultat baserade på resultat HBV-modellen driven med PTHBV. Detta ger en känsla för hur HBV-modellen lyckas återskapa höga flöden, även om det är långt ifrån en heltäckande analys av modellens prestanda för vattendraget.

3.4 Beskrivning av figurer för kombinerad sannolikhet

I resultatet redovisas kombinerad sannolikhet för händelser då högtvattenstånd i havet inträffar samtidigt som högflöde i vattendrag. Eftersom figurerna som visar den kombinerade sannolikhet är komplexa följer här ett litet stycke i hur de ska avläsas, detta gäller figurerna under stycke 4.1.1 och 4.1.2.

För figurerna i 4.1.1 (Observationer i Mörrumsån) gäller att det är en figur per säsong samt en för helåret. I varje delfigur är det dels svarta kurvor som är den kombinerade sannolikheten för högvattenstånd i havet och högflöde i vattendrag med 100 - respektive 200års återkomsttid för observationerna i Mörrumsån, samt dels blå kurvor som är HBV-modellen driven med PTHBV.

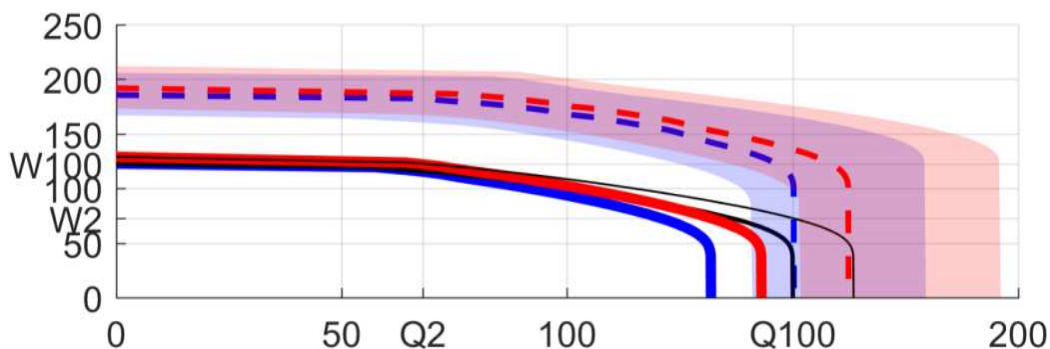
För figurerna i 4.1.2 gäller att det finns en figur per tidsperiod, RCP-scenario, och säsong. I varje delfigur är det dels ett antal kurvor, samt två skuggade områden, ett rött och ett blått. Varje kurva är den kombinerade återkomstnivån för respektive återkomsttid (100 resp. 200 år). T.ex. är den tjocka svarta kurvan 100-årsnivån baserat på PTHBV för referensperioden (1961-1990). Den innehåller alla händelser sådant att den kombinerade sannolikheten har återkomsttid 100 år. Mer formellt, Om Q_T är T-årsflödet och W_T är T-årsvattenståndet så är linjen alla punkter (Q_{T1}, W_{T2}) sådana att $T1 \cdot T2 = 100$. T.ex. innehåller linjen alltså 50-årsflödet och 2-årsvattenståndet, och även 5-årsflödet och 20-årsvattenståndet. Eftersom det finns oändligt många sätt att kombinera återkomsttiderna får man en kontinuerlig linje mellan Q_{100} och W_{100} . Samtliga linjer i figurerna är definierade på detta sätt. Det som skiljer dem åt är vilken återkomsttid de har, och vilken data som de är konstruerade utifrån.

De två skuggade områdena i figurerna är klimatprojektionernas osäkerhetsspann. Klimatscenario kommer oftast i form av en så kallad "ensemble" som innebär att en samling av modeller eller modellvarianter. I detta fall är det två ensembler, en för utsläppsscenario RCP4.5 och en för 8.5. Varje ensemble har nio medlemmar som representerar nio olika globala klimatmodeller0 körningar. Varje skuggat område är spannet för de nio kurvorna från respektive ensemble-medlem. I princip skulle varje skuggad yta kunna ersättas av nio kurvor, men då detta troligen skulle göra figurerna

mer svårtolkade ersattes dessa kurvor med ytor. De streckade linjerna är medianvärdet av de nio medlemmarna inom varje ensemble, och kommer alltså ofta att ligga nära mitten i de skuggade områdena. Spannets bredd säger något om osäkerhet som ligger i klimatprojektionerna.

Eftersom figurernas legend (avser stycke 4.1.2) är så pass kortfattad kommer här en mer utförlig beskrivning av kurvorna och de skuggade områdena. Genomgående så representerar blå färg 100 års återkomsttid och röd färg 200 års återkomsttid.

- **PTHBV_{ref.-period-100y}**: 100 års återkomsttid beräknad för referensperioden 1961-1990. HBV-modellen driven med PTHBV
- **PTHBV_{ref.-period-200y}**: 200 års återkomsttid beräknad för referensperioden 1961-1990. HBV-modellen driven med PTHBV
- **Proj_{ref.-period-100y}**: 100 års återkomsttid beräknad utifrån medianen av klimatprojektionernas data för referensperioden 1961-1990.
- **Proj_{ref.-period-200y}**: 200 års återkomsttid beräknad utifrån medianen av klimatprojektionernas data för referensperioden 1961-1990.
- **Proj_{f.t.-period-100y}**: Median-kurva för 100 års återkomsttid för de nio klimatprojektionerna för framtidsperioden.
- **Proj_{f.t.-period-200y}**: Median-kurva för 200 års återkomsttid för de nio klimatprojektionerna för framtidsperioden.
- **Blå genomskinlig yta**: Spannet(max, min) av de nio klimatprojektionernas 100 års återkomsttid för framtidsperioden.
- **Röd genomskinlig yta**: Spannet(max, min) av de nio klimatprojektionernas 200 års återkomsttid för framtidsperioden.



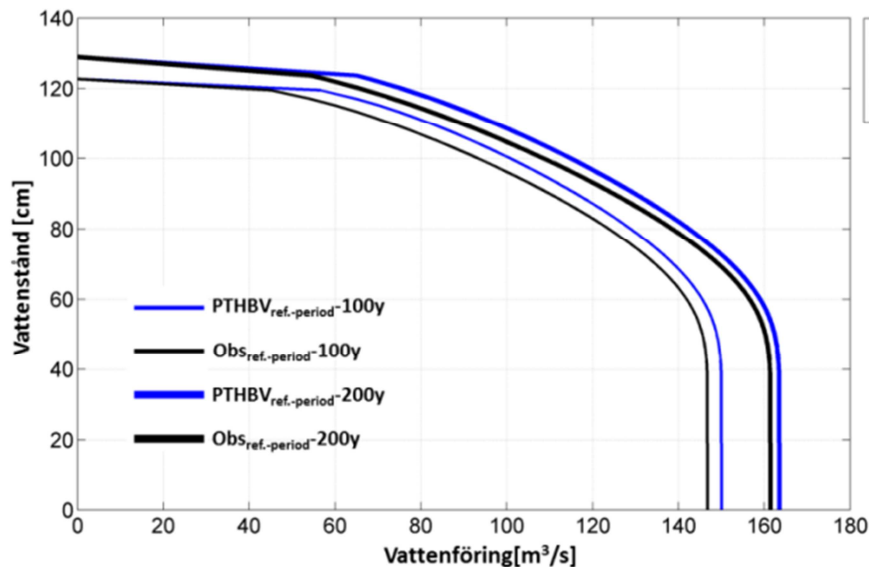
Figur 3 Exempelbild på resultat. Kombinerad sannolikhet för högt flöde och högt havsvattenstånd där kombinationen har en återkomsttid på 100 resp. 200 år. På axlarna är också markerat några valda återkomsttider gällande för HBV-modellen driven med observationer på temperatur och nederbörd.

4 Resultat och diskussion

4.1 Kombinerade sannolikheter

4.1.1 Observationer i Mörrumsån

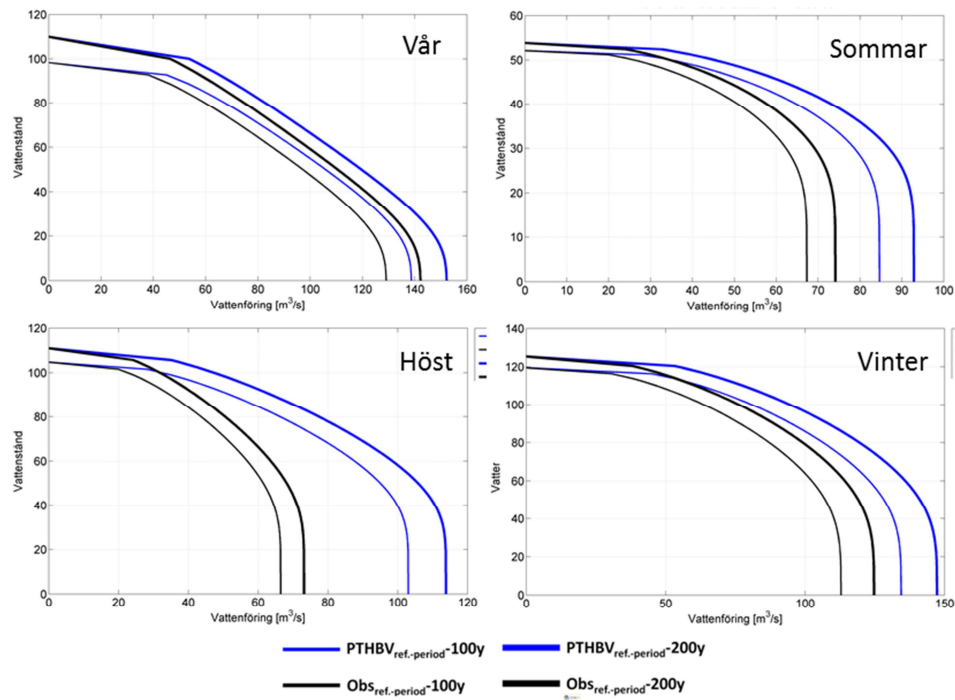
Figur 4 nedan visar sannolikheten för kombinationen av högvattenstånd i havet och högflöden i vattendrag med återkomsttiden 100 resp. 200 år. För helåret (jan-dec) under referensperioden 1961-1990, (se också Tabell 2).



Figur 4 Jämförelse mellan beräknat och uppmätt flöde samt hur det slår på analysen av kombinerade sannolikheter för helåret. Blå linje visar resultat beräknade utifrån HBV driven med PTHBV, svart linje är flödesobservationen. 100y resp. 200y är de beräknade återkomsttiderna.

HBV-modellen klarar relativt bra att beskriva återkomsttiderna som baseras på uppmätta data. Detta något bättre för 200-årsflödet än för 100-årsflödet vilket är lite förvånande och nog får tillskrivas slumpen.

Bryter man ner resultaten på olika säsonger (se Figur 5) gör modellen ett sämre jobb att återskapa de höga flödena, detta bidrar till den totala osäkerheten för analysen. När man gör analysen på säsongsbasis så framgår modellfelet i höglöden tydligare, det syns genom att modellen ligger närmare det uppmätta i figuren som beskriver helåret (Figur 4) än för de som beskriver säsongerna (Figur 5). En möjlig förklaring kan vara att modellen är kalibrerad att återskapa de högsta högflödena bra (främst vår) på bekostnad av de lägre högflödena under t.ex. hösten. En annan möjlig förklaring kan vara att modellen bättre fångar snösmältningsprocessen som ger höga flöden under våren än de mer regndriva högflödestillfällena under sommar och höst. Det ligger dock utanför projektets ramar att i detalj undersöka detta.

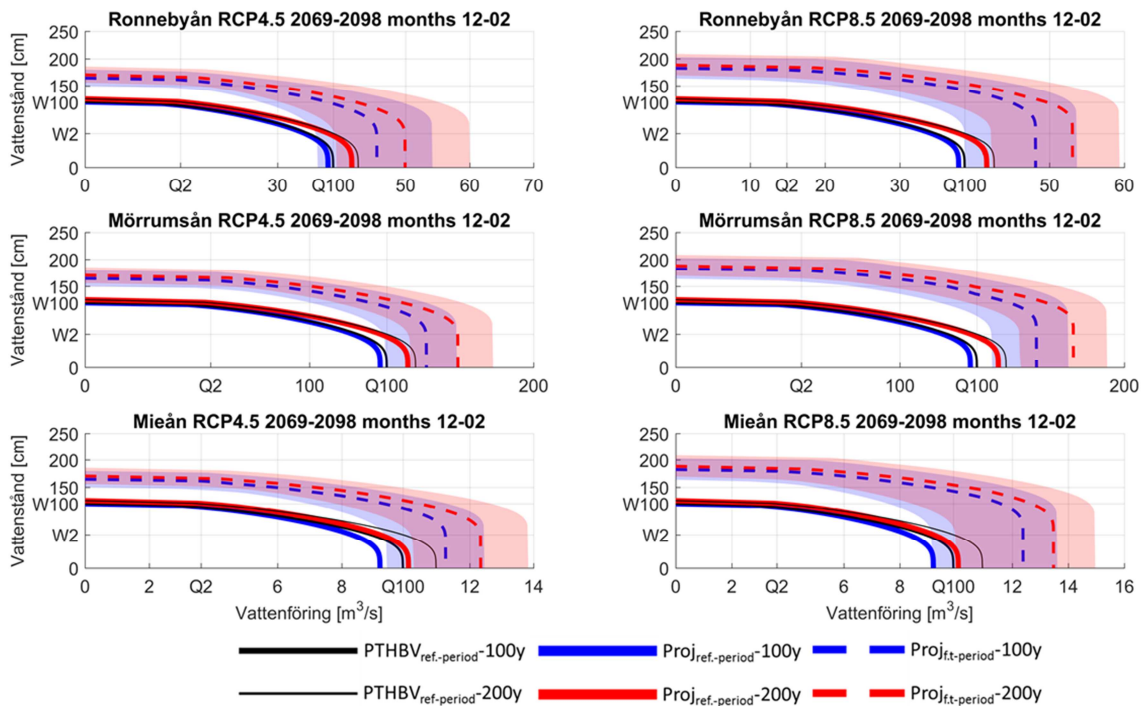


Figur 5 Jämförelse mellan beräknat och uppmätt flöde samt hur det slår på analysen av kombinerade sannolikheter för fyra säsonger. Blå linje visar resultat beräknade utifrån HBV driven med PTHBV, svart linje är flödesobservationen. 100y resp. 200y är de beräknade återkomsttiderna.

4.1.2 Framtida klimat, 2069-2098

Vinter

Figuren nedan visar den säsong (dec-feb) där klimatprojektioner uppvisar störst förändring mot förhållanden med högre högsta flöden. Det är också den säsong som ger de högsta värdena på flöde för de kombinerade sannolikheterna om 100 resp. 200 års återkomsttid i ett framtida klimat.

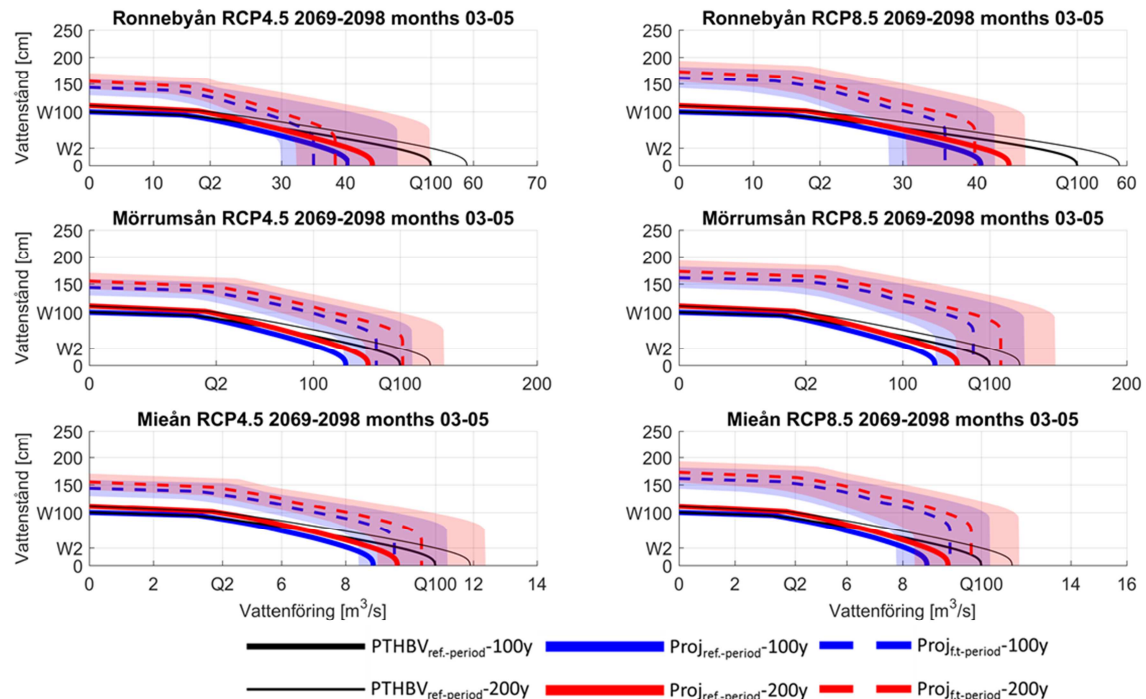


Figur 6 Säsong dec-feb för referensperioden 1961-1990 och för framtidsperioden (f.t) 2069-2098.

- Medianen av klimatprojektionerna återskapar dagens förhållanden ganska väl, möjligtvis undantaget Mieån. De heldragna färgade linjerna ligger nära de heldragna svarta.
- En ökning i höga flöden för alla tre vattendragsmynningarna, detta gäller för bägge utsläppsscenarierna.
- Värdena för referensperioden ligger ofta i kanten av, eller helt utanför, osäkerhetsspannet kring framtidsprojektionerna. Detta tyder på att resultaten är ganska säkra.

Vår

Figuren nedan visar vårsäsongen (mar-maj) vilken ger det högsta värdena på flöde och havsvattenstånd för de kombinerade sannolikheterna om 100 resp. 200 års återkomsttid i dagens klimat.

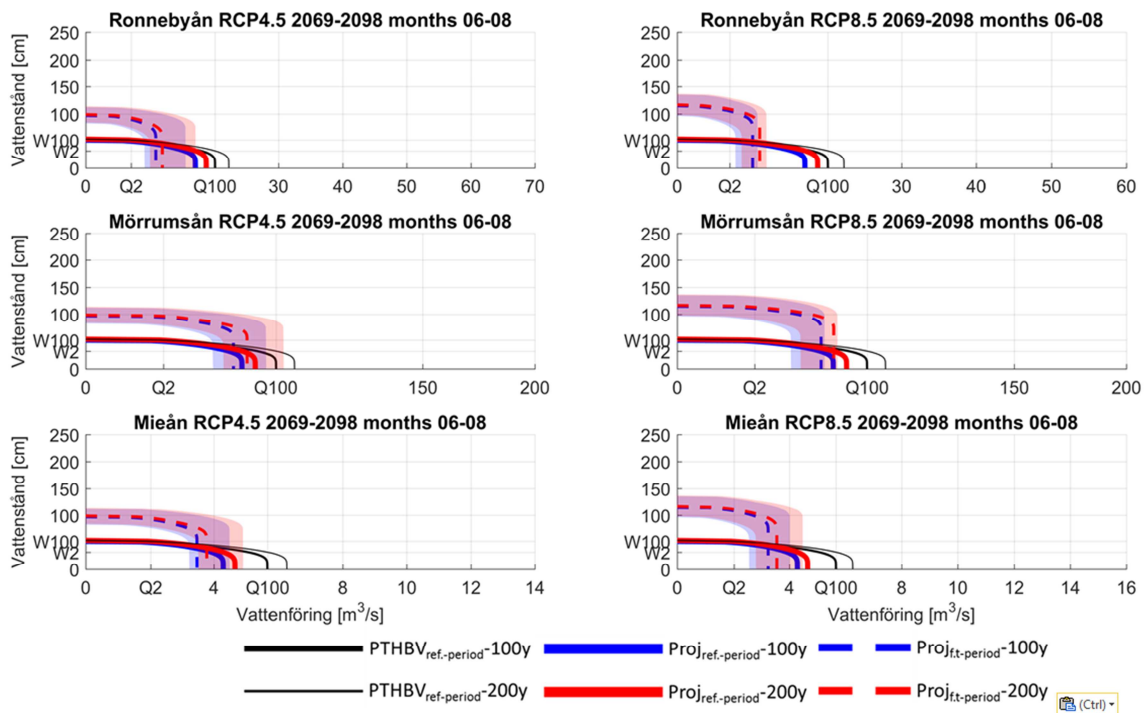


Figur 7 Säsong mar-maj för referensperioden 1961-1990 och för framtidsperioden (f.t) 2069-2098.

- Medianen av klimatprojektionerna återskapar dagens förhållanden under referensperioden dåligt, det är en betydande avvikelse mellan de heldragna svarta linjerna och de heldragna färgade linjerna.
- Resultatet för Mörrumsån och Mieån visar på en ökning av höga flöden för de kombinerade händelserna, detta oberoende av RCP-scenario.
- Ronnebyån visar på en liten minskning av flöde de kombinerade händelserna, detta oberoende av RCP-scenario.
- För Ronnebyån ligger värden för referensperioden väl inom osäkerspannet för framtidsprojektion, vilket tyder på att resultaten är osäkra. För Mörrumsån och Mieån är ökningen något säkrare.

Sommar

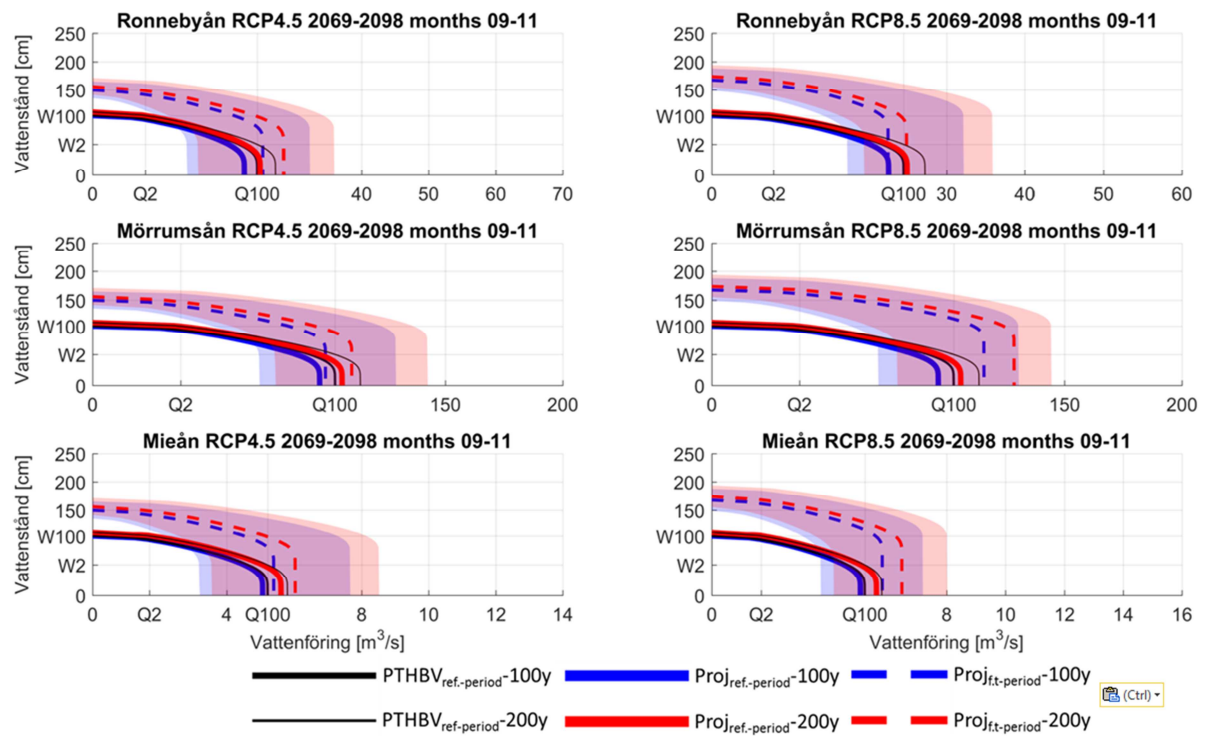
Figuren nedan visar sommarsäsongen (jun-aug). Klimatprojektioner uppvisar här en stor minskning av höga flöden. Det är också den säsong som ger de lägsta värdena på flöde för de kombinerade sannolikheterna om 100 resp. 200 års återkomsttid i ett framtida klimat.



Figur 8 Säsong jun-aug för referensperioden 1961-1990 och för framtidsperioden (f.t) 2069-2098.

- Medianen av klimatprojektionerna återskapar dagens förhållanden under referensperioden tämligen dåligt, (de heldragna svarta linjerna avviker betydande från de heldragna färgade linjerna).
- Framtidsprojektionerna visar en minskning av höga flöden sommartid i samtliga vattendrag
- Värdena för referensperioden ligger ofta i kanten av, eller helt utanför, osäkerhetsspannet kring framtidsprojektionerna. Detta tyder på att resultaten är ganska säkra.

Höst



Figur 9 Säsong sep-nov för referensperioden 1961-1990 och för framtidsperioden (f.t) 2069-2098.

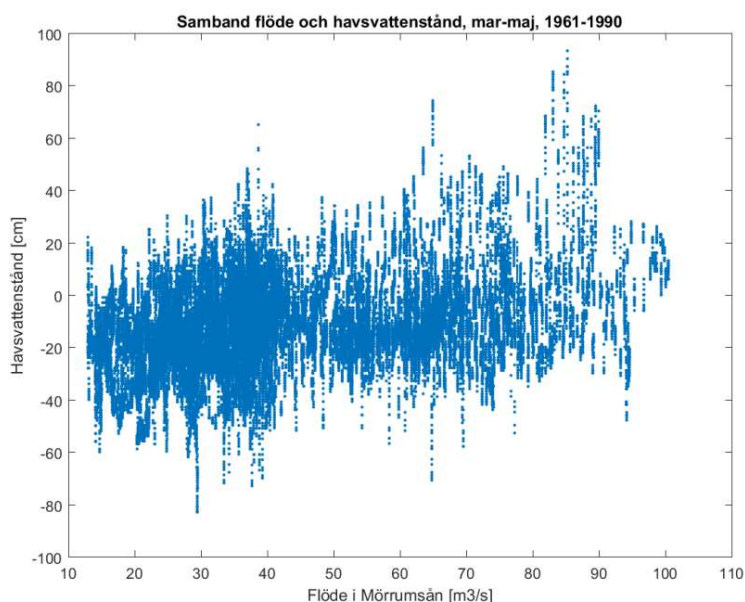
- Medianen av klimatprojektionerna återskapar dagens förhållanden under referensperioden väl för Mieån men något sämre för Ronnebyån och Mörrumsån.
- Median för klimatprojektionerna visar på en liten ökning av höga flöden (undantaget RCP8.5 för Ronnebyån).
- Osäkerhetsintervallet är dock stort och ökningen får anses som osäker.

4.2 Korrelationsanalys mellan flöde och vattenstånd

Korrelationsanalysen för helåret (utan säsongsuppdelning) visar på obefintligt samband mellan höga flöden och högt vattenstånd (se Tabell 1). Resultatet då året är uppdelat i säsonger (möjligen undrantaget mar-maj) visar så pass höga värden på korrelationen att det är svårt att utifrån denna analys förklara dessa som oberoende. Figur 10 nedan visar en X-Y-plot för det vattendrag och den säsong som gav högst korrelationvärde (0.32, Mörrumsån mar-maj). Sambandet mellan högre flöden och högre vattenstånd, som korrelation antyder, ser inte ut att gälla lika starkt vid granskning av det högre registret av flöden ($> 80 \text{ m}^3/\text{s}$). Detta skulle i så fall peka mot ett oberoende mellan höga flöden och högt vattenstånd. Å andra sidan infaller höga vattenstånd ($> 50 \text{ cm}$) nästan enbart då även flödena är högt. Om det finns en korrelation mellan högvattenstånd och högflöde för det med sig att dessa värden kan vara underskattade för en viss given återkomsttid för den kombinerade händelsen högvattenstånd i havet och högflöde i vattendrag.

Tabell 1 Korrelation mellan flöde och vattenstånd för tidsperioden 1961-1990, uppdelat på olika säsonger och helår. Säsongen

Korrelation havsvattenstånd och flöde					
Kolumn1	helår	dec-feb	mar-maj	jun-aug	sep-nov
Ronnebyån	0,02	0,28	0,17	- 0,16	0,21
Mörrumsån	0,09	0,25	0,32	- 0,09	0,17
Mieån	- 0,05	0,17	0,15	- 0,21	0,20



Figur 10 x-y-plot för flöde i Mörrumsån och havsvattenstånd för månaderna mars-maj 1961-1990.

4.3 Diskussion kring tillämpning

Att titta på den kombinerade sannolikheten för högt vattenstånd och högt flöde är intressant ur ett översvämningsperspektiv för de nedre delarna av ett vattendraget. Det svåra kan vara att säga för vilken punkt eller sträcka på ett vattendrag som analysen är giltig. Analysen tar inte hänsyn till hur det fysikaliska samspelet mellan flöde och havsnivå ser ut, för detta behövs en terrängmodell som beskriver vattendragets lutning och geometri. I en bestämmande sektion (t.ex. vattenfall eller fors) bryts sambandet mellan flöden och nivå. Vattenståndet i vattendraget uppströms den bestämmande sektionen är enbart beroende av flödet och påverkas inte av nivån (som kan vara influerad av havsnivån). I vattendragmynningen gäller ofta det omvända, flödet har liten inverkan på nivån och endast havsvattenståndet är av betydelse för nivån i vattendraget. Det är bra att fundera kring dessa saker då resultatet från denna rapport skall användas i dimensionerande syfte.

5 Slutsatser

1. De högsta flödena beräknas öka i samtliga tre vattendrag.
2. Ett skifte sker mot högre högsta flöden vintertid medan de högsta flödena sommartid minskar i storlek.
3. För vår och höst är resultaten inte lika entydiga och resultaten osäkrare, men för båda säsongerna finns en tendens till ökning (undantaget Ronnebyån vårsäsongen).
4. Förmågan för HBV-modellen driven med klimatscenarier att återskapa höga flöden varierar med säsong, vilket leder till att resultatet är mer osäkert för vissa säsonger än för andra.
5. Havsvattenstånd och flöden med en återkomsttid om 100 respektive 200 år för den kombinerade händelsen blir högre i framtiden.

Referenser

- Coles, S., 2001. An Introduction to Statistical Modelling of Extreme values. ISBN 1-85233-459-2
- Corder, G. W., Foreman, D. I., 2009. Nonparametric Statistics for Non-Statisticians: A Step-by-Step Approach. Wiley, ISBN 978-0-470-45461-9
- NVE, Norges vassfrad- og energidirektorat, 2011. Retningslinjer for flomberegninger, til § 5-7 i forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg. Retningslinjer 4/2011
- Ohlsson A., Asp. A, Berggreen-Clausen S., Berglöv G., Björck E., Johnell A., Axén Mårtensson J., Nylén L., Persson H och Sjökvist E., 2015. Framtidsklimat i Blekinge län - enligt RCP-scenarier. SMHI Klimatologi Nr 30, 2015
- Johansson, B., 2002. Estimation of areal precipitation for hydrological modelling in Sweden. Ph.D. Thesis. Report No. A76. Earth Sciences Centre, Göteborg University.
- 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.
- Södling J, Nerheim S. Statistisk metodik för beräkning av dimensionerande havsvattenstånd. Intern SMHI-rapport, ej ännu publ.

Tabeller

Mörrumsån

Tabell 2 Mörrumsån. Återkomsttider beräknade utifrån observerade värden för mätstationen(OBS) resp. beräknade utifrån resultat från HBV-modellen driven med PTHBV (HBV(PTHBV)).

Återkomsttid [år]	TYP	hela året	dec-feb	mar-maj	jun-aug	sep-nov
2	OBS [m3/s]	57,7	40,8	49,3	25,8	25,7
	HBV(PTHBV)	68,0	56,0	56,6	34,6	37,4
25	OBS [m3/s]	117,3	89,0	102,7	53,6	53,0
	HBV(PTHBV)	122,9	108,5	111,6	68,1	81,3
50	OBS [m3/s]	132,1	101,0	116,0	60,4	59,7
	HBV(PTHBV)	136,5	121,5	125,2	76,4	92,2
100	OBS [m3/s]	146,8	112,9	129,1	67,3	66,4
	HBV(PTHBV)	150,0	134,4	138,7	84,6	103,0
200	OBS [m3/s]	161,4	124,7	142,2	74,1	73,1
	HBV(PTHBV)	163,5	147,3	152,2	92,9	113,8

Tabell 3 Förändring i höga flöden, Mörrumsån 2069-2098 jämfört med 1961-1990 (ref).

Återkomsttid [år]	RCP	hela året	dec-feb	mar-maj	jun-aug	sep-nov
2	Ref [m ³ /s]	66,8	56,5	54,1	34,0	37,0
	RCP4.5 [%]	11%	18%	10%	-6%	17%
	RCP8.5 [%]	17%	25%	22%	-18%	2%
25	Ref [m ³ /s]	109,8	106,7	94,3	57,7	76,2
	RCP4.5 [%]	8%	16%	12%	-7%	0%
	RCP8.5 [%]	16%	22%	17%	-9%	18%
50	Ref [m ³ /s]	120,9	119,1	104,5	63,6	86,5
	RCP4.5 [%]	7%	16%	11%	-6%	1%
	RCP8.5 [%]	14%	21%	14%	-8%	19%
100	Ref [m ³ /s]	132,0	131,5	114,5	69,6	96,5
	RCP4.5 [%]	6%	16%	12%	-5%	3%
	RCP8.5 [%]	14%	22%	15%	-8%	20%
200	Ref [m ³ /s]	143,1	143,8	124,5	75,5	106,0
	RCP4.5 [%]	6%	16%	12%	-5%	4%
	RCP8.5 [%]	14%	23%	16%	-8%	21%

Ronnebyån

Tabell 4 Förändring i höga flöden, Ronnebyån 2069-2098 jämfört med 1961-1990 (ref).

Återkomsttid [år]	RCP	hela året	dec-feb	mar-maj	jun-aug	sep-nov
2	Ref [m³/s]	20,7	15,4	17,8	7,1	7,9
	RCP4.5 [%]	1%	18%	-8%	-34%	-11%
	RCP8.5 [%]	5%	28%	-11%	-50%	11%
25	Ref [m³/s]	35,8	30,4	33,0	13,7	17,8
	RCP4.5 [%]	4%	20%	-13%	-35%	7%
	RCP8.5 [%]	14%	29%	-16%	-41%	0%
50	Ref [m³/s]	39,5	34,2	36,8	15,4	20,2
	RCP4.5 [%]	4%	20%	-14%	-36%	10%
	RCP8.5 [%]	14%	28%	-14%	-41%	0%
100	Ref [m³/s]	43,1	37,9	40,5	17,1	22,6
	RCP4.5 [%]	5%	20%	-14%	-36%	12%
	RCP8.5 [%]	15%	27%	-12%	-41%	0%
200	Ref [m³/s]	46,8	41,6	44,2	18,8	25,0
	RCP4.5 [%]	5%	20%	-13%	-36%	14%
	RCP8.5 [%]	15%	28%	-10%	-41%	0%

Mieån

Tabell 5 Förändring i höga flöden, Mieån 2069-2098 jämfört med 1961-1990 (ref).

Förändring i flöde Mieån 2069-2098 jämfört med 1961-1990 (ref)						
Återkomsttid [år]	RCP	hela året	dec-feb	mar-maj	jun-aug	sep-nov
2	Ref [m³/s]	4,5	3,7	4,0	2,0	1,7
	RCP4.5 [%]	10%	17%	3%	-20%	-15%
	RCP8.5 [%]	17%	29%	11%	-32%	0%
25	Ref [m³/s]	7,9	7,4	7,4	3,5	4,0
	RCP4.5 [%]	12%	22%	5%	-21%	4%
	RCP8.5 [%]	28%	36%	11%	-26%	13%
50	Ref [m³/s]	8,8	8,3	8,1	3,9	4,5
	RCP4.5 [%]	12%	22%	7%	-20%	6%
	RCP8.5 [%]	27%	36%	10%	-25%	14%
100	Ref [m³/s]	9,6	9,2	8,9	4,3	5,1
	RCP4.5 [%]	11%	22%	7%	-19%	7%
	RCP8.5 [%]	26%	35%	9%	-24%	15%
200	Ref [m³/s]	10,5	10,1	9,6	4,7	5,6
	RCP4.5 [%]	11%	22%	8%	-19%	7%
	RCP8.5 [%]	27%	34%	9%	24%	15%



**LÄNSSTYRELSEN
BLEKINGE LÄN**

SE-371 86 Karlskrona
Telefon 010-224 00 00
E-post: blekinge@lansstyrelsen.se
www.lansstyrelsen.se/blekinge