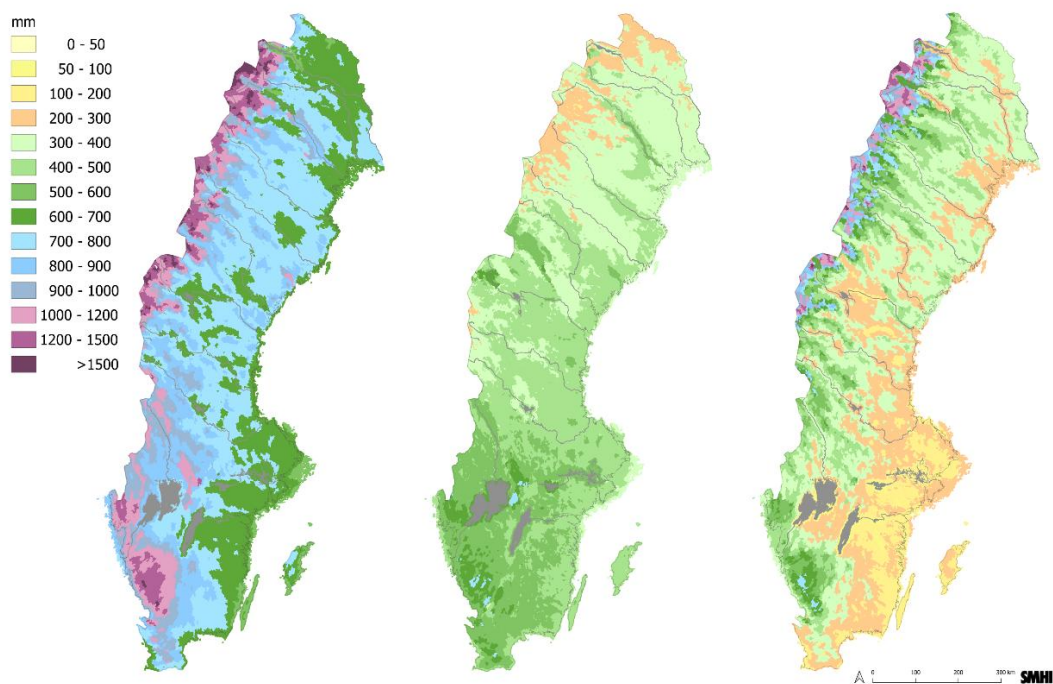


Sveriges hydrologi i ett förändrat klimat

Vattenbalans för normalperioderna 1991–2020 och 1961–1990 samt förändringar i vattenflöde

Anna Eklund, Katarina Stensen, Marie Bergstrand, Anna Åkesson, Anna Engblom, Ola Pettersson, Johan Temnerud, Jan Pietron, Johan Södling och Aino Krunegård



Pärmbild.

Bilden föreställer Sveriges vattenbalans för perioden 1990–2020. Till vänster modellerad årsmedelnederbörd, i mitten årsmedelavdunstning och till höger årsmedelavrinningen.

HYDROLOGI Nr 135, 2026

Sveriges hydrologi i ett förändrat klimat

Vattenbalans för normalperioderna 1991–2020 och 1961–1990 samt förändringar i vattenflöde

Anna Eklund, Katarina Stensen, Marie Bergstrand, Anna Åkesson, Anna Engblom, Ola Pettersson, Johan Temnerud, Jan Pietron, Johan Södling och Aino Krunegård

Granskad och godkänd av: Göran Lindström, Hydrolog

Denna sida är avsiktligt blank

Sammanfattning

Vi befinner oss i en mycket snabb klimatförändring. Människan har värmt upp jordens klimat, främst genom utsläpp av växthusgaser. I Sverige har temperaturen och nederbörden ökat medan antal dagar med snötäcke har minskat. Detta påverkar i sin tur avrinning och vattenflöden. Förändringarna varierar mellan olika tider på året och mellan olika platser i Sverige.

I rapporten redovisas resultat från beräkningar av vattenbalansen för normalperioderna 1991–2020 och 1961–1990 på en översiktlig skala. Med vattenbalans menas här att all nederbörd som faller över ett område antingen avdunstar eller rinner till något vattendrag. Med en ekvation skrivs den: $\text{nederbörd} = \text{avdunstning} + \text{avrinning}$. Om vattenbalansen beräknas över en längre period kan magasinering i snö, sjö och mark- eller grundvatten antas vara försumbar.

Den modellerade årsmedelnederbörden är störst i de västra delarna av landet, medan den lägsta nederbörden återfinns i de sydöstra och de nordligaste delarna. Avdunstningen är störst i de västra delarna av Götaland och Svealand och lägst i de norra fjälltrakterna. Den modellerade avrinningen, som är skillnaden mellan nederbörd och avdunstning, varierar mycket över landet. Årsavrinningen är högst i fjälltrakterna och lägst i de östra delarna av Götaland och Svealand.

Från normalperioden 1961–1990 till normalperioden 1991–2020 har både nederbörd och avdunstning ökat i stora delar av landet. Även årsmedelavrinningen har ökat i nästan hela landet, men en minskad avrinning märks i östra Svealand och delar av östra Götaland.

I rapporten beskrivs också översiktligt hur och varför Sveriges hydrologi har förändrats och förväntas förändras i framtiden. Förändringarna baserade på både historiska observationer och beräkningar för framtida klimat kan sammanfattas i denna tabell.

	Inträffad förändring enligt observationer	Framtida förändring enligt beräkningar
Medelflöde	Det går inte att utläsa någon tydlig trend i observerat medelvattenflöde för landet som helhet. I norra Norrland, däremot, har medelflödet ökat de senaste decennierna.	Medelflödena beräknas öka i hela Norrland och norra Svealand. I de östra delarna av Götaland och Svealand beräknas medelflödet minska.
Förändring under året	I större delen av Norrland och norra Svealand har våfloden inträffat tidigare och varit lägre under de senaste decennierna jämfört med perioden innan. I Götaland och södra Svealand fanns tidigare en tydlig våflod, men den uteblir många år redan i dagens klimat. Vinterflödena har ökat i hela landet.	De förändringar som redan har observerats fortsätter. Vårfloden väntas försvinna även längre norrut i landet. Vinterflödena ökar. Sommarflödena väntas minska i de södra delarna av landet.
Högflöden	Sett över hela året går det inte att se någon tydlig trend i högflöden. Vintertid, visar mätningarna dock en tydlig ökning av höga flöden.	I Götaland och södra Svealand väntas de extrema vattenflödena inträffa oftare i framtiden. I stora delar av Norrland och norra Svealand minskar risken för höga flöden, men i de norra fjälltrakterna kan de höga flödena inträffa oftare i framtiden. I de kraftigt reglerade vattendragen är det svårt att säga hur vattenflöden kommer att ändras i framtiden.
Lågflöden	Under det senaste decenniet har det blivit vanligare med låga vattenflöden i östra Götaland och Svealand.	Antal dagar med lågflöden beräknas i framtiden öka i Götaland, Svealand och Norrlands kustland.

Summary

We are experiencing very rapid climate change. Humans have warmed the Earth's climate, primarily through emissions of greenhouse gases. In Sweden, both temperature and precipitation have increased, while the number of days with snow cover has decreased. This in turn affects runoff and water flows. The changes vary between different times of the year and between different parts of Sweden.

This report presents results from calculations of the water balance for the normal periods 1991–2020 and 1961–1990 on a general scale. The concept of water balance used here implies that all precipitation falling over an area either evaporates or flows into a watercourse. In equation form: precipitation = evaporation + runoff. If the water balance is calculated over a longer period, storage in snow, lakes, soil, or groundwater can be assumed to be negligible.

The modeled mean annual precipitation is highest in the western parts of the country, while the lowest precipitation is found in the southeastern and northernmost parts. Evaporation is greatest in the western parts of Götaland and Svealand and lowest in the northern mountain regions. Modeled runoff, which is the difference between precipitation and evaporation, varies considerably across the country. Annual runoff is highest in the mountain regions and lowest in the eastern parts of Götaland and Svealand.

From the normal period 1961–1990 to 1991–2020, both precipitation and evaporation have increased in large areas of the country. Annual mean runoff has also increased in most parts of the country, however - decreased runoff is observed in eastern Svealand and parts of eastern Götaland.

The report also provides an overview of how and why Sweden's hydrology has changed and is expected to change in the future. The changes based on both historical observations and future climate projections are summarized in the table below.

	Observed change according to measurements	Projected change according to climate models
Average discharge	No clear trend can be identified in observed mean discharge for the country as a whole. However, in northern Norrland, mean discharge has increased in recent decades.	Mean discharges are expected to increase across all of Norrland and northern Svealand. In the eastern parts of Götaland and Svealand, mean discharge is projected to decrease.
Changes during the year	In most of Norrland and northern Svealand, the spring flood has occurred earlier and has been smaller in recent decades compared to earlier periods. In Götaland and southern Svealand, there used to be a distinct spring flood, but it now fails to occur in many years under today's climate. Winter flows have increased throughout the country.	The changes already observed are expected to continue. The spring flood is expected to disappear even further north. Winter flows will increase. Summer flows are expected to decrease in the southern parts of the country.
High flows	Over the year as a whole, no clear trend in high discharges can be seen. However, measurements show a clear increase in high flows during the winter season.	In Götaland and southern Svealand, extreme discharges are expected to occur more frequently in the future. In large parts of Norrland and northern Svealand, the risk of high flows is expected to decrease, although in the northern mountain regions high flows may occur more often. In heavily regulated rivers, it is difficult to predict how discharges will change in the future.
Low flows	Over the past decade, low flows have become more common in eastern Götaland and Svealand.	The number of days with low flows is expected to increase in the future in Götaland, Svealand, and the coastal areas of Norrland.

Ordlista

Avdunstning	Avdunstning är när vatten går från att vara flytande eller fast till att vara i gasform (vattenånga). I denna rapport används begreppet som summan av vatten som avgår till luften från mark och vattenytor (evaporation), och från växlighet (transpiration).
Avrinning	Den del av nederbörden, regn eller snösmältning, som rinner av från ett avrinningsområde.
Avrinningsområde	Det område från vilket vatten dräneras till ett vattendrag. Avrinningsområdet begränsas av höjdryggar, som gör att flödet från regn och smältvatten rinner åt olika håll.
Delavrinningsområde	Ett mindre avrinningsområde som ingår i ett större.
Grundvatten	Grundvattnet är det vatten som finns i den del av marken där alla porer är fyllda med vatten. Begränsas uppåt av grundvattenytan och markvattenzonen.
Höglöde	Ett högt flöde i ett vattendrag. Ofta används återkomsttider för att kvantifiera höga flöden.
Låglöde	Ett lågt flöde i ett vattendrag. I denna rapport används ett medelvärde av varje års lägsta vattenflöde som en gräns för låglöde.
Markvatten	Markvatten är det vatten som finns i marken ovanför grundvattenytan. I detta övre område i marken, som kallas den omättade zonen eller markvattenzonen, finns det inte bara vatten utan också luft i porerna mellan jordpartiklarna.
Medelflöde	Ett medelvärde av flödet i ett vattendrag under en tidperiod, ofta 30 år.
Normalperiod	Normalperioder är 30-årsperioder som gör det möjligt att jämföra klimatet mellan olika platser och studera hur klimatet förändras på en plats. Normalperioderna är definierade av Världsmeteorologiska organisationen (WMO). I denna rapport finns resultat från perioderna 1961–1990, och 1991–2020.
Oreglerade vattendrag	Vattendrag som är opåverkade av vattenreglering, se nedan.
PTHBV	PTHBV är en klimatdatabas som byggts upp med särskild inriktning på hydrologiska modellberäkningar. Databasen innehåller dygnsvärden för nederbörd och temperatur, vilka framförallt används som indata vid beräkningar med S-HYPE och HBV-modellen.
RCP	Ett mått på hur växthuseffekten förändras i framtiden är strålningsdrivning, som mäts i effekt per kvadratmeter (W/m^2). Ju mer utsläpp av växthusgaser desto mer strålningsdrivning. Sådana scenarier kallas RCP-scenarier.

Referensnormalperiod	När klimatförändringen studeras används i första hand perioden 1961–1990 som referens, vilken då kallas referensnormalperiod enligt WMO:s riktlinjer.
Reglerade vattendrag	Vattendrag som är påverkade av vattenreglering, se nedan.
S-HYPE	HYPE är en hydrologisk modell för beräkning av processer kopplade till vattnets kretslopp. Uppsättningen av HYPE-modellen för hela Sverige kallas S-HYPE.
Statistisk signifikans	En metod för att säkerställa att en förändring har skett eller inte. Metoden går ut på att jämföra två dataserier och med statistiska mått se om sannolikheten för en förändring är över olika gränsvärden.
SVAR	Hydrografiska data som avrinningsområden, kustområden och vattenförekomster för ytvatten finns tillgängligt via Svenskt vattenarkiv (SVAR).
Torka	Det finns ingen entydig definition av begreppet torka, men med torka menas ofta något av följande: • Långvarig period med lite nederbörd • Låg markvattenhalt • Låga grundvattennivåer • Låga flöden i vattendrag • Låga nivåer i sjöar
Vattenbalans	Med vattenbalans i ett avrinningsområde menas att nederbörden över området antingen lagras tillfälligt, avdunstar eller rinner av. Inom hydrologin används begreppet vattenbalans för att uttrycka det faktum att vattenmängden är oföränderlig, att tillförseln är lika stor som summan av bortförseln.
Vattenbrist	När efterfrågan på vatten är större än tillgången på vatten.
Vattenflöde, vattenföring	Ett mått på hur mycket vatten per tidsenhet som passerar genom en tvärsnitt av vattendraget. I Sverige används enheten m ³ /s eller l/s för vattenflöde. Vattenflöde kallas även vattenföring.
Vattenreglering	Åtgärd för ändring av vattenflöde i ett vattendrag eller avbördningen från en sjö (indirekt vattenståndet) till förmån för utvinning av vattenkraft, vattenförsörjning och torrläggning m.m.
Vattentillgång	Hur mycket vatten som finns tillgängligt i sjöar, vattendrag och grundvattenmagasin.
Återkomsttid	Återkomsttid är ett mått på hur ofta en ovanlig händelse kan förväntas. Med återkomsttid menas att händelsen i genomsnitt inträffar eller överträffas en gång under denna tid. Återkomsttider beräknas med statistiska metoder genom extremvärdesanalys av långa serier av sammanhängande mätningar.

Innehållsförteckning

1	BAKGRUND	2
2	DEFINITION AV VATTENBALANS	2
3	SYFTE	3
4	METODIK	3
4.1	S-HYPE och PTHBV	3
4.2	Beräkning av vattenbalans	4
4.2.1	Vattenbalans för normalperioderna	4
4.2.2	Trender i vattenbalans	5
4.3	Beräkningar vattenflöden och analys av trender i dagens klimat	5
4.3.1	Klimatindikator vattenflöde	6
4.3.2	Klimatindikator vårflodens start	7
4.3.3	Årsdiagram	7
4.4	Beräkningar vattenflöden framtida klimat	7
4.5	Observations- och modelldata som öppna data	8
5	KLIMATFÖRÄNDRINGARNAS PÅVERKAN PÅ VATTNETS KRETSLOPP	9
5.1	Mer nederbörd	9
5.2	Mindre snö	10
5.3	Ökad avdunstning	11
5.4	Variation mellan år	11
6	FÖRÄNDRING AV VATTENBALANSEN	13
6.1	Vattenbalans för normalperioder	13
6.2	Trender i vattenbalans	18
7	FÖRÄNDRING I VATTENFLÖDEN	22
7.1	Förändring i medelflöden	22
7.1.1	Historiskt – vad säger observationerna?	22
7.1.2	I framtiden – vad visar beräkningarna?	23
7.2	Flödesförändringar under året	25
7.2.1	Historiskt – vad säger observationerna?	25
7.2.2	I framtiden – vad visar beräkningarna	28
7.3	Förändringar i högflöden	29
7.3.1	Historiskt – vad säger observationerna?	29
7.3.2	I framtiden – vad visar beräkningarna	30

7.4	Förändringar i lågflöden	33
7.4.1	Historiskt – vad säger observationerna?	33
7.4.2	I framtiden – vad säger beräkningarna?	33
8	MARKVATTEN OCH GRUNDVATTEN	35
9	DISKUSSION.....	37
9.1	Osäkerheter i observationer och modellberäkningar	37
9.1.1	Osäkerheter i observerade lågflöden	37
9.1.2	Osäkerheter vid modellering.....	37
9.2	Vattenbalansberäkningar för normalperioder	38
9.2.1	Vattenbalansen - nederbörd, avdunstning och avrinning	38
9.2.2	Uppdaterad nationell vattenbalans - användningsområden	39
9.3	Beräkningar för framtida klimat	39
10	SLUTSATS	40
11	REFERENSER	41
	BILAGA A – VATTENBALANSDIAGRAM.....	43

1 Bakgrund

Vi befinner oss i en mycket snabb klimatförändring. Människan har värmt upp jordens klimat med drygt 1,3 grader Celsius sedan 1800-talet fram till idag (SMHI, 2025a), främst genom utsläpp av växthusgaser. I Sverige är temperaturökningen ungefär dubbelt så stor som globalt. Även årsnederbörden har ökat över Sverige medan antal dagar med snötäcke har minskat (SMHI, 2022).

Ökning av nederbörd och temperatur påverkar i sin tur avrinning och vattenflöden, men förändringarna är inte lika entydiga över landet och året utan varierar både tidsmässigt och regionalt. I denna rapport beskriver vi hur och varför avrinning och vattenflöde varierar. För att beskriva det genomsnittliga (eller normala) klimatet för en viss plats och tidsperiod görs beräkningar för så kallade normalperioder. För att göra detta behöver tillräckligt långa tidsperioder användas. Världsmeteorologiorganisationen WMO har därför bestämt att en normalperiod ska vara 30 år.

I denna rapport är det referensnormalperioden 1961–1990 och den senaste normalperioden 1991–2020, som vi visar resultat för. När klimatförändringen studeras används i första hand perioden 1961–1990 som referens, vilken då kallas referensnormalperiod enligt WMO:s riktlinjer (WMO, 2017).

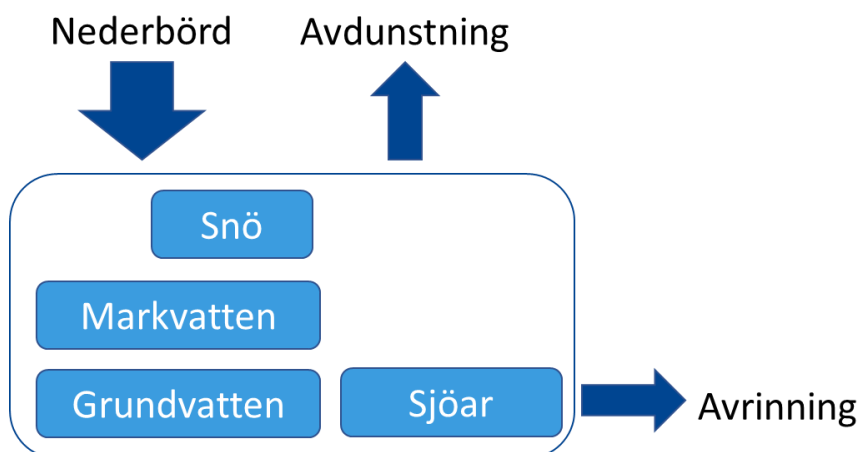
2 Definition av vattenbalans

I denna rapport visas resultat från beräkningar av vattenbalansen. Här används den naturvetenskapliga definitionen av hydrologisk vattenbalans, det vill säga att all nederbörd som faller över ett område antingen avdunstar eller rinner till något vattendrag. Med en ekvation skrivs det:

Nederbörd = Avdunstning + Avrinning

I denna rapport används begreppet avdunstning synonymt med evapotranspiration. Evapotranspirationen är allt vatten som växterna avger till atmosfären vid sin transpiration och den direkta avdunstningen som sker från sjöar, vattendrag, mark och vegetation.

Om vattenbalansen räknas över en kortare tidsperiod kan förändringen i vattenmängd i magasin såsom snö, sjö och mark- eller grundvatten påverka (Figur 1). Beräkningarna i denna rapport görs på en längre tidsskala och därför kan magasinförändringar bortses ifrån. Ett magasin som förändras med tiden är glaciärerna, som minskar i storlek när temperaturen ökar. Glaciärerna utgör dock endast en mycket liten del av landets yta och påverkan från avsmältningen av glaciärerna kan inte ses på den skalan som presenteras i denna rapport. Det förekommer också storskaliga grundvattenflöden, när grundvattenbildningen sker i ett avrinningsområde och grundvattnet sedan rinner ut i en sjö eller vattendrag i ett annat avrinningsområde. Dessa finns inte med i beräkningarna, men har heller ingen större påverkan i den skalan som presenteras i här.



Figur 1. Schematisk skiss över vattenbalansen.

Begreppet vattenbalans används ibland i en alternativ betydelse för att beskriva skillnad mellan tillgängligt vatten och efterfrågat vatten. Denna definition har blivit vanligare under senare år, men används inte här. I denna rapport används enbart den naturvetenskapliga definitionen att all nederbörd som faller över ett område antingen avdunstar eller rinner till något vattendrag.

3 Syfte

Syftet med denna rapport är:

- Att presentera resultat för beräkningar av vattenbalansen för normalperioden 1991–2020 samt visa förändringen i vattenbalans jämfört med referensnormalperioden 1961–1990.
- Att översiktligt beskriva hur Sveriges hydrologi förändras i ett varmare klimat. Den beskrivande texten kan ses som en tolkning och förklaring till de förändringar som går att se med historiska observationer och modellberäkningar för framtida klimat.

Det som presenteras i denna rapport ska ses som en översiktlig beskrivning av Sveriges vattenbalans och vattenflöden samt förändring av dessa. Underlaget är inte tänkt att användas till analyser på lokal nivå.

4 Metodik

4.1 S-HYPE och PTHBV

I flera analyser som redovisas i denna rapport har beräkningar gjorts med den hydrologiska beräkningsmodellen S-HYPE (Lindström m.fl., 2010 och Strömqvist m.fl. 2012). Modellen beskriver vattentillgång och flödesvariationer för hela Sverige och används bland annat i den hydrologiska prognos- och varningstjänsten på SMHI, för att ta fram underlag för vattenförvaltningen som presenteras i Vattenwebb (SMHI, 2025b) samt för att beräkna förändringar till framtida klimat (SMHI, 2025c). S-HYPE utvecklas kontinuerligt och har mestadels god anpassning mot uppmätta vattenflöden.

Modellen beräknar avrinning och andra hydrologiska variabler genom att beskriva avrinningsområdenas fysikaliska förutsättningar, såsom höjd över havet och markens lutning, samt markanvändning. Som indata till modellen används nederbörds- och temperaturdata.

Den version av S-HYPE som har använts i beräkningen av vattenbalans är HYPE version 5.25.3 med parameteruppsättning s-hype2022a och geografisk indelning enligt SVAR2022 (SMHI, 2024). I den här geografiska indelningen är landet indelat i drygt 26 000 delavrinningsområden med en genomsnittlig storlek av 21 km².

Den version av S-HYPE som har använts i beräkningarna för framtida klimat är HYPE version 5.10.2 med parameteruppsättning s-hype2016e, med geografisk indelning enligt SVAR 2016 (SMHI, 2017). I den här geografiska indelningen är landet indelat i cirka 40 000 delavrinningsområden, men presenteras här för 262 större avrinningsområden.

Modellen har drivits av nederbörds- och temperaturdata från SMHIs PTHBV-databas (Johansson m.fl. 2003) version PTHBV 2024-04-04 (SMHI 2025f). PTHBV-databasen är framtagen för att användas i hydrologisk modellering, där en god beskrivning av den rumsliga variationen av nederbörd och temperatur behövs. Som underlag används uppmätt nederbörd och temperatur. Även om mindre avvikelser kan finnas under enstaka år så stämmer värdena väl för längre tidperioder. Det kan också lokalt finnas en systematisk skillnad om mätstation är placerad på en annan höjd än områdets medelhöjd.

I PTHBV-databasen finns nederbörds- och temperaturdata för varje ruta i ett rutnät på 4 km gånger 4 km över Sverige. Detta görs för att få en heltäckande analys för nederbörd och temperatur, även där mätningar saknas. I varje ruta har man beräknat ett värde med hjälp av alla tillgängliga närliggande observationer. Vid beräkningen utnyttjas stationernas koordinater och höjd över havet. I databasen har den observerade nederbörden även korrigerats för mätförluster, som framför allt orsakas av att en del av nederbörden blåser förbi nederbördsmatören.

4.2 Beräkning av vattenbalans

4.2.1 Vattenbalans för normalperioderna

Sveriges vattenbalans har bestämts för normalperioderna 1961–1990 och 1991–2020 genom hydrologisk modellering med S-HYPE-modellen. Från modelleringen har nederbörd, avdunstning och avrinning tagits fram som genomsnittliga värden per 30-årsperiod i enheten mm/år för varje delavrinningsområde.

De modellvariabler som använts är PSIM för nederbörd och EVPT för avdunstning. PSIM är den vattenbalanskomponent som benämns ”nederbörd” och är en bearbetad dataserie baserad på PTHBV och justerad i S-HYPE för delavrinningsområdet. Avdunstningskomponenten EVPT inkluderar avdunstning från vattenytor, mark och vegetation samt växternas transpiration.

Avrinningen har sedan beräknats som skillnaden mellan nederbörd och avdunstning. För varje delavrinningsområde är vattenbalansen sedd över 30-årsperioden neutral, det vill säga avrinningen = nederbörden - avdunstningen. Under en så lång period går det att bortse från den tillfälliga lagring av vatten som sker i mark, grundvatten, vattendrag och sjöar. Inom modellen finns även framräknad avrinning vilket görs på olika sätt, men i vattenbalanssammanställningen har avrinningen beräknats som skillnaden mellan nederbörd och avdunstning för att få en sammanhållen vattenbalans. Jämförelser har gjorts mellan modellens avrinning och skillnaden mellan nederbörd och avdunstning och de ger likartat resultat.

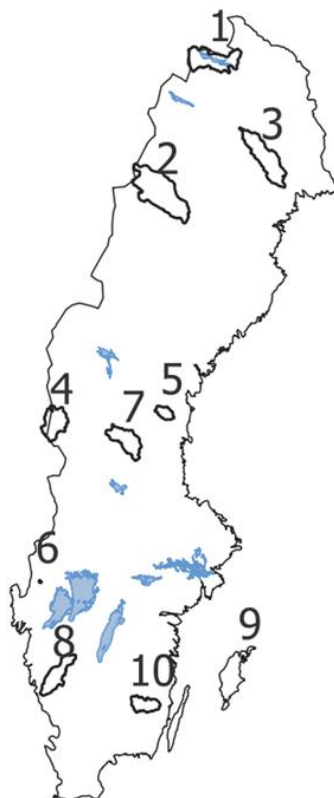
SMHI har sammanställt vattenbalanser för normalperioder även tidigare, enligt den då mest lämpliga metodiken. Tidigare vattenbalanskartor finns tillgängliga såväl för normalperioden 1931–1960 (SMHI, 1971 och 1980) som 1961–1990 (SMHI, 1994). För att möjliggöra jämförelse mellan normalperioder, för att påvisa den förändring som skett över tid, har nu modelleringen för referensnormalperioden (1961–1990) utförts med samma metodik som den senaste normalperioden (1991–2020).

För att kunna slå fast om det verkligen har skett förändringar i Sveriges vattenbalans har en analys gjorts utifrån vedertagna statistiska metoder. Genom att anta att de årliga

värdena för de tre variablerna i vattenbalansen (nederbörd, avdunstning och avrinning) är normalfördelade har även ett tvåsidigt t-test genomförts för de tre variablerna. Resultaten har sammanställts i kartor på 95% och 99% konfidensnivå för att kunna påvisa var i landet statistiskt signifikanta skillnader (ökningar eller minskningar) skett mellan de två undersökta normalperioderna.

4.2.2 Trender i vattenbalans

Förändringen av vattenbalansens tre komponenter visas även som tidsserier i diagram (Figur 15 och Bilaga A) för ett urval avrinningsområden i landet, se Figur 2. Urvalet har baserats på att mätningarna av vattenflödet i utloppet av avrinningsområdet ska vara av god kvalitet och ha pågått en stor del av perioden från 1961 till 2024.



Figur 2. Markerade områden visar de avrinningsområden som har vattenbalansens komponenter presenterad som tidsserier.

För respektive avrinningsområde har nederbörd beräknats som en årlig summa utifrån databasen PTHBV som bygger på observerad nederbörd (SMHI 2025f). Ett årsvärde för avrinningen har räknats ut utifrån observerat vattenflöde vid områdets utlopp. Områdets årsavdunstning är beräknad med den hydrologiska modellen S-HYPE, version 5.25.3.

De tre komponenterna i vattenbalansen för perioden 1961–2024 har plottats i samma diagram och en trendlinje har tagits fram för varje parameter. Här har vi valt att även ta med åren efter den senaste normalperioden för att få en längre tidsserie.

4.3 Beräkningar vattenflöden och analys av trender i dagens klimat

SMHI har observerat vattenflöden under mer än 100 år. Genom att använda mätningar som har långa och sammanhållande mätserier av tillräcklig kvalitet har olika klimatindikatorer tagits fram. En klimatindikator kan användas för att se hur olika variabler, exempelvis vattenflöde, påverkas av ett förändrat klimat (SMHI, 2025d).

4.3.1 Klimatindikator vattenflöde

Klimatindikatorn vattenflöde visar hur vattenflödet varierat sedan 1911 samt om det går att urskilja någon trend i utvecklingen. Den presenteras i Figur 20, Figur 21, Figur 24, Figur 25, Figur 27, Figur 28 och Figur 30.

Mätningar från 69 mätstationer med långa tidsserier i oreglerade eller måttligt reglerade vattendrag har använts till indikatorn. Beräkningarna har gjorts dels för hela landet, dels för fyra olika regioner; Bottenvikens vattendistrikt, Bottenhavets vattendistrikt, Norra och södra Östersjöns vattendistrikt samt Västerhavets vattendistrikt (Figur 3).



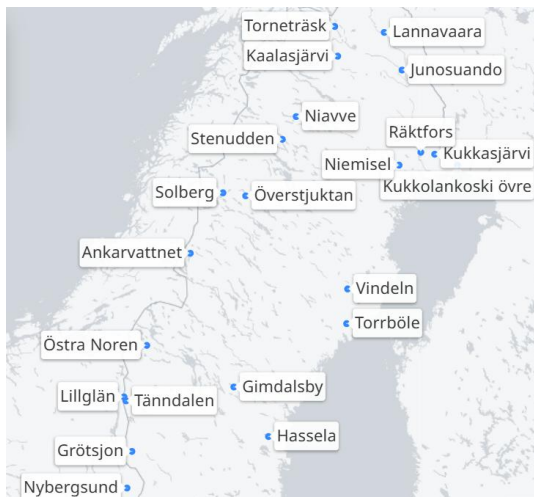
Figur 3. Karta med de 69 stationer som används till klimatindikatorn Vattenflöde. De blå linjerna är gränser för de fyra regionerna, Bottenvikens vattendistrikt, Bottenhavets vattendistrikt, Norra och södra Östersjöns vattendistrikt samt Västerhavets vattendistrikt.

Indikatorn presenteras som ett medelvärde för stationerna i hela landet respektive de fyra regionerna samt för säsong och år och delas in i tre olika typer:

- **Medelflöde:** Här har medelflödet för varje station beräknats per år och säsong samt medelflödet för referensperioden 1961–1990. Sedan beräknas avvikelser mellan årets eller säsongens medelflöde och värdet för referensperioden.
- **Högsta flödet för varje år och säsong:** Här har årshögsta eller säsongshögsta flödet för varje station tagits fram samt medelvärdet av varje års, respektive säsongens högsta flöde för referensperioden 1961–1990. Sedan beräknas avvikelser mellan årets eller säsongens värde och värdet för referensperioden.
- **Antal dygn med lågflöde:** Här beräknats antal dygn med lågflöden. Som en gräns för lågflöde används medelvärdet av varje års lägsta flöde (MLQ) för perioden 1961-1990.

4.3.2 Klimatindikator vårfloedens start

För att följa hur vårfloedens starttidpunkt har förändrats sedan början av 1900-talet har SMHI tagit fram klimatindikatorer för vårfloedens startdatum, se Figur 25. Urvalet av mätstationer där denna indikator beräknas visas i Figur 4.



Figur 4. Karta över de stationer som används och visas i klimatindikatorn vårfloedens startdatum.

De stationer som har valts har långa tidsserier av vattenflödesmätningar från oreglerade vattendrag. Beräkningarna är begränsade till den del av landet där det finns en tydlig vårfloed, det vill säga från Dalarna och norrut. Startdatum för vårfloeden har beräknats som första dagen på året då flödet i vattendraget stiger över medelflödet (MQ) efter det lägre vinterflödet. Medelflödet (MQ) är medelvärde av flödet för hela observationsperioden. Genomsnittligt startdatum är medelvärde över alla år som finns med i indikatorn.

4.3.3 Årsdiagram

I denna rapport visas diagram över hur observerat vattenflöde under året har varierat mellan de båda normalperioderna 1961–1990 och 1991–2020, se Figur 23. Det som visas är ett medelvärde för varje dag på året för de trettio åren som ingår i respektive normalperiod. Beräkningarna visas för ett urval av SMHI:s mätstationer för vattenflöde.

4.4 Beräkningar vattenflöden framtida klimat

I denna rapport visas kartor och diagram för förändrade vattenflöden till slutet av detta sekel, se Figur 22, Figur 29 och Figur 31. Här beskrivs metoden för beräkningarna som dessa bygger på översiktligt. För en fullständig beskrivning av metodiken hänvisas till SMHI (2025g).

Klimatets utveckling framåt beror på hur stora utsläppen av växthusgaser blir. I denna rapport visas förändringar för två olika så kallade RCP-scenarier (IPCC, 2013). RCP8,5 beskriver en framtid med fortsatt kraftig ökning av växthusgasutsläpp medan RCP4,5 innebär att utsläppen ökar fram till omkring 2040 och därefter minskar.

Dessa utsläppsscenarier är indata till globala klimatmodeller som beräknar hur klimatet förändras på den globala skalan. Resultatet från de globala klimatmodellerna är i sin tur indata till de regionala klimatmodellerna, där beräkningarna görs med högre rumsupplösning.

Nederbörden och temperaturen från de regionala modellerna har sedan justerats för systematiska avvikelser från observationer innan de används som indata i den

hydrologiska beräkningsmodellen S-HYPE, version 2016e. Den hydrologiska modellen beräknar förändring av vattenflöde, som i denna rapport presenteras i kartor för 262 olika avrinningsområden eller i diagram för en specifik punkt längs ett vattendrag. Alla beräkningar för framtida klimat har gjorts för oreglerade vattenflöden. Modellen beräknar då vattenflödet även i reglerade vattendrag som om det skulle vara utan påverkan från regleringar för vattenkraften.

Beräkningarna görs för en rad kombinationer av olika globala och regionala klimatmodeller. Det som presenteras är ett medelvärde av resultatet från dessa olika beräkningar.

4.5 Observations- och modelldata som öppna data

Mycket av den data som använts för att ta fram diagram och kartor i denna rapport finns som öppna data på SMHI:s hemsida.

SMHI har mätstationer för vattenföring i omkring 200 vattendrag och sjöar. Utöver det tillkommer ytterligare cirka 100 mätpunkter från andra aktörer så som till exempel kraftverksägare. Observationer för vattenflöden kan laddas ner från SMHI:s öppna data (SMHI, 2025h). Några av de längsta observationsserierna har använts för att ta fram klimatindikatorerna för vattenföring och vårfloedens start (SMHI 2025d). I Vattenwebb finns modellberäknade vattenflöden med hög geografisk upplösning för en historisk period (SMHI 2025b). I klimatscenariotjänsten finns information om förändrade vattenflöden i framtiden (SMHI 2025c).

5 Klimatförändringarnas påverkan på vattnets kretslopp

Nederbörden i Sverige har redan ökat och kommer att öka ännu mer som följd av ett varmare klimat. Det kan leda till större risk för olika typer av översvämningar. Men en högre temperatur ger också en ökad avdunstning, vilket istället kan leda till en minskad vattentillgång i mark, sjöar och vattendrag. Därför kan även risken för vattenbrist öka. Vilken av dessa förändringar som är den dominerande beror på plats i landet och årstid. Skillnaden kommer också vara stor mellan olika år.



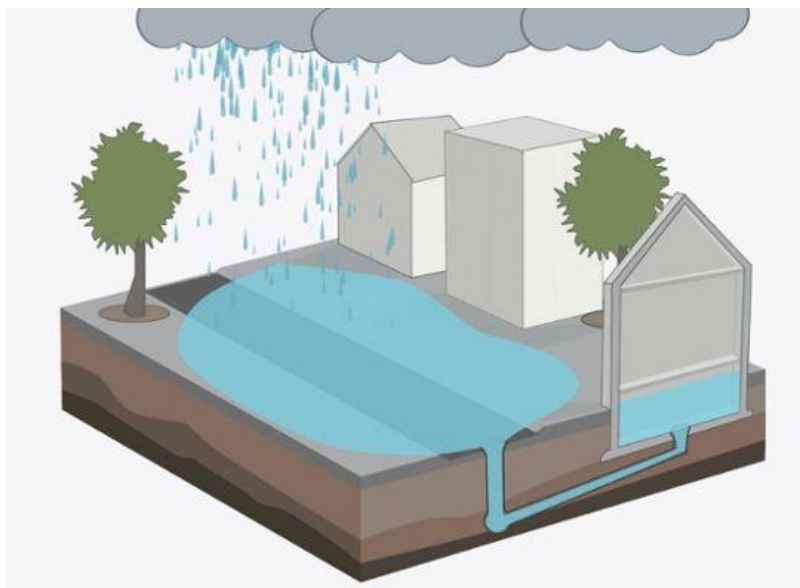
Figur 5. Mer energi i atmosfären ger ett mer intensivt kretslopp för vattnet.

Vattnets kretslopp kallas den eviga process som gör att vattnet cirkulerar mellan landområden, luft och hav. Solens energi gör att vattenånga stiger till luften från mark, vegetation och öppna vattenytor. När luften kyls av faller vattnet som nederbörd för att tas upp av vegetation, lagras som is och snö eller rinna genom mark, grundvatten och vattendrag där det avdunstar igen eller rinner ut i havet där vattnet så småningom avdunstar.

I varmare klimat snabbas det hydrologiska kretsloppet upp. Mer vatten avdunstar från hav, sjöar, vattendrag, mark och genom att växterna tar upp vatten från marken som sedan avges till atmosfären. Den varma luften kan hålla mer vattenånga. Det gör att nederbörden generellt ökar, även om skillnaderna är stora mellan olika delar av världen (IPCC, 2021).

5.1 Mer nederbörd

I Sverige har nederbörden redan ökat och väntas öka mer framöver, i princip över hela landet och över hela året (SMHI, 2022). Vi kan vänta oss att kraftig nederbörd, som ofta förekommer sommartid, blir mer intensiv i varmare klimat. Det kan bland annat leda till översvämmad jordbruksmark eller stora översvämningar i tätorter där vattnet inte kan rinna ner i marken på grund av de hårdgjorda ytorna.



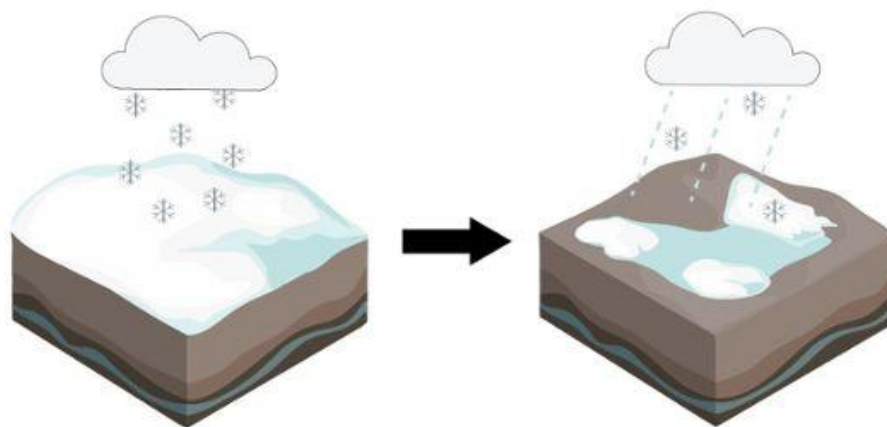
Figur 6. Exempel på hur ett skyfall kan drabba en stad. Vatten kan forsa in i källare eller fylla dagvattensystem. Om dessa är sammankopplade med avloppssystemet kan vatten komma in i hus via avloppssystemet.

Det är inte bara de intensiva regnen som ökar utan vi kommer att se en ökad nederbörd generellt. Mycket nederbörd under en längre period leder till höga flöden och kan ge översvämningar kring sjöar och vattendrag.

5.2 Mindre snö

Historiskt sett i Sverige, har mycket av nederbörden fallit som snö under vinterhalvåret och ett snötäcke har byggts upp i stora delar av landet. När snön sedan smält har en kraftig ökning av markvattenhalt, grundvattenbildning, vattenflöden och vattennivåer skett. Den ökning av vattenflödena som sker vid avsmältning efter vintern kallas vårflod.

Dessa förhållanden har till viss del ändrats och beräknas ändras mer i framtiden. Perioden med snötäcke blir kortare och en större del av vinternederbörden faller som regn. Det blir vanligare med snösmältning vintertid. Den totala mängden nederbörd under vintern ökar också. Dessa förändringar medför att marken blir blötare och att vattenflöden och vattennivåer blir högre vintertid. Vårfloden kommer generellt att inträffa tidigare och vara mindre eller utebli helt.



Figur 7. Ett varmare klimat innebär en kortare snösäsong.

5.3 Ökad avdunstning

Till skillnad från snösäsongen, blir växtsäsongen längre i ett varmare klimat. Det gör att växterna tar upp vatten från marken som sedan avges till atmosfären under en längre period. Även den avdunstning som sker från sjöar, vattendrag och mark blir större i ett varmare klimat. Det gör att marken blir torrare och den mängd vatten som rinner till sjöar och vattendrag minskar under sommarsäsongen. Dessa fylls på mest under vinterhalvåret eller i samband med snösmältningen. Den nederbörd som faller sommartid tas i stor utsträckning upp av växtligheten. Med en längre växtsäsong i framtiden kommer påfyllning av sjöar, vattendrag och grundvattenmagasin ske under en kortare del av året. Under sommarhalvåret är behovet av vatten ofta större. Detta tillsammans med en minskad tillgång kan leda till att det i framtiden blir vanligare med vattenbrist.

5.4 Variation mellan år

Vattentillgången varierar mellan år. Vissa år är blöta med rikligt med nederbörd medan andra är torrare. Vissa år är vårfloden mycket kraftig beroende på väderförhållanden, och andra år inte. Vi kommer fortsatt ha stor variation mellan år, och eftersom extremväder väntas bli vanligare, kommer denna variation sannolikt bli större.

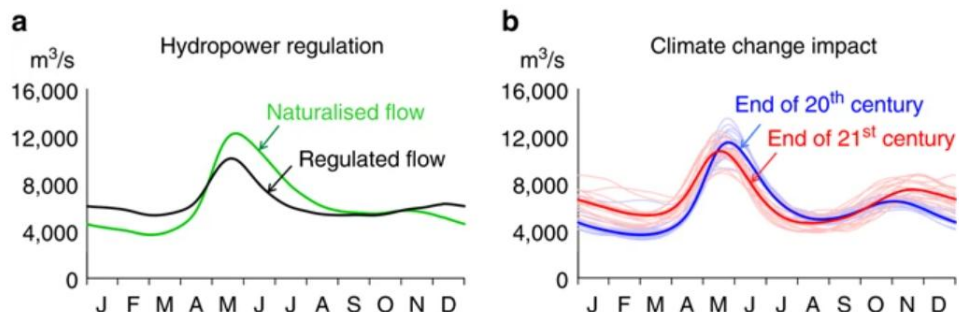
Tema: Mänsklig påverkan kan ge större förändring än klimatförändringar

Klimatet är bara en faktor som påverkar och har påverkat vattentillgången i sjöar och vattendrag samt dess variation över året. Människan har historiskt påverkat sjöar och vattendrag genom bland annat dammkonstruktioner och reglering för vattenkraft, sjösänkning, ändrad vegetation, markdränering, flottning, vattenuttag, kanaler/överledningar och urbanisering med mer hårdgjorda ytor.

Denna påverkan skiljer sig mellan olika områden. I vissa vattendrag sker kraftiga regleringar för vattenkraften, medan ett fåtal vattendrag fortfarande är helt oreglerade. I en del vattendrag finns mycket jordbruksmark, där sjöar och våtmarker kan ha sänkts av och vallats in för att få mer yta till odling.

På samma sätt som människan på olika sätt påverkat vattenbalansen tidigare, finns möjligheter att nu göra detsamma genom anpassning till ett förändrat klimat.

Enligt en studie från SMHI visas att i kraftigt reglerade vattendrag påverkar regleringen vattentillgången mer än vad klimatförändringarna gör. Både reglering och klimatförändringar gör att vattenflödena blir mer jämnt fördelat under året, men sammantaget över hela landet är påverkan från vattenkraften större än den från klimatförändringen. Detta visas tydligt i figuren nedan som är hämtad från Arheimer m.fl. (2017). Det vänstra diagrammet visar säsongsfördelning av den totala avrinningen från Sverige med och utan påverkan av vattenkraftreglering. Det högra diagrammet visar beräknad avrinning för slutet av detta sekel jämfört med slutet av förra seklet. Modelleringen baseras på CMIP5 för utsläppsscenarierna RCP4,5 och RCP8,5 för 18 olika kombinationer av klimatmodeller. I båda diagrammen visas utjämnade 30-åriga medelvärden för dagliga värden.



6 Förändring av vattenbalansen

I ett varmare klimat har både nederbörden och avdunstningen i Sverige ökat. Det påverkar också avrinningen, men på olika sätt i olika delar av landet. I norra Sverige har även avrinningen ökat, medan den i södra Sverige är ungefär oförändrad eller har minskat.

En förenklad beskrivning av vattenbalansen är att den nederbörd som faller över ett avrinningsområde antingen avdunstar eller rinner av via vattendragen. Detta kallas för vattenbalans, se definition i Kapitel 2. Här nedan beskrivs vattenbalansen för de båda perioderna 1991–2020 och 1961–1990 samt hur vattenbalansen har förändrats.

6.1 Vattenbalans för normalperioder

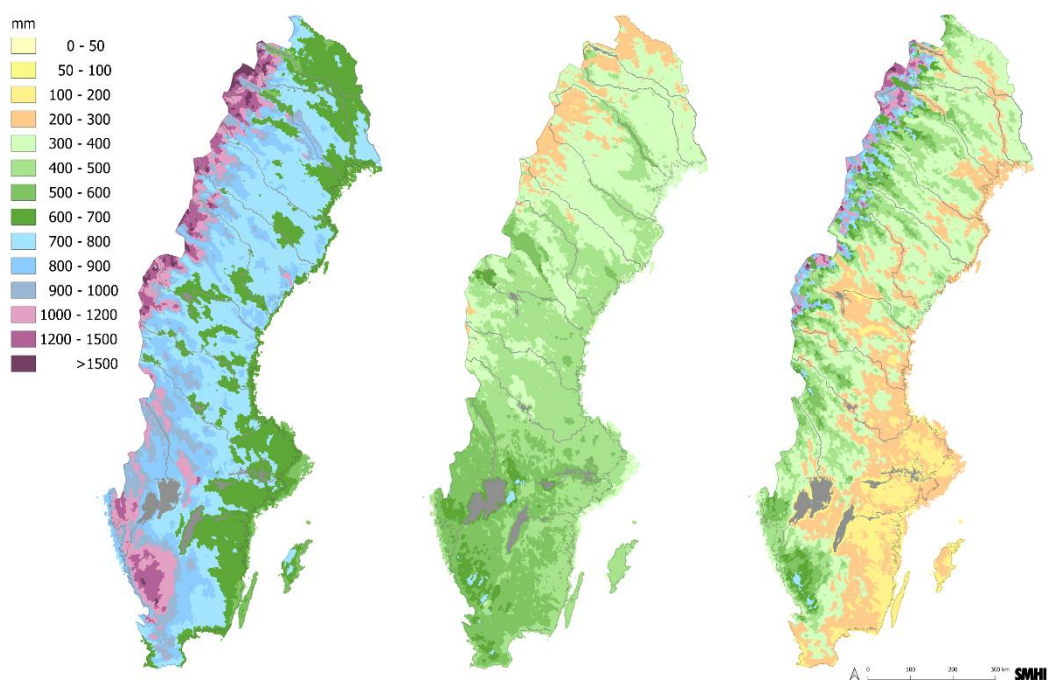
I Figur 8 visas vattenbalansen för normalperioden 1991–2020, som medelvärden för de tre variablerna för hela 30-årsperioden och visas i enheten mm per år.

Den modellerade årsmedelnederbörden är störst i de västra delarna av landet. Den lägsta nederbörden återfinns i de sydöstra och de nordligaste delarna av landet.

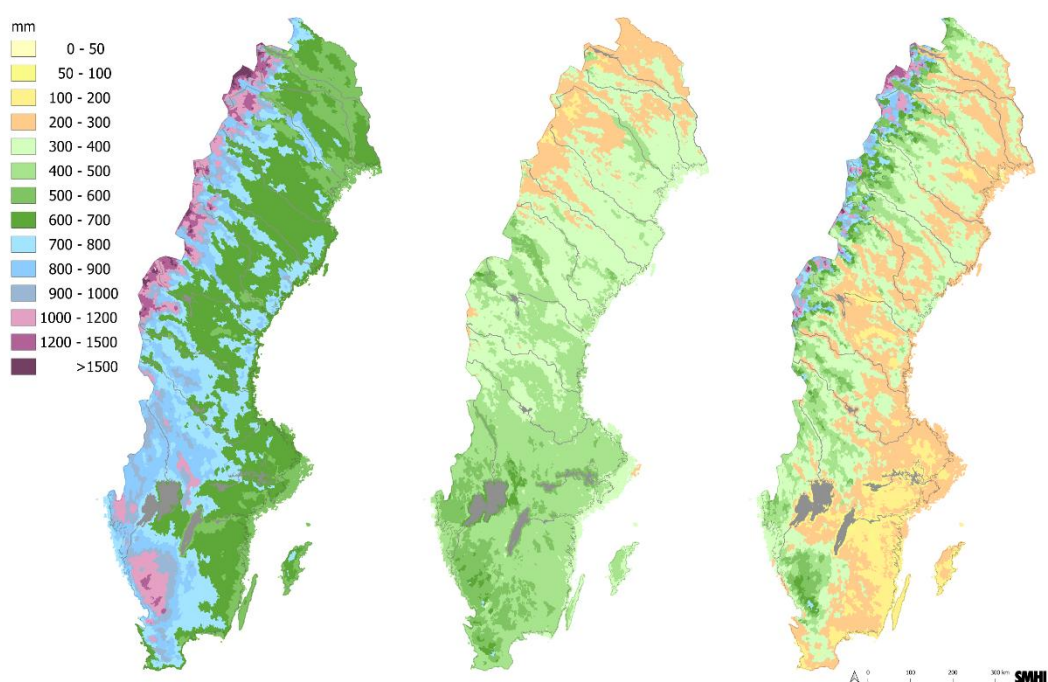
Medelvärdet för modellerad årsavdunstning i landet varierar mellan 200 mm per år i de norra fjälltrakterna och 800 mm per år i delar av västra Götaland och Svealand. Avdunstningen beror av temperatur och tillgång på vatten och är störst i de södra delarna av landet på grund av att temperaturen är högre där. De västra delarna av Götaland och Svealand har en högre avdunstning på grund av att den större nederbörden som faller där medför att det finns mer tillgängligt vatten som kan avdunsta. Detta mönster märks inte i de norra delarna av landet, där fjälltrakterna har en lägre avdunstning på grund av att temperaturen är lägre.

Den modellerade avrinningen, som är skillnaden mellan nederbörd och avdunstning, varierar mycket över landet. Medelvärdet för årsavrinningen är högst i fjälltrakterna med över 1000 mm per år, vilket orsakas av att nederbörden där är stor och avdunstningen relativt liten. I hela landet varierar årsmedelavrinningen mycket i öst-västlig riktning, med den lägsta årsmedelavrinningen i de östra delarna. Den lägsta årsmedelavrinningen finns i de östra delarna av Götaland och Svealand, med ner mot 100 mm per år i vissa områden. Där är nederbörden låg samtidigt som avdunstningen är hög, i vissa områden avdunstar så mycket som tre fjärdedelar av nederbörden.

I Figur 9 visas vattenbalansen för referensnormalperioden 1961–1990. Mönstret över landet för de tre variablerna är snarlikt det för normalperioden 1991–2020.



Figur 8. Modellerad årsmedelnederbörd, årsmedelavdunstning och årsmedelavrinning för den senaste normalperioden (1991–2020) i enheten mm/år.

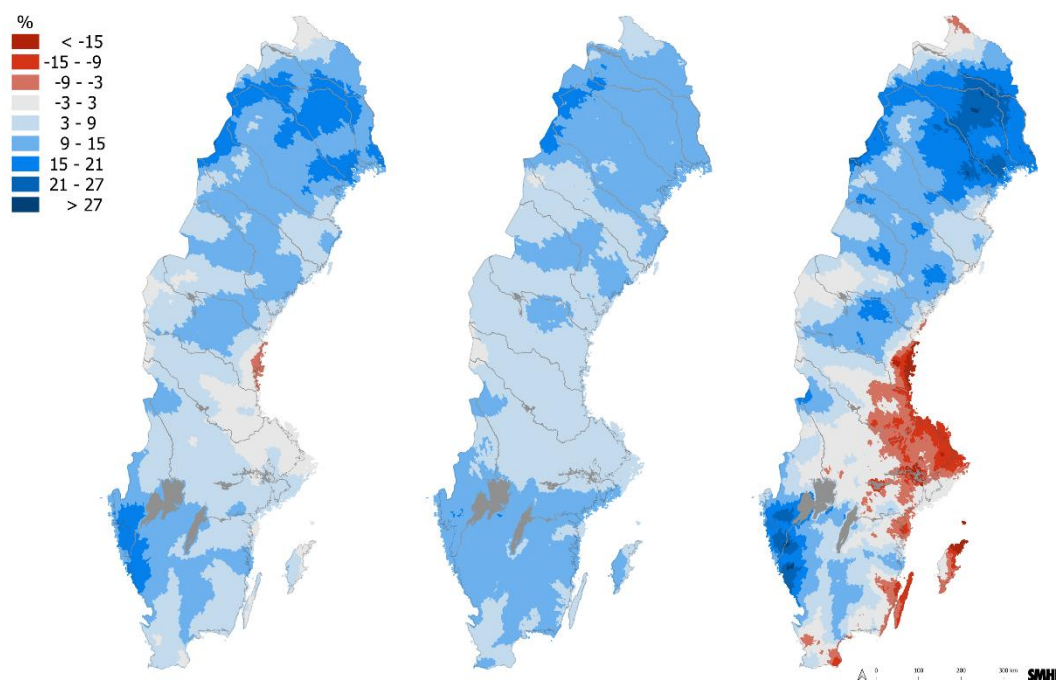


Figur 9. Modellerad årsmedelnederbörd, årsmedelavdunstning och årsmedelavrinning för referensnormalperioden (1961–1990) i enheten mm/år.

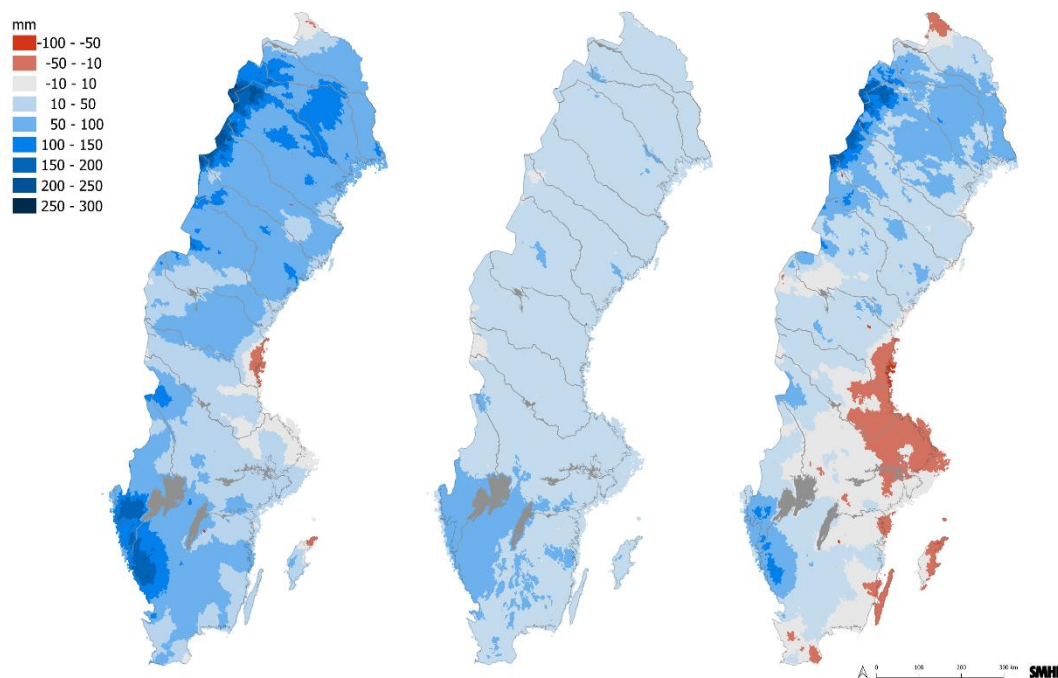
Kartorna i Figur 10 och Figur 11 visar skillnaden mellan de två normalperioderna för vardera av de tre variablerna – nederbörd, avdunstning och avrinning, dels i enheten procent och dels i enheten mm/år. I och med att metodiken för de två normalperioderna är

densamma, så kan skillnaderna i vattenbalans förklaras med förändringar i temperatur och nederbörd.

Årsmedelnederbörden och årsmedelavdunstningen har ökat i nästan hela landet, med de största ökningarna i delar av västra Götaland och delar av norra Norrland. Även årsmedelavrinningen har ökat i stora delar av landet, men en minskad avrinning märks i östra Svealand och delar av östra Götaland och är främst en följd av en ökad avdunstning.



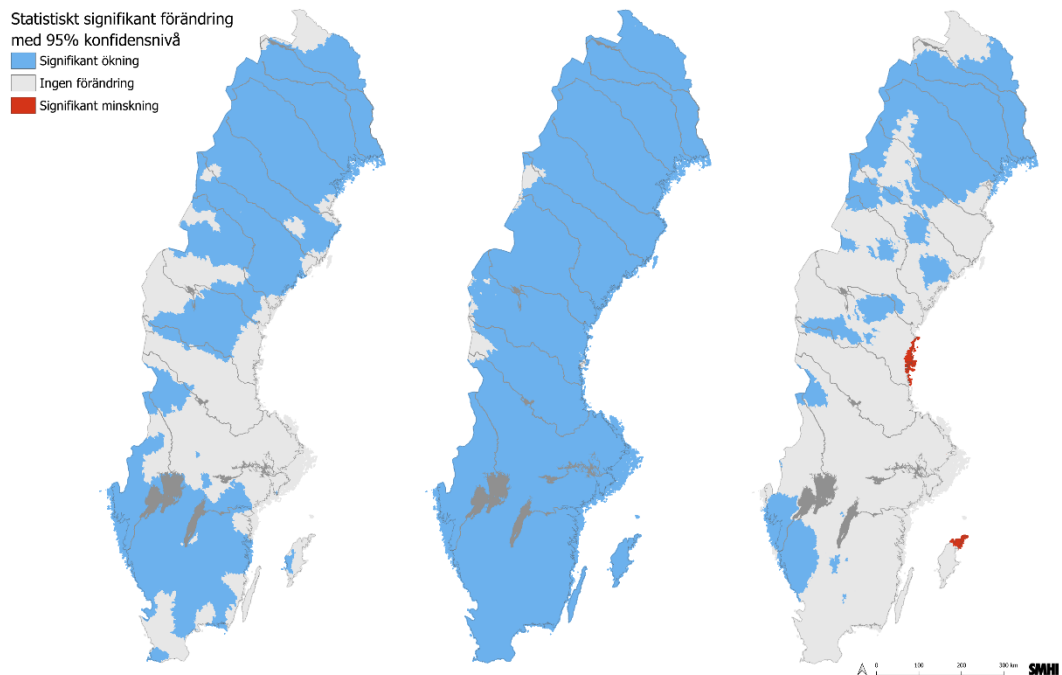
Figur 10. Förändring i procent av modellerad årsmedelnederbörd, årsmedelavdunstning och årsmedelavrinning från 1961–1990 till 1991–2020. Blå färg visar en ökning och röd färg en minskning.



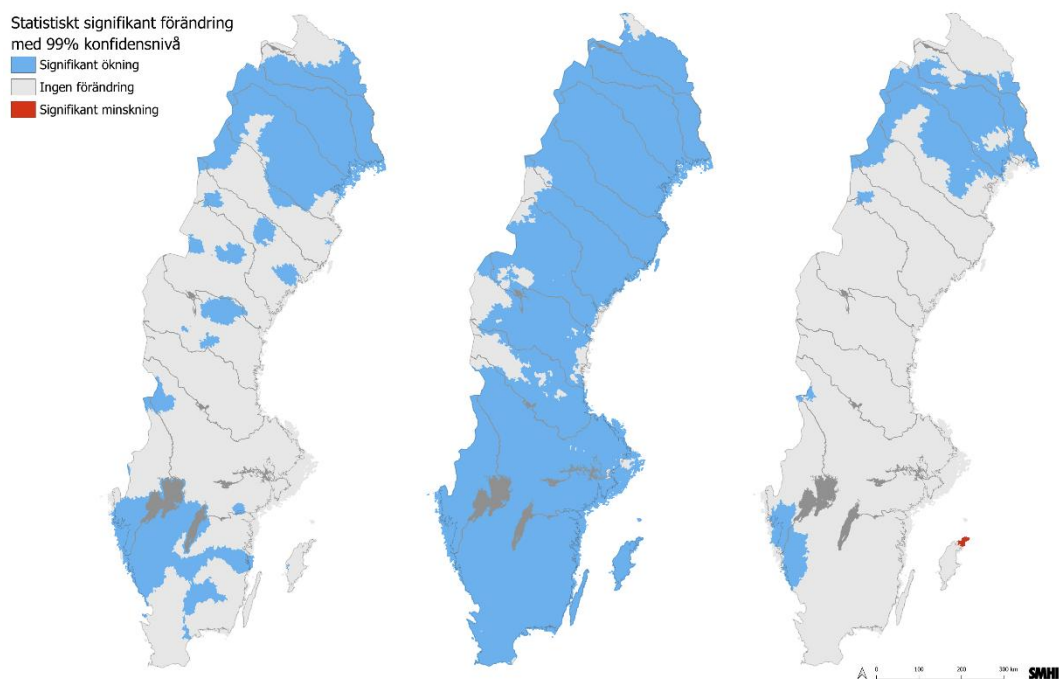
Figur 11. Förändring i mm av modellerad årsmedelnederbörd, årsmedelavdunstning och årsmedelavrinning från 1961–1990 till 1991–2020. Blå färg visar en ökning och röd färg en minskning.

Det är dock inte alla dessa förändringar som är statistiskt signifikanta. I Figur 12 och Figur 13 visas de områden som har en signifikant ökning (blå färg) respektive signifikant minskning (röd färg) av årsmedelavrinningen. Inom de blå respektive röda områdena kan vi slå fast att det verkligen skett förändringar i vattenbalansen under de trettio åren som gått mellan normalperioderna (med 95%, respektive 99% sannolikhet).

Områden med en signifikant ökning är främst delar av västra Götaland och delar av norra Norrland. Endast små områden i landet har en signifikant minskning av årsmedelavrinningen.



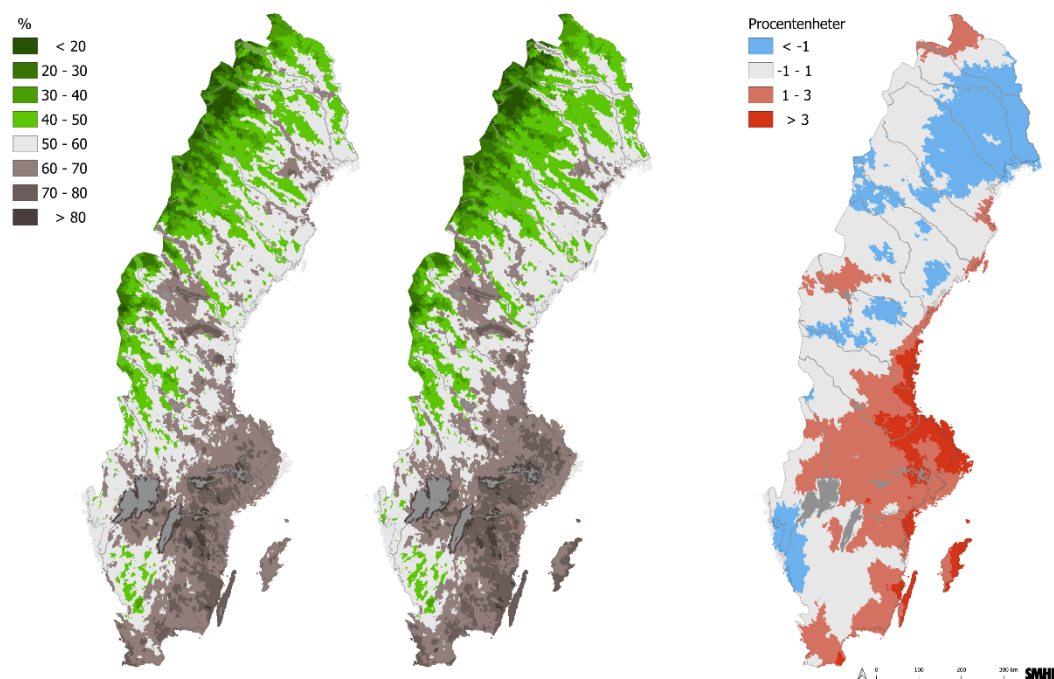
Figur 12. Statistiskt signifikant förändring från 1961–1990 till 1991–2020, från vänster till höger; modellerad nederbörd, avdunstning och avrinning. Blå färg visar en ökning och röd färg en minskning. Konfidensnivå 95%.



Figur 13. Statistiskt signifikant förändring från 1961–1990 till 1991–2020, från vänster till höger; modellerad nederbörd, avdunstning och avrinning. Konfidensnivå 99%. Blå färg visar en ökning och röd färg en minskning.

I Figur 14 visas hur stor del av nederbörden som avdunstar. De områden där störst del av nederbörden avdunstar finns i de östra delarna av Götaland och Svealand samt i Skåne, Västergötland och delar av Jämtland. I vissa områden avdunstar mer än 70% av nederbörden. I delar av fjälltrakterna avdunstar mindre än 20% av nederbörden. Den

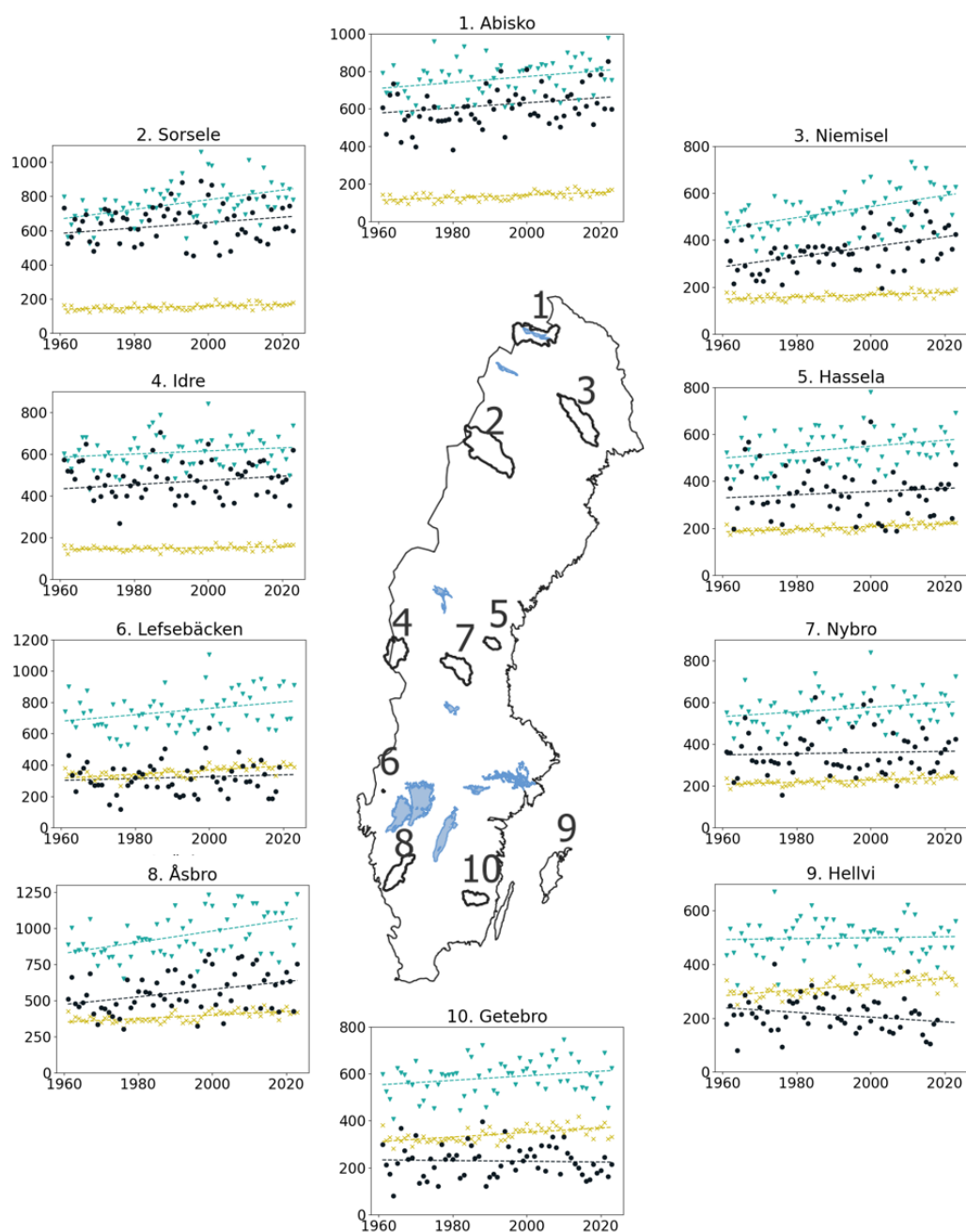
största förändringen från 1961–1990 till 1991–2020 finns i delar av östra Svealand, där avdunstningens andel av nederbörden ökat med mer än 3 procentenheter.



Figur 14. Andelen av nederbörden som avdunstar i procent, till vänster för perioden 1961–1990, i mitten för perioden 1991–2020 och till höger skillnaden mellan de båda perioderna i procentenheter.

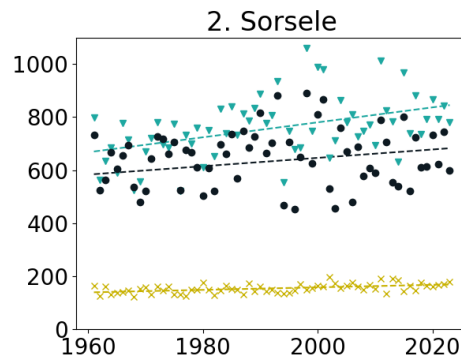
6.2 Trender i vattenbalans

Förändringar i vattenbalans kan också visas som tidsserier för olika avrinningsområden för att på ett annat sätt illustrera den förändring som skett över tid. Några områden runt om i landet har valts ut för att illustrera detta. Hur urval och beräkningar har gjorts beskrivs i avsnitt 4.2.2. I Figur 15 och Bilaga A visas vattenbalansens komponenter för perioden 1961–2024 i diagram med punkter för årsvärden och trendlinjer. Som syns i figurerna är variationen i nederbörd och avrinning stor mellan olika år. För de flesta går det dock att urskilja trender.

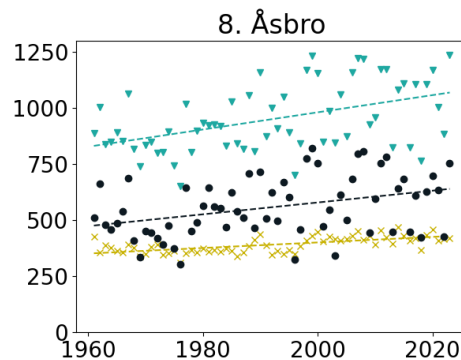


Figur 15. Diagram från tio avrinningsområden runt om i landet, där vattenbalansens komponenter illustreras årsvis 1961–2024 nederbörd (grön trekant), avrinning (svart cirkel) och avdunstning (gula kryss), samt med trendlinje i samma färg. Områdena är namngivna efter mätstationen för vattenflöde som finns i utloppet av området.

I hela landet syns en ökning av både nederbörd och avdunstning. För de flesta områden i Norrland, västra Svealand och västra Götaland är den årliga nederbördsökningen större än ökningen av avdunstning, vilket resulterar i att även avrinningen ökar. Hur tydlig denna ökning är skiljer sig mellan olika områden och ökningen är inte alltid statistiskt signifikant mellan tidsperioderna 1961–1990 och 1991–2020. Se exempelvis Figur 16 och Figur 17 som visar vattenbalansen som tidsserie i övre Vindelälven (Sorsele) och Viskan (Åsbro). För dessa platser är förändringen i avrinning mellan tidsperioderna inte statistiskt signifikant med en signifikansnivå på 95% men ökningen är ändå visuellt tydlig.

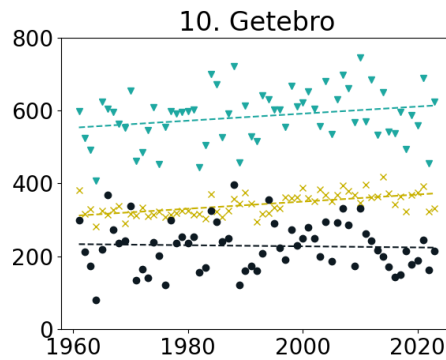


Figur 16. Diagram där vattenbalansens komponenter illustreras årsvis 1961–2024 i övre Vindelälvens avrinningsområde vid mätstationen Sorsele. Nederbörd (grön trekant), avrinning (svart cirkel) och avdunstning (gula kryss), samt med trendlinje i samma färg.



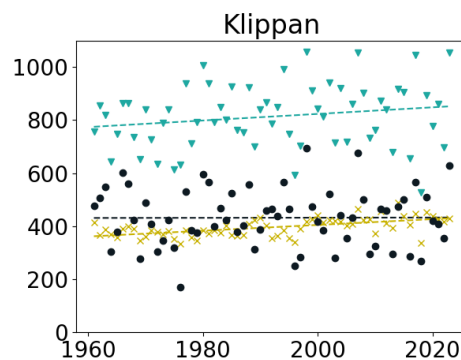
Figur 17. Diagram där vattenbalansens komponenter illustreras årsvis 1961–2024 från Viskans avrinningsområde vid mätstationen Åsbro. Nederbörd (grön trekant), avrinning (svart cirkel) och avdunstning (gula kryss), samt med trendlinje i samma färg.

I stora delar av östra Götaland och östra Svealand är avdunstningen en större del i vattenbalansen och påverkar avrinningen tydligare. Avrinningen till vattendragen i detta område visar inte alltid någon tydlig trend, trots ett förändrat klimat. I vissa avrinningsområden är avdunstningsökningen dock större än nederbördsökningen, vilket ger en minskande trend i avrinningen. Se exempel i Figur 18 från Alsteråns avrinningsområde.



Figur 18. Diagram där vattenbalansens komponenter illustreras årsvis 1961–2024 vid Alsteråns avrinningsområde vid mätstationen Getebro. Nederbörd (grön trekant), avrinning (svart cirkel) och avdunstning (gula kryss), samt med trendlinje i samma färg.

Det finns dock undantag till beskrivningen ovan. I Skåne till exempel är bilden mer blandad. Här finns områden där den årliga avrinningen ökar. Områden med ökande avrinning är här dock fler än de som har en minskande trend. Se jämförelse mellan Figur 17 som visar Viskans avrinningsområde (Åsbro) och Figur 19 som visar Bäljane ås avrinningsområde (Klippan).



Figur 19. Diagram där vattenbalansens komponenter illustreras årsvis 1961–2024 från Bäljane ås avrinningsområde vid mätstationen Klippan. Nederbörd (grön trekant), avrinning (svart cirkel) och avdunstning (gula kryss), samt med trendlinje i samma färg.

7 Förändring i vattenflöden

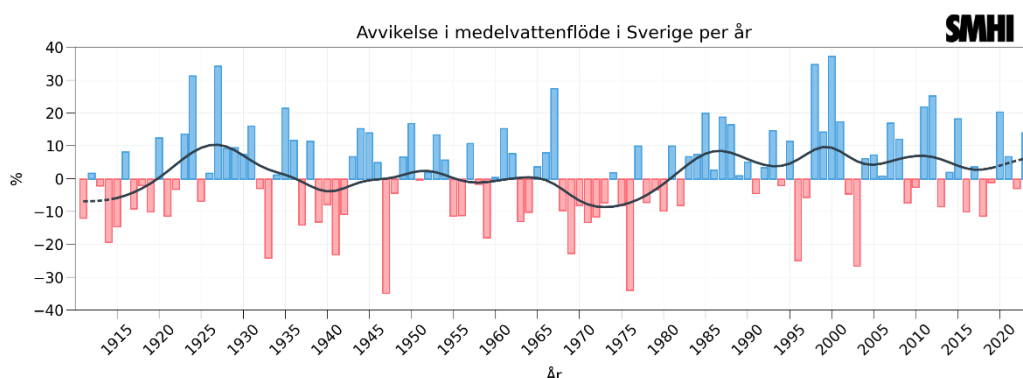
Temperaturen, nederbörden och avdunstningen har ökat och kommer fortsätta öka i ett varmare klimat. Det påverkar tillgången på vatten i mark, vattendrag och sjöar. Beroende på plats i landet och tid på året kommer vattentillgången sett över året i vissa fall öka och i andra fall minska. Nedan visas de trender vi ser historiskt med hjälp av observationer och framåt, med hjälp av beräkningar.

7.1 Förändring i medelflöden

Medelflöden, baserat på år eller över en längre tidperiod, är ett mått på hur stor vattentillgången i ett vattendrag är sett över hela året. Här visas både hur medelflöden har förändrats historiskt baserat på observationer från mätstationer och hur de beräknas förändras i framtiden utifrån modellerade data.

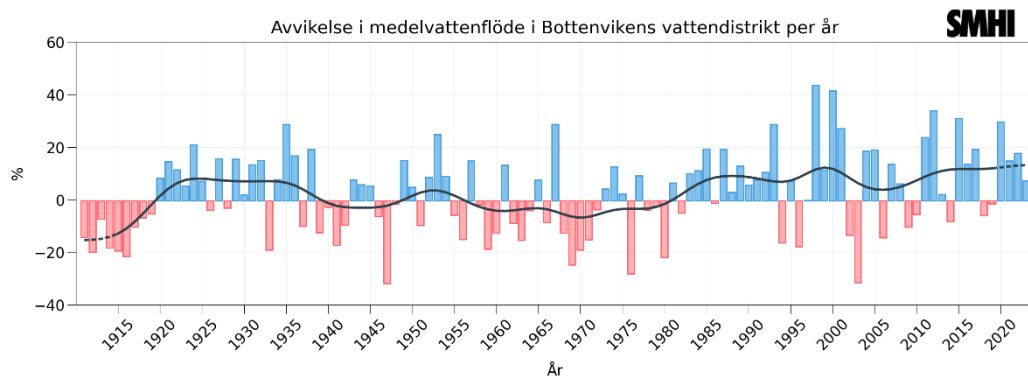
7.1.1 Historiskt – vad säger observationerna?

Medelflödet i Sverige varierar relativt mycket mellan olika år (Figur 20). Vissa år var vattentillgången hög, som 1927, 1998 och 2000. Andra år var vattentillgången låg, som 1947 och 1976. Det går inte att utläsa någon tydlig trend i medelvattenflödet för landet som helhet sedan 1910-talet. Flödet har övervägande varit högt under de senaste årtiondena, men det förekom också höga flöden under 1920-talet.



Figur 20. Staplarna i diagrammet visar genomsnittlig avvikelse i medelvattenflöde för 69 mätstationer i Sverige per år. Blå staplar visar högre och röda lägre värden än medelvärdet för referensnormalperioden 1961–1990. Den grå linjen visar ett glidande medelvärde beräknat över ungefär tio år. Källa: Klimatindikatorer på smhi.se (SMHI, 2025d).

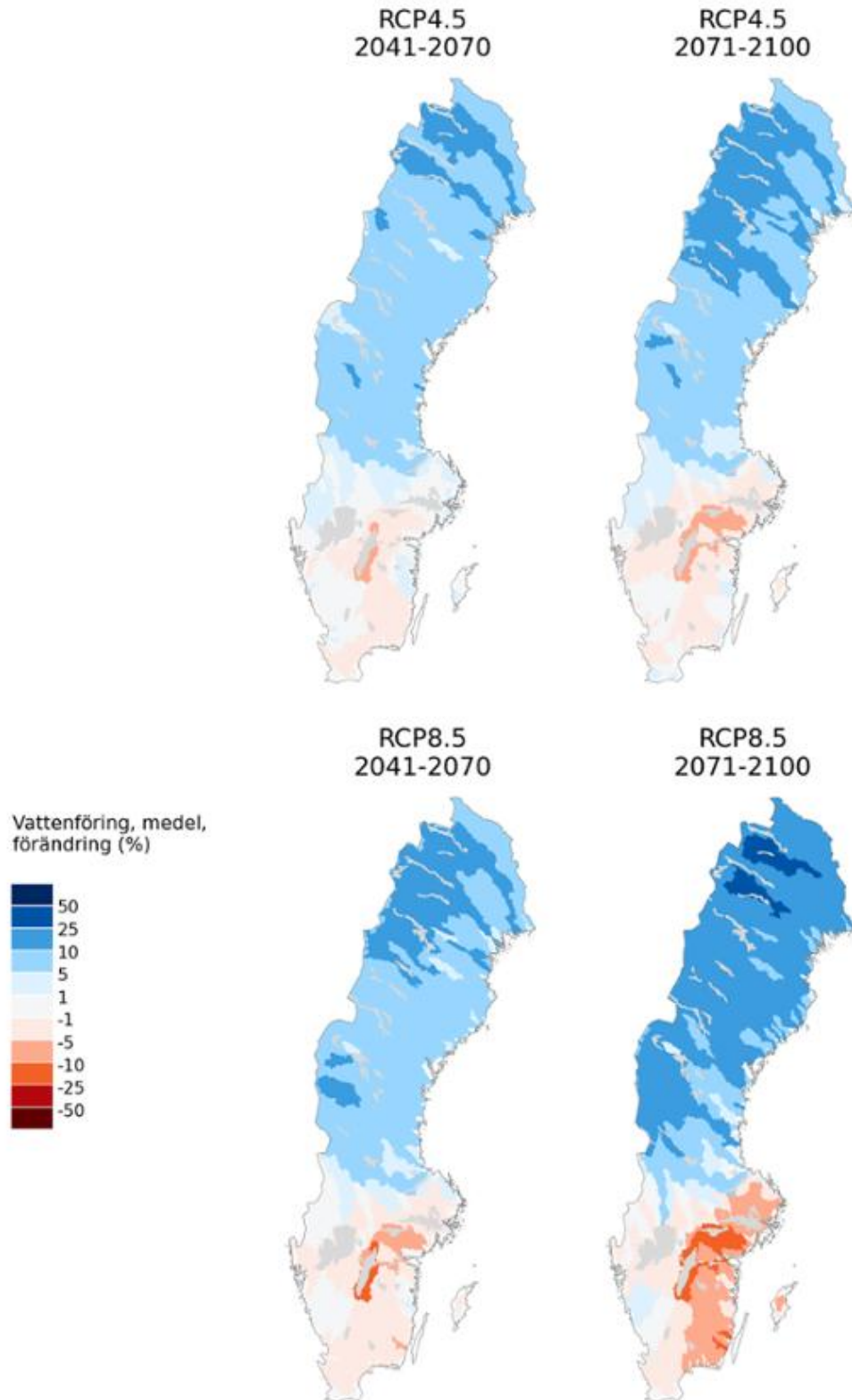
I norra Norrland, däremot, syns en tydlig trend i medelflöde (Figur 21), där medelflödet har ökat de senaste decennierna. Det beror på att nederbördsökningen är större än avdunstningen i denna del av landet.



Figur 21. Staplarna i diagrammet visar genomsnittlig avvikelse i medelvattenflöde för 18 stationer i Bottenvikens vattendistrikt per år. Blå staplar visar högre och röda lägre värden än medelvärdet för referensnormalperioden 1961–1990. Den grå linjen visar ett glidande medelvärde beräknat över ungefär tio år. De 18 stationerna har något varierande startår och därför bör de första 10 åren läsas med försiktighet. Källa: Klimatindikatorer på smhi.se (SMHI, 2025d).

7.1.2 I framtiden – vad visar beräkningarna?

I framtiden väntas medelflödena förändras, men på olika sätt i olika delar av landet (Figur 22). Det kommer att leda till en ökning av vattentillgången i medeltal över året i hela Norrland och norra Svealand där avdunstningen ökar mindre än nederbörden. I Götaland och södra Svealand syns inte denna ökning eftersom avdunstningen ökar mer i de delarna av landet. I de östra delarna av Götaland och Svealand märks en minskning av medelvattentillgången då ökningen i avdunstning är större än ökningen av nederbörd. I västra Götaland och sydöstra Svealand väntas ingen tydlig förändring sett över ett år.



Figur 22. Förändring i medelvattenföring för framtidsperioderna 2041–2070 och 2071–2100 jämfört med historiska tidsperioden 1971–2000. Framtidsperioderna beskrivs med utsläppsscenarierna RCP4,5 och RCP8,5. För kustområden med endast små vattendrag visas ingen förändring i kartorna. Stora sjöar är markerade i grått. Källa: SMHI (2025g).

7.2 Flödesförändringar under året

Den naturliga variationen av vatten i sjöar och vattendrag beror av tid på året och geografisk plats. Redan i dag märks förändringar på grund av det varmare klimatet som påverkar årstiderna. Förändringarna kommer att bli större i framtiden.

Över året kommer vattenflödet i vattendrag att generellt följa ett visst mönster som drivs av klimatet. I grova drag kan säga att det i norra Svealand och Norrland generellt inträffar en vårflood när snösmältningen sker vilket följs av en avsänkning av flödena sommartid. I vissa områden stiger flödena igen under hösten för att sedan minska när snön träder in och binder vattnet, för att till våren sedan smälta av i en ny vårflood.

I Götaland och södra Svealand förändras flödet på ett annat sätt under året. Här har vi ingen tydlig sammanhängande snöperiod och avdunstningen är låg höst och vinter, vilket leder till att det är högst flöden då och lägst under sensommaren.

7.2.1 Historiskt – vad säger observationerna?

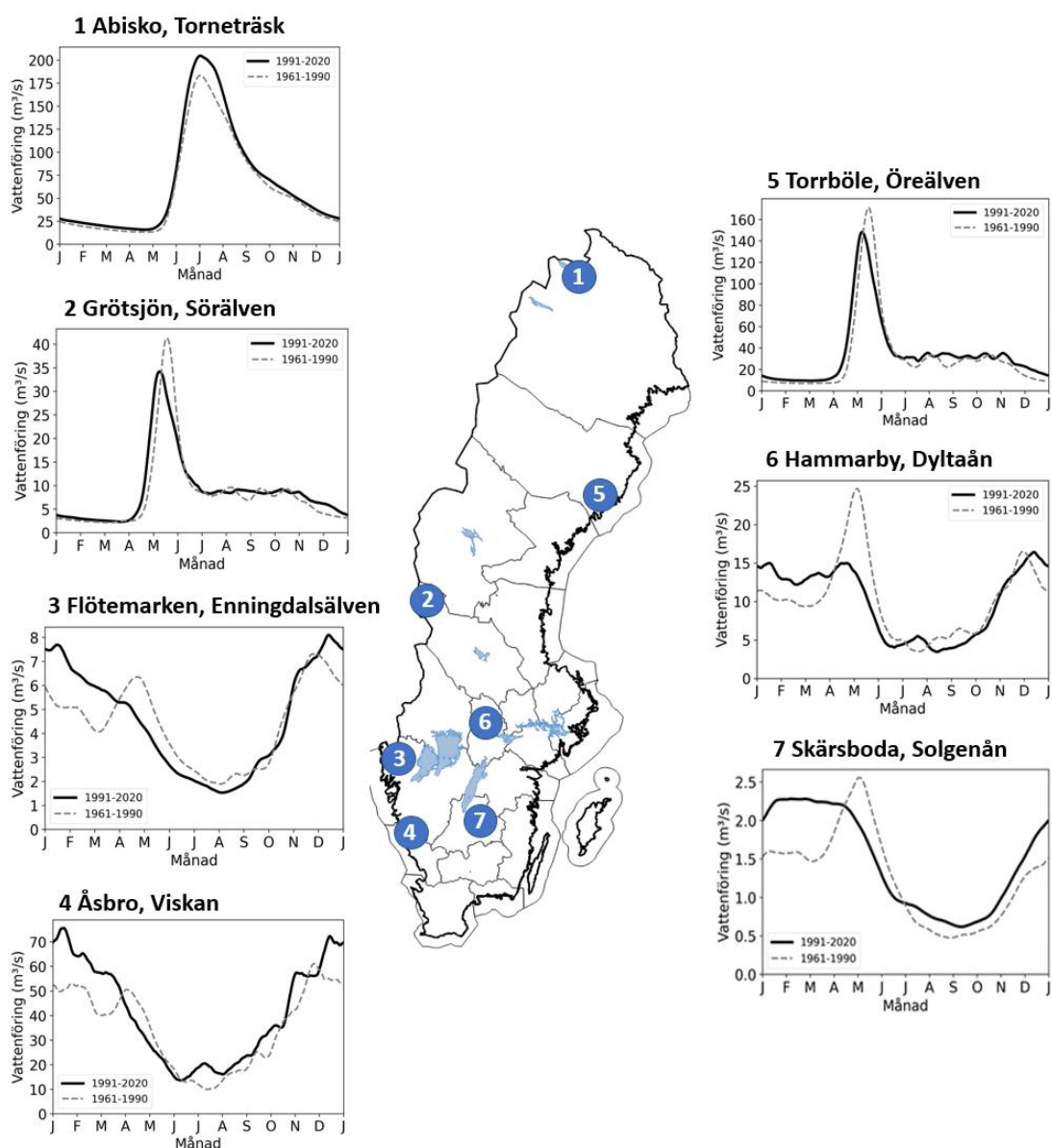
Vattenflödena skiljer sig mycket mellan olika delar av landet. I Norrland och norra Svealand har temperatur och snö stor betydelse då vattenflödet är som högst i samband med vårflooden, som oftast inträffar någon gång mellan mars och juni. I dessa delar av landet är vattenflödena som lägst under vintern. Nederbörden som faller samlas som snö och bidrar inte med vatten till vattendragen förrän den smälter. I de kraftigt reglerade vattendragen samlas en stor del av vårflooden i regleringsmagasin och i dem är vattenflödena mycket mer jämnt fördelade under året. I dessa vattendrag är flödet oftast som högst under hösten.

I Götaland och södra Svealand har snösmältning mindre betydelse och det är främst regn och avdunstning som styr vattentillgången. Vattenflödena är normalt som lägst under sommarsäsongen. Då tar växterna upp mycket av regnvattnet. I denna del av landet är vattenflödena generellt istället som högst under vintern. Här är de flesta vattendragen reglerade, men i allmänhet har regleringen en mindre påverkan än i de stora vattenkraftälvarna i norra Sverige.

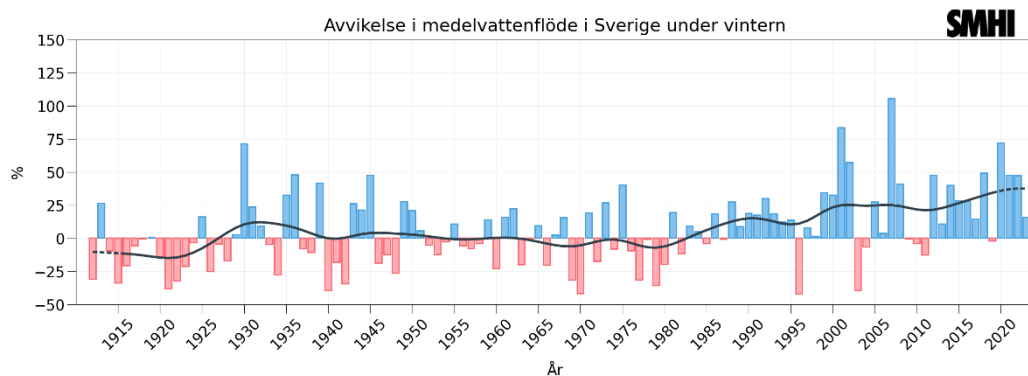
Vi ser redan att mönstret för vattenflödets variation under året har förskjutits på grund av att klimatet har förändrats (Figur 23). Den typ av årsvariation i vattenflöden som finns i södra Sverige blir vanligare allt längre norrut i landet. Speciellt tydligt är detta i delar av Svealand och södra Norrland där vintrarna inte är lika stabila som de var tidigare.

I norra Norrland inträffar vårflooden tidigare även om variationen mellan år är stor. Här syns även en ökning av total vattenmängd under året. I södra Norrland har vårflooden minskat och tidigare lagts (Figur 25). I Götaland och Svealand, fanns ofta tidigare en tydlig vårflood, men den uteblir de flesta år redan i dagens klimat.

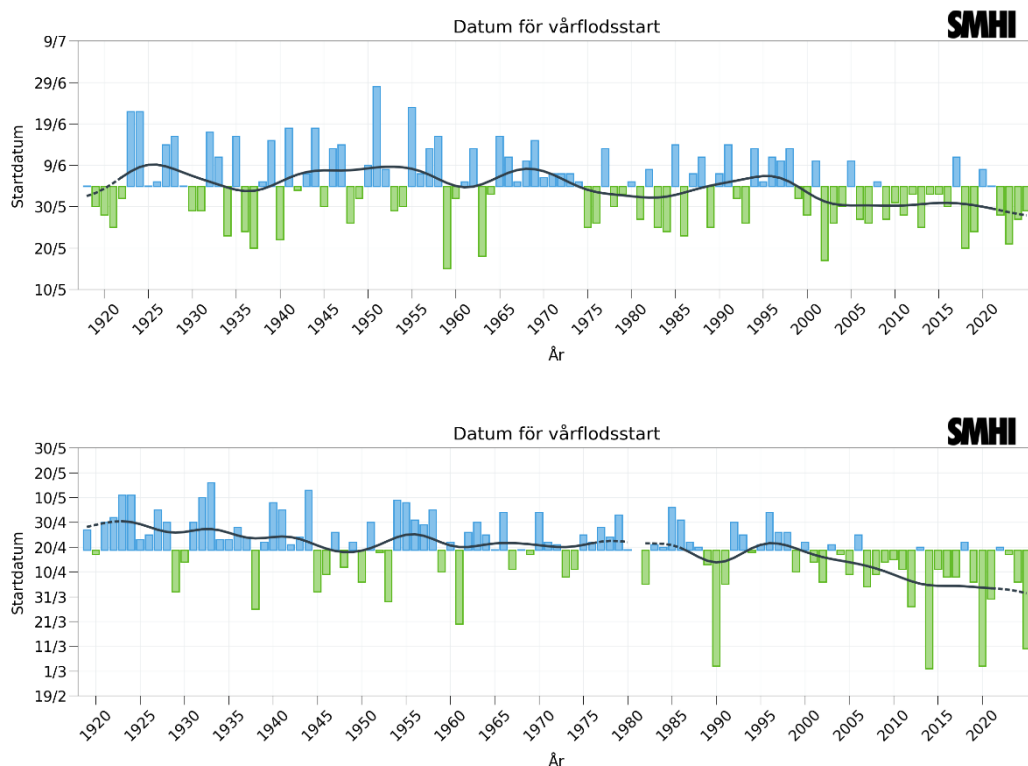
Trots att vintrarna skiljer sig mycket mellan de norra och södra delarna av Sverige har vattenflödet ökat i större delen av landet vintertid på grund av mildare vintrar med mer nederbörd (Figur 24). I Norrland och norra Svealand, där lågflöden vanligtvis inträffar vintertid, har det blivit ovanligare med lågflöden på grund av de milda vintrarna och i stora delar av Götaland har vårfloodens flödesmängd förskjutits till att rinna av vintertid (Figur 23).



Figur 23. Observerade vattenflöden för varje dag på året under två trettioårsperioder för sju oreglerade eller måttligt reglerade vattendrag i landet. Grå linje representerar perioden 1961–1990. Svart linje representerar perioden 1991–2020.



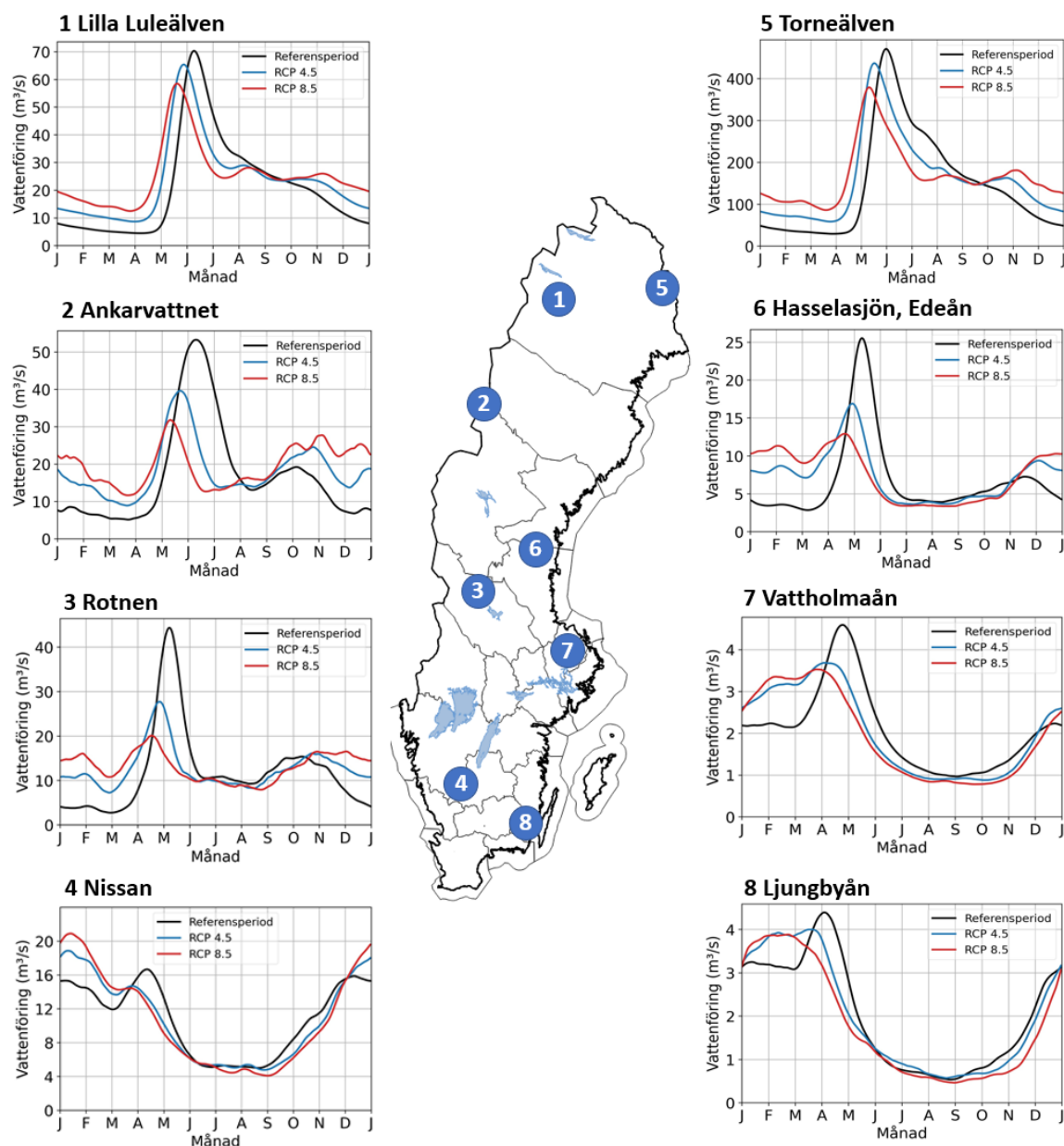
Figur 24. Staplarna i diagrammet visar genomsnittlig avvikelse i medelvattenflöde för 69 mätstationer i Sverige under vintern (december, januari, februari). Blå staplar visar högre och röda lägre värden än medelvärdet för referensnormalperioden 1961–1990. Den grå linjen visar ett glidande medelvärde beräknat över ungefär tio år. Källa: Klimatindikatorer på smhi.se (SMHI, 2025d).



Figur 25. Staplarna i diagrammet visar vårflorens startdatum för Torne träsk i Norrbottens län (överst) och Hassela i Gävleborgs län (nederst). Här definieras vårflorens start som det datum som vattenflödet stiger över medelflödet efter en period med lägre vinterflöde. Blå staplar visar att vårfloren startat senare och gröna att vårfloren startat tidigare än medeldatum för vårflorens start. Medeldatumet för vårflorens start beräknas för över hela mätperioden och är 3 juni för Torne träsk och 18 april för Hassela. Den grå linjen visar ett glidande medelvärde beräknat över ungefär tio år. Källa: Klimatindikatorer på smhi.se (SMHI, 2025d).

7.2.2 I framtiden – vad visar beräkningarna

De förändringar som har beskrivits ovan kommer att fortsätta (Figur 26). Med en ökad nederbörd, varmare temperaturer och en ökad avdunstning ser vi att vinterflödena kommer öka ytterligare när vintrarna blir mildare. Vårfloden kommer försvinna allt mer i de södra delarna av landet och i de norra delarna inträffa tidigare och på de flesta håll vara lägre. I mindre vattendrag i de norra fjälltrakterna kan vårfloden bli oförändrad eller till och med öka på grund av en ökning av vinternederbörden. Ett mer utförligt resonemang om detta finns i stycke 7.3.2.2. Fler år kommer att ha en längre växtsäsong med en ökad avdunstning. Detta leder till att perioden med lågflöden sommartid kan bli längre. För de kraftigt reglerade vattendragen är det svårt att veta hur variationen under året förändras eftersom vi inte vet hur vattendragen kommer att regleras i framtiden.



Figur 26. Vattenflöden för varje dag på året för åtta oreglerade eller måttligt reglerade vattendrag i landet för referensperioden 1971–2000 (svart linje) samt för perioden 2071–2100 för de båda utsläppsscenarierna RCP4,5 och RCP8,5 (blå respektive röd linje).

7.3 Förändringar i högflöden

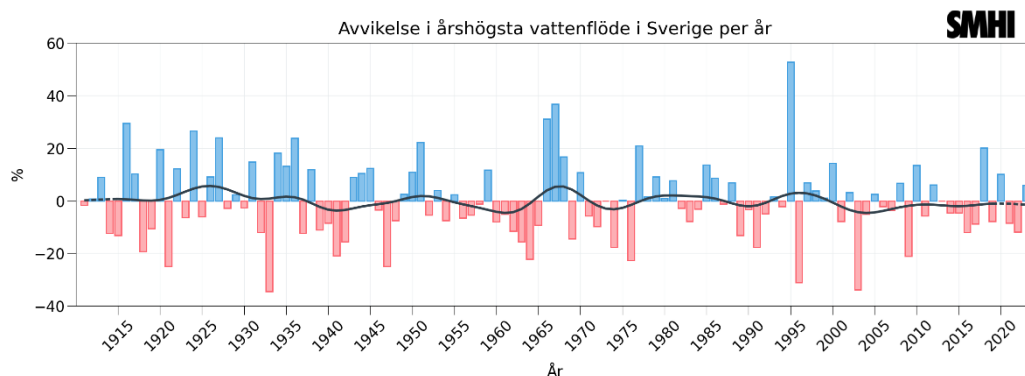
Risken för höga flöden förändras i varmare klimat. Generellt går det att se att nederbörden ökar och samtidigt blir vårfloden på de flesta håll mindre. I större reglerade vattendrag har reglering större påverkan på vattenflödena än vad klimatförändringen har.

Höga flöden i vattendrag kan leda till översvämningar. Översvämningsrisken varierar mellan olika vattendrag och sjöar, beroende på hur flacka stränderna är och om det finns byggnader och infrastruktur i översvämningskänsligt läge.

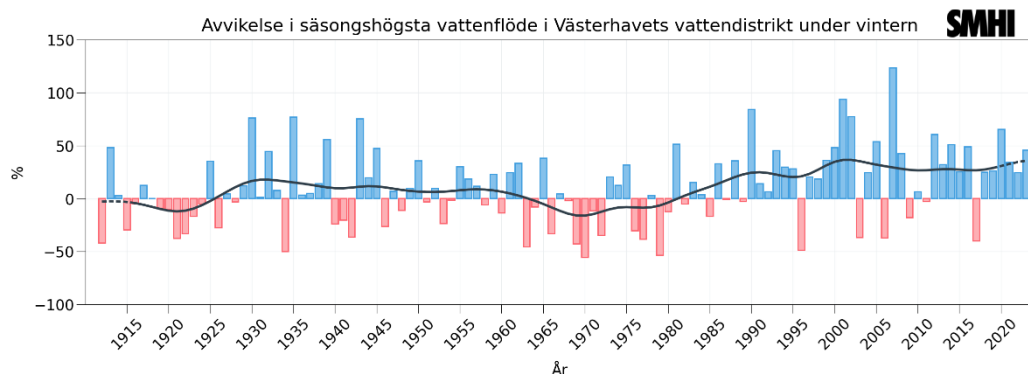
Höga flöden är också viktiga för att upprätthålla vattendragens struktur och ofta finns ekosystem längs vattendragen som är beroende av återkommande höga flöden.

7.3.1 Historiskt – vad säger observationerna?

Statistik som bygger på SMHI:s flödesmätningar visar att högflöden varierar mycket mellan olika år (Figur 27). Det år med högsta flödena var 1995, då vårfloden var mycket kraftig i stora delar av norra Sverige. Sett över hela året går det inte att se någon tydlig trend i högflöden. Mätningarna visar dock en tydlig ökning av höga flöden vintertid (december, januari och februari) i de västra delarna av Götaland och Svealand (Figur 28).



Figur 27. Staplarna i diagrammet visar genomsnittlig avvikelse i årshögsta vattenflöde för 69 mätstationer i Sverige per år. Blå staplar visa högre och röda lägre värden än medelvärdet för referensnormalperioden 1961–1990. Den grå linjen visar ett glidande medelvärde beräknat över ungefär tio år. Källa: Klimatindikatorer på smhi.se (SMHI, 2025d).



Figur 28. Staplarna i diagrammet visar genomsnittlig avvikelse i säsongshögsta vattenflöde för 15 mätstationer i Västerhavets vattendistrikt under vintern (december, januari, februari). Blå staplar visa högre och röda lägre värden än medelvärdet för referensnormalperioden 1961–1990. Den grå linjen visar ett glidande medelvärde beräknat över ungefär tio år. De 15 stationerna har något varierande startår och därför bör de första 10 åren läsas med försiktighet
Källa: Klimatindikatorer på smhi.se (SMHI, 2025d).

7.3.2 I framtiden – vad visar beräkningarna

I Figur 29 visas förändring i vattenföring med 50 års återkomsttid från 1971-2000 till två framtidsperioder. Nedan förs ett resonemang kring förändringar för olika typer av vattendrag.

7.3.2.1 Vattendrag i södra Svealand och Götaland

I Götaland och de södra delarna av Svealand kommer det att bli ovanligt med stora snötäcken och vårfloden kommer att utebli de flesta år. Samtidigt ökar vinternederbörden, som främst kommer att falla som regn. Detta sammantaget gör att vi vintertid generellt kommer få mer vatten i mark, vattendrag och sjöar. De extrema vattenflödena och vattennivåerna väntas inträffa oftare än i dagens klimat, framförallt vintertid, vilket i sin tur leder till en ökad översvämningsrisk i utsatta områden längs sjöar och vattendrag.

7.3.2.2 Oreglerade, eller måttligt reglerade vattendrag i Norrland och norra Svealand

I norra Sverige är bilden mer splittrad. I dagens klimat sker högflöden i de oreglerade vattendragen nästan alltid under vårfloden. I stora delar av Norrland och norra Svealand kommer vi fortsatt att få ett sammanhängande snötäcke vintertid, men snötäcket kommer på många håll att bli mindre och snösmältningen inträffa tidigare. Det gör att vårfloden blir mindre och i stora delar av norra Sverige minskar risken för höga flöden på våren.

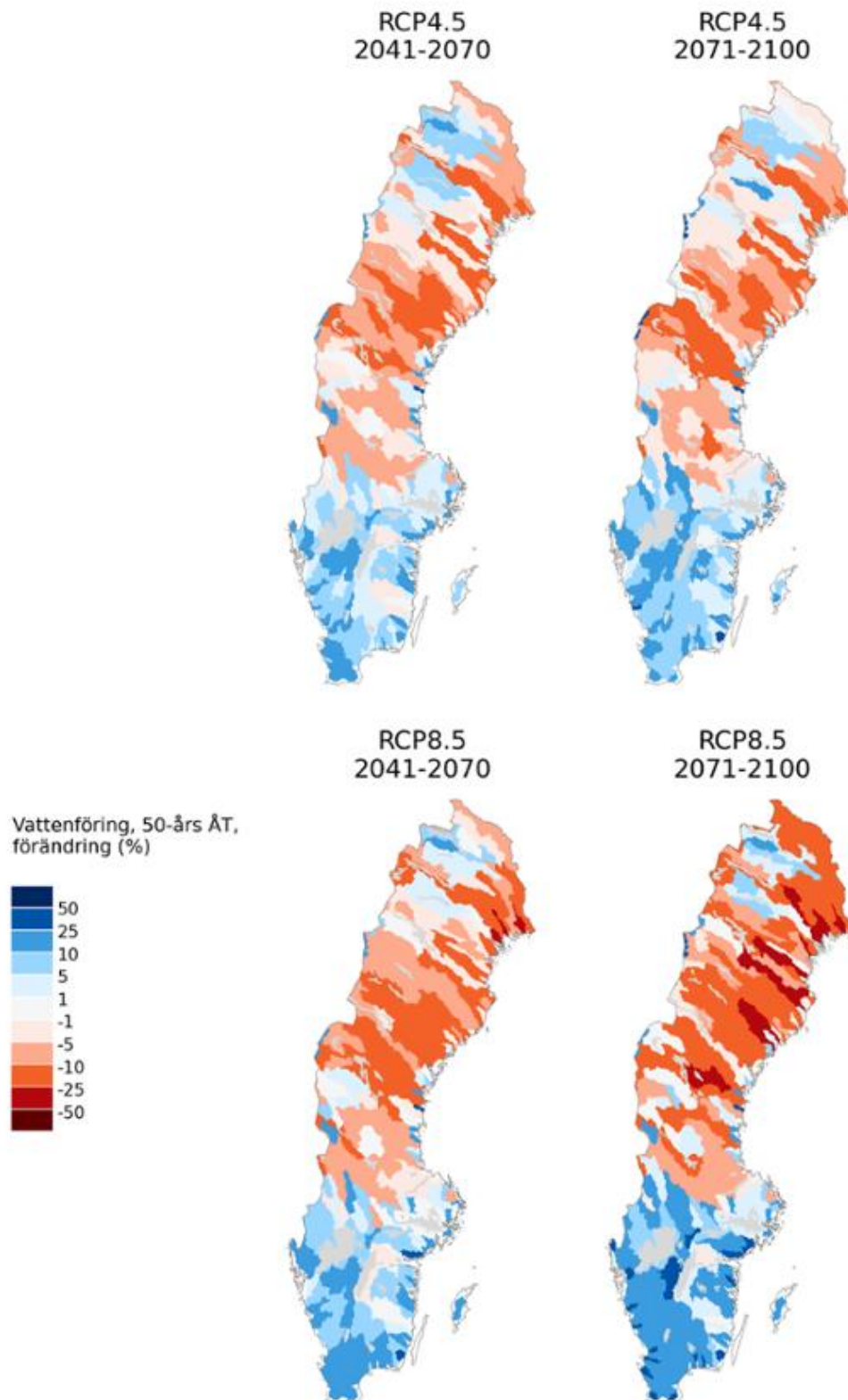
Det finns områden i de norra fjälltrakterna som, trots den globala uppvärmningen, fram till 2100 inte ofta kommer att få betydande smältperioder vintertid som påverkar snölagret. På grund av att nederbörden ökar vintertid beräknas snötäcket att öka i dessa delar av landet, med följd att extrema flöden kan inträffa oftare. Det är dock värt att påpeka att klimatets förändring kommer fortsätta även efter 2100 och att förändringarna som syns längre söderut kan märkas även i nordligaste Sverige efter 2100.

7.3.2.3 Kraftigt reglerade vattendrag – reglering större påverkan än klimat

De stora älvarna i landet som är mest påverkade av regleringar är Luleälven, Skellefteälven, Umeälven, Ångermanälven, Indalsälven, Ljungan, Ljusnan, Dalälven och Göta älv samt många av deras biflöden. Även i en del mindre vattendrag har regleringen en stor påverkan. I de stora kraftverksälvarna samlas smältvatten från vårfloden upp i

sjöar och kraftverksmagasin och släpps under vintern när efterfrågan på el är stor. I dessa vattendrag är risken för höga flöden som störst under hösten när magasinerna är påfyllda och det kommer ytterligare regn. Regleringarna i de stora älvarna ger en mindre vårflood och ett högre vinterflöde, alltså liknande förändringar som ett varmare klimat ger. Vattenregleringen beräknas ha större påverkan på vattenflöden och vattennivåer än vad klimatförändringen har.

Hur regleringen ser ut i framtiden vet vi inte. Vi står inför stora förändringar vad gäller Sveriges elproduktion och vattendragen kommer att regleras på ett annat sätt än i dag. Den framtida förändringen av regleringen påverkar sannolikt vattenflödena mer än vad klimatförändringarna gör. Det gör att det är svårt att säga hur vattenflöden och nivåer i de kraftigt reglerade vattendragen kommer att ändras i framtiden. Men eftersom det i dessa vattendrag finns en möjlighet att styra vattenflödena finns också en möjlighet att anpassa regleringen till ett förändrat klimat.



Figur 29. Förändring i vattenföring med 50 års återkomsttid för framtidsperioderna 2041–2070 och 2071–2100 jämfört med historiska tidsperioden 1971–2000. Framtidsperioderna beskrivs med scenarierna RCP4,5 och RCP8,5. Beräkningen är gjord utan regleringar för vattenkraften. För kustområden med endast små vattendrag visas ingen förändring i kartorna. Stora sjöar är markerade i grått. Källa: SMHI (2025g).

7.4 Förändringar i lågflöden

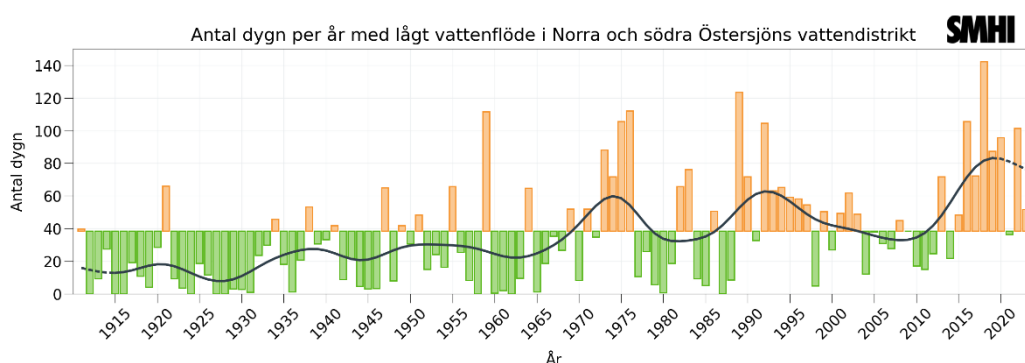
Ett varmare klimat påverkar avdunstning, nederbörd och vattentillgång i landet. I södra Sverige väntas det bli vanligare med låga flöden i vattendrag och låga vattennivåer i sjöar.

7.4.1 Historiskt – vad säger observationerna?

I Sverige är det framför allt i de sydöstra delarna av landet som det i dagens klimat finns problem med låga vattenflöden. Det är främst under sommar och tidig höst som de låga flödena förekommer. Orsaken till att denna del av landet är särskilt utsatt, är att nederbörden är lägre samtidigt som avdunstningen är hög. I vissa delar är det så mycket som tre fjärdedelar av nederbörden som avdunstar sett över ett år. Det gör att området är extra känsligt för ytterligare temperaturökning.

Under det senaste decenniet har det blivit vanligare med låga vattenflöden i östra Götaland och Svealand (Figur 30). I västra Götaland och Svealand syns inte detta lika tydligt på grund av att det där fallit mer nederbörd. I Norrland och norra Svealand, där lågflöden vanligtvis inträffar vintertid, har det istället blivit ovanligare med lågflöden på grund av de milda vintrarna.

Att antal dygn med lågflöde ökar i Norra och södra Östersjöns vattendistrikt beror sannolikt till största delen på en ökad avdunstning. Det kan till viss del också påverkas av förändringar i markanvändning, markavvattnings och vattenuttag.

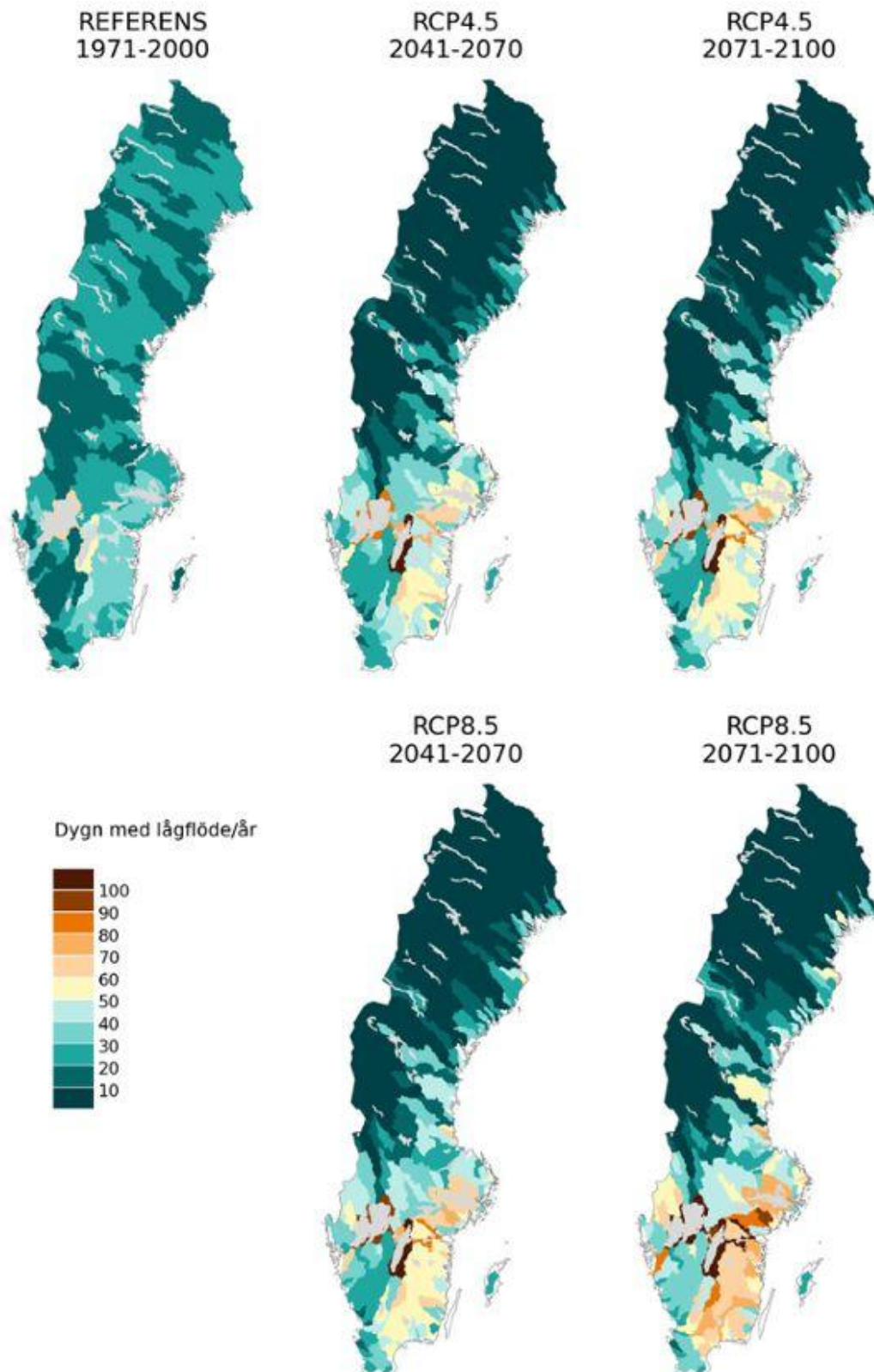


Figur 30. Staplarna i diagrammet visar antal dygn med lågt vattenflöde i genomsnitt för 10 mätstationer i Norra och södra Östersjöns vattendistrikt per år. Orangea staplar visar fler och gröna staplar visar färre dygn med lågt vattenflöde än medelvärde för referensnormalperioden 1961–1990. Den grå linjen visar ett glidande medelvärde beräknat över ungefär tio år. De 10 stationerna har något varierande startår och därför bör de första 10 åren läsas med försiktighet
Källa: Klimatindikatorer på smhi.se (SMHI, 2025d)

7.4.2 I framtiden – vad säger beräkningarna?

I varmare klimat kommer temperaturen att öka och avdunstningen med den. Antal dagar med lågflöden ökar i Götaland, Svealand och Norrlands kustland (Figur 31), där den ökande avdunstningen kommer vara större än nederbördsökningen som väntas i framtida klimat. Det kommer sannolikt bli nya områden i landet som får problem med vattenbrist.

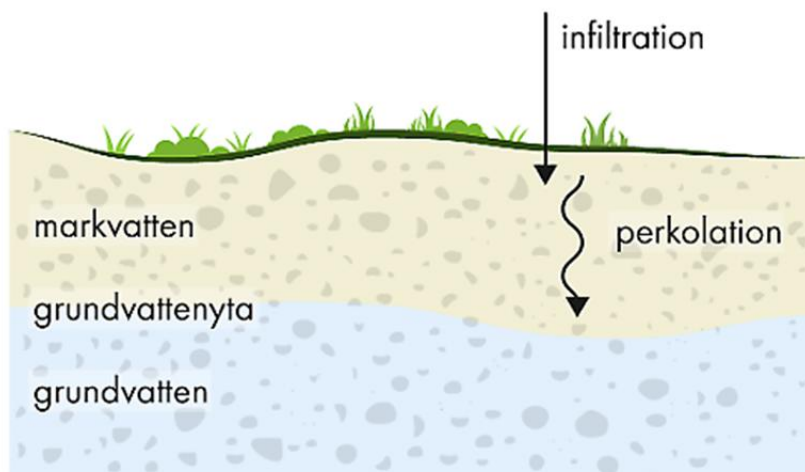
I norra Norrland och i fjälltrakterna ser vi en fortsatt minskning av antalet dagar med lågflöden. Här kommer flödena fortfarande vara som lägst vintertid, men inte lika låga som de varit historiskt. Men när klimatet fortsätter att förändras kommer vi att se områden allt längre norrut i landet där sommarflödena blir lägre än vinterflödena.



Figur 31. Antal dygn med lågvattenflöde per år för perioderna 2041–2070 och 2071–2100 och 1971–2000. Kartorna baseras på ett medelvärde av en ensemble av ett antal klimatscenarier för utsläppsscenario RCP4.5 och RCP8.5. Beräkningen är gjord utan regleringar för vattenkraften. För kustområden med endast små vattendrag visas ingen förändring i kartorna. Stora sjöar är markerade i grått. Källa: SMHI (2025g).

8 Markvatten och grundvatten

Markvatten är det vatten som finns i marken ovanför grundvattenytan (Figur 32). I detta övre område i marken, finns det inte bara vatten utan också luft i porerna mellan jordpartiklarna.



Figur 32. Illustration över mark- och grundvatten.

I framtiden kommer det bli vanligare i hela landet med perioder då markvattenhalten är låg. Det beror på den ökande avdunstningen och en förlängd växtsäsong som beskrivs i avsnitt 5. En låg markvattenhalt ökar risken för skogsbrand samt skador på skog och odlade grödor. Det kan också öka behovet av bevattning inom jordbruket. Både djur och växtlighet påverkas.

Grundvatten är det vatten som finns en bit ner i marken där alla porer är helt vattenfyllda. Det är en viktig del i det hydrologiska kretsloppet. För mer information hänvisas till SGU, Sveriges geologiska undersökning, som är den myndighet som har ansvar för information och mätningar av grundvatten. De har gjort beräkningar för grundvatten i varmare klimat SGU (2015 och 2024).

För grundvattenmagasin som definieras som små av SGU (SGU, 2026) väntas i framtiden längre perioder med grundvattentorka i Götaland och i stora delar Svealand samt längs Norrlandskusten (SGU 2024). De större förändringarna uppträder ofta nära kusten eller de större sjöarna. I grundvattenmagasin som definieras som stora enligt SGU väntas i framtiden grundvattnets årsmedelnivå höjas i större delen av Sverige utom i landets sydöstra delar där nivåerna i stället beräknas sjunka (SGU, 2015).

Tema: Klimatanpassning vid sjöar och vattendrag

Klimatanpassning är att anpassa samhället till de konsekvenser som ett förändrat klimat kan medföra, detta genom åtgärder som skyddar miljön, människors liv och hälsa samt egendom. Samhället behöver bland annat anpassas till det förändrade klimatets påverkan på vattentillgång och vattnets kretslopp.

Tillgång till vatten av tillräckligt god kvalitet och kvantitet är en grundförutsättning för många delar av samhället, exempelvis dricksvattenproduktion, människors hälsa, jordbruk, fiske, industri, rekreation och inte minst för ekosystem. Klimatanpassning innebär både att samhället anpassas för extremväderhändelser, så som tillfälliga översvämningar, och till mer långsamma förändringar. Det senare kan till exempel handla om en förlängd vegetationsperiod eller förändring av vattentillgång under vissa årstider.

Arbetet med klimatanpassning kräver en helhetssyn och präglar alla nivåer av planering, från övergripande regional planering, via kommunernas arbete med detaljplaner, till planering av lokala åtgärder. Det finns olika typer av åtgärder och vilken som är mest lämplig är platsspecifik. Ofta lyfts fysiska åtgärder fram, men även dessa kan delas in i två grupper, tekniska och naturbaserade. Exempel på tekniska åtgärder är att bygga ett översvämningsskydd eller ändra en vattenreglering, medan naturbaserade åtgärder kan vara att anlägga våtmarker eller dagvattendammar. De naturbaserade lösningarna kan ge mervärden i form av stärkta ekosystem eller möjlighet till rekreation. Åtgärder kan också vara organisatoriska, som samverkan mellan olika aktörer, informativa, exempelvis i form av informationsmaterial, eller analyserande, som att hitta den mest lämpade platsen för en åtgärd. Ett annat sätt att minska påverkan av klimatförändringen är att aktivt välja bort att bygga i riskutsatta områden.

Hur vi förhåller oss till och fördelar de vattenresurser som finns på ett rättvist sätt blir ännu viktigare i en varmare värld. Både för att garantera samhällets funktioner och människans välmående och för att skydda naturmiljö och kulturarv. I klimatanpassningsarbetet behöver åtgärder också utformas så att de inte förstärker eller skapar nya orättvisor. Exempelvis behöver tillgänglighetsaspekter beaktas och åtgärder uppströms får inte skapa problem nedströms.

För att minska framtida risker behöver utsläppsminskning och klimatanpassning ske parallellt. Ju mer vi lyckas begränsa uppvärmningen, desto lättare blir det att hantera de oundvikliga förändringar som ändå uppstår. Arbetet är omfattande och mycket görs redan i dag, men takten behöver öka.

9 Diskussion

Vid analys och rapportering av hur klimatförändringarna påverkar Sveriges vattenbalans och vattenföring, finns det många aspekter att ta hänsyn till. Klimatet varierar mellan olika delar av landet, vilket påverkar vattenflödena. Vattendrag kan ha olika dynamik beroende på bland annat avrinningsområdets storlek, topografi, markanvändning, jordart, regleringsgrad och sjöandel. Analysen för det historiska klimatet görs för en lång tidsperiod, och över denna period kan både mänsklig aktivitet och naturliga processer påverka vattentillgången. Mätteknik för observationer av vattenföring, liksom insamling av data har utvecklats.

För att ta hänsyn till alla dessa olika förutsättningar presenteras klimatförändringens påverkan på Sveriges hydrologi utifrån flera perspektiv. Den naturvetenskapliga teorin presenteras i avsnitt 5. Vattenbalansen presenteras i avsnitt 6 utifrån ett översiktligt perspektiv och observationer som påvisar förändrad vattenbalans över tid. Vattenflödets dynamik visas på olika sätt i både avsnitt 5 och i avsnitt 7.

Vi har även generellt valt att presentera resultatet av den här analysen på en relativt grov skala för att just visa på klimatets påverkan och inte något annat. Vi har också varit noggranna i urvalet av mätstationer som används i analyserna för att resultatet ska vara tillförlitligt.

Nedan förs ett resonemang om de osäkerheter som finns samt hur resultatet i rapporten kan användas.

9.1 Osäkerheter i observationer och modellberäkningar

Sedan mätningarna av vattenflöde startade i större skala i början av 1900-talet har teknikutvecklingen gått framåt mycket. Mätningarna görs med mer noggranna metoder och insamling av data sker oftare. Båda dessa aspekter behöver man ta hänsyn till vid analys av observationer.

Klimatindikatorerna som används för att illustrera och peka på hur vattenflödena förändrats över tid (Avsnitt 7) baseras helt på observationer. I framtagandet av klimatindikatorer har ett noggrant urval gjorts för att de stationer som väljs ut ska vara av god kvalitet. Variablerna visas också enbart på den skala som är relevant för analysen.

9.1.1 Osäkerheter i observerade lågflöden

Vid mätning av flöden är osäkerheten ofta stor vid lågflöden. Detta påverkar delvis resultatet i avsnitt 7 för klimatindikatorn som visar på dagar med lågflöden. Uppgiften om antal dagar med lågflöden i den första halvan av 1900-talet bör användas med viss försiktighet.

Trender i observerade lågflöden kan bero på att klimatet förändras, men kan också vara orsakade av mänsklig påverkan eller en kombination av båda. Till exempel kan förändringar i vattenuttag påverka vattenflödena, vilket får störst effekt på de låga flödena. Det finns ingen heltäckande nationell information om vattenuttag så någon analys av dess påverkan på lågflöden kan inte göras. Ett varmare klimat leder dock till en ökad avdunstning, vilket bör vara den största orsaken till att det blivit vanligare med lågflöden i de sydöstra delarna av landet. Även faktorer såsom regleringar och utdikningar påverkar de låga vattenflödena. Dessa förändringar ligger dock ofta längre tillbaka i tiden och bör inte vara orsaken till de flödesförändringar som förekommit de senaste decennierna.

9.1.2 Osäkerheter vid modellering

S-HYPE modellen är ett bra och viktigt verktyg för att beskriva Sveriges hydrologi. Modellen beskriver landets hydrologi bättre än vi någonsin tidigare kunnat göra, men en modell kan dock aldrig vara en exakt beskrivning av verkligheten. På en större skala

beskriver S-HYPE landets hydrologi väl och i denna analys används till stor del årsvärden vilket S-HYPE har god förmåga att ta fram.

S-HYPE-modellen ger generellt bättre beräkningar av total vattenmängd än av extremflöden. De procentuella felen vid lågflöden är större än vid högflöden, eftersom värdena i sig är lägre. För att inte resultatet ska påverkas för mycket av osäkerheterna vid lågflödesmodellering, analyserar vi antal dagar som flödet är lågt. Detta görs genom att relatera flödet till MLQ och på så sätt blir analysen mer robust och mindre påverkad av modellosäkerhet.

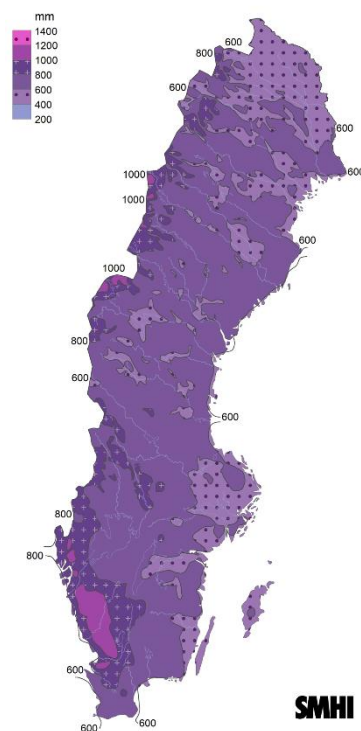
9.2 Vattenbalansberäkningar för normalperioder

Nya kartor för vattenbalansen har tagits fram både för den nya normalperioden 1991–2020 och för referensnormalperioden 1961–1990. De hydrologiska beräkningarna har utvecklats mycket sedan början av 1990-talet när de ursprungliga vattenbalanskartorna för normalperioden 1961–1990 togs fram (SMHI, 1994). Vid en jämförelse mellan de gamla och nya vattenbalanskartorna för perioden 1961–1990 märks dock att de i stora drag liknar varandra, men skiljer sig i detaljer.

En annan anledning att göra nya beräkningar för referensnormalperioden är att jämförelser av förändringen mellan de båda perioderna ska kunna göras. För det krävs att beräkningarna är gjorda med samma metodik.

9.2.1 Vattenbalansen - nederbörd, avdunstning och avrinning

När vattenbalansens tre komponenter ska visas är det viktigt att vattenbalanssekvationen går jämnt upp, det vill säga att summan av avdunstning och avrinning i varje delavrinningsområde ska vara lika med nederbörden över samma avrinningsområde. För att dessa tre termer ska gå jämnt upp har vi valt att göra en sammanhållen beräkning för dessa som bygger på justerad nederbörd från S-HYPE och avdunstning från S-HYPE. Avrinningen har beräknats som nederbörd minus avdunstning. För nederbörd har SMHI även tagit fram en annan karta som helt bygger på observerad nederbörd (Figur 33 och SMHI 2025e). De båda kartorna för nederbörd har olika användningsområden. Är det en analys av observerade nederbördsmängder som efterfrågas används kartan i Figur 33. Är det den totala vattenbalansen som ska illustreras används de tre kartorna i Figur 8, där indelningen sker per avrinningsområde istället för en analys utifrån observationer. Nederbördskartan från vattenbalansberäkningarna skiljer sig från nederbördskartan som bygger på observationer. Det beror på att nederbörden i PTHBV, som vattenbalanskartan bygger på, har korrigerats. Exempelvis korrigeras nederbörden när områdets höjd skiljer sig från stationens höjd. Eftersom nederbörden generellt ökar med höjden och många observationsstationer för nederbörd ligger på lägre höjd än omgivande terräng ger vattenbalanskartan på många håll en högre nederbörd. En annan korrektion som har gjorts är för de mätförluster som finns vid nederbördsmätarna, som bland annat beror på vinden. Vid vissa områden där nederbördsstationerna är vindutsatta kan denna korrektion vara relativt stor.



Figur 33. Årsmedelnederbörd för Sverige för normalperioden 1991–2020 framtagna från observationer. Källa SMHI (2025e).

9.2.2 Uppdaterad nationell vattenbalans - användningsområden

De kartor som tagits fram för vattenbalansen för hela landet (se exempelvis Figur 9) har gjorts med syfte att se de storskaliga mönstren över hela landet, samt förändringarna över tid. Modellen har en geografisk indelning i många relativt små avrinningsområden. I enlighet med resonemangen ovan rörande modellens osäkerheter innebär detta att modellens tillförlitlighet är olika i olika avrinningsområden. För ett enskilt avrinningsområde kan därför resultaten vara mer eller mindre säkra än genomsnittligt. Användningsområdet för de nya kartorna är främst att kunna visa på generella skillnader över landet, och mellan tidsperioder. Till exempel att det är och har varit relativt låg avrinning i sydost jämfört med riksgenomsnittet, men också att avrinningen vid västkusten ökat relativt mycket jämfört med referensnormalperioden. Underlaget ska betraktas som vägledande för samhällets allmänna behov och är inte lämpade att använda för platsspecifika tillämpningar på en detaljerad skala.

9.3 Beräkningar för framtida klimat

Alla utsläpp av växthusgaser påverkar temperatur, nederbörd och avdunstning som i sin tur påverkar hydrologin. Det som redan har släppts ut påverkar redan idag och det har vi förmågan att beräkna. Hur mycket vattenbalansen och vattenflöden förändras i framtiden beror alltså på hur mycket vi lyckas minska utsläppen av växthusgaser. Att vi inte vet hur stora förändringar av utsläppen av växthusgaser blir i framtiden gör att beräkningarna för framtida klimat i denna rapport är osäkra.

Jämförs dessa beräkningar med tidigare hydrologiska klimatberäkningar ser man att de huvudsakliga budskapen om förändringar på grund av ett varmare klimat, har varit konsistenta över tid. Forskningen om hydrologi i framtida klimat utvecklas ständigt och vi har idag mer tillförlitliga resultat om förändringar av landets hydrologi än vi tidigare haft.

10 Slutsats

Utsläppen av växthusgaser har lett till att den globala temperaturen har höjts. I Sverige är temperaturhöjningen större än globalt. Observationer och modellberäkningar av vattenflöden visar att det förändrade klimatet också har påverkat Sveriges hydrologi. Från normalperioden 1961–1990 till normalperioden 1991–2020 har både nederbörd och avdunstning ökat i nästan hela landet. Även årsmedelavrinningen har ökat i stora delar av landet, men en minskad avrinning märks i östra Svealand och delar av östra Götaland. Vårfloden har inträffat tidigare och varit lägre under de senaste decennierna jämfört med perioden innan. Vinterflödena har ökat i hela landet.

Fortsatta utsläpp kommer att leda till ännu större förändringar i framtiden. Vårfloden väntas försvinna även längre norrut i landet. Vinterflödena ökar. Lågflöden förväntas bli vanligare i de södra delarna av landet. I Götaland och södra Svealand väntas de extrema vattenflödena inträffa oftare i framtiden.

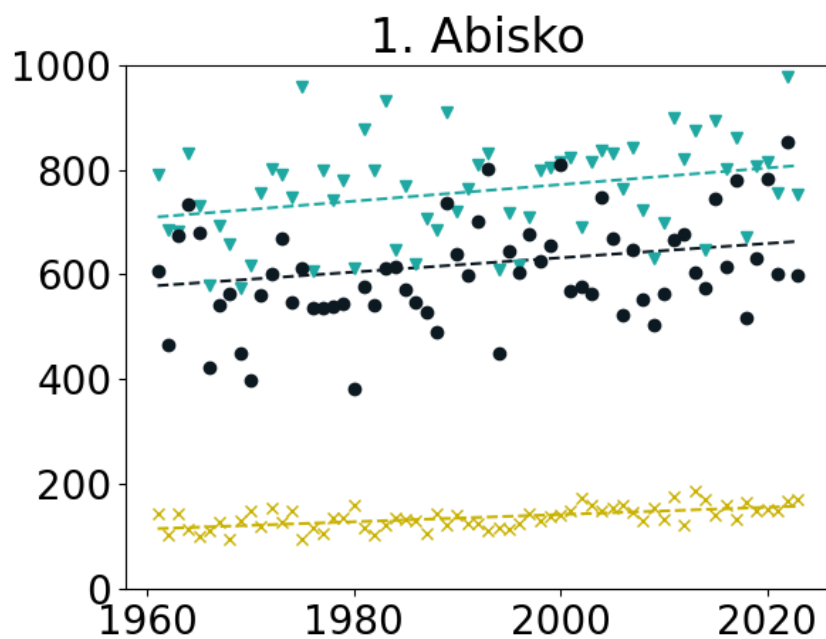
Förändringar i Sveriges hydrologi påverkar många delar av samhället, exempelvis dricksvattenproduktion, människors hälsa, jordbruk, fiske, industri, rekreation och ekosystem. Det är viktigt att anpassa samhället till dessa förändringar parallellt med arbete för att minska utsläppen.

11 Referenser

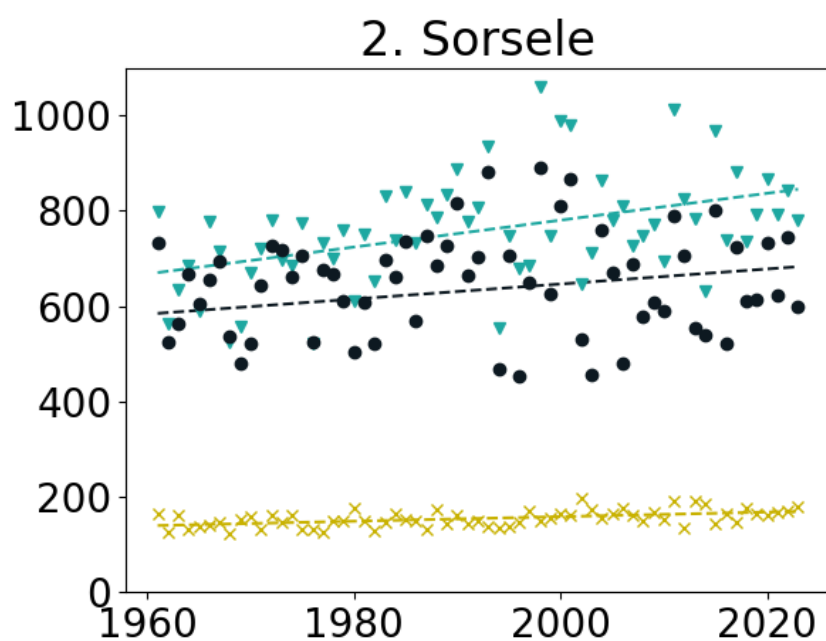
- Arheimer, B., Donnelly, C. and Lindström, G. (2017). Regulation of snow-fed rivers affects flow regimes more than climate change. *Nature Communications* 8(62). doi:10.1038/s41467-017-00092-8.
- IPCC (2013) *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp, doi:10.1017/CBO9781107415324.
- IPCC (2021) *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp. doi:10.1017/9781009157896.
- Johansson, B., Chen, D. (2003). The influence of wind and topography on precipitation distribution in Sweden: statistical analysis and modelling. *Int. J. Climatol.* 23 (12), 1523–1535
- Lindström, G., Pers, C.P., Rosberg, R., Strömqvist, J., och Arheimer, B. (2010): Development and test of the HYPE (Hydrological Predictions for the Environment) model – A water quality model for different spatial scales. *Hydrology Research* 41.3-4:295-319.
- SGU (2015) Vikberg, E., Thunholm, B., Thorsbrink, M. och Dahne, J. Grundvattennivåer i ett förändrat klimat – nya klimatscenarier. SGU rapport 2015:19.
- SGU (2024) Hjerne, C., Retzner, A., Hellstrand, E. och Thunholm, B. Klimatmodellering av grundvatten – grundläggande analys. SGU rapport 2024:04.
- SGU (2026) Stora och små grundvattenmagasin
<https://www.sgu.se/grundvatten/grundvattennivaer/om-grundvattennivaer/stora-och-sma-grundvattenmagasin/>
- SMHI (1971) Tryselius, O. Runoff map of Sweden. Average annual runoff for the period 1931-60. SMHI. Medd. serie C, nr 7.
- SMHI (1980), Eriksson, B. Sveriges vattenbalans. Årsmedelvärden (1931–1960) av nederbörd, avdunstning och avrinning. SMHI rapport RMK nr 18 och RHO nr 21.
- SMHI (1994). Brandt, M., Jutman, T. och Alexandersson, H. Sveriges vattenbalans. Årsmedelvärden 1961–1990 av nederbörd, avdunstning och avrinning. Rapport Hydrologi 49.
- SMHI (2017) Westman, Y., Olsson, H., Pettersson, O., Wingqvist, E.M. och Björkert, D. Arbete med SVAR version 2016, Svenskt Vattenarkiv, en databas vid SMHI. Rapport Hydrologi 128.
- SMHI (2022) Schimanke, S., Joelsson, M., Andersson, S., Carlund, T., Wern, L., Hellström, S., Kjellström, E. Observerad klimatförändring i Sverige 1860–2021. Rapport Klimatologi 69.
- SMHI (2024) Abdoush, D., Björkert, D., Danielsson, K., Engblom, A., Johnsen, Å., Pettersson, O. SVAR 2022 Rapport Hydrologi 131.

- SMHI (2025a). Aktuell fakta om klimatet. <https://www.smhi.se/klimat/klimatlaget/viktig-fakta-om-klimatlaget/overblick-av-viktig-fakta>
- SMHI (2025b) Vattenwebb - tjänster för vattenförvaltning.
<https://www.smhi.se/data/sjoar-och-vattendrag/vattenwebb>
- SMHI (2025c) Klimatscenariotjänsten. <https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/klimatscenariotjansten>
- SMHI (2025d) Klimatindikatorer - klimatets utveckling i Sverige.
<https://www.smhi.se/klimat/klimatet-da-och-nu/klimatindikatorer>
- SMHI (2025e) Normalkartor för årsmedelnederbörd.
<https://www.smhi.se/klimat/klimatet-da-och-nu/normalkartor/normal/arsnederbord-normal>
- SMHI (2025f) Griddad nederbörd- och temperaturdata (PTHBV).
<https://www.smhi.se/data/nederbord-och-fuktighet/nederbord/griddad-nederbord--och-temperaturdata>
- SMHI (2025g) Sjökvist, E., Andersson, M., Eklund, A., Karlsson, E. och Norman, M. Klimatunderlag för klimat- och sårbarhetsanalyser. Rapport KLIMATOLOGI Nr 74.
- SMHI (2025h) Nedladdning av uppmätt och modellberäknad vattenföring i Sveriges vattendrag. <https://www.smhi.se/data/sjoar-och-vattendrag/vattenforing/waterdischargeDaily>
- Strömqvist, J., Arheimer, B., Dahné, J., Donnelly, C. och Lindström, G. (2012). Water and nutrient predictions in ungauged basins: set-up and evaluation of a model at the national scale. *Hydrological Sciences Journal*, 57(2), 229–247.
- WMO, 2017. WMO Guidelines on the Calculation of Climate Normals, WMO-No. 1203, ISBN: 978-92-63-11203-3,

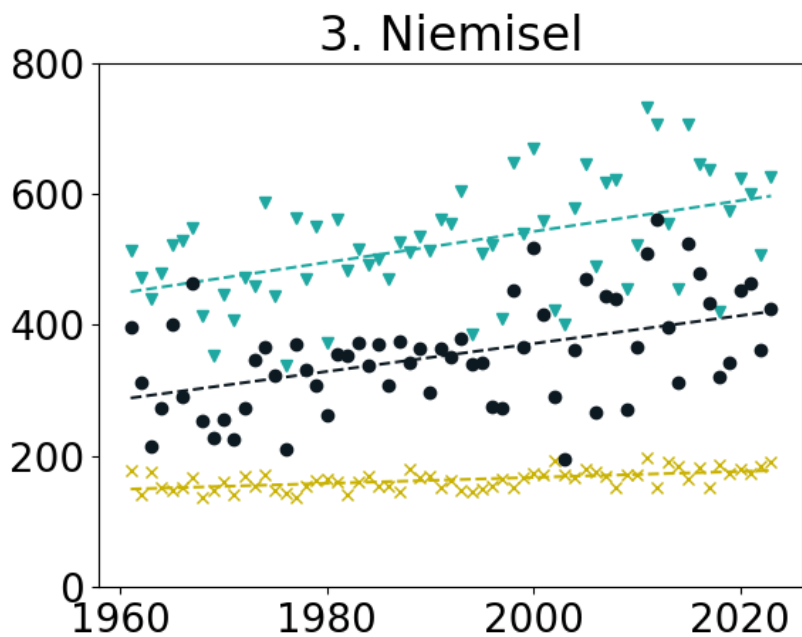
Bilaga A – Vattenbalansdiagram



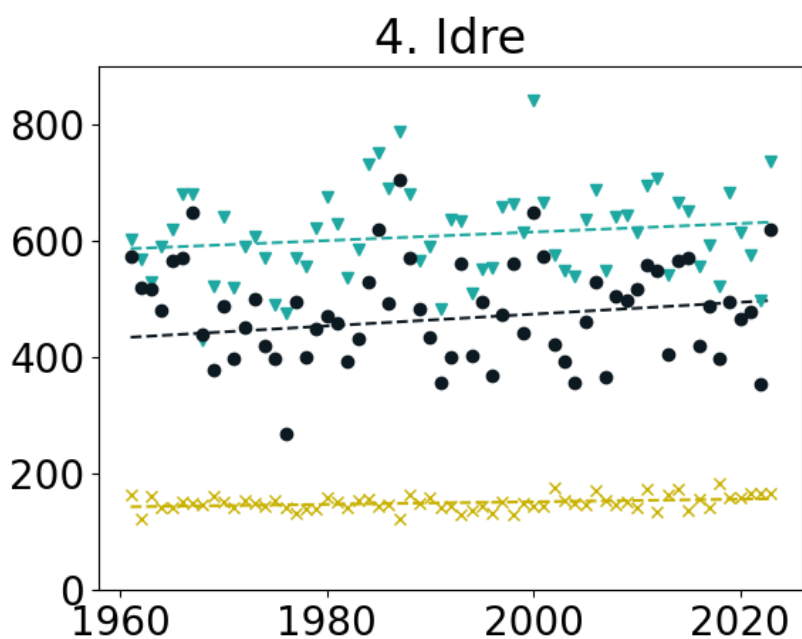
Figur 34. Diagram där vattenbalansens komponenter illustreras årsvis 1961–2024 högt upp i Torneälvens avrinningsområde vid mätstationen Abisko. Nederbörd (grön trekant), avrinning (svart cirkel) och avdunstning (gula kryss), samt med trendlinje i samma färg.



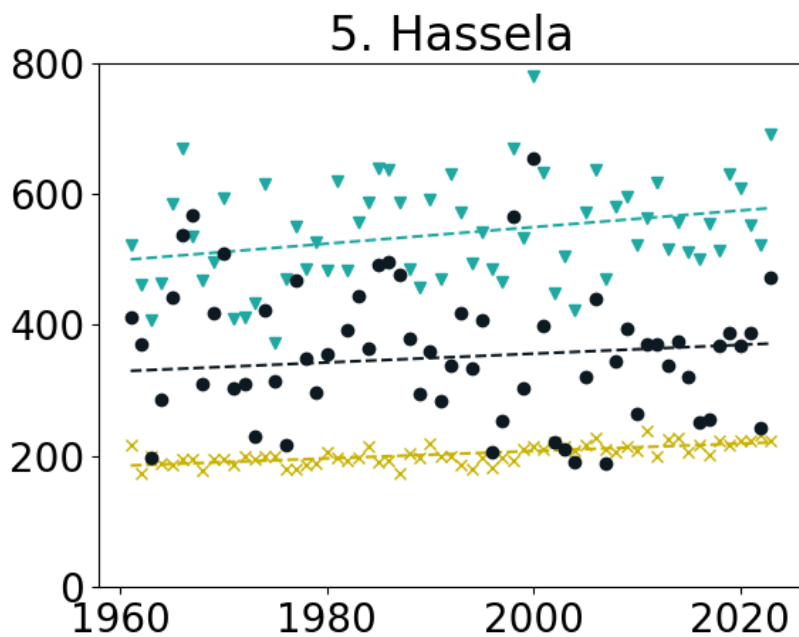
Figur 35. Diagram där vattenbalansens komponenter illustreras årsvis 1961–2024 i övre Vindelälvens avrinningsområde vid mätstationen Sorsele. Nederbörd (grön trekant), avrinning (svart cirkel) och avdunstning (gula kryss), samt med trendlinje i samma färg.



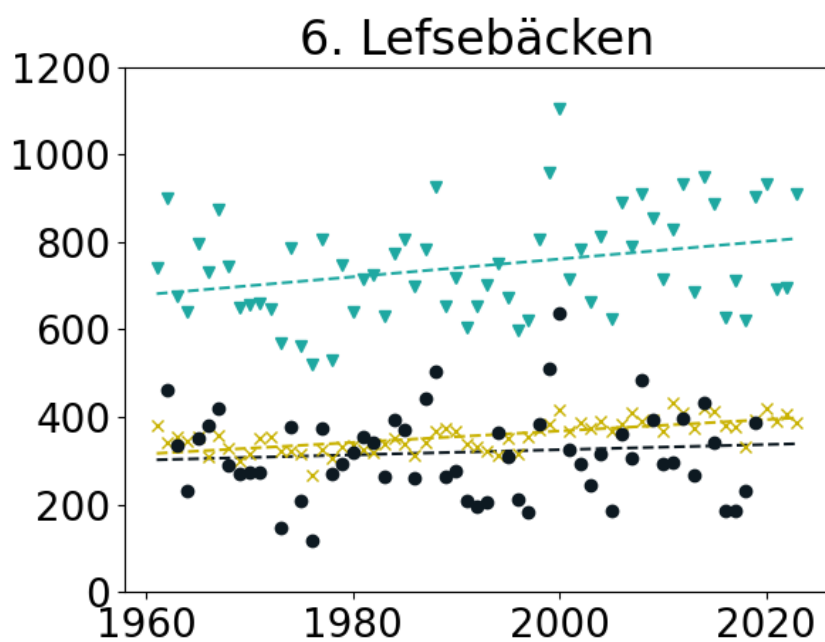
Figur 36. Diagram där vattenbalansens komponenter illustreras årsvis 1961–2024 från Råneälvens avrinningsområde vid mätstationen Niemisel. Nederbörd (grön trekant), avrinning (svart cirkel) och avdunstning (gula kryss), samt med trendlinje i samma färg.



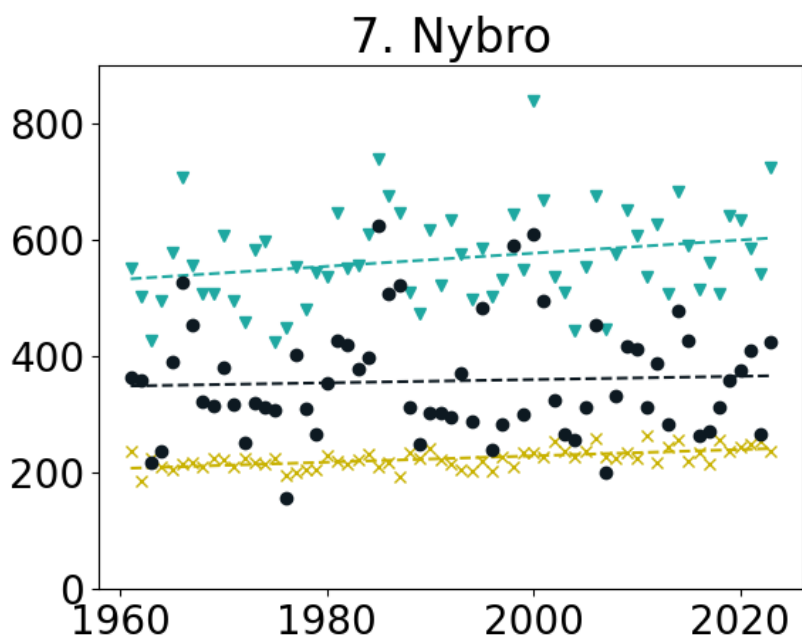
Figur 37. Diagram där vattenbalansens komponenter illustreras årsvis 1961–2024 från övre Österdalälvens avrinningsområde vid mätstationen Idre. Nederbörd (grön trekant), avrinning (svart cirkel) och avdunstning (gula kryss), samt med trendlinje i samma färg.



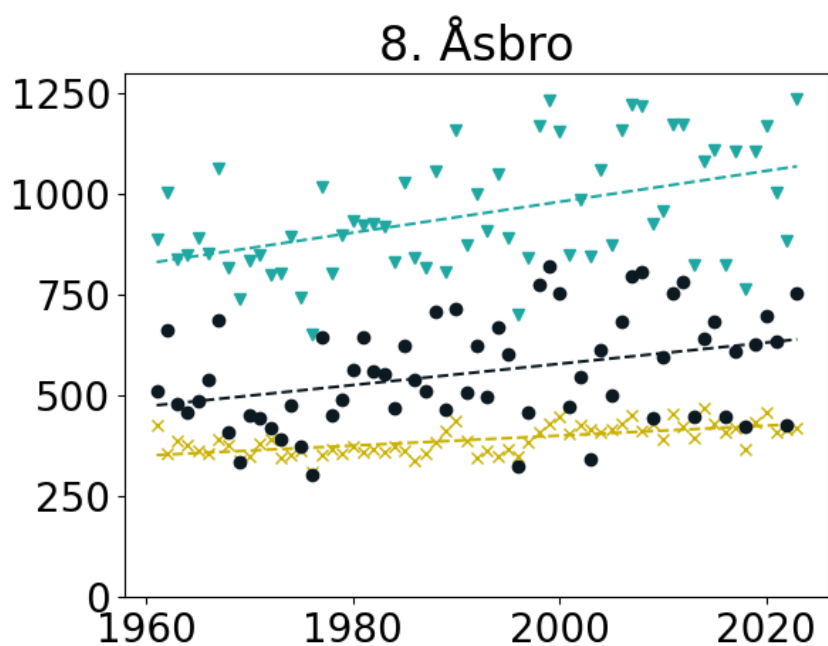
Figur 38. Diagram där vattenbalansens komponenter illustreras årsvis 1961–2024 från Harmångersåns avrinningsområde vid mätstationen Hassela. Nederbörd (grön trekant), avrinning (svart cirkel) och avdunstning (gula kryss), samt med trendlinje i samma färg.



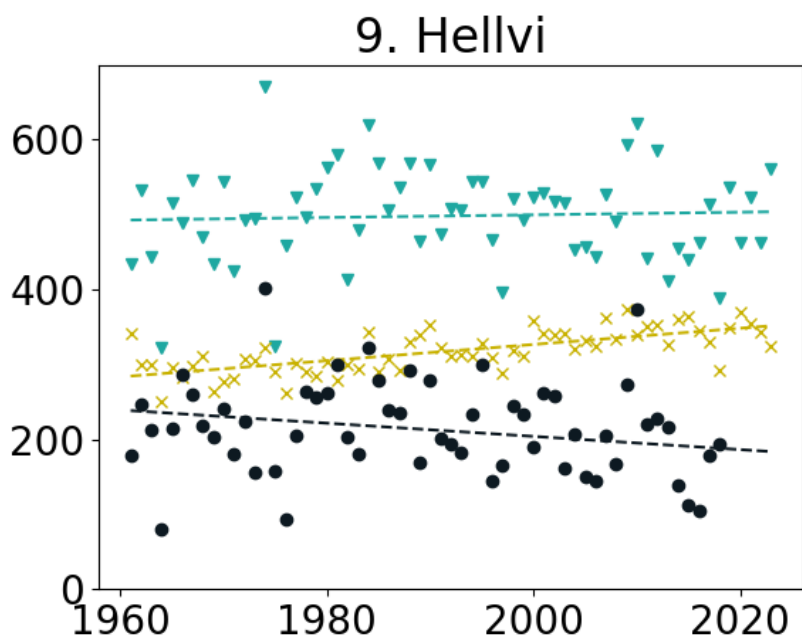
Figur 39. Diagram där vattenbalansens komponenter illustreras årsvis 1961–2024 vid mätstationen Lefsebäcken som är ett litet avrinningsområde vid sjön Lelång i Göta Älvs avrinningsområde. Nederbörd (grön trekant), avrinning (svart cirkel) och avdunstning (gula kryss), samt med trendlinje i samma färg.



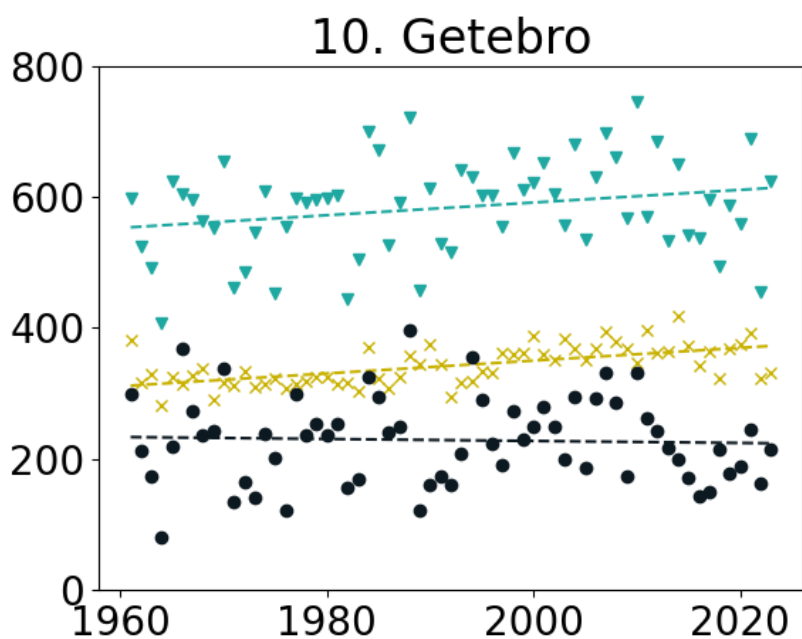
Figur 40. Diagram där vattenbalansens komponenter illustreras årsvis 1961–2024 från Voxnans avrinningsområde vid mätstationen Nybro. Nederbörd (grön trekant), avrinning (svart cirkel) och avdunstning (gula kryss), samt med trendlinje i samma färg.



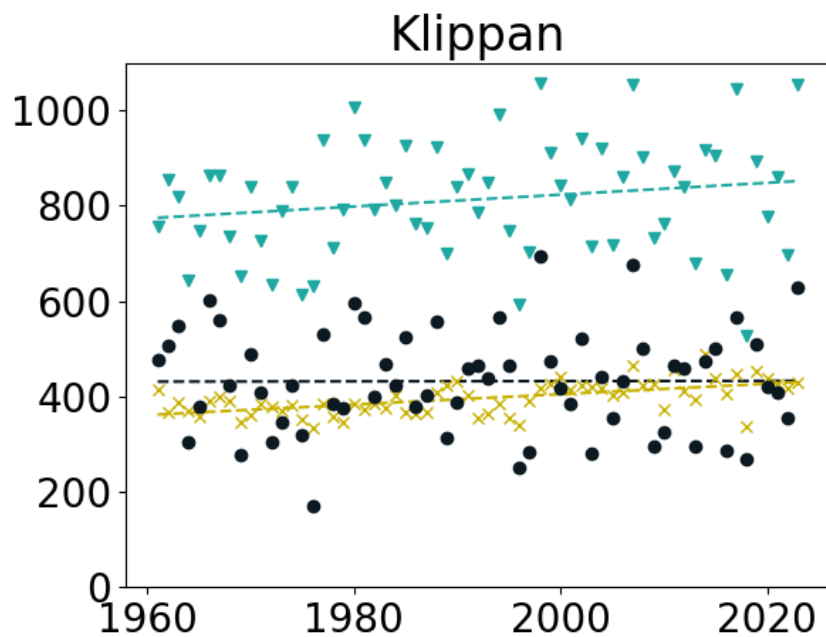
Figur 41. Diagram där vattenbalansens komponenter illustreras årsvis 1961–2024 från Viskans avrinningsområde vid mätstationen Åsbro. Nederbörd (grön trekant), avrinning (svart cirkel) och avdunstning (gula kryss), samt med trendlinje i samma färg.



Figur 42. Diagram där vattenbalansens komponenter illustreras årsvis 1961–2024 vid Bångåns avrinningsområde vid mätstationen Hellvi. Nederbörd (grön trekant), avrinning (svart cirkel) och avdunstning (gula kryss), samt med trendlinje i samma färg.



Figur 43. Diagram där vattenbalansens komponenter illustreras årsvis 1961–2024 vid Alsteråns avrinningsområde vid mätstationen Getebro. Nederbörd (grön trekant), avrinning (svart cirkel) och avdunstning (gula kryss), samt med trendlinje i samma färg.



Figur 44. Diagram där vattenbalansens komponenter illustreras årsvis 1961–2024 från Bäljane ås avrinningsområde vid mätstationen Klippan. Nederbörd (grön trekant), avrinning (svart cirkel) och avdunstning (gula kryss), samt med trendlinje i samma färg.

SMHI Publikationer

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

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

I serien HYDROLOGI har tidigare utgivits:

1. Bengt Carlsson (1985)
Hydrokemiska data från de svenska
fältforskningsområdena
2. Martin Häggström och Magnus Persson
(1986)
Utvärdering av 1985 års
vårflödesprognoser
3. Sten Bergström, Ulf Ehlin, SMHI, och Per-
Eric Ohlsson, VASO (1986)
Riktlinjer och praxis vid dimensionering
av utskov och dammar i USA. Rapport
från en studieresa i oktober 1985
4. Barbro Johansson, Erland Bergstrand och
Torbjörn Jutman (1986)
Skåneprojektet - Hydrologisk och
oceanografisk information för
vattenplanering - Ett pilotprojekt
5. Martin Häggström (1986)
Översiktlig sammanställning av den
geografiska fördelningen av skador främst
på dammar i samband med
septemberflödet 1985
6. Barbro Johansson (1986)
Vattenföringsberäkningar i Södermanlands
län - ett försöksprojekt
7. Maja Brandt (1986)
Areella snöstudier
8. Bengt Carlsson, Sten Bergström, Maja
Brandt och Göran Lindström (1987)
PULS-modellen: Struktur och
tillämpningar
9. Lennart Funkquist (1987)
Numerisk beräkning av vågor i
kraftverksdammar
10. Barbro Johansson, Magnus Persson,
Enrique Aranibar and Robert Llobet
(1987)
Application of the HBV model to Bolivian
basins
11. Cecilia Ambjörn, Enrique Aranibar and
Roberto Llobet (1987)
Monthly streamflow simulation in
Bolivian basins with a stochastic model
12. Kurt Ehlert, Torbjörn Lindkvist och Todor
Milanov (1987)
De svenska huvudvattendragens namn och
mynningspunkter
13. Göran Lindström (1987)
Analys av avrinningsserier för
uppskattning av effektivt regn
14. Maja Brandt, Sten Bergström, Marie
Gardelin och Göran Lindström (1987)
Modellberäkning av extrem effektiv
nederbörd
15. Håkan Danielsson och Torbjörn Lindkvist
(1987)
Sjökarte- och sjöuppgifter. Register 1987
16. Martin Häggström och Magnus Persson
(1987)
Utvärdering av 1986 års
vårflödesprognoser

17. Bertil Eriksson, Barbro Johansson, Katarina Losjö och Haldo Vedin (1987)
Skogsskador – klimat
18. Maja Brandt (1987)
Bestämning av optimalt klimatstationsnät för hydrologiska prognoser
19. Martin Häggström och Magnus Persson (1988)
Utvärdering av 1987 års vårflödesprognoser
20. Todor Milanov (1988)
Frysförluster av vatten
21. Martin Häggström, Göran Lindström, Luz Amelia Sandoval and Maria Elvira Vega (1988)
Application of the HBV model to the upper Río Cauca basin
22. Mats Moberg och Maja Brandt (1988)
Snökartläggning med satellitdata i Kultsjöns avrinningsområde
23. Martin Gotthardsson och Sten Lindell (1989)
Hydrologiska stationsnät 1989. Svenskt Vattenarkiv
24. Martin Häggström, Göran Lindström, Luz Amelia Sandoval y Maria Elvira Vega (1989)
Aplicacion del modelo HBV a la cuenca superior del Río Cauca
25. Gun Zachrisson (1989)
Svåra islossningar i Torneälven. Förslag till skadeförebyggande åtgärder
26. Martin Häggström (1989)
Anpassning av HBV-modellen till Torneälven
27. Martin Häggström and Göran Lindström (1990)
Application of the HBV model for flood forecasting in six Central American rivers
28. Sten Bergström (1990)
Parametervärden för HBV-modellen i Sverige. Erfarenheter från modellkalibreringar under perioden 1975 – 1989
29. Urban Svensson och Ingemar Holmström (1990)
Spridningsstudier i Glan
30. Torbjörn Jutman (1991)
Analys av avrinningens trender i Sverige
31. Mercedes Rodriguez, Barbro Johansson, Göran Lindström, Eduardo Planos y Alfredo Remont (1991)
Aplicacion del modelo HBV a la cuenca del Río Cauto en Cuba
32. Erik Arnér (1991)
Simulering av vårflöden med HBV-modellen
33. Maja Brandt (1991)
Snömätning med georadar och snötaxeringar i övre Luleälven
34. Bent Göransson, Maja Brandt och Hans Bertil Wittgren (1991)
Markläckage och vattendragstransport av kväve och fosfor i Roxen/Glan-systemet, Östergötland
35. Ulf Ehlin och Per-Eric Ohlsson, VASO (1991)
Utbyggd hydrologisk prognos- och varningstjänst.
Rapport från studieresa i USA
1991-04-22—30
36. Martin Gotthardsson, Pia Rystam och Sven-Erik Westman (1992)
Hydrologiska stationsnät
1992/Hydrological network. Svenskt Vattenarkiv
37. Maja Brandt (1992)
Skogens inverkan på vattenbalansen
38. Joakim Harlin, Göran Lindström, Mikael Sundby (SMHI) och Claes-Olof Brandesten (Vattenfall Hydropower AB) (1992)
Känslighetsanalys av Flödeskommitténs riktlinjer för dimensionering av hel älv
39. Sten Lindell (1993)
Realtidsbestämning av arealnederbörd
40. Svenskt Vattenarkiv (1995)
Vattenföring i Sverige. Del 1. Vattendrag till Bottenviken.

41. Svenskt Vattenarkiv (1995)
Vattenföring i Sverige. Del 2. Vattendrag till Bottenhavet.
42. Svenskt Vattenarkiv (1993)
Vattenföring i Sverige. Del 3. Vattendrag till Egentliga Östersjön
43. Svenskt Vattenarkiv (1994)
Martin Vattenföring i Sverige. Del 4. Vattendrag till Västerhavet
44. Martin Häggström och Jörgen Sahlberg (1993)
Analys av snösmältningsförlopp
45. Magnus Persson (1993)
Utnyttjande av temperaturens persistens vid beräkning av volymsprognoser med HBV-modellen
46. Göran Lindström, Joakim Harlin och Judith Olofsson (1993)
Uppföljning av Flödeskommitténs riktlinjer
47. Bengt Carlsson (1993)
Alkalinitets- och pH-förändringar i Ume-älven orsakade av minimitappning
48. Håkan Sanner, Joakim Harlin and Magnus Persson (1994)
Application of the HBV model to the Upper Indus River for inflow forecasting to the Tarbela dam
49. Maja Torbjörn Jutman och Hans Alexandersson Brandt, (1994)
Sveriges vattenbalans. Årsmedelvärden 1961 - 1990 av nederbörd, avdunstning och avrinning
50. Svenskt Vattenarkiv (1994)
Avrinningsområden i Sverige. Del 3. Vattendrag till Egentliga Östersjön och Öresund
51. Martin Gotthardsson (1994)
Svenskt Vattenarkiv.
Översvämningskänsliga områden i Sverige
52. Åsa Evremar (1994)
Avdunstningens höjdberoende i svenska fjällområden bestämd ur vattenbalans och med modellering
53. Magnus Edström och Pia Rystam (1994)
FFO - Stationsnät för fältforskningsområden 1994
54. Zhang Xingnan (1994)
A comparative study of the HBV model and development of an automatic calibration scheme
55. Svenskt Vattenarkiv (1994)
Svenskt dammregister - Södra Sverige
56. Svenskt Vattenarkiv (1995)
Svenskt dammregister - Norra Sverige
57. Martin Häggström (1994)
Snökartering i svenska fjällområdet med NOAA-satellitbilder
58. Hans Bertil Wittgren (1995)
Kvävetransport till Slätbaken från Söderköpingsåns avrinningsområde
59. Ola Pettersson (1995)
Vattenbalans för fältforskningsområden.
60. Barbro Johansson, Katarina Losjö, Nils Sjödin, Remigio Chikwanha and Joseph Merka (1995)
Assessment of surface water resources in the Manyame catchment – Zimbabwe
61. Behzad Koucheiki (1995)
Älvtemperaturers variationer i Sverige under en tioårsperiod
62. Svenskt Vattenarkiv (1995)
Sänkta och torrlagda sjöar
63. Malin Kanth (1995)
Hydrokemi i fältforskningsområden
64. Mikael Sundby, Rikard Lidén, Nils Sjödin, Helmer Rodriguez, Enrique Aranibar (1995)
Hydrometeorological Monitoring and Modelling for Water Resources Development and Hydropower Optimisation in Bolivia
65. Maja Brandt, Kurt Ehlert (1996)
Avrinningen från Sverige till omgivande hav

66. Sten Lindell, Håkan Sanner, Irena Nikolushkina, Inita Stikute (1996)
Application of the integrated hydrological modelling system IHMS-HBV to pilot basin in Latvia
67. Sten Lindell, Bengt Carlsson, Håkan Sanner, Alvina Reihan, Rimma Vedom (1996)
Application of the integrated hydrological modelling system IHMS-HBV to pilot basin in Estonia
68. Sara Larsson, Rikard Lidén (1996)
Stationstäthet och hydrologiska prognoser
69. Maja Brandt (1996)
Sedimenttransport i svenska vattendrag exempel från 1967-1994
70. Svenskt Vattenarkiv (1996)
Avrinningsområden i Sverige. Del 4. Vattendrag till Västerhavet
71. Svenskt Vattenarkiv (1996)
Svenskt sjöregister. 2 delar
72. Sten Lindell, Lars O Ericsson, Håkan Sanner, Karin Göransson SMHI Malgorzata Mierkiewicz, Andrzej Kadlubowski, IMGW (1997)
Integrated Hydrological Monitoring and Forecasting System for the Vistula River Basin. Final report
73. Maja Brandt, Gun Grahn (1998)
Avdunstning och avrinningskoefficient i Sverige 1961-1990. Beräkningar med HBV-modellen
74. Anna Eklund (1998)
Vattentemperaturer i sjöar, sommar och vinter - resultat från SMHIs mätningar
75. Barbro Johansson, Magnus Edström, Katarina Losjö och Sten Bergström (1998)
Analys och beräkning av snösmältningsförlopp
76. Anna Eklund (1998)
Istjocklek på sjöar.
77. Björn Bringfelt (1998)
An evapotranspiration model using SYNOP weather observations in the Penman-Monteith equation
78. Svenskt Vattenarkiv (1998)
Avrinningsområden i Sverige. Del 2 Vattendrag till Bottenhavet
79. Maja Brandt, Anna Eklund (1999)
Snöns vatteninnehåll Modellberäkningar och statistik för Sverige
80. Bengt Carlsson (1999)
Some facts about the Torne and Kalix River Basins.
A contribution to the NEWBALTIC II workshop in Abisko June 1999
81. Anna Eklund (1999)
Isläggning och islossning i svenska sjöar
82. Svenskt Vattenarkiv (2000)
Avrinningsområden i Sverige. Del 1. Vattendrag till Bottenviken
83. Anna Eklund, Marie Gardelin, Anders Lindroth (2000)
Vinteravdunstning i HBV-modellen - jämförelse med mätdata
84. Göran Lindström, Mikael Ottosson Löfvenius (2000)
Tjäle och avrinning i Svartberget – studier med HBV-modellen
85. Bengt Carlsson och Göran Lindström (2001)
HBV-modellen och flödesprognoser
86. Josef Källgård (2001)
Snow distribution in a mountainous region. A remote sensing study
87. Johan Andréasson, Anders Gyllander, Barbro Johansson, Josef Källgård, Sten Lindell, Judith Olofsson, Angela Lundberg (2001)
Snötaxering med georadar - Bättre vårflödesprognoser med HBV-modellen?

88. Deliang Chen, Barbro Johansson (2003)
Temperaturens höjdberoende – En studie i Indalsälvens avrinningsområde
89. Agne Lärke, Håkan Sanner, Anna Johnell (2003)
Utvärdering av SMHI:s prognos- och varningstjänsts verksamhet under flödena januari t o m mars 2002 i sydvästra Sverige
90. Johan Jansson (2003)
Satellite data on snow cover in the HBV model. Method development and evaluation
91. Charlotta Pers (2003)
BIOLA – BIOgeochemical LAke Model Manual
92. Carl Granström (2003)
Utvärdering av SMHI:s prognos- och varningstjänsts verksamhet under flödet i området runt Emån juli 2003
93. Carl Granström (2003)
Modell för prognos av tidpunkt och karaktär för islossningen i Torne älv
94. Maja Brandt och Gun Grahn, SMHI. Erik Årnfelt och Niclas Bäckman, Länsstyrelsen Östergötland (2004)
Anpassning av TRK-systemet från nationell till regional nivå samt scenarioberäkningar för kväve – Tester för Motala Ström
95. Carl Granström (2004)
Utvärdering av SMHI:s hydrologiska prognos- och varningstjänst under flödet i södra Lappland juli 2004
96. Carl Granström (2004)
Utvärdering av SMHI:s hydrologiska prognos- och varningstjänst under flödet i Småland juli 2004
97. Carl Granström (2004)
Utvärdering av SMHI:s hydrologiska prognos- och varningstjänst under flödet i nordvästra Lappland juli 2004
98. Tahsin Yacoub, Ylwa Westman, Håkan Sanner, Bernth Samuelsson (2005)
Detaljerad översvämningskarta för Eskilstunaån. Ett projekt inom KRIS-GIS
99. Carl Granström (2005)
Utvärdering av SMHI:s hydrologiska prognos- och varningstjänst under vårfloden i fjällen juni 2005
100. Tahsin Yacoub, Håkan Sanner (2006)
Vattenståndsprognoser baserade på översiktlig kartering. En fallstudie
101. Göran Lindström (2006)
Regional kalibrering av HBV-modellen
102. Kurt Ehlert (2006)
Svenskt Vattendragsregister
103. Charlotta Pers (2007)
HBV-NP Model Manual
104. Barbro Johansson, Göran Lindström, Jonas Olsson, Tahsin Yacoub, Günter Haase, Karin Jacobsson, Anna Johnell, Håkan Sanner (2007)
Översvämningsprognoser i områden med ofullständiga data. Metodutveckling och utvärdering
105. Carl Granström, Anna Johnell, Martin Häggström (2007)
Utvärdering av SMHI:s hydrologiska prognos- och varningstjänst under höga flöden i sydvästra Sverige - nov 2006 till jan 2007
106. Johan Andréasson, Sara-Sofia Hellström, Jörgen Rosberg, Sten Bergström (2007)
Översiktlig kartpresentation av klimatförändringars påverkan på Sveriges vattentillgång - Underlag till Klimat- och sårbarhetsutredningen
107. Berit Arheimer, Charlotta Pers (2007)
Kväveretention i svenska sjöar och vattendrag – betydelse för utsläpp från reningsverk

108. Calle Granström, Martin Häggström, Sten Lindell, Judith Olofsson, Anna Eklund (2007)
Utvärdering av SMHIs hydrologiska prognos- och varningstjänst under höga flöden i Götaland – juni och juli 2007
109. Niclas Hjerdt, Markus Andersén, Christer Jonsson och Dan Eklund (2007)
Hydraulik i Klarälvens torrfåra vid tappningar från Höljes kraftverksdamm
110. Sara-Sofia Hellström, Göran Lindström (2008)
Regional analys av klimat, vattentillgång och höga flöden
111. Calle Granström, Linda Gren, Magdalena Dahlin, Sara-Sofia Hellström (2008)
Utvärdering av SMHIs hydrologiska prognos- och varningstjänst under höga flöden under vårfloden 2008
112. Gitte Berglöv, Jonas German, Hanna Gustavsson, Ulrika Harbman, Barbro Johansson (2009)
Improvement HBV model Rhine in FEWS. Final report
113. Katarina Norén, Carl Granström, Roger Eriksson (2010)
Utvärdering av SMHIs hydrologiska prognos- och varningstjänst under vårfloden i södra Sverige 2010
114. Katarine Norén, Carl Granström, Roger Eriksson (2010)
Utvärdering av SMHIs hydrologiska prognos- och varningstjänst under vårfloden i Norrland 2010
115. Gunn Persson, Sara-Sofia Asp, Karin Dyrestam, Dan Eklund, Anders Gyllander, Kristoffer Hallberg, Anna Johnell, Yacoub Tahsin och Else-Marie Wingqvist (2011)
Detaljerad översvämningskartering av nedre Torneälven
116. Jonas Olsson, Johan Södling, Fredrik Wetterhall (2011)
Högupplösta nederbördsdata för hydrologisk modellering: en förstudie
117. Sven Fremling, Thore Karlin, Birgitta Raab, Eva Edquist, Anna Eklund (2012) Is på sjöar och älvar
118. Gunn Persson (2011)
Islossning i Torneälven
119. Göran Lindström, Alena Bartosova, Niclas Hjerdt och Johan Strömqvist (2017)
Uppehållstider i ytvatten i relation till vattenkvalitet -NET, ett generellt uppskalningsverktyg
120. Katarina Stensen, Aino Krunegård, Kristina Rasmusson, Bettina Matti, Niclas Hjerdt (2019)
Sveriges vattentillgång utifrån perspektivet vattenbrist och torka – Delrapport 1 i regeringsuppdrag om åtgärder för att motverka vattenbrist i ytvattentäkter.
121. Katarina Stensen, Bettina Matti, Kristina Rasmusson, Niclas Hjerdt (2019)
Modellstudie för att undersöka åtgärder som påverkar lågflöden – Delrapport 2 i regeringsuppdrag om åtgärder för att motverka vattenbrist i ytvattentäkter.
122. Göran Lindström (2019)
Hydrologiska aspekter på åtgärder mot vattenbrist och torka inom avrinningsområden.
123. Vakant – kommer ej att utnyttjas
124. Johan Strömqvist, Eva Johansson, Maria Elenius, Elisabeth Bölenius, Maria Bertrand, Carin Hayer (2020)
Förbättrad vattenbalansberäkning genom inkludering av jordbruksbevattning
125. Vakant – kommer ej att utnyttjas(

126. Karin Lundgren Kownacki (2020)
Ökad kunskap om Sveriges vattenuttag
127. Jessica Henestål, Jenny Ranung, Anders Gyllander, Åsa Johnsen, Håkan Olsson, Ola Pettersson, Ylva Westman, Else-Marie Wingqvist (2015)
Arbete med SVAR version 2012_1 och 2012_2, Svenskt Vattenarkiv, en databas vid SMHI
128. Ylva Westman, Håkan Olsson, Ola Pettersson, Else-Marie Wingqvist, Daniel Björkert (2017)
Arbete med SVAR version 2016, Svenskt Vattenarkiv, en databas vid SMHI
129. Ghasem Alavi, Julia Zábori, Anna Johnell, Åsa Johnsen, Niclas Hjerdt (2025)
Utvärdering S-HYPE och HBV-Svs avdunsningsrutiner
130. Sara Schützer, Maria Elenius, Kristina Isberg, Johan Temnerud (2023)
Nedströmseffekter från återvätning av dikad skog på torv
131. Diala Abdoush, Daniel Björkert, Kristina Danielsson, Anna Engblom, Åsa Johnsen, Ola Pettersson (2024)
SVAR 2022
132. Göran Lindström (2024)
Differentiering av flödesskapande processer – uppdelning av högflöden i regn och snösmältning
133. Ghasem Alavi, Åsa Johnsen (2025)
Förstudie Avdunsningsmätning – Mätmetoder och deras lämplighet för Sverige
134. Klara Lindqvist, Merle Liebenehm-Axmann, Julia Zábori, Shirin Karimi, Göran Lindström och Niclas Hjerdt (2025)
Översvämningshändelser i Sverige – Tidpunkter, platser och orsaker, med rekommendationer till varningstjänsten



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

ISSN 0283-7722

