

Sveriges vattentillgång utifrån perspektivet vattenbrist och torka

– Delrapport 1 i regeringsuppdrag om åtgärder för att motverka vattenbrist i ytvattentäkter.

Katarina Stensen, Aino Krunegård, Kristina Rasmusson, Bettina Matti, Niclas Hjerdt



Pärmbild.

Bilden föreställer ett fotokollage. Bilden vänster upp illustrerar lågt vattenflöde i ett vattendrag. Fotograf: Niclas Hjerdt. Övriga foton från Mostphotos ©.

HYDROLOGI Nr 120, 2019

Sveriges vattentillgång utifrån perspektivet vattenbrist och torka

– Delrapport 1 i regeringsuppdrag om åtgärder för att motverka vattenbrist i ytvattentäcker.

Katarina Stensen, Aino Krunegård, Kristina Rasmusson, Bettina Matti, Niclas Hjerdt

Sammanfattning

Denna rapport tar upp begreppen torka och vattenbrist ur ett Svenskt perspektiv, undersöker vad som kan ge upphov till vattenbrist och ger en bild av Sveriges vattentillgångar.

Vattenbrist betyder att det finns ett större behov av rent vatten än vad som finns tillgängligt. Bristen är därför starkt kopplad till användandet av vatten.

Klimatförändringarna gör Sverige varmare vilket påverkar tillgången till vatten. I genomsnitt väntas vintrarna att bli varmare och mer nederbördsrika vilket leder till mer vatten. Varmare temperaturer innebär också att avdunstningen ökar under sommarhalvåret vilket kan ge en minskad tillgång till vatten, särskilt i södra Sverige. Klimatförändringarna förväntas också leda till kraftigare skyfall. Denna typ av nederbörd kan vara svårt för mark och växter att ta tillvara men kan ge upphov till översvämningar. Mildare vintrar förändrar förutsättningar för snö, vilket särskilt påverkar vattendragen i landets norra delar.

Under somrarna 2016, 2017 och 2018 fick delar av Sverige uppleva problem med vattenbrist. Orsakerna till de minskade vattentillgångarna var olika och problemen varierade över åren och mellan områden. Delar av landet har de senaste åren fått känna på effekterna av ett varmare klimat. Det har visat hur viktigt det är att vi anpassar oss för att kunna klara dessa förändringar.

Det finns många faktorer som påverkar tillgången på vatten i ett område, men följande tre kategorier sammanfattar de flesta faktorer:

- Klimat – exempelvis nederbörd och temperatur
- Magasinerande förmåga – hur mycket vatten området kan mellanlagra
- Vattenanvändning – hur mycket vatten som används

Som land har Sverige god tillgång till sötvatten. Vattenbrist kan ändå uppstå. Lokalt ser vattentillgången och vattenanvändandet väldigt olika ut vilket kan leda till vattenbrist eller att prioriteringar krävs mellan olika typ av vattenanvändning. Det är tydligt att det behövs gemensamt arbete över alla sektorer med vattenresursplanering i ett avrinningsområde.

Summary

In this report, the concept of drought in Sweden as well as the causes is discussed. The report also discusses the spatial variability of water resources in Sweden.

Water shortage is when the demand for water surpasses the water available. It is therefore very much dependent on the water usage.

Climate change causes higher temperature and a warmer Sweden thus affecting water availability. In general both temperature and precipitation are expected to increase in wintertime leading to more water available during winters. However, higher temperatures during summers cause a higher evaporation which might lead to less water available in summertime, especially in the southern parts of Sweden. The climate change will increase the number of extreme rainfall events. The amount of rain during such short-term extreme rainfall events is usually much more than the soil's infiltration capacity thus making floodings more common in future. Milder winters change the snow pattern, which in particular affect rivers in the northern part of the country.

During the summers 2016–2018, water shortages occurred in some parts of Sweden. The causes of water shortages were different for different parts and different years. However it made Sweden to experience some of the impacts of climate change and a warmer climate. It was an eye opener and showed us the importance of the adaptation to these new circumstances.

Many factors are involved in the water availability. They can however be summarized in 3 categories:

- Climate – temperature and precipitation for example.
- Storage capacity – how much water an area can store
- Water usage

As a country, Sweden has abundant water resources and available fresh water. But water shortage might still occur. Water availability and water usage can vary a lot locally which might lead to water shortage in some regions. To cope with water shortages priorities are needed between different sectors and interests. Many stakeholders need to agree and compromise on the usage of water.

En torr ordlista

Avrinningsområde – Det område från vilket vatten dräneras till ett vattendrag uppströms en viss punkt. Avrinningsområdet begränsas av höjdryggar, som delar flödet från regn och smältvatten åt olika håll.

Dricksvatten – Vatten som är avsett för dryck, matlagning, personlig hygien och andra hushållsändamål.

Grundvattentäkt – Grundvattenmagasin ur vilket man tar grundvatten för kommunal vattenförsörjning, enskild vattenförsörjning eller för annan användning.

Lågflödestillfällen – Perioder då vattenföringen är under en viss nivå. Ofta används medellågvattenföring, MLQ som gräns.

Medellågvattenföring – MLQ, medellågvattenföring, är ett medelvärde av varje års lägsta vattenflöde.

Råvatten – Obehandlat grund- eller ytvatten som används för att producera dricksvatten.

Skyfall – Större regnmängd på kort tid. Upplevs som häftigt och kraftigt. SMHIs definition av skyfall är minst 50 mm på en timme eller minst 1 mm på en minut.

Tillstånd för vattenverksamhet – En juridisk handling som utgör beslut och tillstånd för en vattenverksamhet. Reglerar exempelvis vattenuttag.

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

Torrperiod – En sammanhängande period utan mätbar nederbörd. Med mätbar nederbörd menas en tiondels millimeter eller mer.

Vattenbalans – Vattenbalansen beskriver hur stor mängd vatten som kommer till, lagras i och försvinner från ett område under en tidsperiod.

Vattenbrist – I Sverige används begreppet vattenbrist generellt för när tillgången på vatten är mindre än behovet.

Vattendom – Se Tillstånd för vattenverksamhet

Vattenföring – Ett mått på hur mycket vatten som rinner i ett vattendrag under en viss tid. Mäts ofta i kubikmeter per sekund eller i liter per sekund. Samma sak som vattenflöde.

Vattentäkt – Bortledning av yt- eller grundvatten för vattenförsörjning.

Vattenuttag – Bortledning av vatten från sjöar, grundvattenförekomster, vattendrag och kustvattenförekomster.

Vattenverk – Anläggning som renar eller behandlar råvatten till dricksvatten.

Våtmark – Mark som under en stor del av året är vattenmättad. Oftast med grundvattenytan nära eller över markytan. Även mycket grunda sjöar med vegetation kan räknas som våtmarker.

Ytvattentäkt – En vattensamling (sjö, vattendrag eller kustvatten) som används som råvatten till dricksvatten eller inom industrin.

Versioner

2019-10-04: Rapport publicerad

2019-11-08: Felaktiga streck i kartor i bilaga korrigerade. Figur 4 korrigerad.

Innehållsförteckning

1	BAKGRUND	1
1.1	Målgrupp och syfte	1
2	GRUNDLÄGGANDE FAKTA OM VATTENBRIST OCH VATTENTÄKTER	2
2.1	Vem behöver vattnet?.....	2
2.2	Vattenbrist i Sverige – ”Sjöarnas land”?.....	3
2.3	Vattenbalans.....	4
2.3.1	Vattenbalansekvationen	4
2.4	Vattenbrist uppstår när behovet är större än tillgången	4
2.5	Låg vattentillgång ser ut på olika sätt	5
2.6	Vad påverkar vattentillgången?	7
2.6.1	Nederbördens betydelse.....	7
2.6.2	Temperaturens betydelse	8
2.7	Vad är en vattentäkt?.....	9
2.8	Riskmeddelanden från SMHI och SGU	9
2.9	Internationellt perspektiv.....	10
2.10	WEI + indexet	10
3	YTVATTENTILLGÅNGEN I SVERIGE NU OCH I FRAMTIDEN	11
3.1	Sveriges vattenbalans	12
3.2	Risk för brist idag, var är risken störst?.....	12
3.2.1	Klimat.....	13
3.2.2	Magasinerande förmåga.....	13
3.2.3	Vattenanvändning	14
3.2.4	Sammanvägd risk för vattenbrist, ett exempel	16
3.3	Klimatet i slutet av seklet	17
3.4	Förändrade flöden.....	19
4	TRE SOMRAR – 2016, 2017 OCH 2018	20
4.1	2016 – Långsiktigt underskott och låga nivåer	20
4.2	2017 – Fortsatt låga nivåer men sommarnederbörd.....	20
4.3	2018 – Stora variationer, snabbt upp och snabbt ned.....	21
4.4	Erfarenheter.....	22
5	FRAMTIDA ARBETE	23
6	REFERENSER	24
	BILAGA A – SVERIGES VATTENBALANS PER SÄSONG	26

1 Bakgrund

I ett varmare klimat påverkas vattentillgången. Det väntas falla mer nederbörd generellt över Sverige och risken för skyfall ökar. Under sommaren är det oklart om det blir mer eller mindre nederbörd i södra delarna av landet. Däremot kommer varmare temperaturer innebära att avdunstningen ökar sommartid vilket kan ge en minskad tillgång till vatten, särskilt uttalat är detta i södra Sverige. Mildare vintrar förändrar förutsättningar för snö, vilket särskilt påverkar vattendragen i landets norra delar.

Under somrarna 2016, 2017 och 2018 fick delar av Sverige uppleva problem med vattenbrist. Orsakerna till de minskade vattentillgångarna var olika och problemen varierade över åren och mellan områden. Delar av landet har de senaste åren fått känna på effekterna av ett varmare klimat. Det har visat hur viktigt det är att vi anpassar oss för att kunna klara dessa förändringar.

2018 fick SMHI i uppdrag att genomföra en ” studie av åtgärder för att motverka vattenbrist i ytvattentäkter” (Regeringen, 2018). Arbetet har genomförts i delsteg och detta är den första delrapporten som tagits fram i arbetet. Den tar bland annat upp begreppen torra och vattenbrist, undersöker vad som kan ge upphov till vattenbrist och ger en bild av Sveriges vattentillgångar.

Delrapport 2 presenterar resultaten från en modellstudie som genomförts med syfte att utvärdera olika åtgärders effekt på lågvattenföring och på så sätt utvärdera dess förmåga att undvika vattenbrist i ytvattentäkter. Syftet med den studien är att lägga grunden för uppbyggnaden av ett interaktivt verktyg där kommuner eller verksamhetsutövare själva ska kunna bedöma vattentillgången vid specifika platser och tidpunkter utifrån uppgifter om olika vattenuttag och regleringar inom avrinningsområdet.

En förhoppning är att båda rapporterna kan vara till nytta för dem som arbetar med – och tar beslut om – vattenförsörjningsplaner och dricksvattensproduktion, till exempel inom en kommun.

Denna rapport är indelad i följande delar:

- Beskrivning av termer och begrepp kring vattenbrist.
- Beskrivning av Sveriges vattentillgångar idag och i ett framtida klimat, inklusive en genomgång av historiska torrperioder.

1.1 Målgrupp och syfte

Denna delrapport är framtagen för att ge en bild kring vattensituationen i Sverige idag och reder även ut begrepp kring vattenbrist. Den riktar sig främst till personer som arbetar med planering av vattenförsörjning, till exempel vattenförsörjningsplaner. Det är dock en förhoppning att den ska vara till nytta för många fler.

2 Grundläggande fakta om vattenbrist och vattentäcker

2.1 Vem behöver vattnet?

Förutom att vattnet ska räcka till många olika mänskliga användningsområden, är sjöar och vattendrag livsnödvändiga för växtlighet, vilda djur och som boendemiljö för vattenlevande djur.

En god vattenkvalitet gör att människor, djur och växtlighet kan använda vattnet i högre utsträckning. För att detta ska uppnås behöver den mänskliga påverkan ses över. Två exempel är minskad övergödning och fria vattenvägar.

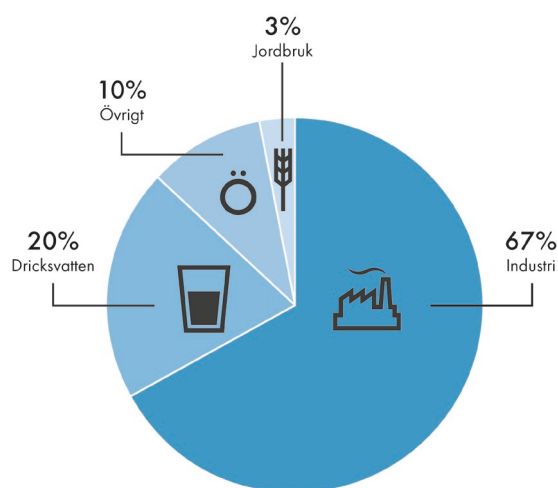
Figuren nedan visar några av de större behoven som finns kring ett vattendrag. Några mänskliga behov är: vattenkraft, industri, dricksvatten, turism och rekreation, transport och bevattning för jordbruk.



Figur 1. Vattnet är till användning för många.

I Sverige står industrin för två tredjedelar av vattenanvändningen och dricksvattenproduktion för cirka en femtedel. Jordbruket står endast för 3 procent av den totala vattenanvändningen (SCB, 2017) men detta vatten behövs främst under torra somrar då vattentillgången i sjöar, vattendrag och grundvattenmagasin kan vara begränsad (se Figur 2).

En stor del av Sveriges vatten är reglerat och används för vattenkraftproduktion. Detta påverkar vattenflödet mycket i många vattendrag. Om förutsättningarna finns kan regleringar användas för att spara vatten för att kunna ha ett jämnare flöde i ett vattendrag. Detta gör att vattenföringen kan upprätthållas under längre torrperioder.



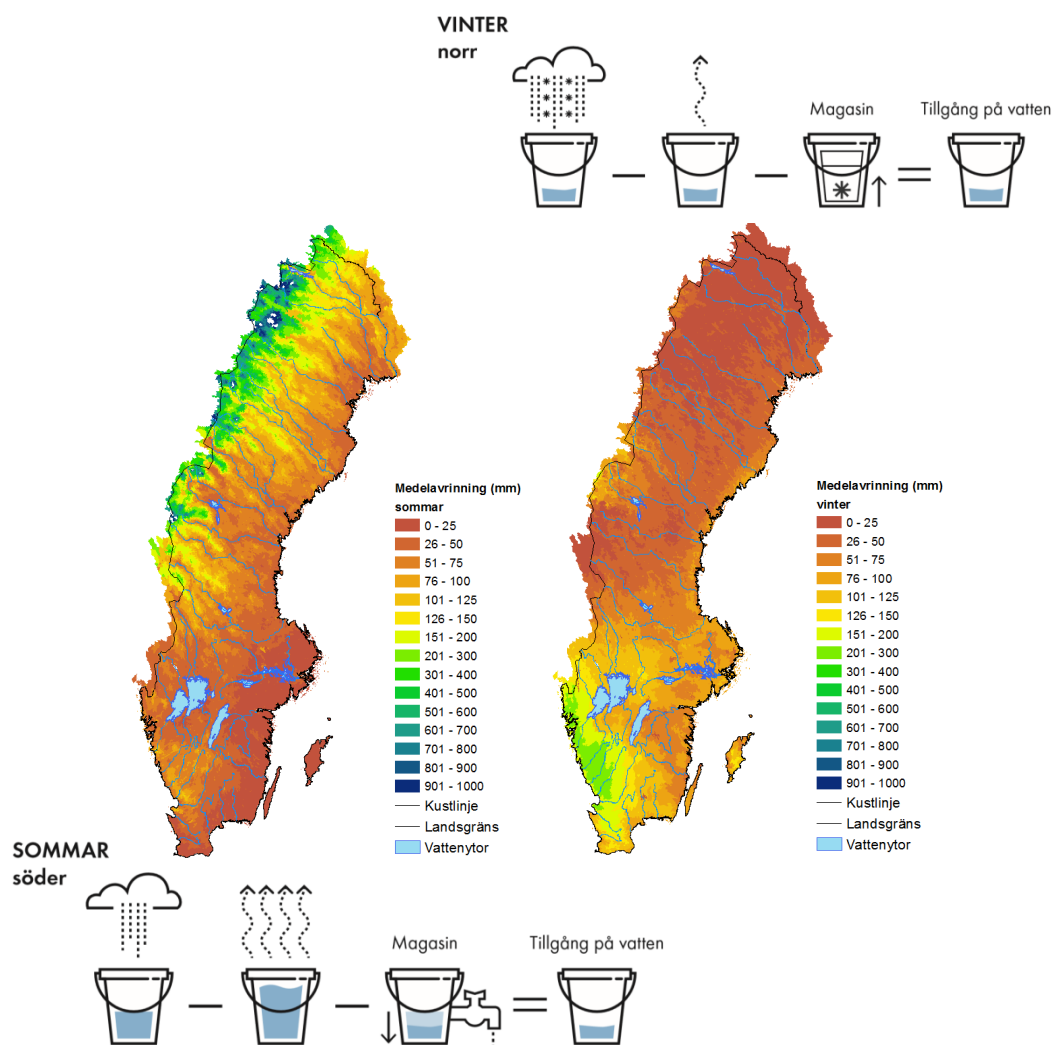
Figur 2. Enligt statistik från SCB använder industrin två tredjedelar av total vattenanvändning. Cirka en femtedel används för dricksvattenproduktion och tre procent används inom jordbruket.

2.2 Vattenbrist i Sverige – ”Sjöarnas land”?

Sverige är ett land med stora vattentillgångar. Vi har ett klimat där det, sett över ett år, i genomsnitt faller mer nederbörd än vad som avdunstar. Det sker ett ständigt flöde av vatten genom sjöar och vattendrag från land till hav.

Under året varierar vattentillgången, vilket främst styrs av nederbörd och avdunstning (Figur 3). I begränsade perioder och på lokal nivå kan det förekomma att tillgången till vatten inte täcker alla behov. Det uppstår vattenbrist.

Klimatförändringarna gör Sverige varmare vilket påverkar tillgången till vatten. I genomsnitt väntas vintrarna bli varmare och blötare. Samtidigt kommer en förlängd växtsäsong och ökad avdunstning att minska tillgången på vatten under sommarhalvåret, särskilt i södra Sverige. Skyfallen förväntas bli kraftigare. Denna typ av nederbörd kan vara svårt för mark och växter att ta tillvara på. Vi behöver anpassa oss till ett förändrat klimat och vattenbrist i delar av landet.



Figur 3. Sett över ett år har hela Sverige god tillgång till vatten. Under kortare tidsperioder och lokalt kan tillgången minska. Figurerna visar medelavrinningen för perioden 1981–2010 i landet uttryckt i mm sommartid (vänster) samt vintertid (höger). Sommartid är avrinningen mindre för södra och östra Sverige då avdunstningen är hög och vintertid är den låg i mellersta och norra Sverige då vattnet är bundet i form av snö.

2.3 Vattenbalans

Ett områdes vattenbalans kan ses som dess ”vattenbudget”. Budgeten påverkas av den mängd vatten som finns sparad, som tillkommer och som förs bort. På pluskontot finns det vatten som är lagrat och det som kommer till från regn, snö eller vattendrag uppströms. På minussidan finns det vatten som rinner eller dunstar bort. Vatten kan lagras både ytligt i till exempel sjöar och våtmarker, men också i grundvattenmagasin under marken.

Det är viktigt att kunna beräkna ett områdes vattenbalans och på så sätt få en bra uppfattning om vattentillgången.

2.3.1 Vattenbalansekvationen

Med vattenbalansekvationen kan avrinningen räknas ut med hjälp av nederbörd, avdunstning och förändring i vattenmagasin.

P = nederbörd (engelska: precipitation; regn, snö, hagel)

E = Evapotranspiration, avdunstning från mark, sjöar, vattendrag och växtlighet

ΔS = förändring i vattenmagasin (engelska: storage). Magasin kan innefatta snö, sjöar, mark- och grundvatten.

Q = Avrinning (franska: quantité) – den mängd vatten som lämnar ett område via vattendrag uttryckt per ytenhet

VATTENBALANSEKVATIONEN



Vattenbalans på webben

På smhi.se kan du följa vattenbalansen för olika delar av Sverige.

www.smhi.se/vadret/vadret-i-sverige/vattenbalans

2.4 Vattenbrist uppstår när behovet är större än tillgången

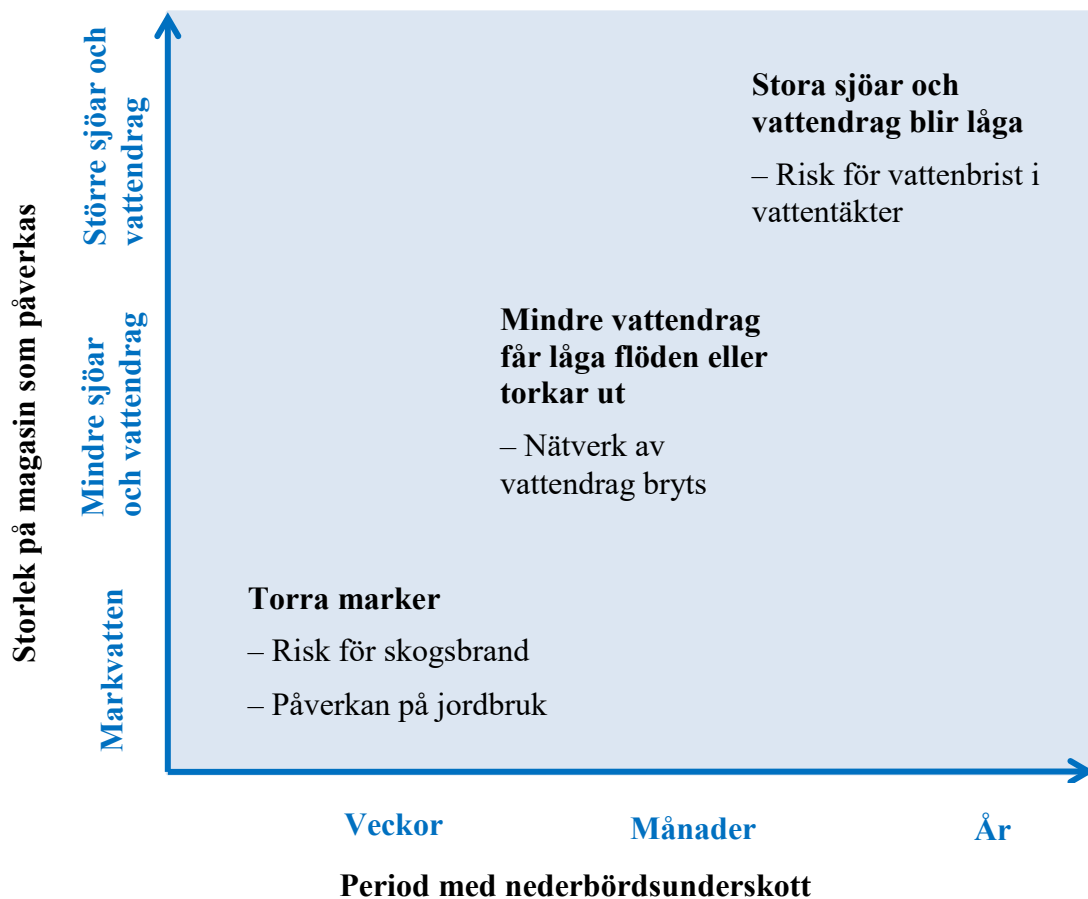
Vattenbrist betyder att det finns ett större behov av rent vatten än vad som finns tillgängligt. Bristen är därför starkt kopplad till användandet av vatten.

Vattenanvändandet kan lokalt leda till vattenbrist eller att prioriteringar krävs mellan olika typ av vattenanvändning behövs. Djur och växter är också beroende av vatten och kan därför betraktas som vattenanvändare.

Historiskt sett är det framförallt områden i östra delarna av Götaland och Svealand som haft vattenbrist under år med liten nederbörd (SMHI, 2003).

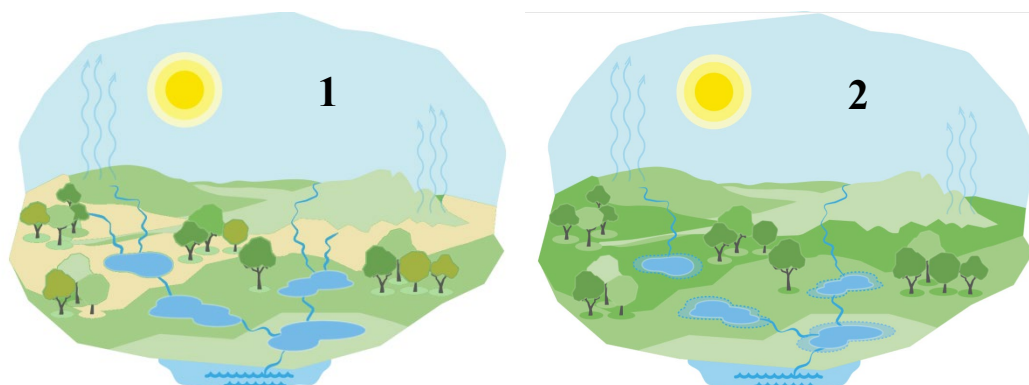
2.5 Låg vattentillgång ser ut på olika sätt

Vattenbrist uppstår när behovet av vatten överstiger tillgången. Beroende på tidpunkt och plats varierar tillgången. Förmågan att magasinera vatten varierar mellan olika områden och det påverkar vattentillgången under torrperioder. I vissa områden är förmågan att hålla kvar vattnet sämre och i andra bättre. Vattnets kretslopp börjar med att vatten faller som nederbörd som sedan dunstar tillbaka eller transporteras och lagras i landskapet på väg ut i havet. Områden påverkas olika av perioder med låg nederbörd vilket illustreras i Figur 4.



Figur 4. Schematisk illustration över påverkan av låg nederbörd på områden med olika förutsättningar.

Scenarierna ovan kan inträffa var för sig eller samtidigt. I Figur 5 visas två exempel. Bild 1 illustrerar torra marker och bild 2 när större sjöar och vattendrag blir låga.



Figur 5. Samma landskap kan drabbas på olika sätt av ovanligt lite nederbörd. Denna schematiska bild illustrerar två exempel:

1. Från början finns det gott om vatten i sjöar och vattendrag. Under sommarperioden faller det under en kortare period (veckor), inget eller lite regn. Hög avdunstning i kombination med lite regn till marken gör att markvattenhalten blir låg och mindre vattendrag får låga vattenflöden eller torkar ut. Större sjöar och vattendrag har fortfarande god tillgång till vatten. Denna vädersituation ger främst effekt på jordbruk och risken för skogsbrand ökar. Tillgång till råvatten från ytvattentäkter påverkas inte.
2. Det regnar mindre än normalt under en längre period (månader eller år) och nivåer i sjöar och vattendrag sjunker. Större vattendrag och sjöar kan få låga nivåer och mindre sjöar kan till och med bli utloppslösa. Under sommarmånaderna räcker inte nederbörden för att fylla på i sjöar och vattendrag och det uppstår problem för till exempel dricksvattenproducenter, industrier eller kring bevattning. Användning av vatten som har sitt vattenuttag kopplat till vattendom kan komma att begränsas. Den nederbörd som faller kan däremot vara tillräcklig för att fylla på i mark och mindre vattendrag.

2.6 Vad påverkar vattentillgången?

Storleken på flödet i ett vattendrag varierar naturligt under året. De minsta flödena i ett vattendrag förekommer vanligtvis under en viss period på året – lågflödesperioden. I norra Sverige är flödet generellt lägst på vintern. Det beror på att vattnet är bundet som snö. I södra Sverige däremot är det under sommaren och början av hösten som tillgången till vatten oftast är som lägst. Det är då växtligheten använder mycket vatten och avdunstningen är hög. Det är även då vattenbehovet ökar för vissa sektorer, till exempel jordbruksbevattning och dricksvatten i turistområden.

Små vattendrag har ofta en mindre buffert och därför större risk att få låga flöden. I Sverige kommer den största delen av vattenflödet i mindre vattendrag från grundvatten. Påfyllning av vatten till vattendrag kan också ske från närliggande våtmarker, sjöar eller via ytavrinning (Smakhtin, 2001; Grip, H., Rodhe, A, 1985).

Ett vattendrags flöde påverkas av många olika faktorer som kan vara både naturliga och mänskliga. Vanlig påverkan av människa är dikning av skog, jordbruk och vägar eller dammar för vattenkraft. Fler exempel på både mänskliga och naturliga påverkande faktorer är:

Naturliga faktorer:	Mänskliga faktorer:
• Områdets mark eller jordtyp	• Reglering genom dammar
• Hur vattnet infiltrerar i marken	• Vattenuttag från vattendrag, sjö eller grundvatten
• Hur mycket vatten som marken kan hålla	• Tillförsel från utsläpp, avlopp
• Hur vattnet rinner till området	• Tillförsel från annat avrinningsområde
• Hur avdunstningen från området ser ut	• Dikning
• Områdets växtlighet	• Skogsbruk
• Områdets klimat	• Förändringar i markanvändning
• Andelen sjöar	(Smakhtin, 2001).

Risken för vattenbrist är störst under lågflödesperioden eftersom tillgången på vatten då är som lägst. Denna period kan förändras med effekterna av ett förändrat klimat.

I områden med återkommande vattenbrist finns ofta beredskap för detta medan områden som sällan upplevt vattenbrist kan påverkas stort om tillgången minskar oväntat. Detta kan även gälla om kvaliteten på vattnet förändras vilket exempelvis kan påverka dricksvattenproduktionen.

2.6.1 Nederbördens betydelse

Den viktigaste klimatmässiga faktorn som styr vattentillgången är nederbörden. Vid längre perioder utan nederbörd dräneras vattenlagren i mark och sjöar. Storleken hos vattenlagren blir då avgörande för vattentillgången.

Nederbörden har varierande betydelse för vattentillgången beroende på när under året den faller. Under vegetationsperioden tas en stor del av nederbörden upp av växtligheten. Avdunstning och transpiration är hög. Då krävs relativt stora mängder nederbörd för att påverka vattentillgången. Under vinterhalvåret är avdunstningen lägre, vilket gör att även små nederbördsmängder kan påverka vattentillgången. Det finns undantag och ett av dem är nederbörd som faller som snö, vilket främst påverkar vattentillgången efter snösmältningen.

Eftersom vattentillgången till stor del styrs av nederbörd som faller under en längre period, veckor till månader och år, är det vanligt att använda nederbördssumman för att beskriva vattentillgången. Nederbördssumma är den samlade mängden nederbörd som faller under en viss period.

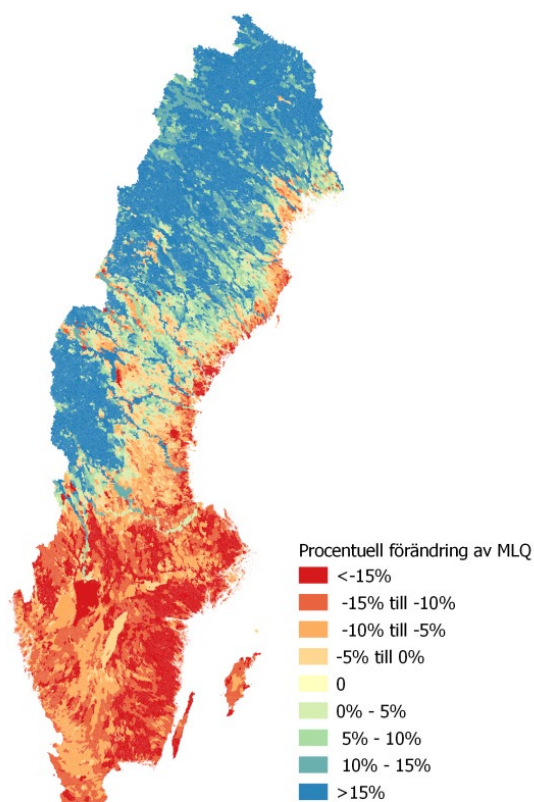
2.6.2 Temperaturens betydelse

Temperaturen påverkar vattentillgången på flera olika sätt. Dels avgör den om nederbörden faller som snö eller regn, men den påverkar också hur mycket vatten som avdunstar och transpireras av växter.

Ett sätt att belysa temperaturens betydelse för vattentillgången är att genomföra en känslighetsanalys med hydrologisk modell. Analysen som gjorts utgår från uppmätt temperaturer och flöden mellan åren 1981–2010. Resultatet i Figur 6 visar hur lågflöden i vattendrag skulle påverkas om lufttemperaturen höjdes med en grad jämfört mot medelvärde för perioden 1981–2010. Resultaten visar tydligt att lågflöden i södra Sverige skulle bli lägre än jämfört med perioden 1981–2010, medan lågflöden i nordvästra Sverige skulle bli högre. Anledningen är att lågflöden inträffar under olika tider av året i norra och södra Sverige. I norr, där årets lägsta flöden inträffar under vintern när det ligger snö på marken, innebär en grads temperaturökning högre vattentillgång på grund av snösmältning. I syd, där årets lägsta flöden inträffar under sommar/höst så ger en grads temperaturökning minskad vattentillgång eftersom avdunstning och transpiration ökar.

I södra Sverige kan alltså lågflöden bli mer än 15 procent lägre om temperaturen skulle öka med en grad, medan de skulle öka lika mycket i nordväst.

Analysen visar hur stor betydelse temperaturen har för lågflöden. Den förväntade ökningen i temperatur mot slutet av seklet är dock mycket högre än en grad och är inte jämnt fördelat över landet (jämför kapitel ”3.3 Klimatet i slutet av seklet”).



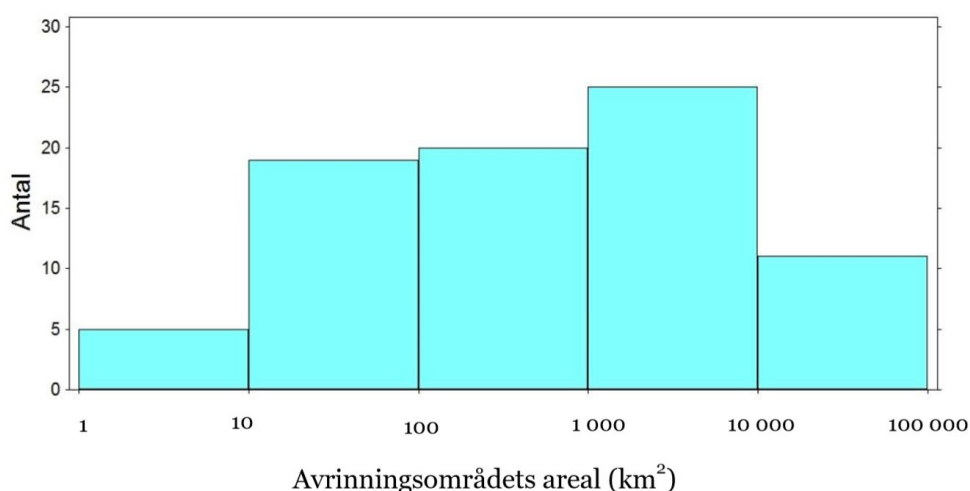
Figur 6. Procentuell förändring av medellågvattnenföringen (MLQ), beräknad för perioden 1981–2010, om lufttemperaturen skulle öka med en grad.

2.7 Vad är en vattentäkt?

En vattentäkt är vatten som används för vattenförsörjning, till exempel för dricksvattenproduktion, industriändamål eller för bevattning. Sjöar och vattendrag kallas ytvattentäkter och vatten som tas från grundvatten genom brunnar, kallas grundvattentäkter. I Sverige är det vanligt att dricksvatten i större tätorter produceras genom konstgjord infiltration. Det är när ytvatten pumpas till ett område där det infiltrerar till grundvatten och sedan används för dricksvattenproduktion.

Via vattenverk görs råvatten från vattentäkten om till dricksvatten. Cirka hälften av dricksvattnet som finns i Sverige kommer från ytvatten och resten är lika fördelat mellan naturligt och konstgjort grundvatten. Däremot är det olika i antal. Det finns få men stora ytvattenverk och många mindre grundvattenverk (Svenskt vatten, 2016).

Figur 7 visar hur stort avrinningsområde som Sveriges ytvattentäkter har. Där i ses att ytvattentäkter finns i sjöar och vattendrag av olika storlekar. Figuren kommer från HaV (2018).



Figur 7. Avrinningsområdesarealer för Sveriges ytvattentäkter. Källa HaV (2018).

2.8 Riskmeddelanden från SMHI och SGU

Sedan 2017 utfärdar SMHI/SGU ett riskmeddelande när markvattenhalter, vattenflöden och grundvattennivåer väntas bli mycket låga.

Riskmeddelande från SMHI och SGU

På smhi.se kan du se eventuella riskmeddelanden.

www.smhi.se/vadret/vadret-i-sverige/risk-for-vattenbrist

2.9 Internationellt perspektiv

På många håll i världen, exempelvis i Europa, Nordamerika och Asien, är användandet av vatten det som styr om vattenbrist finns och hur allvarlig den är (Wada m. fl., 2013).

I internationella sammanhang kan vattenbrist användas för att definiera vattentillgången över områden. Om den årliga tillgången är mindre än 1000 kubikmeter per person och år säger man att området har vattenbrist. Om ett område har tillgång till mindre än 500 kubikmeter vatten per person och år råder absolut vattenbrist (WWAP, 2012).

I Sverige används begreppet vattenbrist mer generellt för när tillgången på rent vatten understiger behovet.

2.10 WEI + indexet

Ett internationellt mått som används för att titta på begreppet vattenbrist är indexet WEI+. Det beskriver skillnaden mellan vattenuttag och återfört vatten i relation till tillgängligt vatten (se nedan) (SMHI, 2018a).

$$WEI+ = \frac{\text{Vattenuttag} - \text{Återfört vatten}}{\text{Tillgängligt vatten}}$$

I Sverige har man istället utgått från WEI på grund av att data för återfört vatten saknas.

$$WEI = \frac{\text{Vattenuttag}}{\text{Tillgängligt vatten}}$$

WEI index beräknades för landets alla vattendistrikt. Beräkningarna gjordes med SCBs rapporterade statistik för vattenanvändning, som vattenuttag, (SCB) och tillgängligt vatten beräknades från data som SMHI rapporterat till EEA, Europeiska miljöbyrån. Tillgängligt vatten beräknades utifrån nederbörd (P) minus verklig evapotranspiration (Eta).

Landet som helhet har ett WEI-index på cirka 2 procent, vilket betyder att det på nationell skala finns god tillgång på vatten. Högst WEI-index har Norra Östersjöns vattendistrikt på 6 procent. Inte heller detta är ett högt värde på WEI-index med internationella mått mätt men på finare skala i tid och rum kan WEI-index vara betydligt högre, till exempel sommartid i kustområden i sydöstra Sverige. Därför är det viktigt att kunna beräkna WEI och WEI+ index på en högre detaljnivå. Detta kan vi inte göra idag på grund av att vattenuttagsdata saknas med en högre upplösning.

3 Ytvattentillgången i Sverige nu och i framtiden

Sverige har ett gynnsamt klimat med relativt stor nederbörd och en stor andel sjöar. Tillgången på vatten har ofta setts som självklar. I ett varmare klimat kommer vattentillgången i framförallt sydöstra Sverige att förändras (SMHI, 2019a).

Under somrarna 2016–2018 upplevde flera kommuner vattenbrist och införde åtgärder som bevattningsförbud eller uppmanade invånarna att använda vattnet med försiktighet.

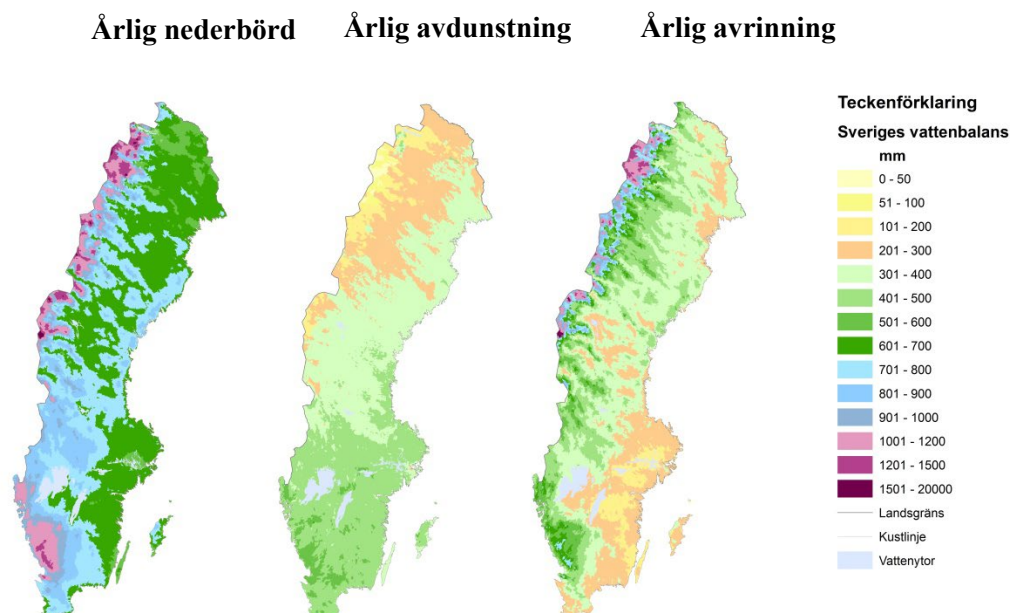
Livsmedelsverket har tagit fram en handbok för arbete med klimatanpassning av dricksvatten. Handboken handlar om hur kommuner kan klimatanpassa sin dricksvattenproduktion för att säkra tillgången till dricksvatten i framtiden. Där finns även information om krisberedskap för dricksvatten och kontakt till VAKA–Nationell vattenkatastrofgrupp som kan vara till stöd för kommuner och regioner som drabbats eller kan komma att drabbas av problem med dricksvattenförsörjningen (Livsmedelsverket 2019).

Klimatanpassat dricksvatten

På livsmedelsverkets [hemsida](#) finns information om klimatanpassning av dricksvatten och information om krisberedskap för dricksvatten.

3.1 Sveriges vattenbalans

Vattenbalansen påverkas både av geografiska skillnader och av årstider. Nederbörden är i medeltal störst i landets västra delar. Avdunstningen påverkas mycket av temperaturen och är störst i södra Sverige, i vissa områden avdunstar 70 procent av nederbörden. Det gör att avrinningen, det vill säga det vatten som rinner till vattendrag och sjöar, är som minst i östra Götaland och Svealand (Figur 8). Det är också detta område som ofta drabbas av vattenbrist.



Figur 8. Sveriges vattenbalans. Från vänster: modellerade värden för årlig nederbörd, årlig avdunstning och årlig avrinning. Perioden för beräkning är 1981–2010 (SMHI, 2018b). I bilaga A finns motsvarande kartor uppdelade för olika säsonger.

Avrinningens variation i landet ger en ungefärlig bild av grundvattenbildningen eftersom avrinningen i Sverige till största del består av grundvatten (Grip och Rodhe, 1985). Områden med låg avrinning kan därför sägas även ha låg grundvattenbildning. Det finns dock områden där avrinningen inte hänger samman med grundvattnet i lika stor utsträckning. Ett exempel är områden med hög ytavrinning, till exempel urbana områden med stor andel hårdgjord yta.

3.2 Risk för brist idag, var är risken störst?

Det finns många faktorer som påverkar tillgången på vatten i ett område, men följande tre kategorier sammanfattar de flesta faktorer:

- Klimat, exempelvis nederbörd och temperatur
- Magasinerande förmåga, hur mycket vatten området kan mellanlagra
- Vattenanvändning, hur mycket vatten som används

För att hitta de områden med störst risk för vattenbrist kan man utgå från dessa faktorer. Områden med störst risk för vattenbrist är de med flera riskfaktorer. Vid en sådan kartläggning är det svårt att veta vilken av dessa faktorer som ska väga tyngst. Därför kan det vara lämpligt att ge dem lika stor vikt.

3.2.1 Klimat

Klimatet styr tillgången på vatten genom nederbörd och avdunstning. En bra klimatrelaterad indikator för vattentillgång är områdets genomsnittliga avrinning, eftersom den visar skillnaden mellan nederbörd och avdunstning. Sveriges årliga avrinning kan ses i Figur 8 i kartan till höger. Avrinningen är också kopplad till grundvattenbildningen, då en stor del kommer från grundvattenutflöden.

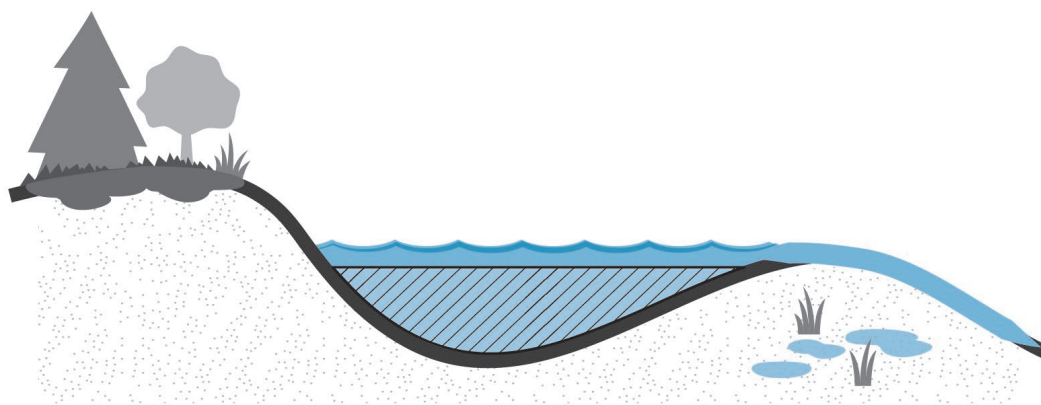
Avrinningen i Sverige är olika för olika delar. Lägst avrinning har de sydöstra delarna av landet, inklusive Öland och Gotland. Högst avrinning har fjällkedjan. Den klimatrelaterade risken för vattenbrist är därför högst i sydöstra Sverige där skillnaden mellan nederbörd och avdunstning är lägst. Ett annat sätt att uttrycka det är att överskottet av vatten är minst i sydöstra Sverige.

3.2.2 Magasinerande förmåga

Att landskap magasinerar vatten i mark, våtmarker, sjöar och vattendrag har varit känt i flera hundra år. Det är den främsta anledningen till att flöden genom bäckar, åar och floder fortgår även under perioder när det inte regnar. Den magasinerande förmågan varierar mellan olika områden och beror mycket på hur marken och sjöandelen ser ut. Generellt har områden med tunna jordar lägre magasinerande förmåga än mer mäktiga jordar. Områden med sjöar har i regel större magasinerande förmåga än områden utan sjöar.

Den magasinerande förmågan bidrar med en buffert för hur områden reagerar på väder- och säsongsvariation. Denna buffert jämnar ut effekter av omväxlande blött och torrt väder, och är därför en viktig egenskap att ta hänsyn till när man ska bedöma risken för vattenbrist. Högst risk har generellt områden med liten magasinerande förmåga eftersom väderväxlingar där påverkar vattentillgången i högre grad.

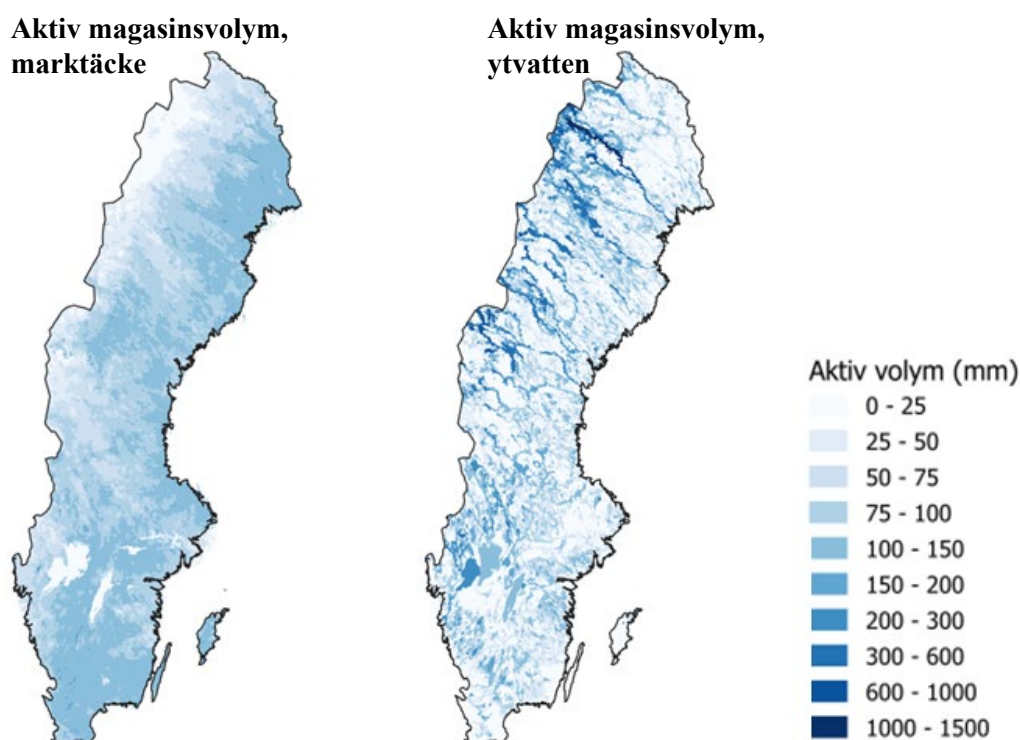
Man bör tänka på att det aktiva magasinet inte är det samma som det totala magasinet i områden. Dessa skiljer sig åt då en stor del av vattnet i både mark och sjöar inte kan dräneras. Ett exempel på detta kan ses i Figur 9 nedan där den aktiva magasinvolymen, i blått, beskriver områdets magasinerande förmåga.



Figur 9. Illustration av den aktiva magasinvolymen i en sjö. Blått är den aktiva magasinvolymen och det streckade är den totala magasinvolymen.

I Figur 10 visas den aktiva magasinvolymen i Sverige för marktäckte och ytvatten. Kartorna visar skillnaden mellan lägsta och högsta magasinerade volym under en längre tidsperiod. Den aktiva volymen i marken har beräknats utifrån lokala markegenskaper och tar ingen hänsyn till flödesvägar genom avrinningsområden. Den aktiva volymen i ytvattnet har beräknats kumulativt för flödesvägarna genom avrinningsområden. En stor sjö/magasin högt upp i avrinningsområdet bidrar alltså med en magasinering förmåga i ytvattnet nedströms.

I Figur 10 syns att den aktiva magasinvolymen i Sverige varierar över landet. Volymen i marktäcket är mindre i fjällområden och i kustområden. Ser man till volymen i sjöar och vattendrag varierar den också och är låg på exempelvis Öland och Gotland. Däremot har magasineringen i sjöar förstärkts genom vattenkraftsdammar i framför allt nordvästra Sverige, vilket påverkar de stora norrlandsälvarna hela vägen till mynningen i havet.



Figur 10. Den aktiva magasinvolymen i marktäcket (vänster) och i ytvatten (höger).

Den magasinering förmågan är inte enbart styrd av naturliga förutsättningar, utan även av mänskliga aktiviteter. Exempel på både naturlig och mänsklig påverkan på ett vattendrags flöde kan ses i tabellen i kapitel 2.6. Vissa aktiviteter minskar den magasinering förmågan medan andra höjer den magasinering förmågan.

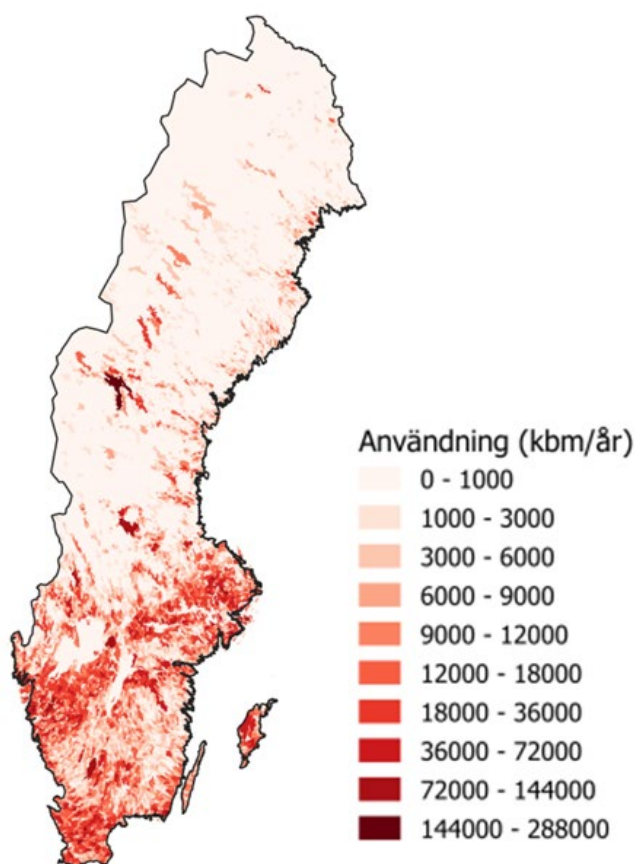
3.2.3 Vattenanvändning

Människans användning av vatten kan ha stor påverkan på vattentillgången och det är därför relevant att beskriva den som riskfaktor. Olika typer av vattenanvändning påverkar vattentillgången på olika sätt. Viss användning har främst en lokal påverkan, till exempel bortledning av vatten för vattenkraft, eftersom vatten kan återföras till vattendraget en bit nedströms. Annan användning leder till nettoförluster, till exempel vattenuttag för bevattning inom jordbruket, där vattnet till största del avdunstar.

I Sverige finns än så länge ingen sammanställning av vattenanvändningen i olika avrinningsområden. Detta gör det svårt att använda denna riskfaktor i den samlade riskbedömningen. På nationell skala finns rapporter om vattenanvändningen från SCB. Arbete pågår med att kartlägga olika typer av vattenanvändning lokalt. Det är ett arbete som sannolikt kommer ta mycket tid att samla tillräckligt stor information för att kunna beskriva landets vattenanvändning på en lokal skala.

Med statistik från SCB kan den enskilda vattenanvändningen uppskattas för fast boende vilket kan ses i Figur 11. Denna har uppskattats med hjälp av schabloner. Områden med hög vattenanvändning löper större risk för vattenbrist än områden med låg vattenanvändning. För att få en fullständig bild av vattenanvändningen lokalt behövs motsvarande kartering för andra sektorer, till exempel industrin, kommunalt dricksvatten och jordbrukets bevattning.

Den enskilda vattenanvändningen för fast boende är endast en väldigt liten del av den totala vattenanvändningen. Det är därför viktigt att kartlägga andra delar som kan ha större påverkan på användningen.



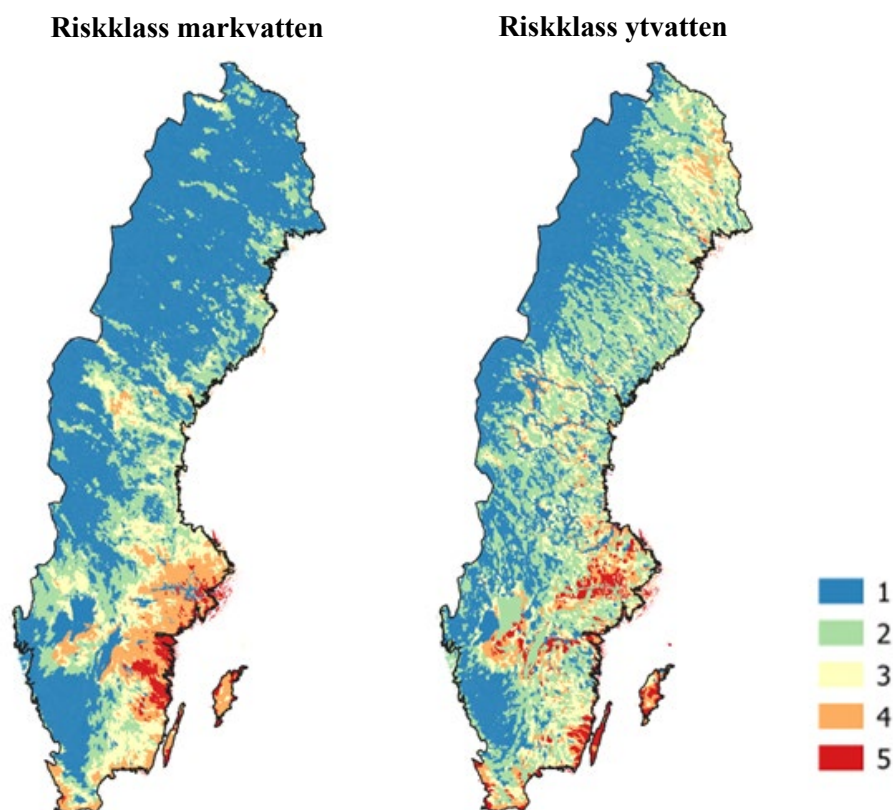
Figur 11. Enskild vattenförsörjning från fast boende. Källa: SCB 2019.

3.2.4 Sammanvägd risk för vattenbrist, ett exempel

Genom att väga samman de olika riskfaktorerna (klimat, magasinering förmåga och vattenanvändning) kan en generell risk för vattenbrist karteras. Det finns många sätt att göra en sådan sammanvägning, men några exempel visas i Figur 12. I detta exempel har inte den kompletta vattenanvändningen vägts in eftersom ett komplett underlag saknas, utan endast klimat, magasinering förmåga och enskild vattenförsörjning.

De två kartorna visar var risken för vattenbrist är störst gällande markvatten respektive ytvatten. Markvattenkartan mäter utsatthet för torka hos de areella näringarna som jordbruk och skogsbruk, medan ytvattenkartan mäter utsattheten för vattenuttag i sjöar och vattendrag och även vattenlevande djur och organismer.

Områden med en generell hög risk för torka i både markvatten och ytvatten omfattar sydöstra Sverige med Öland och Gotland, västgötaslätten och kustområdena i Skåne.



Figur 12. Riskkarta för mark- och ytvatten. 1–låg risk 5–hög risk. Kartorna är i detta exempel enbart framtagna utifrån vattenanvändningen av enskilt vatten.

3.3 Klimatet i slutet av seklet

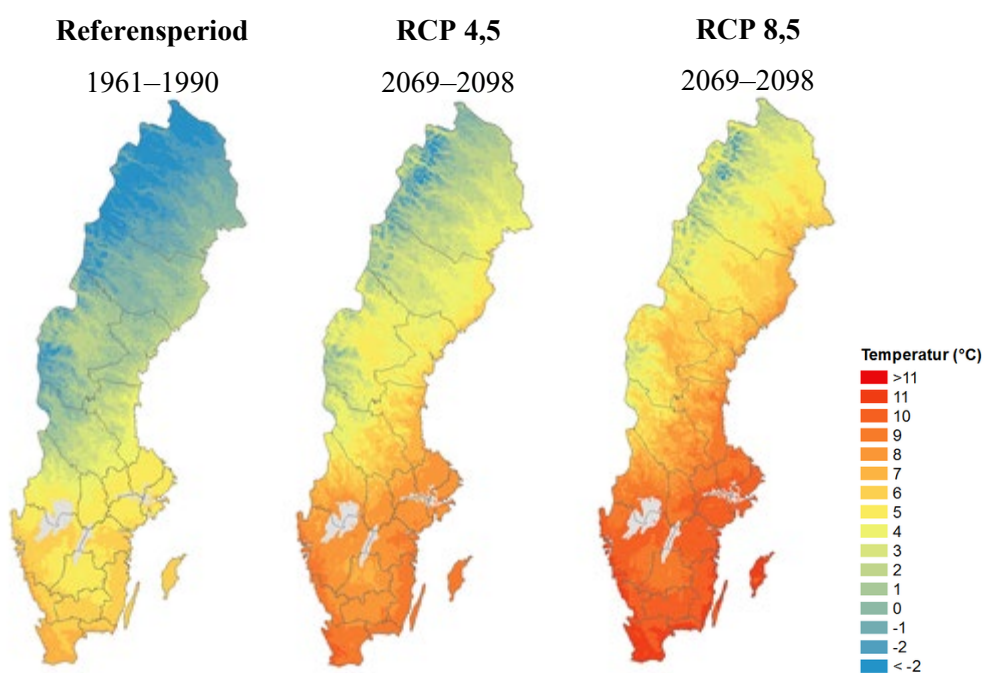
Hur framtidens klimat blir beror till stor del på hur utsläppen av växthusgaser ser ut framöver. För att visa möjliga utvecklingsvägar för jordens klimat framöver har FN:s klimatpanel IPCC tagit fram olika scenarier. I denna rapport kommer vi visa resultat baserade på beräkningar med två utsläppsscenarier. RCP 4.5 med begränsade utsläpp av växthusgaser och RCP 8.5 med höga utsläpp av växthusgaser. RCP är en förkortning för "representative concentration pathway" (SMHI, 2015a).

Länsanalyser

I SMHI:s länsvisa klimatanalyser ser man hur framtida klimat kan komma att påverka Sverige och varje län. Där finns även analyser för flera vattendrag inom varje län.

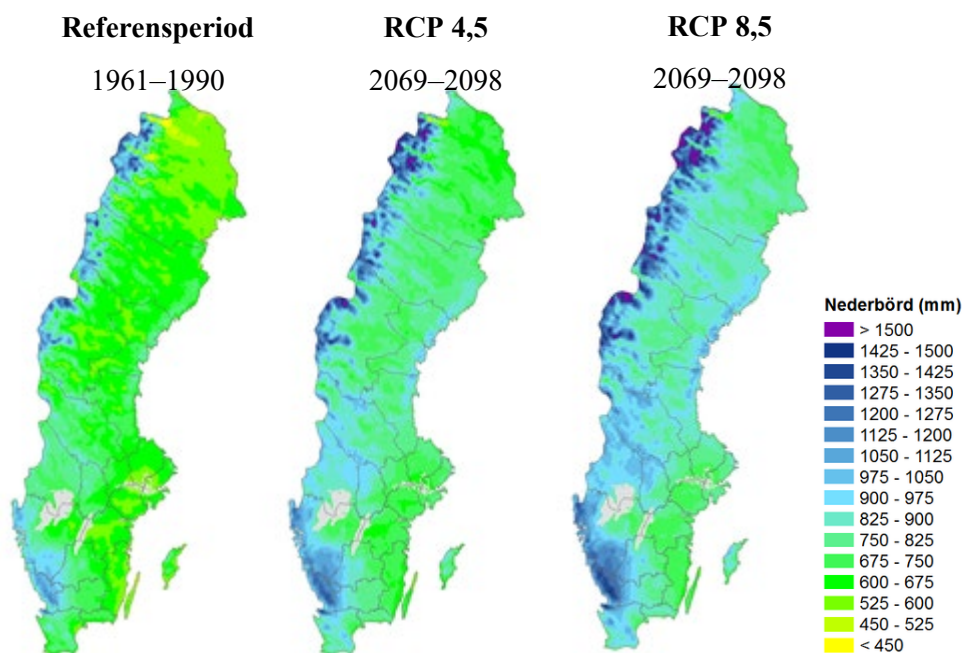
www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/lansanalyser

Temperaturen i Sverige förväntas öka mest i landets norra delar. Medeltemperaturen för de olika scenarierna och för referensperioden 1961–1990 kan ses i Figur 13 (SMHI, 2019a).



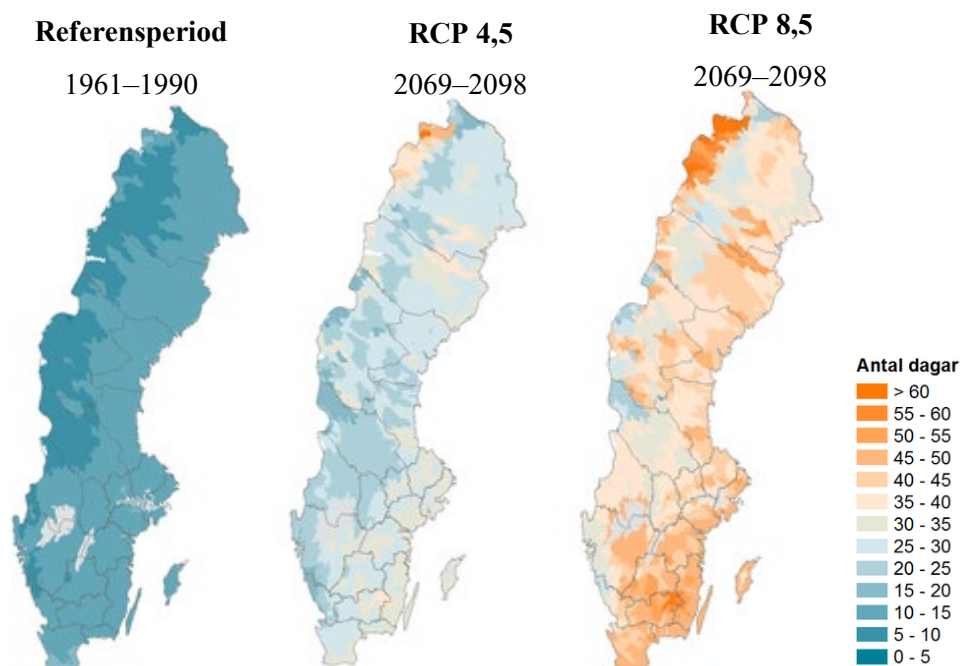
Figur 13. Årsmedeltemperatur i dagens klimat och i slutet av seklet. Kartan till vänster visar observationsbaserade medelvärden för perioden 1961–1990 och kartorna i mitten och till höger visar två olika scenarier för perioden 2069–2098 (SMHI, 2019a).

Forskningen visar att Sverige framöver kan få ökad nederbörd och att risken för skyfall ökar (SMHI, 2017a). Kartor som visar årsmedelnederbörden för två klimatscenarier och referensperioden kan ses i Figur 14.



Figur 14. Årsmedelnederbörd i dagens klimat och i slutet av seklet. Kartan till vänster visar observationsbaserade medelvärden för perioden 1961–1990 och kartorna i mitten och till höger visar två olika scenarios för perioden 2069–2098 (SMHI, 2019a).

Trots att nederbörden förväntas öka över stora delar av landet leder en ökad temperatur även till ökad avdunstning, lägre markfuktighet och mindre mängd ytvatten under vissa perioder på året. Figur 15 visar resultat från beräkningar av markfuktighet idag och i framtiden. Som kartan till höger i Figur 15 visar förväntas delar av Sverige *i genomsnitt* få uppemot två månader med låg markfuktighet i slutet av seklet. Låg markfuktighet beräknas som medelvärdet av alla års lägsta markfuktighet (SMHI, 2019a). Under torrår kan perioden bli längre, och under blöta år kortare.

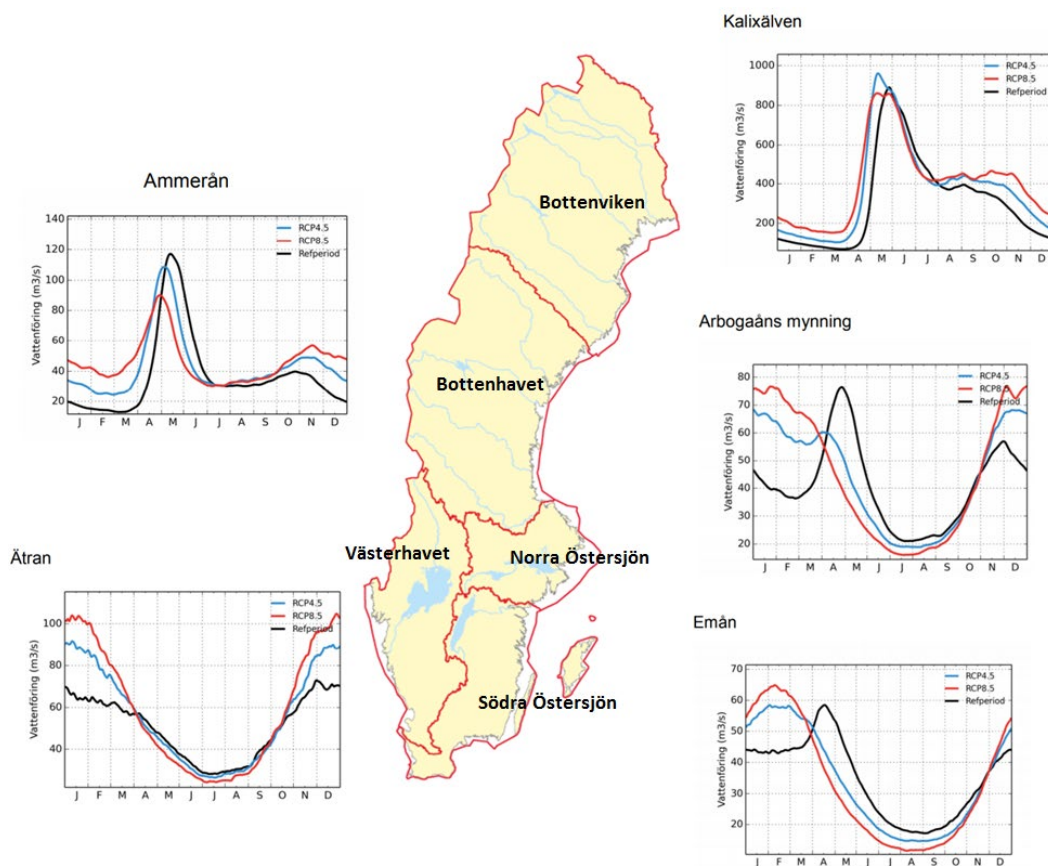


Figur 15. Genomsnittligt antal dagar per år med låg markfuktighet för olika klimatscenarion. Kartan till vänster är referensperioden. (SMHI, 2019a)

3.4 Förändrade flöden

Sverige är indelat i fem vattendistrikt där uppdelningen utgår från avrinningsområden och inte länsgränser. Ett län kan vara med i flera distrikt. Ett distrikt innehåller flera avrinningsområden. Distrikten och dess vattendrag påverkas på olika sätt av förväntade klimateffekter vilket kan ses i Figur 16 (SMHI, 2015 a–e).

I Figur 16 visas de fem olika distrikten med ett diagram med flödesvariationerna för ett vattendrag från varje distrikt.



Figur 16. Sveriges fem vattendistrikt och diagram för ett oreglerat vattendrag inom varje distrikt. I diagrammen visas vattendragets medelflöde, den svarta linjen för referensperioden 1963–1992, den blå linjen för framtidsscenariot RCP 4.5, den röda linjen för scenariot RCP 8.5 för perioden 2069–2098 (SMHI, 2015 a–e).

I Bottenvikens vattendistrikt förväntas vattenföringen i medeltal öka något under höst, vinter och vår, mest på grund av att nederbörden faller som regn istället för som snö i ett varmare klimat. Flödestoppen under vårfloden påverkas inte lika mycket, men inträffar tidigare.

För Bottenhavets distrikt blir förändringen större vintertid då flödet ökar mycket. Vårfloden blir i medeltal lägre och inträffar tidigare.

För de övriga vattendistrikten väntas flödet generellt öka vintertid då den snötäckta perioden försvinner och flödestoppar i samband med snösmältning blir ovanligare. Sommartid gör ökad avdunstning att flödet minskar. Särskilt i Södra Östersjöns vattendistrikt väntas lägre flöden under en längre period under sommarsäsongen.

4 Tre somrar – 2016, 2017 och 2018

Under somrarna 2016, 2017 och 2018 förekom det vattenbrist på ovanligt stor skala i Sverige. Anledningen till bristsituationerna skilde sig mellan åren och effekterna blev därför även de olika. Nedan beskrivs åren översiktligt. Mer information finns på smhi.se i en artikel om Hydrologiska Torrperioder (SMHI, 2019b).

4.1 2016 – Långsiktig underskott och låga nivåer

Lite nederbörd under hösten 2015 gjorde att flödena i vattendragen sjönk i nästan hela landet. På sina håll var det den lägsta oktobernederbörden som uppmätts sedan mätningarna började. En fortsatt torr vinter gjorde att grundvattenmagasin och sjöar inte fylldes på som normalt, utan hade ovanligt låga nivåer när våren kom och växtsäsongen inleddes.

Sommarmånaderna 2016 var torra med låg vattenföring i flera vattendrag i sydöstra Sverige. Grundvattennivåerna i samma område var extremt låga i många områden, de lägsta sedan mätningarna började under 1960-talet (SMHI, 2016; SGU, 2016).

Effekterna av den lokalt låga vattentillgången blev stora i vissa områden (Figur 17). Den allmänna vattenförsörjningen var ansträngd eller fick allvarliga problem i hela eller delar av Östergötland, Gotland, Jönköping, Kronoberg, Kalmar, Blekinge, Skåne och Hallands län, där flera kommuner var tvungna att vidta nödtåtgärder. Exempel på nödtåtgärder är tryckminskningar i ledning, vattentransport med tankbilar, byggande av överföringsledning för dricksvatten, att vattendomar frångicks, bevattningsförbud och informationskampanjer för att spara på vattnet. Krisberedskapsorganisationen engagerades i ett par län (HaV, 2016).

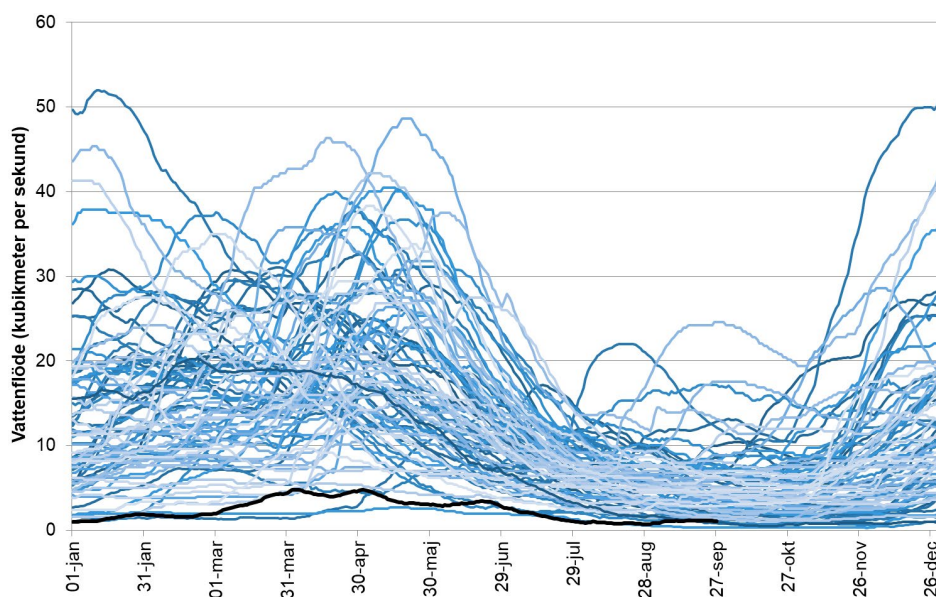


Figur 17. Till vänster: Bårbykärret 5 km öster om Mörbylånga på Öland i maj 2016. Till höger: Samma plats i september 2016. Här har Bårbykärret helt torkat ut. Foto Fredrik Åsenius.

4.2 2017 – Fortsatt låga nivåer men sommarnederbörd

Sommaren 2017 inleddes med yt- och grundvattennivåer som på många håll var lägre än inför sommaren 2016. SMHI och SGU lanserade en ny tjänst "Risk för vattenbrist" på SMHI:s webbplats.

Ett exempel på hur lite vatten det var i Södermanland hämtar vi från Hallbosjön i Nyköpingsån (Figur 18). Där var vårfloden den lägsta sedan 1976 vilket berodde på lite nederbörd under vintern. Det resulterade i ett litet snötäcke som inte fyllde på sjöar, vattendrag och grundvattenmagasin så mycket när snön smälte.



Figur 18. Vattenflöde från Hallbosjön för åren 1934–2017. Den heldragna svarta linjen visar värden för 2017. Lägsta värden uppmättes sommaren 1976.

Jämfört med sommaren 2016 då det föll mindre nederbörd än normalt, föll det under sommaren 2017 normalt med regn över stora delar av landet med undantag av östra Svealand som fick mindre nederbörd än normalt. Nivåerna sjönk alltså inte lika mycket under 2017 som de kunde ha gjort om nederbörden varit lika liten som under sommaren 2016.

Markvattenhalten var under sommaren normal för årstiden (SMHI, 2017b). Lantbruket drabbades inte så hårt, utom i området kring Mälardalen.

Effekterna av 2017 års vattensituation sammanfattas av Havs- och Vattenmyndigheten, HaV från uppgifter från länsstyrelserna. De flesta län i Götaland och Svealand har påtalat ansträngda förhållanden för den enskilda vattenförsörjningen, till följd av låga yt- och grundvattennivåer under våren och sommaren 2017. Det betyder att några enskilda brunnar blev utan vatten, och att det även borrats nya, djupare brunnar. Framför allt riklig nederbörd under hösten 2017 kan ha räddat många enskilda vattentäkter (HaV, 2017).

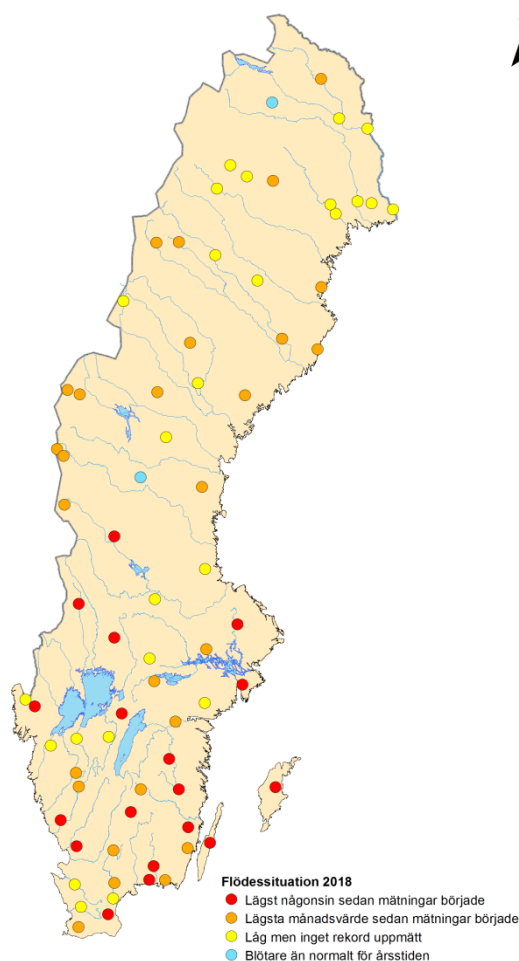
4.3 2018 – Stora variationer, snabbt upp och snabbt ned

Hösten 2017 var överlag nederbördsrik och vattenflödena återhämtade sig från de låga nivåer som varit under sommaren i södra Sverige. Mindre grundvattenförekomster återhämtade sig medan större grundvattenmagasinen fortfarande hade nivåer under det normala (SMHI, 2017c). Vintern 2017/2018 blev mycket snörik i stora delar av landet, särskilt i Dalarna och utmed södra/mellersta norrlandskusten.

I Svealand och Norrland smälte det stora snötäcket mycket fort på grund av höga maj-temperaturer. Flödena steg snabbt och på vissa håll uppmättes de högsta flödena någonsin. De mycket höga temperaturerna höll i sig samtidigt som det föll ovanligt lite nederbörd. Det ledde till en mycket snabb sänkning av de höga vattenflödena i norra Sverige.

En snabb upptorkning skedde över hela landet under maj månad och sommaren kom tidigt. Redan under maj sjönk vattenföringen till mycket under den normala för årstiden, på många håll i landet.

Sommarens höga temperaturer och låga nederbörd bidrog till att markvattenhalten var extremt låg under mycket lång tid. Det påverkade både djur, natur, jordbruk och skog mycket. Vissa delar av landet fick också uppleva svåra skogsbränder.



Flödena blev snabbt låga i små vattendrag och förblev så under sommaren i nästan hela landet. Längre fram under sommaren sjönk flödena även i de stora vattendragen till låga nivåer (Figur 19). I mindre grundvattenmagasin var nivåerna på stora håll i landet mycket under det normala. Större grundvattenmagasin startade från en normal nivå men sjönk även de under sommaren.

Figur 19. Bilden visar hur vattenflödet varit under sommaren 2018 för ett urval av SMHIs mätstationer. Både större och mindre vattendrag visas. Röd prick visar att flödet var det lägsta sedan mätningarna började, Orange prick visar att det lägsta månadsvärdet uppmättes sedan mätningarna började, gul prick visar att flödet varit lågt och blå färg visar att flödet varit blötare än normalt för årstiden. Det syns att vattenflödet varit lägst någonsin för ett stort antal samt att flera månadsrekord slagits. I norra Sverige är flödet generellt som lägst på vintern men för säsongen slogs flera rekord.

Den pågående värmen och bristen på nederbörd gav stora negativa effekter runt om i samhället och i naturen. Jordbruk, skog, djur, natur och människor påverkades. Uppskattningar över de totala kostnaderna för svenskt jordbruk pekar mot en total kostnad på någonstans mellan 6 till 10 miljarder kronor, vilket motsvarar hela ersättningen till eget arbete och kapital (Jordbruksverket, 2019).

4.4 Erfarenheter

För att motverka vattenbrist under år 2016, 2017 och 2018 införde ett stort antal kommuner restriktioner för förbrukning av kommunalt dricksvatten. Andra typer av åtgärder som genomfördes var informationsspridning, avsteg från befintliga vattendomar och nya/alternativa vattentillgångar/källor utvecklades. På vissa håll påbörjades även mätningar av vattennivåer, en viktig kunskap och en förutsättning för att kunna övervaka sin egen vattentillgång.

Havs och vattenmyndigheten har sammanställt de erfarenheter länsstyrelser och myndigheter fått kring hur vattentillgång påverkats av 2017 års vår- och sommartorka. De olika åtgärderna för att minska vattenanvändandet resulterade i att vattenförbrukningen sänktes med upp till 20 procent (HaV, 2017).

5 Framtida arbete

Denna rapport är den första som publiceras i regeringsuppdrag där olika vägar för att motverka vattenbrist i ytvattentäkter studerats. I ”Modellstudie för att undersöka åtgärder som påverkar lågflöden – Delrapportering 2 i Regeringsuppdrag om åtgärder för att motverka vattenbrist i ytvattentäkter” presenteras resultat av en studie där olika åtgärder för att motverka vattenbrist undersökts med en hydrologisk modell (SMHI, 2019c). Syftet med den studien var att lägga grunden för uppbyggnaden av ett interaktivt verktyg där kommuner eller verksamhetsutövare själva ska kunna bedöma vattentillgången vid specifika platser och tidpunkter utifrån uppgifter om olika vattenuttag och regleringar inom avrinningsområdet.

Det pågående arbetet med att motverka vattenbrist i ytvattentäkter fokuserar på att utveckla en metodik för hållbar vattenresursförvaltning. Denna rapport har visat att förmågan att sammanställa och analysera effekterna av den totala vattenanvändningen i avrinningsområdet i relation till vattentillgången är en viktig förutsättning för att motverka vattenbrist. Användare av verktyget med lokal kännedom, till exempel verksamhetsutövare eller handläggare, behöver kunna justera information om vattenuttag och regleringar så att bilden stämmer överens med verkligheten. Den pågående klimatförändringen gör dessutom att analyserna måste kunna göras utifrån både ett historiskt och ett framtida klimat. Alla dessa komponenter ska göra det möjligt att använda verktyget för att utvärdera åtgärder som kan motverka vattenbristsituationer.

Det är tydligt att det behövs gemensamt arbete över alla sektorer med vattenresursplanering i ett avrinningsområde. Det verktyg som nu utvecklas bidrar till att vattenresursplaneringen underlättas och att vattenresurserna kan förvaltas på ett långsiktigt hållbart sätt.

6 Referenser

Grip, H., Rodhe, A. (1985). "Vattnets väg från regn till bäck". Uppsala universitet. ISBN 978-91-639-0456-1

HaV. Havs- och vattenmyndigheten. (2016). "Erfarenheter och konsekvenser för vattenresurser och vattenmiljön 2017". Publicerad 27 december 2017.
<https://www.havochvatten.se/hav/fiske--fritid/miljopaverkan/vattenbrist/erfarenheter-och-konsekvenser-for-vattenresurser-och-vattenmiljon-2017.html>

HaV. Havs- och vattenmyndigheten. (2017). "Sammanställning av länsstyrelsernas och några nationella myndigheters erfarenheter och konsekvenser för vattenresurser och vattenmiljön av vädersituationen under 2017". Dnr 2810-2017.

HaV. Havs- och Vattenmyndigheten. (2018) "Identifiering av vattenskyddsområden med låg risk för påverkan av växtskyddsmedel". CKB rapport 2018:1, ISBN HaV rapport: 978-91-88727-04-6, ISBN CKB rapport: 978-91-576-9558-1

Jordbruksverket. (2019). "Långsiktiga effekter av torkan 2018 och hur jordbruksverket kan bli mer motståndskraftigt mot extremväder". Bilaga till Jordbruksverkets skrivelse 2019-03-26

Livsmedelsverket. (2019). "Planera för framtidens dricksvatten". Senast granskad 2019-08-19. Sidan besökt 2019-08-28 <https://www.livsmedelsverket.se/produktion-handel--kontroll/dricksvattenproduktion/planera-for-framtidens-dricksvatten>"

Regeringen (2018) Regleringsbrev för budgetåret 2018 avseende Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut, Miljö- och Energidepartementet
<https://www.esv.se/statsliggaren/regleringsbrev/?RBID=19395>

SCB. (2017). "Vattenanvändningen i Sverige 2015" URN:NBN:SE:SCB-2017-MIFTBR1701_pdf

SGU. (2016). "Grundvattennivåer i juli 2016". Publicerad 22 juli 2016
<https://www.sgu.se/om-sgu/nyheter/2016/juli/grundvattennivaer-i-juli-2016/>

Smakhtin. (2001). "Low flow hydrology: review". Journal of hydrology, 240, 147-186.

SMHI (2003) "Faktablad nr 16: Torka". Publicerad juni 2003.
https://www.smhi.se/polopoly_fs/1.6359!/faktablad_torka%5B1%5D.pdf

SMHI. (2015a). "Framtidsklimat i Norrbottens län – enligt RCP-scenarier". Klimatologi nr 32. ISSN: 1654-2258

SMHI. (2015b). "Framtidsklimat i Västmanlands län – enligt RCP-scenarier". Klimatologi nr 19. ISSN: 1654-2258

SMHI. (2015c). "Framtidsklimat i Kalmar län – enligt RCP-scenarier". Klimatologi nr 26. ISSN: 1654-2258

SMHI. (2015d). "Framtidsklimat i Jämtlands län – enligt RCP-scenarier". Klimatologi nr 34. ISSN: 1654-2258

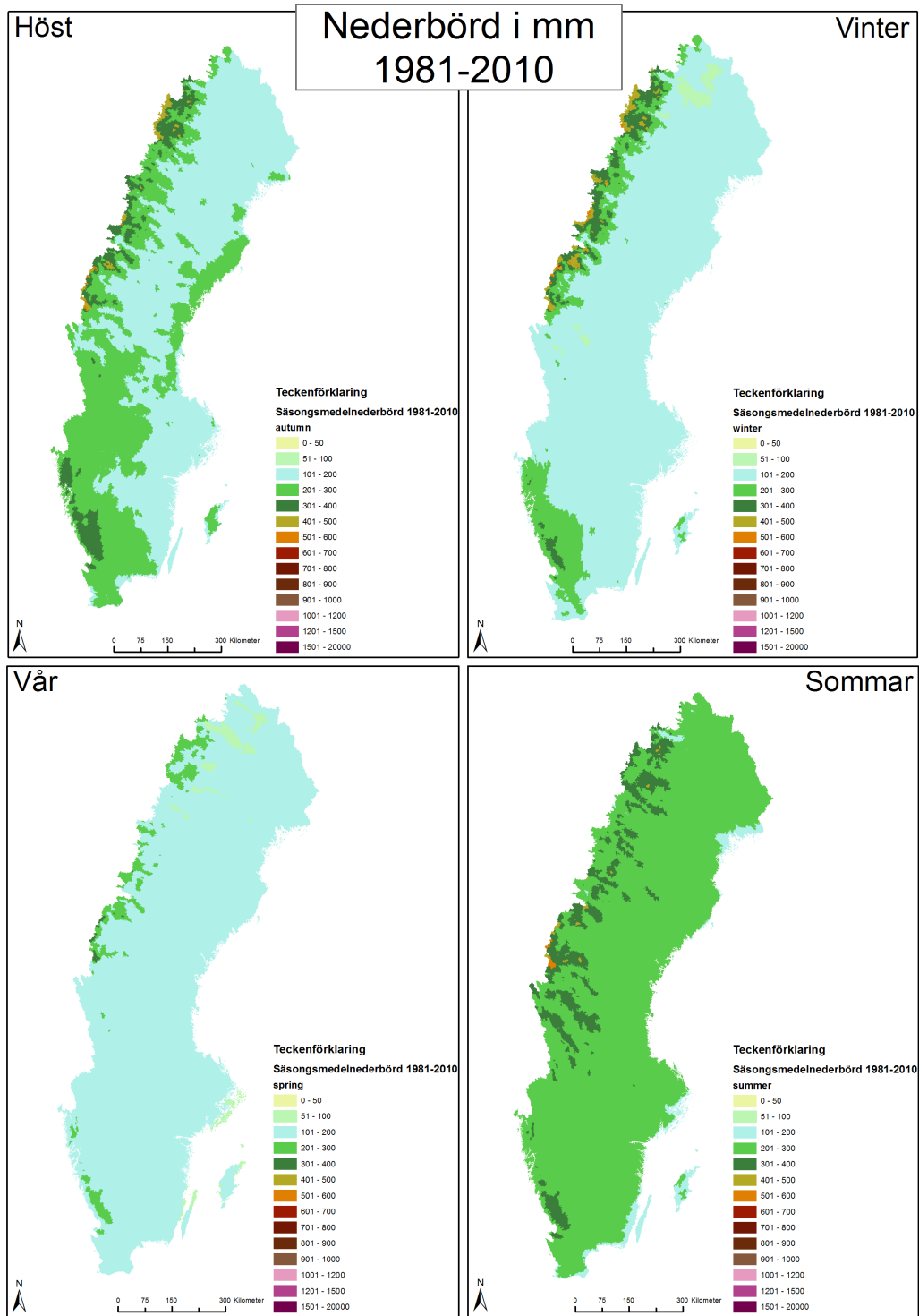
SMHI. (2015e). "Framtidsklimat i Hallands län – enligt RCP-scenarier". Klimatologi nr 28. ISSN: 1654-2258

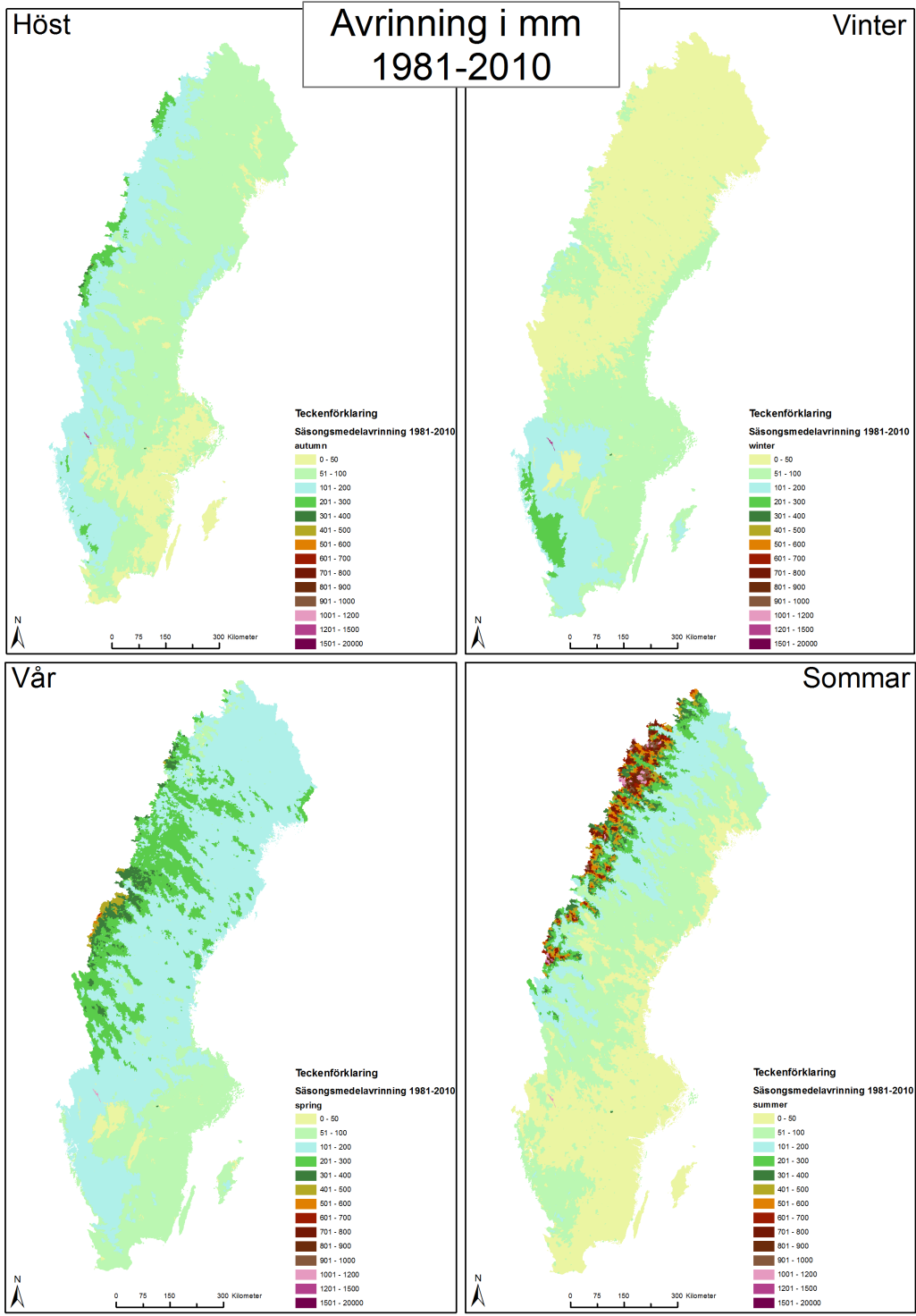
SMHI. (2016a). "Torrt år summeras inför det hydrologiska nyåret". Publicerad 30 september 2016. Sidan besöktes 2019-04-05
<https://www.smhi.se/nyhetsarkiv/hydrologisk-arssammanfattning-1.109311>

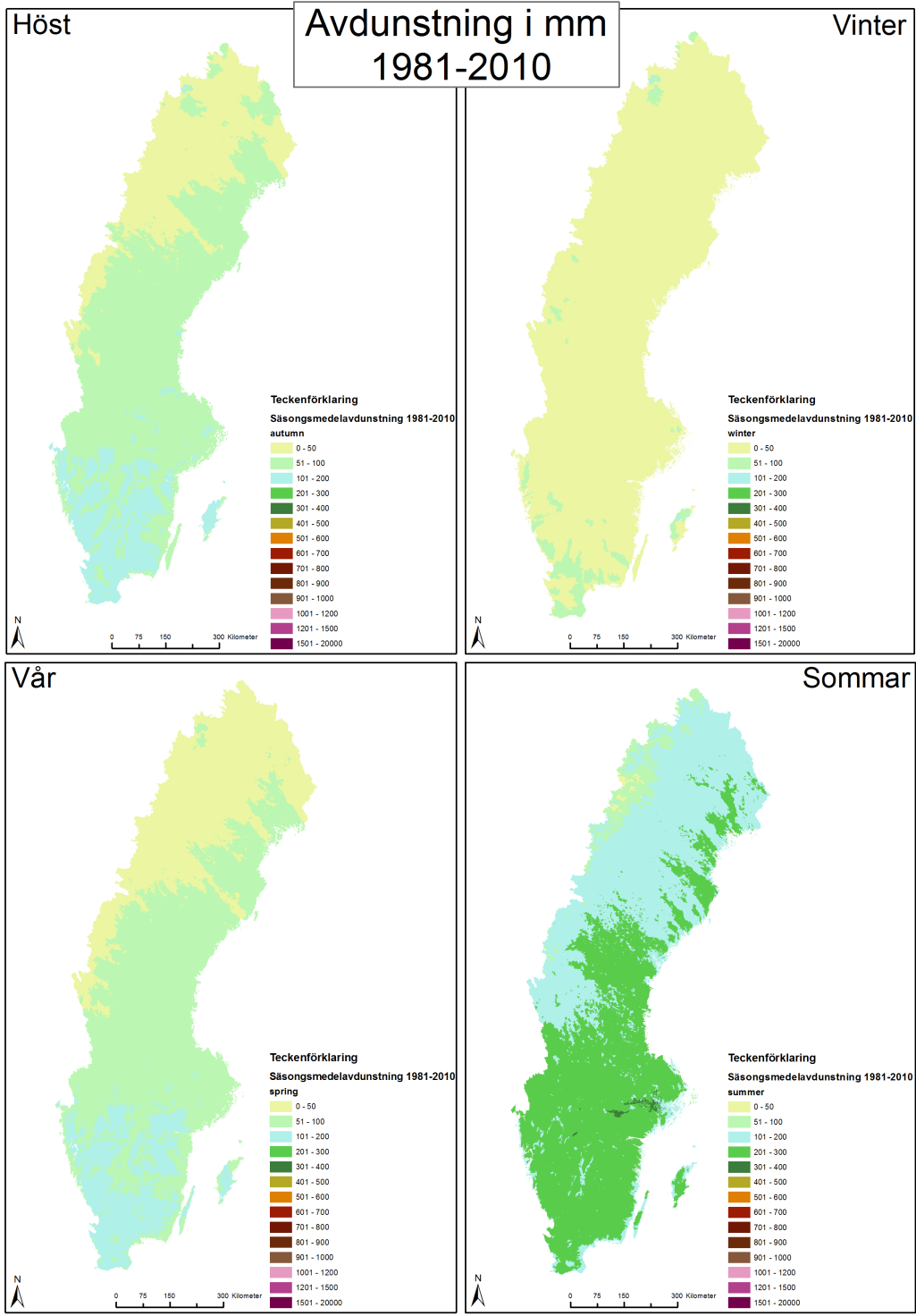
SMHI. (2017a). "Extremregn i nuvarande och framtida klimat". Klimatologi nr 47. ISSN: 1654-2258.

- SMHI. (2017b). "Juli 2017 - Låga flöden i söder, höga flöden i norr". Publicerad 3 augusti 2017 <https://www.smhi.se/klimat/klimatet-da-och-nu/manadens-vader-och-vatten-sverige/laget-i-sveriges-sjoar-och-vattendrag/juli-2017-hydrologi-1.123370?l=null>
- SMHI. (2017c). "December 2017 - Höga på gränsen till mycket höga flöden i Lagan". Publicerad 5 januari 2018. Sidan besökt 2019-04-29 <http://www.smhi.se/klimat/klimatet-da-och-nu/manadens-vader-och-vatten-sverige/laget-i-sveriges-sjoar-och-vattendrag/december-2017-hydrologi-1.128319?l=null>
- SMHI. (2018a). "Index som beskriver torka". Sidan publicerad 2016-11-07 Sidan besökt 2019-04-29 <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/hydrologi/index-som-beskriver-torka-1.111164>
- SMHI. (2018b). "Vattenwebb – modelldata hela Sverige". <https://vattenwebb.smhi.se/modelregion/>
- SMHI. (2019a). "Länsvisa klimatanalyser". Sidan besökt 2019-08-28. https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/lansanalyser#00_Sverige.t2m_meanAnnual,ANN
- SMHI. (2019b). "Historiska Torrperioder" <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/hydrologi/historiska-torrperioder-1.151112>
- SMHI. (2019c). "Modellstudie för att undersöka åtgärder som påverkar lågflöden – Delrapportering 2 i Regeringsuppdrag om åtgärder för att motverka vattenbrist i ytvattentäkter." Hydrologi rapport nr 121. ISSN: 0283-7722.
- Svenskt Vatten. (2016). "Produktion av dricksvatten" Sidan uppdaterad senast: 2016-05-19. <https://www.svensktvatten.se/fakta-om-vatten/dricksvattenfakta/produktion-av-dricksvatten/>
- Wada Y., van Beek L. P. H., Wanders N., Bierkens M. F. P. (2013) "Human water consumption intensifies hydrological drought worldwide" Environmental Research Letters, Volume 8, Number 3, doi:10.1088/1748-9326/8/3/034036
- WWAP, World Water Assessment Programme. (2012) "The United Nations World Water Development Report 4: Managing Water under Uncertainty and Risk. Paris, UNESCO.

Bilaga A – Sveriges vattenbalans per säsong







SMHIs publiceringar

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

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

I serien 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 Lobet (1987)
Application of the HBV model to Bolivian basins
11. Cecilia Ambjörn, Enrique Aranibar and Roberto Lobet (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)
Frys förluster 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 temperaturrens
persistens vid beräkning av
volymprognoser 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 Brandt, Torbjörn Jutman och
Hans Alexandersson (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 fältforsknings-
områden 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
Sjödén, Remigio Chikwanha and
Joseph Merka (1995)
Assessment of surface water resources
in the Manyame catchment -
Zimbabwe
61. Behzad Kouchehi (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 Källgården (2001)
Snow distribution in a mountainous region. A remote sensing study
87. Johan Andréasson, Anders Gyllander, Barbro Johansson, Josef Källgården, Sten Lindell, Judith Olofsson, Angela Lundberg (2001)
Snötaxering med georadar - Bättre vårfloödesprognoser 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 scenarioräkningar 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 översvämningsskarta 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)
Översvämningsskolor 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 torrflöda 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. Katarina 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 översvänningskartering 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.

SMHI

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

ISSN 0283-7722