

Redovisning

Datum

2017-09-27

Dnr

2898-2017

Ert Dnr

M2016/00164/Nm

Mottagare

Miljö- och energidepartementet

Handläggare

Lennart Sorby

Avd för havs- och vattenförvaltning

lennart.sorby@havochvatten.se

Direkt

010-698 60 13

103 33 Stockholm

Regeringsuppdrag om att redovisa hur frågor om dels minskad klimatpåverkan, dels klimatförändringar integreras i myndighetens samordnande roll av vattenmyndigheternas genomförande av förordning (2004:660) om förvaltning av kvaliteten på vattenmiljön

Sammanfattning

Havs- och vattenmyndigheten arbetar i dag i huvudsak med vägledning för miljöanpassning av vattenkraften för att åstadkomma en minskad klimatpåverkan genom vattenförvaltningen.

Inom klimatanpassningsområdet har myndigheten hänvisat vattenmyndigheterna till det EU gemensamma CIS-arbetets Guidance dokument 24, *River basin management in a changing climate*. Denna vägledning innehåller principer för klimatanpassning av varje steg i vattenförvaltningen. Vattenmyndigheterna har i förvaltningsplanerna gjort övergripande beskrivningar och riskbedömningar av klimatförändringens effekter i framtiden.

Vattenförvaltningens åtgärdsprogram är inriktade på att begränsa fysiska störningar och utsläpp, vilket kommer att leda till bättre vattenmiljöer. Därmed stärker åtgärdsprogrammen de akvatiska ekosystemen och resiliensen, vilket är en viktig klimatanpassningsåtgärd.

Havs- och vattenmyndigheten har i dag inget underlag som konstaterar att referensförhållandena i våra ytvatten har ändrats så mycket (givet de naturliga variationerna) att det motiverar en ändring av vår föreskrift med bedömningsgrunder för vattenstatus. Miljökvalitetsnormerna har målsatt 2027 eller tidigare. Åtgärdsprogrammets åtgärder ska bidra till att uppnå miljökvalitetsnormen och förhoppningsvis upprätthålla statusen på sikt.

De vattenmiljöproblem vi ser i våra sjöar, vattendrag och kustvatten där vi inte uppnår god vattenstatus är inte betingade av klimatförändringar. I huvudsak utgörs påverkan av samma faktorer som vi har beskrivit i 50 år, med några tillkommande undantag. För att uppnå god vattenstatus behöver

vi göra åtgärder för att motverka dagens påverkan. Om vi gör rätt åtgärder, kommer det även att ha bra klimatanpassningseffekt. Vattenförvaltningens styrinstrument syftar till att skapa resilienta ekosystem, vilket forskningen anser vara den robustaste klimatanpassningen.

Klimatförändringar bedöms få en stor påverkan på Sverige, och beräkningarna visar på tydliga förändringar från ca 2050 och framåt, varav de största förändringarna förmodligen kommer efter 2100.

Klimatförändring och klimatanpassning handlar till stor del om ändrade vattenförhållanden, i tätorter och i landskapet, som en effekt av för stora klimatgasutsläpp. Därigenom blir det viktigt hur vi förvaltar vatten i avrinningsområdet från källa till hav, för att hantera vattenresurser och vattenkvalitet samt arbeta med ”uppströms-nedströmsperspektiven” på grön infrastruktur, översvämning och torka. Planeringen av mark och vatten behöver stärkas så att den beaktar klimatförändringseffekter.

Att förstärka ytvattensystemen så att vi uppnår resilienta ekosystem tidigare och i större omfattningen i Sverige är troligen den bästa klimatanpassningen. Det innebär en höjd ambitionsnivå för god vattenstatus 2027 och åren därefter. Det innebär att fler åtgärder behöver genomföras för vattenmiljön och vattenresurserna, vilket är bra för klimatanpassningen och vattenförvaltningen. Det är sannolikt att de förändringar som beskrivs i scenarierna kan motivera förändringar i bedömningsgrunderna på sikt, då exempelvis varmare vatten kan påverka förekomsten och abundansen av olika arter i våra havs- och vattensystem.

Vattenförvaltningen behöver ges ett utökat innehåll och uppdrag om den proaktivt även ska inrymma klimatanpassningsåtgärder i den omfattning som troligtvis behövs för säkra samhällets olika vattenbehov och vattenmiljöernas kvalitet.

Havs- och vattenmyndighetens klimatanpassningsroll och arbete behöver tydliggöras och utökas för att myndigheten ska kunna arbeta proaktivt med klimatanpassning av levande hav, sjöar och vattendrag. Eftersom genomförandet berör många myndigheter och kommuner, behöver även dessa ett utökat ansvar och uppdrag.

Beslut om denna redovisning har fattats av biträdande generaldirektören Johan Löwenadler Davidsson efter föredragning av verksamhetsutvecklaren Lennart Sorby. I den slutliga handläggningen av ärendet har även avdelningschefen Björn Sjöberg, enhetscheferna Marie Berghult, Inger Dahlgren, Thomas Johansson och Mats Svensson, utredarna Thomas Klein och Anneli Harlén och verksjuristen Pontus Nilsson deltagit.

Johan Löwenadler Davidsson

Lennart Sorby

Innehåll

Regeringsuppdrag om att redovisa hur frågor om dels minskad klimatpåverkan, dels klimatförändringar integreras i myndighetens samordnande roll av vattenmyndigheternas genomförande av förordning (2004:660) om förvaltning av kvaliteten på vattenmiljön	1
Sammanfattning.....	1
Uppdraget och tolkning av uppdraget	7
Förvaltning av kvaliteten på vattenmiljön.....	7
Varför når vi inte God vattenstatus?	7
Miljökvalitetsnormerna vid klimatförändring	8
Vattendirektivet och klimatförändringar	9
Klimatförändring, climateffekter och klimatanpassning	10
Klimatförändring och klimatanpassning	10
Climateffekter på vattenmiljön	11
Hur påverkas livet i hav och vatten?	11
Temperatur och havsisar.....	11
Salthalt	12
Surare hav	12
Ökad regnmängd och regnintensitet.....	12
Ett varmare klimat, torka och vattenbrist.....	12
Höjda vattenstånd i hav, sjöar och vattendrag	13
Effekter på vattenkvalitet	13
Minskad klimatpåverkan	13
Myndigheternas ansvar för klimatanpassningsarbete behöver tydliggöras och utökas	14
Ansvaret för klimatanpassning	14
Myndighetsansvaret för klimatarbete.....	15
Litteratur	17
Climateffekter, klimatanpassning och utsläppsminskningar	17
Klimatpolitiska ramverk, initiativ och utredningar.....	18
Bilaga 1 - Klimatdefinitioner	20
Klimatförändringar	20
Utsläppsminskning – att begränsa klimatförändringar	20
Climateffekter	20
Klimatanpassning	21
Klimatpåverkan.....	21
Resiliens	21

Bilaga 2 - Förvaltning av kvaliteten på vattenmiljön	22
Svensk vattenförvaltning genomför ramdirektivet för vatten	22
Övervakningsprogram för ytvatten	22
Kartläggning av ytvatten	23
Att klassificera ett vattens status	23
Miljökvalitetsnormer för ytvatten	24
Åtgärdsprogram inom vattenförvaltningen	25
En förvaltningsplan för varje vattendistrikt	27
Havs- och vattenmyndighetens samordnande roll	27
Rådsslutsats om översvämningsdirektivet och vattendirektivet	28
River basin management in a changing climate	28
Bilaga 3. Hur ser vattenstatus ut i Sverige och vad beror det på	35
Ytvatten	35
Miljöproblem och påverkanskällor	37
Förändrade habitat genom fysisk påverkan	38
Miljögifter i yt- och grundvatten	42
Försurning	44
Vatten i ett förändrat klimat	45
Ökad regnmängd och regnintensitet	46
Ett varmare klimat	47
Höjda vattenstånd i hav, sjöar och vattendrag	47
Konsekvenser av förändrat klimat för möjligheten att följa miljökvalitetsnormerna	48
Samordning i arbetet med vattenförvaltningen och översvämningsförordningen	48
Ta höjd för ändrat klimat	50
Bilaga 4 - Klimateffekter på vattenmiljön	52
Ökad temperatur	52
Höjning av havsnivån	55
Mer nederbörd, men inte överallt	56
Fler extrema nederbördstillfällen	56
Sommartorka på många håll, ökad avrinning på andra	57
Minskad salthalt i Östersjön	58
Vegetationsperioden förlängs	58
Snabb näringsomsättning, ökad tillväxt	59
Fragmentering av livsmiljöer innebär utrotningsrisk	59

Klimatförändringen omvandlar Östersjömiljön	60
Försurning av havet	63
Fisket får stora förändringar	63
Klimatförändring ger nya tider för översvämningar	64
Ny kunskap om klimatpåverkan i sjöar	65
Mer algblomning i framtiden	65

Uppdraget och tolkning av uppdraget

Havs- och vattenmyndigheten fick i regleringsbrevet för 2017 i uppdrag att redovisa:

Havs- och vattenmyndigheten ska senast den 30 september 2017 redovisa hur frågor om dels minskad klimatpåverkan, dels klimatförändringar integreras i myndighetens samordnande roll av vattenmyndigheternas genomförande av förordning (2004:660) om förvaltning av kvaliteten på vattenmiljön.

Myndigheten har tolkat uppdraget såsom att det avser en översiktlig redovisning av hur vattenförvaltningen kan medverka till att begränsa klimatpåverkan (klimatgasutsläpp), men framför allt hur klimateffekter kan begränsas genom vattenförvaltningen (klimatanpassning).

Förvaltning av kvaliteten på vattenmiljön

EU:s ramdirektiv för vatten (vattendirektivet) anger vad EU-länderna minst ska klara vad gäller vattenkvalitet och tillgång på vatten med målsättningen att nå god vattenstatus 2015, men vid tidsundantag senast 2027.

Ansvar för vattenförvaltningens planer och program har de fem länsstyrelser som är vattenmyndigheter (vattenmyndigheterna). Havs- och vattenmyndigheten (ytvatten) och Sveriges geologiska undersökning (grundvatten) stödjer vattenmyndigheterna genom föreskrifter och tar fram vägledning. Havs- och vattenmyndigheten rapporterar arbetet till EU (se bilaga 2). Myndigheter och kommuner ska följa miljökvalitetsnormerna och genomföra åtgärder.

Vattenmyndigheterna har genomfört två sexåriga förvaltningscykler och fastställt miljökvalitetsnormer och vilka åtgärder som behöver vidtas för att nå god vattenstatus.

Varför når vi inte God vattenstatus?

Vattenmyndigheterna har visat att ett stort antal av vattenförekomsterna är så påverkade av människan att de inte når god vattenstatus. Orsaken är emellertid inte klimatförändringar, utan i huvudsak fysiska ingrepp eller olika utsläpp. Miljöproblemen kan förstärkas av ett ändrat klimat, men de beror inte på klimateffekterna i dag (se bilaga 3).

Vattnet i vattendistriktet är mer eller mindre påverkat av människan. Främst handlar det om lämningar efter flottningsverksamhet och påverkan av vattenkraft. Förutom vattenkraften är det verksamheter såsom skogsbruk, jordbruk, fiske och tung basindustri som till störst del påverkar vattenstatus.

Miljöproblem som övergödning, försurning, fysisk påverkan, miljögifter och höga halter av metaller är viktiga. De två sistnämnda grundar sig till stor del i den historiska industrialiseringen. Dagens industri bidrar i mindre utsträckning till föroreningen av våra vatten, tack vare en hårdare miljölagstiftning och en ökad medvetenhet.

Miljökvalitetsnormerna vid klimatförändring

Det finns många väder- och klimatobservationer redan i dag som ger indikationer på att klimatet håller på att ändras.

Havs- och vattenmyndigheten har emellertid inget underlag i dag som säger att vattensystemen och ekosystemen har ändrats på ett sådant sätt att det motiverar andra bedömningsgrunder inom vattenförvaltningen för vattenmiljöerna.

På längre sikt behöver vi troligen se över bedömningsgrunderna för statusklassificering i förhållande till referensnivån.

Prognoserna för klimatförändringarna tar sikte på mitten och slutet av 2000-talet. Det är därmed inte troligt att det kommer att påverka status och behovet av åtgärder fram till 2027, som är vattenförvaltningens huvudsakliga tidsperspektiv. Å andra sidan kan det redan ha påverkat vattenkvaliteten, eftersom det är svårt att upptäcka klimatförändringar genom mätningar om de inte pågått under än längre tidsperiod.

Det finns relativt långa tidsserier inom övervakningen, men om dessa mäter klimatkänsliga parametrar är inte analyserat. Det finns i dag inga kriterier för att skilja på klimatinducerad påverkan från annan påverkan för bedömningsgrunderna. Det behövs ett fortsatt utvecklingsarbete av bedömningsgrunderna, inklusive forskningsinsatser, för att kunna fastställa kriterier för klimatpåverkan på olika parametrar.

Sannolikt behövs det fler åtgärder för att klimatanpassa vattenmiljöer och ekosystemen till slutet av seklet. Det behövs insatser för att minska det förväntade ökade utflödet av partikelbunden fosfor och växtskyddsmedelsrester på grund av ökad regnintensitet. Vidare behövs det fler åtgärder för att förbättra hydromorfologiska miljöer så att man skapar resilienta ekosystem. En viktig åtgärd för att uppväga effekterna av ökade temperaturer i vattnet är att lämna kantzoner längs vattendragen som motverkar solinstrålningen. Med mer episodiska flöden behövs det även mer utrymme för vattnets flödesvariation, till exempel våtmarker, som kan jämna ut flödena under högflöden respektive lågflöden.

Vattendirektivet och klimatförändringar

Rådsslutsatser från EU-kommissionen 2016 betonade att vattendirektivet och översvämningsdirektivet är de viktigaste verktygen för att hantera konsekvenserna av klimatförändringarna på vattnets kvalitet och kvantitet. Detta ska åstadkommas genom klimatanpassningsåtgärder.

Inom det EU gemensamma CIS-arbetet har Guidance dokument 24, *River basin management in a changing climate* tagits fram. Vägledningen innehåller principer för klimatanpassning av varje steg i vattenförvaltningen med fokus på påverkan och riskbedömning, övervakning, mål, ekonomisk analys och åtgärdsprogram. I den andra och tredje förvaltningscykeln förväntas medlemsländerna visa hur:

- klimatförändringar har tagits hänsyn till i påverkansanalysen
- övervakningsprogrammen har anpassats för att upptäcka klimatpåverkan
- val av åtgärder är gjorda för att vara så robusta som möjligt för framtida klimatförhållanden

Det förväntas dock inte i tredje cykeln att det skall gå att särskilja klimateffekter från effekter från annan mänsklig påverkan.

Vägledningen beskriver också hur åtgärderna i åtgärdsprogrammet kan klimatkontrolleras.

Havs- och vattenmyndigheten har inte tagit fram någon nationell vägledning för hantering av klimatförändringar för vattenförvaltningsarbetet utan hänvisat vattenmyndigheterna till den EU gemensamma vägledningen.

I vattenförvaltningens förvaltningsplaner för 2016-2021 finns beskrivet en översiktlig riskbedömning av vattenmiljöerna i ett förändrat klimat. Beskrivningen inkluderar troliga klimateffekter och möjligheterna att följa miljö kvalitetsnormerna. Slutsatsen är att flera myndigheter behöver medverka i arbetet med att utveckla vägledning, underlag och styrmedel för att klimateffekterna ska kunna införlivas i vattenförvaltningsarbetet.

Vattenförvaltningens åtgärdsprogram har huvudinriktningen att nå miljö kvalitetsnormerna utifrån påverkansanalysen, i enlighet med nuvarande lagstiftning. Åtgärderna är inriktade på att begränsa fysiska störningar och utsläpp, vilket kommer att leda till bättre vattenmiljöer. Därmed stärker åtgärdsprogrammen de akvatiska ekosystemen och resiliensen, vilket är en viktig klimatanpassningsåtgärd.

Klimatförändring, klimateffekter och klimatanpassning

Klimatet i Sverige kommer att ändra sig gradvist. Fram mot 2050 och på längre sikt betyder den en rad stora utmaningar för samhället, även om man lyckas minska de stora koldioxidutsläppen. Samhället måste klimatanpassa för att minska risker, sårbarhet och kostnader för såväl väderhändelser som klimateffekter.

De viktigaste klimatförändringarna för Sverige är att vi kan förvänta oss mer nederbörd om vintern, temperaturen stiger, vi får mildare vintrar och somrarna blir varmare. Havsnivån kommer stiga på lång sikt, med upp till en meter på 50-100 års sikt, och troligen mer därefter. Grundvattennivån kommer att stiga i kustzonen, och troligen ökar grundvattenbildningen på vintern. Extrema väderhändelser med stormar och intensiv nederbörd förväntas att bli vanligare. Vi kan även få fler och långvariga värmeböljor. Vi får ändrade nederbördsmönster med somrar som kan ge torra perioder och kraftiga skyfall. Klimatförändringarna kommer att skilja sig en del mellan västra och östra Sverige respektive norra och södra Sverige, där temperaturförändringarna blir störst i norr.

Klimatförändring och klimatanpassning

Omfattningen på klimatförändringarna på längre sikt inkluderar flera osäkerheter. Konsekvenserna för det svenska samhället är därför också osäkert, inte i den generella bilden, utan mera för de regionala och lokala konsekvenserna.

Det finns en naturlig osäkerhet i det vetenskapliga underlaget av klimatförändringarna. Klimatmodellerna och förståelsen av de interaktioner som pågår i och mellan jorden och atmosfären ger osäkerheter i respons och tolkning, men det vetenskapliga underlaget blir stadigt bättre. Men trots styrkan i ett globalt vetenskapligt underlag, med analyser på regional nivå, kommer det att vara behäftat med en del osäkerheter om vilka klimateffekter som kommer att påverka samhället framöver. Till det följer att vi även har års- och årstidsvariationer som kan både förstärka och mildra effekterna av ett ändrat klimat.

Denna insikt ändrar inte den generella bilden av att samhället behöver klimatanpassas, men det kan skapa en viss osäkerhet kring behovet av och omfattningen av anpassningen. Eftersom effekterna av klimatförändringarna i huvudsak kommer att få genomslag om 50-100 år, så finns det en risk att klimatanpassningen skjuts på framtiden, och att beslut om investeringar i miljö och samhälle inte tar höjd för klimateffekterna.

För de akvatiska ekosystemen finns det också osäkerheter kring deras förmåga att klimatanpassa sig. Många ekosystem är redan påverkade av hydromorfologiska förändringar, fysikalisk-kemisk och kemisk påverkan,

vilket begränsar förekomst, sammansättning och utbredning. Men, i ett varmare klimat kommer troligen de akvatiska ekosystemen att anpassa sig, om de yttre förutsättningarna finns. Sannolikt förändras dock sammansättningen på de akvatiska ekosystemen när kallvattenarter trängs undan.

Klimat effekter på vattenmiljön

Klimatförändringar påverkar hav och sötvatten. Vattenflöden förändras, havsnivån stiger och haven blir surare. Hur vi tar hand om våra hav, sjöar och vattendrag har betydelse för hur de klarar av att anpassas till klimatteffekterna. Hav och sötvatten bidrar också till att begränsa klimatförändringen genom att ta upp växthusgaser och genom att stödja produktionen av förnybar energi.

Klimatförändringarna ger bland annat följande effekter (se bilaga 4)

- Varmare hav och vatten
- Förändrade nederbördsmonster
- Förändrad tillgång till och kvalitet på vatten
- Ökad risk för översvämningar, ras och skred
- Ökad transport av näringsämnen
- Lägre salthalt i Östersjön
- Smältande havsisar
- Smältande inlandsis och glaciärer
- Ökat havsvattenstånd
- Surare hav

Hur påverkas livet i hav och vatten?

Arter och ekosystem reagerar på de fysiska och kemiska förändringarna. Förändringar i hav och vatten påverkar livsbetingelserna. FN:s klimatpanel konstaterar i sin senaste rapport att många arter som lever på land, i sötvatten och i havet har förskjutit sina geografiska utbredningsområden, säsongsbundna aktiviteter, migrationsmönster, antal och samspel med andra arter som ett svar till klimatförändringarna. När arter inte längre kan anpassa sig till klimatförändringar riskeras betydande ekosystemförändringar, artutrotningar och förlust av biologisk mångfald.

Temperatur och havsisar

Klimatförändringarna gör att haven blir varmare. Effekterna av att havstemperaturen stiger kommer att vara tydligast mot polerna. Men effekterna kan även märkas av på våra breddgrader. Kortare vintrar och

minskande istäcke kommer att påverka arter som lever i våra havsområden. Exempelvis kan vikarsälen försvinna från stora delar av Östersjön.

Salthalt

Förändringar i havets salthalt påverkar djur och växter. Effekten av förändringar i salthalten ser olika ut i olika områden. En del djur- och växtbestånd minskar när salthalten förändrats, medan andra trivs bättre än tidigare.

Surare hav

Utsläppen av koldioxid leder till havsförurning och innebär avsevärda risker för marina ekosystem, särskilt för ekosystem i polarområdena och korallrev. Havsförurning, uppvärmning och annan miljöpåverkan kan samverka och förstärka effekter på arter och ekosystem.

Ökad regnmängd och regnintensitet

Nederbörden i hela Sverige förväntas generellt att öka och antalet tillfällen med intensiv nederbörd ökar betydligt. Den största nederbördsökningen förväntas i norra och västra Sverige. Dessutom kommer alltmer av vinternederbörden falla som regn, även i norr. Ökade nederbördsmängder och intensitet kan medföra mer frekvent förekommande översvämningar.

Kraftig nederbörd och översvämningar kan påverka sedimentation, resuspension och transport av till exempel miljögifter vilket kan medföra en ökad tillförsel av föroreningar till våra vatten. Ytvattentäkter kan komma att förorenas och spridning av virus, bakterier och parasiter kan öka. Vid omfattande översvämningar då grundvattenmagasin och markporer är vattenfyllda kan ett ökat utbyte med ytvatten förorena grundvattnet. I områden som hotas av översvämningar kan det finnas förorenade marker med risk för spridning och läckage av föroreningar och giftiga ämnen.

Våra tätorter och dess avloppssystem är inte utformade för att avleda de ökade nederbördsmängder som framtida klimatscenarier pekar på. Utsläpp och bräddningar från avloppsvatten kan bidra till tillförsel av näringsämnen och miljöskadliga ämnen, men även en ökad mikrobiologisk belastning som kan innebära hälsorisker då råvatten riskerar att förorenas.

Ett varmare klimat, torka och vattenbrist

Torrperioderna under sommaren kan bli vanligare i framtiden, framförallt i landets södra delar, och vara ett allvarligt hot mot vattenresurser, vattenkvalitet och biologisk mångfald. Låga vattennivåer i sjöar, vattendrag och grundvatten orsakar inte bara begränsningar för vattenförsörjning och bevattning, utan även en sämre vattenomsättning och kvalitet på badvatten.

Högre vattentemperaturer påverkar också näringskedjorna i våra vatten. Ökade vattentemperaturer gynnar tillväxten av bakterier och giftiga alger. Fiskar och andra vattenlevande djurs livsförhållanden kan försämrats påtagligt. Kallvattenlevande arter som röding och lax, får då sämre konkurrensmöjlighet mot varmvattenlevande arter som abborre, gös, gädda, mört och mal. Med ett varmare klimat kan fler främmande arter få fäste i svenska sjöar, vattendrag och kustvatten och kan då tränga ut inhemska arter som är anpassade till kallare förhållanden.

Höjda vattenstånd i hav, sjöar och vattendrag

Med klimateffekterna förutspås även en högre havsnivå. Forskningsresultat tyder på att det kan bli havsnivåhöjningar på 0,6–1,2 meter för Sveriges del. Konsekvenserna kommer i första hand att bli stora i landets södra delar. I kustområdena kommer havsnivåhöjningen att påverka grundvattnet genom en ökad risk för saltvatteninträngning i grundvattenmagasinen.

Effekter på vattenkvalitet

Under de senaste decennierna har man sett ökande färgtal (så kallad brunifiering) i sjöar och vattendrag i stora områden på det norra halvklotet. Brunifieringen beror på ökande koncentrationer av organiskt material, humusämnen, troligen i kombination med ökande koncentrationer av järn. Orsaken till detta kan bero på flera saker, men kan förstärkas av klimatförändringar i form av högre temperaturer och ökad avrinning. De ökande koncentrationerna av humusämnen innebär ett problem för dricksvattenreningen, men kan även förändra ekosystemen i sjöarna.

Humusämnen fungerar dessutom som bärare av många andra ämnen, till exempel tungmetallerna kvicksilver och bly. Ökad uttransport av humusämnen från mark till vatten skulle därmed kunna föra med sig ökad transport av andra ämnen.

Ökad temperatur leder till en längre vegetationsperiod. Det leder till förändringar i markanvändningen och i jordbruksproduktionen, vilket kan innebära ökade förluster av näringsämnen och ökad användning av växtskyddsmedel. Ökad nederbörd och nederbördsintensitet innebär ökad risk för förluster av fosfor från jordbruksmark. Samtidigt så blir fastläggningen (retentionen) av fosfor i sjöar effektivare i ett varmare klimat, vilket gör det svårt att skatta nettoeffekten av ökat inflöde av näringsämnen.

Minskad klimatpåverkan

Inom Havs- och vattenmyndighetens eller vattenförvaltningens ansvarsområde ligger inget ansvar för att minska klimatgasutsläppen.

Samtidigt pågår det omfattande insatser världen över för att genomföra FN:s Parisöverenskommelses åtaganden om utsläppsbegränsningar.

Havs- och vattenmyndigheten har tillsammans med Energimyndigheten och Svenska kraftnät tagit fram en strategi för vattenkraften som ska utgöra en bas för avvägningen mellan fossilfri vattenkraft och god vattenmiljö. Myndigheten deltar även i prövning av miljöfarlig verksamhet och vattenverksamhet för att minska påverkan och förbättra vattenstatus.

Indirekt medverkar myndigheten till minskade klimatgasutsläpp genom olika projekt inom blå tillväxt, exempelvis Clean shipping. Inom havsplanering är energiförsörjning ett av planeringsområdena för havsbaserad vindkraft och vågkraft.

Myndigheternas ansvar för klimatanpassningsarbete behöver tydliggöras och utökas

Vattenförvaltningen har hittills inriktats på att hantera och förbättra vattenmiljöerna utifrån tidigare och befintlig påverkan, baserat på analysen av betydande påverkan som vattenförekomsterna utsätts för. Den översiktliga riskbedömningen av klimateffekterna anger emellertid att denna troligen kommer att förändras över tid.

Statusklassificeringar, miljö kvalitetsnormer och åtgärdsprogram utgår ifrån de kvalitetsfaktorer och den påverkansbild som har analyserats. Med utgångspunkt i riskbedömningen, behöver sannolikt bedömningsgrunderna förändras över tid, så att miljö kvalitetsnormer och åtgärdsprogram kan ges rätt innehåll.

Vattenförvaltningen behöver ges ett utökat innehåll och uppdrag om den proaktivt även ska inrymma klimatanpassningsåtgärder i den omfattning som troligtvis behövs för säkra samhällets olika vattenbehov och vattenmiljöernas kvalitet.

Havs- och vattenmyndighetens klimatanpassningsroll och arbete behöver tydliggöras och utökas för att myndigheten ska kunna arbeta proaktivt med klimatanpassning av levande hav, sjöar och vattendrag. Eftersom genomförandet berör många myndigheter och kommuner, behöver även dessa ett utökat ansvar och uppdrag.

Ansaret för klimatanpassning

Ansaret för klimatanpassning är i huvudsak kopplat till om man är fastighetsägare eller verksamhetsutövare (även i det fallet fastighetsägare). Därutöver finns det ett ganska otydligt ansvar för beslutande myndigheter och kommuner att beakta klimateffekterna.

Vattenlandskapet ägs i huvudsak av fastighetsägare. Det är inte sannolikt att dessa kommer att göra insatser för att klimatanpassa vattenmiljön, om det inte finns tydliga incitament för det. I det perspektivet blir det viktigt att framför allt staten har resurser och verktyg för att göra de insatser som krävs för att upprätthålla den akvatiska gröna infrastrukturen som är nödvändig för resilienta ekosystem.

Myndighetsansvaret för klimatarbete

Sötvatten och marina miljöer påverkas av klimatförändringen. En hållbar förvaltning av dessa miljöer kräver åtgärder för att begränsa klimateffekterna och för att hantera de klimatförändringarna som inte kan undvikas.

Myndighetsansvaret för klimatarbete, klimatförändring, klimateffekter och klimatanpassningen är oklart och delat mellan många. För ett effektivt klimatarbete krävs god samverkan mellan olika myndigheter och kommuner för att klimatanpassa samhällsviktiga funktioner och skydda ekosystemen, men det förutsätter att de har ett tydligt ansvar.

Naturvårdsverket ansvarar för uppföljning av miljökvalitetsmålet *Begränsad klimatpåverkan*. SMHI ansvarar för ett kunskapscentrum om klimatanpassning. MSB ansvarar för krisberedskap och hanterar frågor i samband med översvämningar. Klimatanpassning är i dag inte en krisberedskapsfråga.

Havs- och vattenmyndighetens ansvar för att långsiktigt arbeta med havs- och vattenförvaltningsfrågorna i ett föränderligt klimat är otydligt. Myndigheten bör ha ett ansvar och få ett utökat mandat till klimatanpassning inom havs- och vattenförvaltningen, för att därigenom kunna planera och dimensionera för åtgärder i ett längre perspektiv.

Havs- och vattenförvaltningen bör spela en viktig roll i att säkerställa väl fungerande akvatiska ekosystem för att skapa resiliens, en funktionell grön infrastruktur. Det innebär bland annat att vattenkraften ska miljöanpassas så att såväl akvatiska ekosystem som att vattenkraftens balans- och reglerkraft bibehålls för elsystemet i sin helhet.

Klimatförändringarna får troligen stor påverkan på de akvatiska ekosystemen och vattnets kretslopp, vattnet i landskapet inklusive den urbana miljön. Behoven av att integrera klimatfrågorna med vattenfrågorna är stora men fokus i Sverige har framförallt handlat om att minska klimatgasutsläpp. Förvaltningen behöver kunna hantera torka, vattenbrist och översvämningar. Kunskapsunderlaget ska kunna svara på vilka effekter som är att vänta på ekosystemen och hur vi kan begränsa sårbarheten.

Havs- och vattenmyndigheten möter i dag klimatfrågorna inom många av våra samarbetsområden, såsom miljömålsarbetet, EU-direktiv, regionala

överenskommelser och internationella konventioner. För att möta en del av dessa frågeställningar, tar myndigheten under 2017 fram en övergripande klimatstrategi. Strategin kommer dels att behandla hur myndigheten, i samverkan med Naturvårdsverket och andra aktörer, kan bidra till att nå miljömålet *Begränsad klimatpåverkan*. En del av klimatstrategin är främjande av forskning och kunskap inom klimat. Myndigheten kommer att utveckla de etablerade samarbetena med flera forskningsfinansiärer för att få bättre kunskap om akvatisk klimatanpassning.

Myndigheten kommer också att ta fram en första handlingsplan för klimatanpassning. Handlingsplanen kommer bland annat att belysa hur myndigheten inom nuvarande ramar för sitt åtgärdsarbete, kan stödja ekosystemens motståndskraft mot klimatförändringar och samhällets behov av klimatanpassning.

Havs- och vattenmyndigheten behöver stärka sin kapacitet inom klimatfrågor och akvatisk klimatanpassning. Vi har stark kompetens på havs- och vattenfrågor. Ett utökat mandat behövs som en hävstång för en samlad klimat- och vattensatsning, för att bidra till att öka takten i genomförandet av klimatanpassningsåtgärder och genomförandet av en havs- och vattenförvaltning som tar hänsyn till ett föränderligt klimat.

Som förvaltningsmyndighet ser vi ett behov av att stärka vår vägledande och pådrivande roll i arbetet, såväl nationellt som internationellt, och vi behöver bredda och öka vårt engagemang. För att det ska bli funktionellt, behöver även andra myndigheter och kommuner få ett utökat klimatanpassningsansvar.

Vi ser ett nationellt behov av att stödja länsstyrelser med praktisk handledning för akvatisk klimatanpassning. En viktig del är att stödja vid omprövningen av landets vattenkraftverk så att de kan miljöanpassas. Men det behövs fler åtgärder för att skapa resilienta akvatiska ekosystem.

Litteratur

I detta avsnitt presenteras ett urval av initiativ och material av relevans för denna redovisning.

Klimat effekter, klimatanpassning och utsläppsminskningar

BACC-II 2015: Second Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin.

Editors: The BACC II Author Team (Ed.).

<http://www.springer.com/gp/book/9783319160054>

EEA 2016. Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016.

<https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-and-vulnerability-2016>

HELCOM 2013. Climate change in the Baltic Sea Area. HELCOM thematic assessment in 2013. Baltic Sea Environment Proceedings No. 137.

<http://www.helcom.fi/Lists/Publications/BSEP137.pdf>

IPCC 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. IPCC Working Group I Contribution to AR5. <http://www.climatechange2013.org/>

IPCC 2014a. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. IPCC Working Group II Contribution to AR5. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>

IPCC 2014b. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. IPCC Working Group II Contribution to AR5. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>

IPCC 2014c. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>

North Sea Region Climate Change Assessment 2016. [Quante, M., Colijn, F. (eds.)]. <http://www.springer.com/in/book/9783319397436>.

NV 2013. FN:s klimatpanel, Klimatförändring 2013, Den naturvetenskapliga grunden. Sammanfattning för beslutsfattare. Bidrag från arbetsgrupp I (WG I) till den femte utvärderingen från Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC. <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6592-8.pdf?pid=10117>

SMHI 2014a. FN:s klimatpanel, Effekter, anpassning och sårbarhet.

Sammanfattning för beslutsfattare. Bidrag från arbetsgrupp 2 (WG 2) till den femte utvärderingen (AR 5) från Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC.

SMHI-rapport klimatologi 7, 2014.

http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.79992!/Menu/general/extGroup/attachmentC olHold/mainCol1/file/SMHI-klimatologi-nr7-2014-FNs-klimatpanel-effekter-anpassning-och-sarbarhet-sammanfattning-for-beslutsfattare.pdf

SMHI 2014b. FN:s klimatpanel, Att begränsa klimatförändringen. Sammanfattning för beslutsfattare. Bidrag från arbetsgrupp 3 (WG 3) till den femte utvärderingen (AR 5) från Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC. SMHI-rapport klimatologi Nr 8, 2014.

http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.96771!/Menu/general/extGroup/attachmentContentHold/mainCol1/file/Klimatologi_8.pdf

Klimatpolitiska ramverk, initiativ och utredningar

European Climate Adaptation Platform (CLIMATE-ADAPT). <http://climate-adapt.eea.europa.eu/>

EU 2030 climate & energy framework.

https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_en

EU climate change adaptation strategy.

https://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what_en

Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) - Guidance document No. 24: RIVER BASIN MANAGEMENT IN A CHANGING CLIMATE

https://circabc.europa.eu/sd/a/a88369ef-df4d-43b1-8c8c-306ac7c2d6e1/Guidance%20document%20on%2024%20-%20River%20Basin%20Management%20in%20a%20Changing%20Climate_FINAL.pdf

Vattenmyndigheternas förvaltningsplaner

<http://www.vattenmyndigheterna.se/sv/publikationer/Pages/default.aspx?ptype=Beslutsdokument>

Havs- och vattenmyndighetens och Energimyndighetens nationella strategi för vattenkraft och vattenmiljö. <https://www.havochvatten.se/hav/fiske--fritid/miljopaverkan/fysisk-paverkan/nationell-strategi-for-vattenkraft-och-vattenmiljo.html>

Havs- och vattenmyndighetens verksamhetsstrategi 2017-2020 och verksamhetsplan 2017.

<https://www.havochvatten.se/download/18.d7bb91615a7df704e5c3f2/1488191985088/verksamhetsstrategi-2017-2020-och-verksamhetsplan-2017.pdf>

Klimatanpassningsutredningen. Vem har ansvaret? SOU 2017:42.

<http://www.regeringen.se/rattsdokument/statens-offentliga-utredningar/2017/05/sou-201742/>

Klimat och sårbarhetsutredningen 2007. Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter. SOU 2007:60. <http://www.regeringen.se/rattsdokument/statens-offentliga-utredningar/2007/10/sou-200760-/>

Regionala handlingsplaner för klimatanpassning.

<http://www.klimatanpassning.se/roller-och-ansvar/vem-har-ansvaret/regionala-handlingsplaner-for-klimatanpassning-1.77455>

Sveriges klimatanpassningsstrategi 2008. En sammanhållen klimat- och energipolitik. Prop. 2008/09:162.

<http://www.regeringen.se/rattsdokument/proposition/2009/03/prop.-200809162/>

Sveriges miljömål, begränsad klimatpåverkan.

<https://www.miljomal.se/Miljomalen/1-Begransad-klimatpaverkan/>

Naturvårdsverket: En varmare värld - Växthuseffekten och klimatets förändringar – Monitor 23.

<http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-1300-4.pdf?pid=19441>

UNFCCC. FN:s klimatkonvention. <http://newsroom.unfccc.int/>

UN Sustainable Development Goals. Speciellt SDG13.

<http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>

Bilaga 1 - Klimatdefinitioner

I klimatarbeten använder vi följande definitioner som i stort följer det språkbruk som används inom FN:s klimatpanels (IPCC) senaste rapport (AR5) och SMHI:s svenska översättningar av rapportens sammanfattningar.

Klimatförändringar

”Klimatförändringar avser förändringar av klimatets tillstånd som kan identifieras (till exempel med statistiska metoder) genom förändring av medelvärde och/eller variabilitet, och som kvarstår under en längre tid, vanligen decennier eller längre. Klimatförändringar kan bero på naturliga interna processer eller på extern påverkan som solcykler, vulkanutbrott och långvariga antropogena förändringar av atmosfärens sammansättning eller av markanvändning. Observera att FN:s ramkonvention om klimatförändringar (UNFCCC) i sin första artikel definierar klimatförändringar som ”en förändring av klimatet, som är direkt eller indirekt hänförlig till mänsklig verksamhet, som ändrar sammansättningen av den globala atmosfären, och som går utöver naturliga klimatvariationer som observerats under jämförbara tidsperioder”. UNFCCC skiljer alltså på klimatförändringar orsakade av mänsklig verksamhet som förändrar sammansättningen av atmosfären, och på klimatvariabilitet kopplade till naturliga orsaker.” (IPCC 2014a, SMHI 2014a)

Utsläppsminskning – att begränsa klimatförändringar¹

”Utsläppsminskning innebär mänskligt agerande för att reducera utsläppskällor eller utöka sänkor för växthusgaser.” (IPCC 2014b, SMHI 2014b)

Klimat effekter

”Effekter: Påverkan på naturliga och mänskliga system. I den här rapporten används termen effekt i huvudsak för att beteckna följdverkningar på naturliga och mänskliga system vid extrema väder- och klimathändelser och vid klimatförändringar. Effekter avser vanligen påverkan på liv, försörjningsmöjligheter, hälsa, ekosystem, ekonomier, samhällen, kulturer, tjänster eller infrastruktur till följd av klimatförändringar eller farliga klimathändelser som uppträder inom en specifik tidsperiod. De kan även bero på sårbarheten hos ett exponerat samhälle eller system. Effekter kan också uttryckas som konsekvenser och utfall. Effekter av klimatförändringar på geofysiska system, bland annat

¹ På engelska ”mitigation”

översvämningar, torka och stigande havsnivåer, utgör en delmängd av de effekter som kallas fysiska effekter.” (IPCC 2014a, SMHI 2014a)

Klimatanpassning

”Anpassning till aktuellt eller förväntat klimat och dess effekter. För mänskliga system innebär anpassning att man försöker dämpa eller undvika skador, eller att man utnyttjar möjligheter som kan innebära fördelar. I vissa naturliga system kan mänskligt ingripande underlätta anpassning till förväntat klimat och dess effekter.” (IPCC 2014a, SMHI 2014a)

Klimatpåverkan

Begreppet *klimatpåverkan* är tvetydig och kan antingen tolkas som klimatförändringens påverkan på naturliga och mänskliga system (klimateffekter) eller som människans påverkan på klimatet (d.v.s. som orsak till den pågående klimatförändringen). Den sista tolkningen görs t.ex. i formuleringen *”begränsad klimatpåverkan”* som är ett av Sveriges 16 miljö kvalitetsmål. I detta och andra dokument försöker vi därför att huvudsakligen använda oss av termerna *klimateffekter* när det gäller hur klimatet påverkar människan, djur eller infrastruktur respektive av termerna *utsläppsminskningar* (eller *att begränsa klimatförändringar*) när det handlar om att minska människans påverkan på klimatet.

Resiliens

”Kapaciteten hos sociala, ekonomiska och miljörelaterade system att hantera en farlig händelse, trend eller störning, genom en reaktion eller en omorganisering på ett sätt som bevarar systemens grundläggande funktion, egenart och struktur. Detta samtidigt som kapaciteten för anpassning, lärande och omställning bibehålls.” (IPCC 2014a, SMHI 2014a)

Bilaga 2 - Förvaltning av kvaliteten på vattenmiljön

Svensk vattenförvaltning genomför ramdirektivet för vatten

EU:s ramdirektiv för vatten (vattendirektivet) anger vad EU-länderna minst ska klara vad gäller vattenkvalitet och tillgång på vatten. [Vattendirektivet \(2000/60/EG\)](#) antogs 2000 och syftar till att skydda och förbättra EU:s alla vatten.

I Sverige infördes vattendirektivet i svensk lagstiftning år 2004 genom [5 kap. miljöbalken](#), [förordning \(2004:660\) om förvaltning av kvaliteten på vattenmiljön](#) och [förordning \(2007:825\) med länsstyrelseinstruktion](#).

Ansvar för vattenförvaltningens planer och program har de fem länsstyrelser som är vattenmyndigheter (vattenmyndigheterna). Havs- och vattenmyndigheten (ytvatten) och SGU (grundvatten) stödjer vattenmyndigheterna genom [vägledning](#) och tar fram föreskrifter. Havs- och vattenmyndigheten [rapporterar arbetet till EU](#).

Arbetet med vattenförvaltning drivs i förvaltningscykler om sex år, där olika arbetsmoment återkommer. Den första cykeln avslutades 2009, följande avslutades 2015, kommande 2021. En cykel inleds med att vattenförekomsterna [kartläggs](#) och karakteriseras utifrån befintlig [övervakning](#) och annan information om den fysiska miljön. Underlaget används sedan för att bedöma och [klassificera](#) vattnets tillstånd och påverkan, fastställa [miljökvalitetsnormer](#) och vilka [åtgärder](#) som behöver vidtas för att nå god vattenstatus. [Förvaltningsplaner](#) beskriver resultat och arbetsprocess samt inkluderar åtgärdsprogrammen sedan besluten 2016.

Övervakningsprogram för ytvatten

I Sverige har vi samlat in övervakningsdata för vatten sedan 1970-talet. Med vattendirektivet följer ett antal övervakningskrav utifrån kvalitetsfaktorer och underliggande parametrar. Information om miljötillståndet i vatten krävs bland annat för att man ska kunna fastställa [miljökvalitetsnormer](#) och ta fram [åtgärdsprogram](#). Kraven på övervakningen genom [vattendirektivet](#) gäller bland annat förekomst av arter, vattenkvalitet och strukturer i arternas livsmiljöer.

Direktivet ställer krav på att vi ska känna till den generella statusen i avrinningsområden (kontrollerande övervakning), säkerställa statusen i vatten med risk för att miljökvalitetsnormer ej uppfylls och följa upp åtgärdsarbetet i dessa vatten (operativ övervakning), övervaka vatten där orsaken till påverkan är okänd och övervaka påverkan på vatten vid olyckor (undersökande övervakning), samt övervaka vatten med dricksvattenuttag

och områden skyddade enligt art- och habitatdirektivet (övervakning i skyddade områden).

Resultatet av övervakningen är tillgängligt för den intresserade allmänheten och alla vattenanvändare ([se Havs- och vattenmyndighetens sida om datavärdskap och dataåtkomst](#)).

I Sverige finns det idag flera nationella och regionala övervakningsprogram för vatten. Denna [miljöövervakning](#) finansieras via skattemedel. Dessutom finns det recipientkontrollprogram med syfte att följa upp verksamhetsutövers påverkan på vattenmiljön. Dessa finansieras av verksamhetsutövarna.

Kartläggning av ytvatten

Kartläggning av våra ytvatten innebär indelning i olika vattenförekomster, analys av påverkan och risker samt en ekonomisk beskrivning av hur vattnet används. Kartlägningsarbetet utförs av vattenmyndigheten med stöd av länsstyrelserna. Havs- och vattenmyndigheten vägleder om kartläggningen. Allt kartlägningsarbete finns [redovisat i VISS](#).

Att klassificera ett vattens status

Alla Sveriges betydande ytvatten – sjöar, vattendrag och kustvatten - ska klassificeras utifrån vattnets nuvarande tillstånd (status). Klassificeringen redovisas i [databasen VISS](#). Vattenmyndigheterna ansvarar för klassificeringen av vattnet inom respektive vattendistrikt, men arbetet utförs i stor utsträckning av länsstyrelserna via årliga uppdrag från vattenmyndigheterna. Klassificeringen följer av bedömningsgrunder för statusklassificering i HaV:s föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten (HVMFS 2013:19) samt vägledningar.

God kemisk ytvattenstatus innebär att halterna av miljöfarliga ämnen i en vattenförekomst inte får vara högre än vad som anges i föreskrifterna.

Ekologisk status vägs samman utifrån fasta principer kring de biologiska, fysikalisk-kemiska och hydromorfologiska bedömningsgrunderna samt särskilda förorenande ämnen och klassificeras utifrån en femgradig skala (hög, god, måttlig, otillfredsställande och dålig).

Ekologisk potential klassificeras för vattenförekomster som förklarats som kraftigt modifierade eller konstgjorda. De biologiska faktorerna behöver inte klara samma nivå för potential som för status, men är de samma för kemisk status.

Miljökvalitetsnormer för ytvatten

Vattenmyndigheten fastställer miljökvalitetsnormer för vatten med stöd av 5 kap MB, vattenförvaltningsförordningen och [Havs- och vattenmyndighetens föreskrift HVMFS 2013:19](#). Normerna är ett rättsligt verktyg och ställer krav på vattnets kvalitet vid en viss tidpunkt, till exempel "god status 2015".

Enligt 5 kap 2 § miljöbalken

2 § Miljökvalitetsnormer skall ange

1. föroreningsnivåer eller störningsnivåer som människor kan utsättas för utan fara för olägenheter av betydelse eller som miljön eller naturen kan belastas med utan fara för påtagliga olägenheter och som inte får överskridas eller underskridas efter en viss angiven tidpunkt eller under en eller flera angivna tidsperioder,
2. föroreningsnivåer eller störningsnivåer som skall eftersträvas eller som inte bör överskridas eller underskridas efter en viss angiven tidpunkt eller under en eller flera angivna tidsperioder,
3. högsta eller lägsta förekomst i yt- och grundvatten av organismer som kan tjäna till ledning för bedömning av tillståndet i miljön, eller
4. de krav i övrigt på kvaliteten på miljön som följer av Sveriges medlemskap i Europeiska unionen.

Miljökvalitetsnormer skall vid behov omprövas.

Miljökvalitetsnormer finns beslutade för varje vattendistrikt. Vilken miljökvalitetsnorm som gäller för ett specifikt vatten hittar du i föreskrifterna från varje vattenmyndighet och i [VISS](#).

- Bottenviken
- Bottenhavet
- Norra Östersjön
- Södra Östersjön
- Västerhavet

Grundkravet är att god status ska nås 2015 om inte undantag beslutas. Det finns möjligheter att göra undantag från grundkravet om god status 2015 och fastställa miljökvalitetsnormen t.ex. måttlig status 2015. Alternativt kan tidpunkten då god status ska uppnås förlängas, t.ex. till 2027. Särskilda regler gäller också för [kraftigt modifierade/konstgjorda vatten](#). Undantag från grundkravet (god status 2015) är bara motiverat om det är tekniskt omöjligt, orimligt dyrt att vidta åtgärder eller att det finns naturliga skäl som gör det omöjligt att nå god status 2015.

Det är myndigheter och kommuner som ansvarar för att miljökvalitetsnormer följs, bland annat genom beslut enligt miljöbalken (t.ex. tillsyn och provning) samt plan- och bygglagen.

Åtgärdsprogram inom vattenförvaltningen

Åtgärder utformas för att uppnå eller bibehålla god status och följa miljökvalitetsnormerna för vatten i respektive vattendistrikt.

Ett Åtgärdsprogram enligt 5 kap miljöbalken ska tas fram

4 § Om det behövs för att följa en miljökvalitetsnorm, ska regeringen eller den eller de myndigheter eller kommuner som regeringen bestämmer upprätta ett förslag till åtgärdsprogram.

Om en miljökvalitetsnorm för ett geografiskt område inte kan följas på grund av att miljön påverkas av en verksamhet som ligger utanför området, ska ett förslag till åtgärdsprogram upprättas för hela det område där störningar som påverkar möjligheten att följa normen förekommer.

.....

6 § Ett åtgärdsprogram får omfatta all verksamhet och alla åtgärder som kan påverka möjligheten att följa miljökvalitetsnormer.

Programmet ska innehålla

1. uppgifter om den eller de miljökvalitetsnormer som ska följas,
2. uppgifter om de åtgärder som myndigheter eller kommuner behöver vidta för att miljökvalitetsnormerna ska följas, vilka myndigheter eller kommuner som behöver vidta åtgärderna och när åtgärderna behöver vara genomförda,
3. uppgifter om hur krav på förbättringar ska fördelas mellan olika typer av källor som påverkar möjligheterna att följa miljökvalitetsnormerna och mellan olika åtgärder som avses i 2,
4. i fråga om åtgärder för att följa en miljökvalitetsnorm som avses i 2 § första stycket 1, uppgifter om den förbättring som var och en av åtgärderna bedöms medföra och hur åtgärderna tillsammans bedöms bidra till att normen följs,
5. de uppgifter som i övrigt behövs till följd av Sveriges medlemskap i Europeiska unionen, och
6. en analys av programmets konsekvenser från allmän och enskild synpunkt och hur åtgärderna enligt 2 är avsedda att finansieras.

Ett åtgärdsprogram ska omprövas vid behov, dock minst vart sjätte år.

Vad ett åtgärdsprogram ska innehålla framgår även av 6 kap. 5-6 §§ i [vattenförvaltningsförordningen](#).

Åtgärdsprogrammets innehåll

5 § Ett åtgärdsprogram för vattendistrikt ska bland annat innehålla

1. åtgärder för inrättande av vattenskyddsområden eller för att på annat sätt skydda dricksvatten,
2. åtgärder för att i den mån det är behövt åstadkomma omprövning av tillstånd till eller villkor för miljöfarlig verksamhet och vattenverksamhet,
3. åtgärder för att upptäcka och beivra brott mot bestämmelser till skydd för vatten,
4. åtgärder för att hindra eller reglera diffusa utsläpp av förorenande ämnen,
5. åtgärder för att förebygga eller begränsa att föroreningar indirekt tillförs grundvatten,
6. åtgärder för att motverka alla andra betydande negativa konsekvenser för vattenmiljön, särskilt de åtgärder som behövs för att nödvändig ekologisk status eller god ekologisk potential ska kunna nås när det gäller vattenförekomsternas hydromorfologiska förhållanden, och
7. de föreskrifter eller förslag till föreskrifter som behövs för att övriga åtgärder ska kunna genomföras.

Åtgärdsprogrammet ska därutöver innehålla sådana åtgärder och hänvisningar till övrig lagstiftning som avses i artikel 11.3, 11.4 och 11.6 i direktiv 2000/60/EG.

6 § En sådan analys av åtgärdsprogrammets konsekvenser som avses i 5 kap. 6 § andra stycket 6 miljöbalken ska innehålla en bedömning av såväl de ekonomiska som de miljömässiga konsekvenserna av åtgärderna, varvid kostnader och nytta ska kvantifieras.

Det är vattenmyndigheten som vart sjätte år, med hjälp av länsstyrelserna, utarbetar och fastställer ett åtgärdsprogram.

Hur åtgärdsprogram ska redovisas framgår av [föreskriften HVMFS 2015:34](#). Åtgärder utformas efter en bedömning av hur stort åtgärdsbehovet är för att [miljökvalitetsnormerna för vatten](#) ska kunna följas. Vägledning finns i form av en [handbok om framtagande av åtgärdsprogram](#), en handbok för samhällsekonomisk konsekvensanalys av miljöåtgärder och en handbok med allmänna råd om miljöbedömning.

Genomförande av åtgärdsprogrammen

Myndigheter och kommuner ska, inom sina ansvarsområden, se till att åtgärderna utförs. Åtgärderna genomförs bland annat genom beslut enligt miljöbalken (t.ex. tillsyn och prövning), plan- och bygglagen eller andra relevanta författningar.

En förvaltningsplan för varje vattendistrikt

Förvaltningsplanen beskriver hur vattnen mår, vilka mål som fastställts och vilka behov det finns av åtgärder samt hur man har arbetat med samverkan. Förvaltningsplanen fungerar som en arbetsplan och verksamhetsberättelse.

Förvaltningsplanen revideras vart sjätte år och sammanfattar det arbete med övervakning, statusklassificering av yt- och grundvatten, utformning av miljökvalitetsnormer och åtgärdsprogram som har bedrivits inom vattenförvaltningscykeln. Sammanfattningen omfattar såväl arbetsmetodik som resultat.

Havs- och vattenmyndigheten rapporterar till EU-kommissionen

Det är vattenmyndigheten (vattendelegationen) i respektive vattendistrikt som beslutar om förvaltningsplanen. Havs- och vattenmyndigheten ska samordna och meddela föreskrifter om hur vattendistriktens förvaltningsplaner ska redovisas och rapportera dem till EU-kommissionen.

Havs- och vattenmyndighetens samordnande roll

Sverige deltar i EU-samarbetet

Havs- och vattenmyndigheten samordnar Sveriges arbete inom EU:s gemensamma genomförandestrategi, Common Implementation Strategy (CIS). Arbetet sker i samarbete med flera andra myndigheter. Deltagarna i olika arbetsgrupper kring ramdirektivet för vatten kommer från Havs- och vattenmyndigheten och andra myndigheter. Arbetet skapar förutsättningar för att genomförandet av direktivet i Sverige bidrar till en bättre vattenmiljö samt harmoniseras med genomförandet i övriga medlemsstater. Kunskaper och erfarenheter från EU-samarbetet återförs till vattenmyndigheter m. fl.

Havs- och vattenmyndigheten ska samordna vattenmyndigheterna

Samverkan inom vattenförvaltningen sker genom en styrgrupp och en koordineringsgrupp med SGU, SMHI och vattenmyndigheterna. Det genomförs en långsiktig planering för vattenförvaltningsarbetet som innefattar vad Sverige behöver utföra fram till 2021. Styrgruppen har gjort en prioritering av dessa aktiviteter och en gemensam plan har tagits fram för de stora processerna. Därutöver finns en plan för prioriterade föreskrifter och vägledningar från Havs- och vattenmyndigheten och SGU. Därmed finns en gemensam grund för framtida samarbete.

Inom koordineringsgruppen följer man pågående verksamhet på respektive myndighet, säkerställer informationsutbytet och identifierar behov av vägledning. Gruppen fungerar också som en plattform för informationsutbyte kring det EU-gemensamma arbetet. Gruppen för en lista med myndighetsgemensamma projekt inklusive behov av nya projekt.

Ett viktigt verktyg för samordning av arbetet är Havs- och vattenmyndighetens uppdateringar av föreskrifter och vägledningar.

Många myndigheter, kommuner, verksamheter och intressen berörs av vattenförvaltningen. Havs- och vattenmyndigheten leder en bredare samverkan kring åtgärdsarbete inom havs- och vattenförvaltningen bestående av SGU, vattenmyndigheterna, Naturvårdsverket, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, SMHI, Skogsstyrelsen, Jordbruksverket, Livsmedelsverket och länsstyrelserna.

Samverkan om vatten och översvämning

Havs- och vattenmyndigheten har en överenskommelse med Myndigheten för samhällsskydd och beredskap avseende samverkan inom arbetet med översvämnings- och vattenförvaltningsförfordningarna. Vi har låtit analysera vatten- och översvämningsdirektivet för att beskriva synergier och konflikter samt en beskrivning för hur man ska gå tillväga när konfliktsituationer uppstår mellan direktiven.

Rådsslutsats om översvämningsdirektivet och vattendirektivet

Rådsslutsatser från EU-kommissionens möte i oktober 2016 betonade att vattendirektivet och översvämningsdirektivet är de viktigaste verktygen för att hantera konsekvenserna av klimatförändringarna på vattnets kvalitet och kvantitet. Detta ska åstadkommas genom klimatanpassningsåtgärder.

River basin management in a changing climate

Inom EU-samarbetet *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC)*, har man tagit fram ett vägledningsdokument för *River basin management in a changing climate - Guidance document No. 24*. Avsikten är att medlemsländerna ska beakta klimatförändringar vid genomförandet av vattenförvaltningen, även om det inte explicit framgår av direktivet.

Målsättningen är att under andra och tredje vattenförvaltningscykeln ska medlemsländerna analysera och klimatanpassa alla delar av vattenförvaltningens processer, så att det finns en klimatanpassad övervakning, påverkansanalysen inkluderar climateffekter och att utformningen av åtgärdsprogrammen beaktar climateffekter.

Vägledningen kan sammanfattas i följande 11 principer:

1. Analysera direkt och indirekt klimatpåverkan.
2. Detektera klimatförändringssignaler.
3. Övervaka klimatförändring vid referensstationer.

4. Sätt mål som beaktar klimatförändring, men bara undantagsvis undantag.
5. Prediktera den ekonomiska utvecklingen för vattenförsörjning och efterfrågan.
6. Kontrollera effektiviteten av åtgärderna.
7. Genomför i första hand robusta klimatanpassningsåtgärder.
8. Maximera den tvärsektoriella nyttan och minimera de negativa effekterna för alla sektorer.
9. Använd vattenförvaltningens undantagsregler för ny verksamhet när inga andra åtgärder är möjliga.
10. Genomför riskhanteringsplanerna enligt översvämningsdirektivet.
11. Använd vattenförvaltningen för att hantera torka och vattenbrist.

Nedan återges några viktiga utdrag ur vägledningen.

The present Guidance Document focuses on how climate change could be integrated into the 2nd and 3rd river basin management (RBM) cycles of the WFD also broadening the scope to floods and droughts.

For the 2nd and 3rd RBM cycles for the WFD, it is expected that climate change should be fully integrated into the process of river basin management. As such the pillars of the approach to adaptation through river basin management under the WFD should be 1) effective long term monitoring (to enable climate change signals to be identified and reacted to in due course), 2) the assessment of the likely additional impact of climate change on existing anthropogenic pressures, and 3) the incorporation of this information into the design of measures (particularly for proposed measures with a long term design life). Thus, it is expected that as a minimum, Member States should clearly demonstrate how climate change projections have been considered in the pressures & impacts assessment, in the monitoring programmes, and in the choice of measures.

5. Although climate change is not explicitly included in the text of the WFD, the step-wise and cyclical approach of the river basin management planning process makes it well suited to adaptively manage climate change impacts. This approach means that we can revisit plans to scale up or down our response to climate change in accordance to monitored data, and can avoid over-investment now. On the other hand, it is important that long term climate projections are built in to the design of measures (driven by current pressures) that have a long design life and high costs. As such, inclusion of climate change in assessment of pressures is important.

6. In addition the river basin management planning process is the best mechanism through which to balance available water resources and demands, thus avoiding

long term water scarcity, and provides clear links to the management of flood risk in catchments, which is specifically addressed through requirements in the Floods Directive.

9. The Guidance is conveyed in five blocks that explain: (1) how to handle available scientific knowledge and uncertainties about climate change; (2) how to develop strategies that build adaptive capacity for managing climate risks; (3) how to integrate adaptive management within key steps of the RBMP of the WFD; and how to address the specific challenges of managing future (4) flood risk and (5) water scarcity.

10. This Guidance is endorsed by Water Directors. It is aimed at those with responsibility for river basin management, including flood and drought risk management, for delivery of the second and third RBMP cycles (from 2015 until 2027). This will require a combined approach that balances action on monitoring and understanding climate-driven impacts, with implementing no regret actions to improve resilience and ensuring that long life-time investments are climate resilient.

24. As noted before, the underpinning rationale and processes of the WFD are amenable to the delivery of adaptation. In particular, the integrated approaches to land, water and ecosystem management, combined with the cyclical review process, are all consistent with the ideals of adaptive management. Steps in the RBMP process provide a convenient structure for incorporating adaptation to climate change through: risk appraisal, monitoring and assessment, objective setting, economic analysis and Programmes of Measures (PoMs) to achieve environmental objectives.

25. The Guiding Principles summarised below are intended to help river basin managers to take well informed decisions that are proportionate and robust, given acknowledged uncertainties in regional climate change impacts. Where feasible, “no-regret”, or “win-win” measures should be adopted as these yield beneficial outcomes regardless of the eventual outcomes of climate variability and change.

26. As a minimum Member States should clearly demonstrate in the second and third cycle RBMP how climate change projections have informed assessments of WFD pressures and impacts; how monitoring programmes are configured to detect climate change impacts; and how selected measures are as robust as possible to projected climate conditions.

27. Apart from exceptional circumstances, it is not expected that, within the timeframe of WFD implementation (i.e., up to 2027), and within the metrics used for status assessment, that a climate change signal will be statistically distinguishable from the effects of other human pressures at a level requiring reclassification of sites. It is more likely that indirect pressures arising from human responses to climate change – both adaptation and mitigation – will have a greater impact (such as elevated water abstractions for irrigated agriculture, new flood

defence infrastructure or effects on water quality and quantity of intense production of energy crops).

28. The following sections provide additional commentary on key guiding principles included in the Guidance. These 11 key guiding principles are considered most useful for river basin managers who want to get acquainted with principles of adaptation in water management in a general way. For additional guiding principles, and for more detailed commentary, suggested actions, case studies and examples the reader is referred to the main body of the guidance.

29. Principle 1: Assessing direct and indirect climate pressures. Member States are required to carry out a review of the impact of human activities on the status of surface and ground waters (e.g., point and diffuse source pollution, abstraction). Potentially all such pressures will be sensitive to climate change, therefore, it is helpful to distinguish between primary and secondary pressures. The former describe direct links between climate driver(s) and natural system response(s) (e.g., increased metabolic rates due to higher water temperatures, more frequent flushing of sewer outflows). Secondary pressures arise from indirect links to climate change due to societal responses (e.g., increase storage to avert water scarcity). Risk assessments that are too narrowly focused on existing pressures within river basins may overlook important but physically remote, indirect or longer-term drivers of water body status.

30. Principle 2: Detecting climate change signals. Monitoring data will be needed to identify and react to climate change signals as they emerge, so it is important to assess how best use can be made of available data from existing networks, and that sites with relevant long data records are sustained over coming years as part of wider surveillance efforts. Knowledge of when and where climate change might be first detected can help target investigative monitoring and reporting of effects in the most vulnerable water bodies (i.e., “hot spots”). Climate change indicators can be deployed that improve the chance of early detection, and hence the lead-time for invoking adaptive measures.

31. Principle 3: Monitoring change at reference sites. Human activities and climate changes at the river basin scale may have similar outcomes in the quality elements used for status assessment. Therefore, robust information on changes at reference sites – locations that by definition are subject to limited anthropogenic modification – is the primary means of isolating the two sets of impacts.

32. Principle 4: Setting objectives. Although the use of exemptions is an integral part of RBMP, applying exemptions without justification in line with the WFD cannot be seen as a general strategy for coping with the consequences of climate variability and change. Therefore, climate change should only be used as justification for exemptions where there is convincing evidence and certainty that climate projections will combine with a lack of proportionate and feasible measures to require lower than default objectives to be set.

33. Principle 5: Forecasting the economics of water supply and demand. Sequential steps in the economic analysis of the WFD should be followed, but with the integration of potential additional pressures, impacts and constraints due to climate change. The value of water could be affected as the balance between supply and demand is reconfigured. Therefore, economic analyses should identify the most cost-effective combinations of measures under a plausible range of climate change and water supply demand scenarios.

34. Principle 6: Checking the effectiveness of measures. Due to the fact that substantial financial resources will be invested within coming river basin management cycles, and that many measures will have a long lifespan and/or preclude future adjustments, Member States/RBD authorities have to screen for potential effects by undertaking a “climate check” of the PoMs. This check should involve a sensitivity analysis of the proposed measure or group of measures to evaluate long-term effectiveness and costefficiency under changing conditions. If it is found that the measure(s) are potentially sensitive to the anticipated climate change, then the measure should be re-evaluated and adjusted accordingly. Preferred options will be able to cope with a range of climate conditions or are sufficiently flexible to be adapted to changing conditions. The methodology of the climate check should be fully transparent and documented so that the process can be replicated should new or improved evidence of future climate risks become available. Monitoring programmes should also be in place to verify or amend the findings of the climate check.

35. Principle 7: Favouring robust adaptation measures. Proactive adaptation measures may be required if climate change threatens to jeopardise the achievement of WFD objectives. In practice, other, non-climatic pressures are more likely to be of concern over the course of the second and third RBMP cycles. Therefore, the first priority should be to establish/safeguard monitoring programmes that will help benchmark and track long-term climate change impacts as they materialise. Indeed, monitoring and reporting are crucial elements of any adaptive management system. However, if investments are being planned for infrastructure with long life spans it is prudent to favour measures that are resilient to a wide range of plausible climate conditions. Ideally these measures should also work with natural processes and realise multiple benefits (e.g., for flood risk management, drought management, nature conservation, navigation and recreation).

36. Principle 8: Maximise cross-sectoral benefits and minimise negative effects across sectors. Robust adaptation measures will also make provision for the actions being taken by others to either mitigate or adapt to climate change. For instance, policies intended to reduce greenhouse gas emissions could lead to hydropower development or biomass cultivation with potentially significant consequences for aquatic ecosystems. On the other hand measures taken to improve water status through waste water treatment or reuse, artificial recharge of aquifers, inter-basin transfers, and so forth, imply higher energy consumption and greenhouse gas

emissions. The main body of the guidance offers criteria to help select adaptation measures that are effective and cost-efficient, yet minimise side-effects, promote equity, and are technically and socially feasible within the implementation time-scale. Land use planning is an important tool in preventing long term negative effects.

37. Principle 9: Apply WFD Article 4.7. In the event that no significantly better environmental options exist, and all practicable steps have been taken to minimise the adverse effect of the proposed measure, WFD Article 4.7 may be invoked. This provides the possibility of exemption from achieving good status when a physical alteration to a water body is deemed to offer benefits that outweigh the costs to the environment.

38. Principle 10: Flood risk management: Start adapting flood risk management to potential climate change as soon as possible, when information is robust enough since full certainty will never be the case. Follow the guiding principles set out for the WFD.

39. Principle 11: Drought management and water scarcity: Use the Water Framework Directive as the basic methodological framework to achieve climate change adaptation in water scarce areas and to reduce the impacts of droughts.

Examples of primary climate change impacts on water status

Parameters and examples of primary impacts of climate change

Hydrological-hydromorphological

- Changing river flows, lake levels and retention times, and sea levels lead to coastal erosion
- Hydrological connectivity of slopes, channels, and coastal zones
- Long-term bed-load and channel change
- Geomorphological processes creating dynamic/diverse habitats
- Sediment transport changes associated with climate change
- Changes in groundwater demand and recharge system induced or enhanced by climate change

Physico-chemical

- Changes in water temperature and dissolved oxygen
- Decreased dilution capacity of receiving waters
- Increased erosion and diffuse pollution
- More frequent flushing of combined sewer outflows

- Potential remobilisation of sediment- and soil-associated historic contamination
- Photoactivation of toxicants
- Exceedence of water quality standards
- Salt water intrusion (both into groundwater and upstream into estuaries and tidal river systems)

Biological-ecological

- Changing metabolic rates of organisms
- Changing ecosystem productivity and biodiversity
- Climate space of plant and animal distributions
- Fish migration patterns and dispersal corridors
- Increased eutrophication and occurrence of algal blooms
- Changes in aquatic fauna and flora including those at reference sites
- Changes in species assemblages in designated areas
- More rapid decline in faecal indicator organisms and pathogen populations
- Increased microbiological activity
- Decreasing groundwater levels may have adverse effects on depending terrestrial ecosystems

Bilaga 3. Hur ser vattenstatus ut i Sverige och vad beror det på

Vattenmyndigheterna har visat att ett stort antal av vattenförekomsterna är så påverkade av människan att det inte når god status. Orsaken är emellertid inte klimatförändringar, utan i huvudsak fysiska ingrepp eller olika utsläpp. Miljöproblemen kan förstärkas av ett ändrat klimat, men de beror inte på klimateffekterna i dag.

Vattnet i vattendistriktet är mer eller mindre påverkat av människan. Främst handlar det om lämningar efter flottningsverksamhet och påverkan av vattenkraft. Förutom vattenkraften är det verksamheter så som skogsbruk, jordbruk, fiske och tung basindustri som till störst del påverkar vattenstatus.

Miljöproblem som övergödning, förorening, fysisk påverkan, miljögifter och farligt höga halter av metaller är viktiga. De två sistnämnda grundar sig till stor del i den historiska industrialiseringen. Dagens industri bidrar i mindre utsträckning till föroreningen av våra vatten, tack vare en hårdare miljölagstiftning och en ökad medvetenhet.

Vattenmyndigheterna påtalar även att det är sannolikt att klimatförändringarna kommer att påverka förutsättningarna för miljö kvalitetsnormerna i framtiden, och att det därför behöver utredas, övervakas och tas in i kommande åtgärdsprogram.

Ytvattenförekomsterna i vattendistriktet är mer eller mindre påverkade av människan, vilket beskrivs genom de statusklassificeringar för ekologisk och kemisk status samt de påverkansanalyser som vattenmyndigheterna och länsstyrelserna har genomfört.

Ytvatten

Ekologisk status

- Bottenvikens vattendistrikt har 6 705 naturliga ytvattenförekomster, exklusive KMV- och KV-förekomster, och av dessa har cirka 40 procent bedömts ha sämre än god ekologisk status. När det gäller sjöar och vattendrag är fysisk påverkan som bristande konnektivitet, bland annat vandringsmöjligheter för fisk, och morfologiska förändringar de huvudsakliga orsakerna till att god ekologisk status inte nås. För kustvatten är det framförallt övergödning och särskilda förorenande ämnen som gör att god ekologisk status inte uppnås.

- Bottenhavets vattendistrikt har 10333 naturliga (exklusive KMV och KV) ytvattenförekomster och av dessa har 6722 (cirka 65 procent) bedömts ha sämre än god ekologisk status. För sjöar och vattendrag är det fysisk påverkan som är den främsta orsaken till att god ekologisk status inte nås. För kustvatten är det framförallt övergödningspåverkan men även miljögifter som bidrar till att god ekologisk status inte uppnås.
- Norra Östersjöns vattendistrikt har 1208 naturliga (exklusive KMV och KV) ytvattenförekomster och av dessa har cirka 80 procent bedömts ha sämre än god ekologisk status. När det gäller vattendrag är konnektivitetsförändringar och övergödning de viktigaste orsakerna till att god ekologisk status inte nås. För sjöar och kustvatten är det framförallt övergödningspåverkan som gör att god ekologisk status inte uppnås. Dessutom bidrar särskilda förorenande ämnen (SFÄ), främst metallerna zink, koppar och arsenik, till måttlig ekologisk status.
- Södra Östersjöns vattendistrikts 1 695 naturliga ytvattenförekomster (exklusive kraftigt modifierade vatten och konstgjorda vatten) har cirka 80 procent bedömts ha sämre än god ekologisk status. När det gäller sjöar och vattendrag är fysiska förändringar och höga halter av fosfor de viktigaste orsakerna till att god ekologisk status inte nås. För kust är framförallt höga halter av fosfor och kväve som gör att god ekologisk status inte nås.
- Västerhavets vattendistrikt har 2 537 naturliga (exklusive KMV och KV) ytvattenförekomster och av dessa har cirka 78 procent bedömts ha sämre än god ekologisk status. När det gäller sjöar och vattendrag är fysisk påverkan och förurning de viktigaste orsakerna till att god ekologisk status inte nås. För kustvatten är det framförallt övergödningspåverkan som gör att god ekologisk status inte uppnås.

Kemisk status

Gränsvärden för kvicksilver och PBDE överskrids i alla ytvattenförekomster. Eftersom problemen med kvicksilver och PBDE är ett övergripande nationellt problem presenteras kemisk status exklusive kvicksilver och PBDE för att denna parameter inte ska överskugga eventuella problem med andra prioriterade ämnen.

- I Bottenvikens vattendistrikt har 54 ytvattenförekomster bedömts ha sämre än god kemisk status. Det är främst kadmium, bly och tributyltenn (TBT) som bidrar till att statusen är sämre än god. Därutöver bidrar ett antal särskilda förorenande ämnen (SFÄ) till att god ekologisk status inte uppnås.

- I Bottenhavets vattendistrikt har 91 ytvattenförekomster bedömts ha sämre än god kemisk status.
- Norra Östersjöns vattendistrikt har 104 ytvattenförekomster bedömts ha sämre än god kemisk status. Det är främst tributyltenn (TBT), bly och antracen som bidrar till sänkt status.
- I Södra Östersjöns vattendistrikt har 75 ytvattenförekomster klassificerats till sämre än god kemisk status. Det är främst föroreningar i sediment såsom antracen, kadmium och TBT som bidrar till att statusen är sämre än god. Det finns också ett antal vatten med förhöjda halter av bly, främst i Kronobergs län.
- I Västerhavet vattendistriktet har 72 ytvattenförekomster bedömts ha sämre än god kemisk status. Det är främst tributyltenn (TBT), bly och fluoranten som bidrar till att statusen är sämre än god. Utöver de 72 som bedömts ha sämre än god kemisk status finns det många vattenförekomster som inte har någon annan parameter klassad än kvicksilver och PBDE, eftersom data saknas för att göra en statusbedömning.

Miljöproblem och påverkanskällor

Övergödning

Hög belastning av näringsämnen eller stora mängder organiskt material kan orsaka övergödning av vattnet. Höga halter av växtnäring i ytvatten leder till ökad produktion av biomassa vilket bland annat yttrar sig som påskyndad igenväxning av sjöar och vattendrag samt algbloomningar. I förlängningen kan övergödningen leda till syrgasbrist i bottenvatten, då en större mängd organiskt material ska brytas ned. Syrebrist i bottenvatten medför i sin tur att hela organismgrupper som lever i bottenbotten, eller i anslutning till dessa, kan försvinna.

Ett vatten som är påverkat av övergödning är ofta grumligt vilket kan bero på en stor mängd växtplankton i vattenmassan. Vanligtvis leder övergödningen till att den biologiska mångfalden utarmas.

- I Bottenvikens vattendistrikt har 85 sjöar, 39 vattendrag och 21 kustvatten, dvs. totalt 145 av 6 891 ytvattenförekomster (två procent) sämre än god status med avseende på övergödning. Det omfattar cirka tre procent av den sammanlagda sjöytan, en procent den sammanlagda längden vattendrag och tre procent av den sammanlagda ytan kustvatten. Detta motsvarar ungefär två procent av distriktets sjöar och vattendrag samt ungefär en femtedel av distriktets kustvatten.
- I Bottenhavets vattendistrikt har ca 319 av 10758 (2,9 procent) ytvattenförekomster sämre än god status med avseende på

näringsämnen och syreförbrukande ämnen. Av kustvattenförekomsterna har 46 av 85 vattenförekomster miljöproblem övergödning.

- Övergödning är ett av de största miljöproblemen i Norra Östersjöns vattendistrikt. Nästan samtliga kustvatten och hälften av distriktets sjöar och vattendrag har bedömts vara påverkade av övergödning. Noterbart är att fosfortransporten ökar från flera av de jordbruksdominerade vattendragen som mynnar i Mälaren.
- I Södra Östersjöns vattendistrikt är övergödning ett av de största miljöproblemen. Nästan samtliga kustvatten och drygt en tredjedel av distriktets sjöar och vattendrag har bedömts vara påverkade av övergödning. Ett 40-tal vattenförekomster har problem med hög belastning av organiskt material.
- I Västerhavets vattendistrikt är övergödning av sjöar, vattendrag och kustvatten ett av de största miljöproblemen. Ungefär 15 procent av distriktets sjöar, 24 procent av vattendragen och nästan samtliga kustvattenförekomster har bedömts ha övergödningssproblem vilket är i stort sett oförändrade siffror jämfört med 2009. För inlandsvattnen är övergödningssproblemen störst i Skåne, på slättområdena i Dalsland och Västergötland samt i Vänerne och Västerhavets kustområden. I de flesta fall är det belastning av näringsämnen som angivits som problem, men en handfull vattenförekomster har också bedömts ha problem med hög belastning av organiskt material. Ungefär 10 procent av sjöarna och 23 procent av vattendragen i Västerhavets vattendistrikt har sämre än god status med avseende på näringsämnen. För kustvattnen är det bara drygt 25 procent av vattenförekomsterna som har sämre än God status för näringsämnen trots att nästan samtliga vattenförekomster har övergödningssproblem. Detta beror på att de biologiska kvalitetsfaktorerna bottenfauna och makroalger ofta visar på övergödningssproblem trots tämligen låga halter av näringsämnen.

Förändrade habitat genom fysisk påverkan

Miljöproblemet *Förändrade habitat genom fysisk påverkan* avser alla typer av fysiska förändringar som är orsakade av människan och som påverkar hydromorfologin och därmed livsmiljöerna i ett vattenområde. Ingrepp i vattenmiljön som sjösänkning, dämning, utdikning och muddring är exempel på den här typen av fysiska förändringar.

Människan har under generationer förändrat vattenlandskapet för att vinna mark, förbättra produktionen inom jord- och skogsbruk, möjliggöra bebyggelse, skapa sjötrafikleder och annan infrastruktur, eller utvinna

energi. Samtidigt som de här ingreppen har en positiv effekt för människa och samhälle kan de få allvarliga konsekvenser för de akvatiska ekosystemen. De fysiska förändringarna påverkar hydrologiska och morfologiska processer i vattnet som i sin tur påverkar livsmiljöerna och förutsättningarna för allt biologiskt liv.

Fysisk påverkan är det mest omfattande miljöproblemet i många områden och är där det största hindret för att följa miljökvalitetsnormerna.

Undersökningar har visat att populationsstorlekarna av arter knutna till vattendrag, sjöar och våtmarker har minskat kraftigt på grund av de fysiska förändringarna. De mest påtagliga fysiska förändringarna i vattenmiljöerna är de som kommer sig av markavvattningar, sjösänkningar, flottledsrensningar, rätningar och kanaliseringar, samt vattenkraftens påverkan genom dammar, vattenreglering och torrfåror.

Fysiska förändringar indelas i flödesförändringar, konnektivitetsförändringar och morfologiska förändringar, beroende på vilken typ av fysisk påverkan som ingreppen ger.

Flödesförändringar

Flödesförändringar är förändringar av de hydrologiska förhållandena i sjöar och vattendrag. Exempel på sådana flödesförändringar är regleringar av sjöar och vattendrag för att bevattna, producera elkraft, ge kylvatten för industriändamål samt dricksvatten. Reglering för drift av vattenkraft har orsakat de största hydrologiska förändringarna i vattensystem i Sverige. Normalt avgör tillrinningen hur flödet varierar i ett vattendrag, men i hårt reglerade system styrs flödena snarare av kraftproduktionens behov. Vattensystemens karaktär förändras då områden som tidigare varit forssträckor förvandlas till uppdämda sjöar eller torrfåror.

Fysiska förändringar av vattenlandskapet kan ofta leda till att vattenflödet förändras. Utdikning av våtmarker, markavvattning, sjösänkningar och hårdgjorda ytor (asfalt, hus och betong) tar bort naturens egna buffringsmagasin vilket leder till snabb avrinning vid nederbörd och lägre vattenflöden under andra perioder. De pågående klimatförändringarna gör att problemen med översvämningar och torrperioder förmodligen kommer att öka ytterligare i framtiden. Flottning av timmer har även skett i många vattendrag i södra Sverige. I samband med timmerflottning styrdes ofta vattnet till mittfåran, sidofåror stängdes av och strukturer såsom större block togs bort. Flödesförändringar kan också uppkomma på grund av underdimensionerade broar eller vägtrummor, eller av strukturer och konstruktioner i vattnet som pirar, brofundament, ramper och bryggor.

Flödesförändringar har en stor påverkan på vattenekosystemet. Hur stora effekterna blir beror bland annat på hur stor avvikelsen är från de naturliga förhållandena.

- I Bottenvikens vattendistrikt har 4 procent av vattenförekomsterna i sjöarna och 31 procent av vattenförekomsterna i vattendragen bedömts ha sämre än god status på grund av flödesförändringar.
- I Bottenhavets vattendistrikt är det sex procent av sjöarna och 33 procent av vattendragen som bedömts ha sämre än god status med avseende på flödesförändringar.
- I Norra Östersjöns vattendistrikt har 310 vattenförekomster sämre än god status på grund av flödesförändringar.
- I Södra Östersjöns vattendistrikt har nio procent av vattendragen och knappt tio procent av sjöarna bedömts vara påverkade av vattenflödesregleringar. Då ca 20 procent respektive 30 procent av vattenförekomsterna inte bedömts utifrån flödesförändringar kan det befaras att påverkan är större. I distriktet finns endast få större regleringsmagasin, med så kallad reglerkraft (reglering över året), men korttidsreglering (reglering över timmar – dag) utgör en större påverkan.
- I Västerhavets distrikt har 25 procent sjöar och 31 procent vattendrag bedömts ha sämre än god status med avseende på flödesförändringar.

Konnektivitetsförändringar

Konnektivitetsförändringar är förändringar som orsakats av människan och som inverkar negativt på spridnings- och vandringsmöjligheterna i ett vattensystem. Exempel är dammar, trösklar eller fellagda vägtrummor, men också invallningar som förhindrar kontakt med närområde och svämplan. Den här typen av barriäreffekt i vattendrag, som hindrar förflyttningar och transport i vattendraget, gör att vattendraget och därmed olika populationer fragmenteras. Det påverkar fiskars och bottenlevande djurs förflyttningar upp- och ned i vattensystemet, samt transport av näringsämnen, sediment och organiskt material. I stort sett alla fiskarter vandrar, i större eller mindre utsträckning, under någon fas i livet (HaV, 2013) och vandringshindren påverkar fiskbestånden negativt och försämrar deras motståndskraft mot yttre stress.

En stor del av vandringshindren utgörs av vattenkraftverk samt gamla vattenanläggningar som idag inte fyller sitt ursprungliga syfte, till exempel kvarndammar. Dessa utgör hinder för att uppnå naturligare förhållanden i vattendragen. Intressekonflikter kan dock uppstå, exempelvis om det är bruksmiljöer eller andra kulturhistoriskt värdefulla miljöer som utgör vandringshinder.

- I Bottenvikens vattendistrikt har 32 procent av vattenförekomsterna i vattendrag och 19 procent av vattenförekomsterna i sjöar bedömts ha sämre än god status på grund av konnektivitetsförändringar.
- I Bottenhavets vattendistrikt är 45 procent av vattendragen och 31 procent av sjöarna påverkade av konnektivitetsförändringar.
- I Norra Östersjöns vattendistrikt har 60 procent av alla vattenförekomster (sjöar och vattendrag) sämre än god status med avseende på konnektivitet.
- I Södra Östersjöns vattendistrikt har 59 procent av vattendragen och 27 procent av sjöarna bedömts ha problem med konnektivitetsförändringar. Dock är ca 25 procent av sjöarna inte bedömda med avseende på konnektivitet, varför det kan förväntas att andelen sjöar med konnektivitetsproblem kan förväntas öka.
- I Västerhavets vattendistrikt är 54 procent av sjöarna och 70 procent av vattendragen påverkade av konnektivitetsförändringar. Detta motsvarar 47 procent av vattendistriktets totala sjöyta och 74 procent av den summerade vattendragslängden.

I kustvattenförekomsterna har inte konnektivitetsförändringar bedömts men vandringshinder i kustmynnande vattendrag påverkar även ekologin i kustvatten, främst fisk som vandrar från havet upp i sötvatten för att leka. När det gäller kustvattnen kan pirar, vågbankar och andra konstruktioner i vattnet försämra möjligheten till spridning för vattenlevande växter, djur, sediment och organiskt material. Det gäller såväl spridning utmed strandområdena som mellan kustvatten och sötvattenförekomster till det kustnära området.

Morfologiska förändringar

Morfologiska förändringar är mänsklig påverkan på formen och strukturerna i sjöar och vattendrag. Formförändringar kan vara muddringar, utfyllnader, rätningar, rensningar, kanaliseringar, invallningar eller sjösänkning. Exempel på strukturförändringar är anläggningar i vattenområdet som skapats av människan såsom pirar, stenkistor, bryggor.

- I Bottenvikens vattendistrikt har 18 % av vattenförekomsterna i vattendragen och 6 % av vattenförekomsterna i sjöarna bedömts ha sämre än god status på grund av morfologiska förändringar.
- I Bottenhavets vattendistrikt har 32 procent av vattendragen och 15 procent av sjöarna bedömts ha problem med morfologiska förändringar.
- I Norra Östersjöns vattendistrikt har cirka 70 procent av vattendragen och 30 procent av sjöarna problem med morfologiska förändringar. När det gäller vattendragen är rensningar den största

påverkanskällan och för sjöarna är det sänkningar som är huvudproblemet.

- I Södra Östersjöns vattendistrikt har 63 procent av vattendragen och 24 procent av sjöarna bedömts ha problem med morfologiska förändringar. Dock är drygt 35 procent av sjöarna inte bedömda varför andelen sjöar med problem med morfologiska förändringar kan förväntas öka. När det gäller vattendragen är det i första hand rätningar och rensningar som har påverkat vattenmiljöerna och för sjöarna är det framförallt sänkningar som är problemet. I jordbruksområden har det även skett en omfattande kulvertering (nedgrävda passager) av vattendrag.
- I Västerhavets vattendistrikt har cirka 60 procent av vattendragen och 20 procent av sjöarna problem med morfologiska förändringar. För kustvattnen utgör hamnar, pirar och andra konstruktioner i strand- och vattenområdet den vanligaste formen av morfologisk påverkan, tillsammans med rensningar och muddringar. Graden av påverkan på morfologiska förhållanden utgår från hur stor påverkan är på djupförhållanden, strandlinjens längd, förekomst av naturliga strukturer och landformer, strändernas morfologi, samt förekomst av artificiella strukturer. Förändringar i bottenstrukturer och bottenstrukturer såsom sedimentbankar eller påverkan från dumpningar, utgör också morfologisk påverkan. Omfattningen av de morfologiska förändringarna i kusten är bitvis mycket stor men inte kartlagd i detalj.

I kustnära havsområden har framförallt hamnar och farleder samt utfyllnader lett till fysiska förändringar. Strandlinjen är konstgjord med kajer, pirar och bryggor och man har muddrat viktiga bottnar framförallt för båtlivets skull. Även vägbankar och liknande konstruktioner med avsaknad av eller med feldimensionerade trummor har stängt av eller begränsat vattenutbytet mellan kustvattenområden och härigenom påverkat bland annat grunda bottnar. Dessa bottnar är av mycket stor betydelse som lek- och uppväxtmiljöer för ett stort antal arter. Stranderosion är ett annat problem som kan vara en direkt eller indirekt effekt av fysiska förändringar i kustområden. Stranderosionen är i vissa områden ett stort hot mot marina och kustbaserade kulturlämningar som vrak, men även mot den befintliga bebyggelsen.

Miljögifter i yt- och grundvatten

Miljögifter är ämnen som har en skadlig inverkan på miljön när de släpps ut. De miljögifter som klassificeras inom vattenförvaltningen är giftiga, långlivade, tas upp av levande organismer och har en förmåga att spridas i miljön. De innefattar både vissa organiska ämnen, som polyaromatiska kolväten (PAH) och vissa oorganiska ämnen, som metaller. Inom

vattenförvaltningsarbetet hanteras miljögifter olika beroende på om det gäller ytvatten eller grundvatten.

Miljögifter i ytvatten hanteras dels som en del av klassificeringen av kemisk ytvattenstatus (prioriterade ämnen) och dels som en kvalitetsfaktor kopplad till ekologisk status i form av särskilda förorenande ämnen (SFÄ). De prioriterade och särskilda förorenande ämnena är listade i HVMFS 2013:19.

- I Bottenvikens vattendistrikt, när kvicksilver och PBDE exkluderas, bedöms sammanlagt 20 kustvatten (18 procent av kustvattenförekomsterna), 57 vattendrag (1 procent), 12 sjöar (0,6 procent) och 7 grundvatten (1 procent) vara påverkade av miljögifter. Orsaken till sänkt status kan vara ett prioriterat ämne, ett särskilt förorenande ämne eller en kombination av ämnen
- Bottenhavets vattendistrikt överskrider gränsvärden för prioriterade ämnen (exklusive kvicksilver och PBDE) i 91 ytvattenförekomster och i 135 ytvattenförekomster överskrider gränsvärden för särskilda förorenande ämnen.
- I Norra Östersjöns vattendistrikt är det, förutom de överallt överskridande ämnena, främst TBT (tributyltenn), polyaromatiska kolväten (PAH:er) till exempel antracen, fluoranten och benzo(a)pyrene samt metallerna bly, kadmium och nickel som orsakar att gränsvärden för prioriterade ämnen överskrider. För SFÄ är det främst halter av metallerna zink, koppar och arsenik som överstiger sitt riktvärde vilket resulterar i måttlig ekologisk status. Kunskapen om hur utbredd miljöproblemet är och hur detta ska åtgärdas är dock bristfällig.
- I Södra Östersjöns vattendistrikt överskrider gränsvärden för prioriterade ämnen (exklusive kvicksilver och PBDE för ytvatten) i 75 vattenförekomster och i 77 vattenförekomster överskrider gränsvärden för särskilda förorenande ämnen. Majoriteten av vattenförekomsterna med för höga värden för särskilt förorenande ämnen är också förorenade av något av de prioriterade ämnena. Sammanlagt 122 vattenförekomster har problem med miljögifter. Tillsammans utgör det lite mindre än 15 procent av totala vattenytan i distriktet.
- I Västerhavets vattendistrikt överskrider gränsvärden för prioriterade ämnen (exklusive kvicksilver och polybromerade difenyletrar (PBDE)) i 21 vattendrag, 25 sjöar och 26 kustvattenförekomster. Särskilda förorenande ämnen överskrider gällande bedömningsgrunder i 38 vattendrag och 8 sjöar. Särskilda förorenande ämnen har inte uppmätts eller visat på något överskridande i något kustvatten. I tiotalet av dessa

vattenförekomster överskrider gränsvärden för både prioriterade ämnen och särskilda förorenande ämnen. Det är framförallt zink, bly och blyföreningar, tributyltenn (TBT), fluoranten och DEHP som utgör största antalet överskridanden.

Försurning

Försurning orsakas främst av deposition av luftburna svavel- och kväveföreningar som bildar syror i reaktion med vatten och påverkar framför allt mark, sötvatten och grundvatten. Försurningen ger skador på vattenlevande organismer och kan påverka hela ekosystem. Fiskarter som till exempel lax, öring och mört samt kräftor drabbas hårt. Även planktonsamhället förändras, kiselalger saknas exempelvis helt vid låga pH-värden. Skadorna uppkommer inte enbart på grund av surheten i sig utan orsakas också av att aluminium och andra skadliga metaller utlakas från marken vid låga pH-värden.

De kalkningsåtgärder som genomförs i Sverige har som syfte att motverka den negativa inverkan som försurningen har på djur- och växtlivet, i väntan på att vattenkvaliteten återhämtar sig. Kalkning av sjöar och vattendrag har pågått i organiserad form sedan början av 1980-talet. Idag sprids det ca 105 000 - 121 000 ton kalk per år i de svenska sjöarna och vattendragen. Tack vare minskad försurningsbelastning och förbättrade kalkningsstrategier har kalkningen kunnat minskas sedan början av 2000-talet. Men även om många sjöar och vattendrag börjar återhämta sig från försurningen kommer behovet av kalkning att finnas kvar i många år framöver i de känsligaste områdena.

- I Bottenvikens vattendistrikt kan de flesta sjöar och vattendrag betraktas som naturligt sura till följd av berggrundens och jordarternas karaktär. Detta medför att förmågan att neutralisera sur nederbörd är begränsad. På grund av förhärskande vädermönster är nederbördsrelaterad försurning framför allt begränsat till distriktets sydostligaste delar. I dessa delar av distriktet har Västerbottens länsstyrelse ett omfattande kalkningsprogram där närmare 1000 km vattendrag och över hundra sjöar berörs. Detta kan jämföras med Norrbotten, där inga kalkningsprojekt med koppling till sur nederbörd bedrivs. I distriktet påträffas under högsta kustlinjen, sulfidleror (svartmockajordar). I områden där sådana jordar är dikade och har övergått till sura sulfatjordar kan den försurande påverkan vara mycket hög. Av distriktets vattenförekomster är det 109 vattendrag och 61 sjöar som har bedömts ha problem med försurning. Det motsvarar cirka 2 respektive 3 procent av distriktets totala antal vattendrag och sjöar.

- I Bottenhavets vattendistrikt har 15 procent av sjöarna och 15 procent av vattendragen sämre än god status med avseende på försurning som andel av de bedömda vattendragen. Bedömningarna omfattar antropogen försurning från mänsklig påverkan men måste särskiljas från naturlig episodförsurning som uppstår vid höglödesperioder på våren.
- I Norra Östersjöns vattendistrikt har 11 procent av vattenförekomsterna bedömts ha problem med försurning. Det motsvarar 10 procent av den totala längden av de vattendrag som är vattenförekomster och 2 procent av den totala arean av sjövattenförekomster i distriktet.
- I Södra Östersjöns vattendistrikt har cirka 25 procent av sjöarna och vattendragen bedömts ha problem med försurning. Framför allt är det områden i norra Skåne, Blekinge, Kronobergs och södra delarna av Kalmar län som är påverkade av försurning. Även områden väster om Vättern samt Kolmårdenområdet är påverkat. Bedömningen är att dessa områden har kalkfattig berggrund och svårvittrade jordar samtidigt som försurningsbelastningen är hög. Dock är det endast cirka 16 procent av sjöar och vattendragen som har sämre status än god, vilket är effekten av genomförd kalkningsverksamhet.
- Västerhavets vattendistrikt är det distrikt i Sverige som har drabbats hårdast av försurningen genom åren. I distriktet har drygt 50 procent av sjöarna och vattendragen bedömts ha problem med försurning. Den största delen av distriktet är drabbat, undantaget är de områden med djupare jordlager och mer lättvittrade bergarter. De områdena som inte är drabbade är bland annat området kring Vänern, Skaraborgsslätten, Hallands – och Skånes kust.

Vatten i ett förändrat klimat

Världen står inför en klimatförändring. Det är dock svårt att förutspå i vilken omfattning vi kommer att påverkas och hur snabbt förändringarna kommer att ske. De flesta forskare och klimatexperter är idag eniga om att ökningen i den globala medeltemperaturen som har skett de senaste hundra åren till stor del orsakas av ökade halter av växthusgaser i atmosfären främst på grund av mänsklig aktivitet.

Klimatet i Sverige har blivit gradvis varmare och mer nederbördsrikt.

Tabell 17. Förväntade effekter av klimatförändringar på nationell skala (SOU 2015:51).

Parameter	Förändring
Lufttemperatur	Ökning i hela landet, främst i norra Sverige, främst vintertid.
Medelnederbörd	Ökning i hela landet, främst i Norrlands inland, främst vinter och vår.
Kraftig korttidsnederbörd	Ökning i hela landet, främst för de korta varaktigheterna.
Vattentillgång	Ökning av årsmedel i hela landet förutom östra Götaland. Ökningen är störst på vintern. Minskning på sommaren, främst i östra Götaland.
100-årsflöde och 200-årsflöde	Ökning i stora delar av landet. Minskning i Norrlands inland och norra kustland samt i nordvästra Svealand.
Lågflöden	Mer vanligt i Götaland och Svealand, främst östra Götaland.
Havsvattennivåer	Stigande havsnivå, nettoökningen störst i södra Sverige.

Ökad regnmängd och regnintensitet

Nederbörden i hela Sverige förväntas generellt att öka och antalet tillfällen med intensiv nederbörd ökar betydligt. Den största nederbördsökningen förväntas i norra och västra Sverige. Dessutom kommer alltmer av vinternederbörden falla som regn, även i norr. Ökade nederbördsmängder och intensiteter kan medföra mer frekvent förekommande översvämningar. Extrema regntillfällen med översvämningar som resultat kan orsaka allvarliga skador på olika typer av teknisk infrastruktur vilket kan medföra stora konsekvenser för ekonomiska verksamheter och samhällets invånare. De associerade kostnaderna är stora.

Kraftig nederbörd och översvämningar kan påverka till exempel sedimentation, resuspension och transport av till exempel miljögifter vilket kan medföra en ökad tillförsel av föroreningar till våra vatten.

Ytvattentäkter kan komma att förorenas och spridning av virus, bakterier och parasiter kan öka. Vid omfattande översvämningar då grundvattenmagasin och markporer är vattenfyllda kan ett ökat utbyte med ytvatten förorena grundvattnet. I områden som hotas av översvämningar kan det finnas förorenade marker där åtgärder behöver vidtas för att förhindra spridning och läckage av föroreningar och giftiga ämnen.

Utsläpp via avloppssystemen kan vara en betydande källa till föroreningar i stadsnära vatten. Ökad regnintensitet och avrinningsvolym i kombination med en höjning av vattenståndet kan ge ett ökat behov av omhändertagande av dagvatten. När alltmer vinternederbörd faller som regn, och särskilt i de fall då marken är frusen, ökar avrinningen och bidrar till att större avrinningsvolymmer ska tas om hand i dagvattensystemen.

Redan idag är det i vissa områden problematiskt att avleda stora nederbördsmängder som faller under en kort period. Våra tätorter och dess avloppssystem är inte utformade för att avleda de ökade nederbördsmängder som framtida klimatscenarier pekar på.

I kombinerade avloppssystem är möjligheten till bräddning en inbyggd funktion i systemet för att förhindra problem som källaröversvämningar och samtidigt skydda människors hälsa. I tätorter där det finns stor andel kombinerade system riskerar därför antalet bräddningar av orenat avloppsvatten att öka som en effekt av klimatförändringarna. Utsläpp och bräddningar från avloppsvatten kan bidra till tillförsel av näringsämnen och miljöskadliga ämnen, men även en ökad mikrobiologisk belastning som kan innebära hälsorisker då råvatten riskerar att förorenas.

Ett varmare klimat

Torrperioderna under sommaren som kan bli vanligare i framtiden, framförallt i landets södra delar, kan komma att vara ett allvarligt hot mot vattenresurserna, vattenkvalitet och biologisk mångfald. Låga vattennivåer i sjöar, vattendrag och grundvatten orsakar inte bara begränsningar för vattenförsörjningen och bevattning, utan även en sämre vattenomsättning och kvalitet på badvatten. Ett varmare klimat ger även längre växtsäsong vilket kan leda till ökad användning av gödsel och bekämpningsmedel, som kan hota grundvattnets kvalitet.

Högre vattentemperaturer påverkar också näringskedjorna i våra vatten. Ökade vattentemperaturer gynnar även tillväxten av bakterier och giftiga alger. Fiskar och andra vattenlevande djurs livsförhållanden kan försämrats påtagligt. En medeltemperaturökning på 2,5–4,5 grader (i luft) kan exempelvis innebära att sjöar i Gävleborg får liknande temperaturregimer som dagens skånska sjöar som i sin tur kan komma att likna dagens förhållanden för mellersta Frankrikes lågland. Kallvattenlevande arter som röding och lax, får då sämre konkurrensmöjlighet mot varmvattenlevande arter som abborre, gös, gädda, mört och mal, något vi kan se redan idag. Med ett varmare klimat kan fler främmande arter få fäste i svenska sjöar, vattendrag och kustvatten och kan då tränga ut inhemska arter som är anpassade till kallare förhållanden. I ett internationellt perspektiv har Sverige hittills drabbats i relativt liten utsträckning av invasiva främmande arter, men ökad global handel och fler och snabbare transporter i kombination med ett varmare klimat kan bidra till en ökad introduktion av främmande arter.

Höjda vattenstånd i hav, sjöar och vattendrag

Med klimateffekterna förutspås även en högre havsnivå. Nya forskningsresultat tyder på att det kan komma att röra sig om havsnivåhöjningar på 0,6–1,2 meter för Sveriges del. Konsekvenserna

kommer i första hand att bli stora i landets södra delar på grund av en avtagande landhöjning. I kustområdena kommer havsnivåhöjningen att påverka grundvattnet genom en ökad risk för saltvatteninträngning i grundvattenmagasinen. Nivåvariationerna kan också ge ändrade flödesförhållanden inom grundvatten- förekomsten, vilket kan orsaka nya transportvägar för vattnet och därmed även för spridning av föroreningar.

Konsekvenser av förändrat klimat för möjligheten att följa miljö kvalitetsnormerna

Prognoserna för klimatförändringarna tar sikte på mitten och slutet av 2000-talet. Det är därmed osäkert om det kommer att påverka status och behovet av åtgärder fram till 2027 som är vattenförvaltningens huvudsakliga tidsperspektiv. Å andra sidan skulle det redan kunna ha påverkat vattenkvaliteten eftersom det är svårt att upptäcka klimatförändringar genom mätningar om de inte pågått under en längre tidsperiod.

Det blir extra viktigt att flera av de åtgärder som föreslås i åtgärdsprogrammet också genomförs för att uppväga effekterna av ett förändrat klimat och det kan visa sig att de dessutom behöver genomföras i en större omfattning för att följa miljö kvalitetsnormerna.

Här följer exempel på några sådana åtgärder:

- För att minska det förväntade ökade utflödet av partikelbunden fosfor och partikelbundna växtskyddsmedelsrester, på grund av ökad regnintensitet, är det viktigt att strukturkalkning, kalkfilterdiken, fosfordammar, våtmarker, tvåstegsdiken, anpassade skyddszoner och skyddszoner genomförs i tillräcklig omfattning.
- Med ökad regnintensitet kommer betydelsen för hur stallgödseln sprids att öka. Speciellt att den myllas ner för att få jordkontakt, att den inte sprids före kraftiga regn och att höga engångsgivor undviks.
- En viktig åtgärd för att uppväga effekterna av ökade temperaturer i vattnet är att lämna kantzoner längs vattendragen exempelvis vid avverkning för att motverka ökad instrålning.
- Med mer episodiska flöden kommer till exempel våtmarker och tvåstegsdiken som jämnar ut flödena att ha betydelse.

Samordning i arbetet med vattenförvaltningen och översvänningsförordningen

Klimatförändringarna förväntas få många effekter i vattenmiljöerna och för att få en effektiv vattenförvaltning med ett integrerat klimatperspektiv, är det viktigt att arbetet med vattenförvaltningsförordningen och översvänningsförordningen samordnas. Samverkan ger möjligheter att

optimera synergieffekter och att minimera konflikterna mellan de olika förordningarnas mål.

Åtgärder som syftar till att minska översvämningshotet kan samtidigt ha positiv effekt på både vattenkvalitet, grundvattenbildning och biologisk mångfald. Synergieffekter kan exempelvis nås genom att förbättra och bevara naturlig retention hos akviferer, marker och ekosystem. Exempel på åtgärder kan vara restaurering av vattendrag där rätade och rensade bäckfåror samt svämplan och våtmarker återställs så att återskapade naturliga processer förbättrar vattenkvaliteten och återskapar livsmiljöer för vattenberoende växter och djur samtidigt som motståndskraften mot klimatförändringar ökar.

Flödestoppar nedströms vid mindre, mer frekventa, översvämningar kan minskas genom ovan beskrivna åtgärder. För stora omfattande översvämningar kan dock andra åtgärder vara nödvändiga att vidta för att skydda översvämningsdirektivets fyra fokusområden och för att upprätthålla säkerheten i samhället.

I tätorter kan åtgärder för ett naturligt vattenupptag, som påverkar vattenkvaliteten positivt och samtidigt minskar översvämningshotet, vara användandet av grön infrastruktur och öppna dagvattenlösningar. Mängden dagvatten som kan behöva avledas i ledningar kan minskas genom att använda flödesdämpande och utjämnade åtgärder, så kallat lokalt omhändertagande av dagvatten. Genom att infiltrera och fördröja dagvatten lokalt och ställa krav på höjdsättningar på mark och högsta tillåtna nivåer för vatten och avlopp så kan översvämningshotet minska. Vid överbelastning av avledningssystemen kan alternativa ytliga avledningsvägar och områden som tål att tillfälligt översvämmas minska effekterna. Förutsättningar kan på så sätt skapas för att bevara en god grundvattenbalans och göra samhällen motståndskraftiga mot tillfälliga skyfall. I öppna dagvattenanläggningar renas dagvattnet genom sedimentation av föroreningar och upptag av växter. Öppna dagvattenanläggningar kan ge stora möjligheter att skapa estetiska och arkitektoniska värden och kan bidra till att öka den biologiska mångfalden samtidigt som säkerhetsaspekten behöver beaktas. En minskad volym dagvatten som avleds innebär även en reducerad föroreningsbelastning till våra vatten.

Vattenförvaltningen genomsyras av ett avrinningsområdesperspektiv vilket är viktigt även då det kommer till klimatanpassning. Behovet av åtgärder uppströms i avrinningsområdet för att minska flödestoppar nedströms är en viktig del av helhetssynen. Detta arbete behöver utvecklas i nära samarbete med hanteringen av översvämningsrisker. En klimatanpassning av tätorter kan vara verkningslös om inte uppströms förekommande hot har analyserats och åtgärdats.

Ta höjd för ändrat klimat

Klimatförändringar förväntas medföra att nederbörden i hela Sverige och antalet tillfällen med intensiv nederbörd ökar betydligt. Den största nederbördsökningen förväntas i norra och västra Sverige. Dessutom kommer allt mer av vinternederbörden falla som regn, även i norr. I de sydöstra delarna kan perioder av torka förväntas på grund av utebliven nederbörd. En långsiktigt hållbar hantering och planering av vatten i stadsmiljöer är viktigt för att säkerställa en minskad negativ påverkan av framtida klimatförändringar. Redan idag orsakar skyfall problem med översvämningar bland annat på grund av stor andel hårdgjorda ytor samt underdimensionerade dagvatten- och avloppsvattennät. För att mildra effekterna av dagens och framtida klimat måste det skapas plats för vatten och avsättas ytor för infiltration och fördröjning. Detta gör aktörer inom samhällsplanering särskilt viktiga i arbetet med att klimatsäkra bland annat städer och infrastruktur.

Klimatperspektivet måste utvecklas i vattenförvaltningsarbetet så att miljö kvalitetsnormerna kan följas samtidigt som klimatanpassning sker och effekterna av klimatförändringar mildras. På kort sikt är det inte troligt att direkta effekter från klimatförändringar kommer att påverka möjligheten att nå målen i så stor utsträckning. Däremot är det mer troligt att samhällets klimatanpassningsåtgärder kan komma att påverka vattnet. Därför är det viktigt att vattenförvaltningsarbetet samordnas med arbetet som följer av översvämningsdirektivet för att kunna minimera konflikterna mellan de olika direktivens mål.

Det finns också många åtgärder som syftar till att minska risken för översvämning och torka, som samtidigt har fördelar för vattenkvalitet, reglering av vattenflöden, grundvattenbildning, natur och biologisk mångfald. Synergieffekter kan nås genom att förbättra och bevara ekosystemens, markernas och grundvattenmagasinens naturliga vattenhållande förmåga. Det är också viktigt att planera och prioritera vattenuttag i ett klimatperspektiv.

EU-kommissionen har tagit fram en vägledning (Europeiska kommissionen, 2009b) för hantering av klimatförändringar i vattenförvaltningsarbetet. Enligt vägledningen får ett förändrat klimat inte användas som motiv för att besluta om miljö kvalitetsnormer med undantag om mindre stränga krav för en vattenförekomst. Den åtgärd som främst förespråkas är att hålla kvar vatten högt uppe i avrinningsområdet för att minska risken för både stora översvämningar nedströms och vattenbrist. Minimikraven i vägledningen är att medlemsländerna på ett tydligt sätt kan visa hur klimatperspektivet inkluderats i:

1. kartläggnings- och analysarbetet så att påverkan från klimatförändringar kan visas

2. framtagande av övervakningsprogram så att det finns funktioner för att upptäcka påverkan från klimatförändringar
3. framtagande av åtgärdsprogram så att åtgärderna är kostnadseffektiva och robusta även i ett förändrat klimat.

För att tydligare kunna följa klimatförändringar och klimatanpassningen i vattenförvaltningsarbetet bör system för insamling av klimatdata utvecklas. Exempel på data är översvämningsskarteringar, såväl översiktliga som detaljerade, skarteringar om ras, skred och erosionskänsliga områden.

Flera olika myndigheter behöver medverka i arbetet med att utveckla vägledning, underlag och styrmedel för att klimateffekterna ska kunna införlivas i vattenförvaltningsarbetet, exempelvis Havs- och vattenmyndigheten, MSB, SGU och SMHI.

Bilaga 4 - Klimateffekter på vattenmiljön

Klimatförändringarna förväntas ge betydande effekter på havs- och vattenmiljöerna under det kommande seklet, och troligen ännu större effekter därefter. Även om SMHI redan har konstaterat att medeltemperaturen har ökat något i Sverige över de senaste 30-40 åren, så relaterar sig dagens miljötillstånd för havs- och vattenmiljön i huvudsak till människans påverkan genom utsläpp och fysiska förändringar. Åtgärder mot denna påverkan är avgörande för hur väl vattenmiljöerna kan klimatanpassas.

Naturvårdsverkets rapport *En varmare värld* ger en översiktlig redogörelse för Växthuseffekten och klimatets förändringar.

Ökad temperatur

Enligt klimatpanelens sammanställning blir jordens medeltemperatur under perioden 2016–2035 troligen 0,9–1,3 grader högre än den var under senare delen av 1800-talet. Osäkerheten beror främst på skillnaderna mellan de olika klimatmodeller som använts för beräkningarna.

Under återstoden av det här seklet går de olika scenarierna för människans klimatpåverkan allt mer isär, inte bara vad avser utsläpp och halter av växthusgaser utan också när det gäller följderna för temperaturen på jorden. I ”värsta” huvudscenariot, kan seklets två sista decennier bli ca 4,3 grader varmare än andra hälften av 1800-talet. Dessutom lär temperaturen då fortfarande vara på väg uppåt i rask takt. Om utsläppen av växthusgaser kan begränsas, kan temperaturen under perioden 2081–2100 ”bara” hamna ca 1,6 grader över nivån i slutet av 1800-talet.

Klimatmodellerna ger olika temperaturberäkningar, men osäkerheten får allt mindre betydelse ju längre in i framtiden vi försöker se. Skillnaderna mellan olika bedömningar av temperaturen vid seklets slut beror mer på vad som skiljer scenarierna för våra utsläpps begränsningar.

En temperaturhöjning med några få grader på hundra år kan förefalla ganska måttlig, med Sveriges tydliga skillnader mellan vinter- och sommarklimat och att det kan variera mellan åren. Men årsmedeltemperaturen brukar inte skifta mer än ett par grader från det ena året till det andra. I Sverige är temperaturens långtidsmedelvärde nu drygt en grad högre än det var kring 1980, och det kan upplevas genom exempelvis färre vita jular, brist på snö eller is, trädgårdsväxter börjar blomma vid oväntade tider på året, och flyttfåglar återvänder allt tidigare på våren. En fortsatt höjning av årsmedeltemperaturen med en eller två

grader fram till år 2100 kommer att uppfattas som stor. En höjning med tre–fyra grader skulle upplevas som dramatisk.

Större uppvärmning på land än till havs

Jordens landområden kommer att värmas betydligt snabbare än haven. Till seklets slut beräknas uppvärmningen i genomsnitt bli 40–70 procent större på land än till havs. Skillnaden beror främst på att markens temperatur reagerar utan nämnvärd fördröjning på förändringar av strålningsbalansen i atmosfären, medan oceanernas stora vattenvolymer behöver lång tid för att helt anpassa sig till sådana förändringar.

Allra kraftigast väntas uppvärmningen bli i Arktis och i de nordligaste delarna av Eurasien och Nordamerika, i synnerhet vintertid. I norr beräknas årsmedeltemperaturen fram till slutet av vårt sekel stiga mer än dubbelt så mycket som det globala genomsnittet. Den främsta orsaken är återkopplingen mellan lufttemperaturen och förekomsterna av snö och is. När temperaturen stiger kommer havsisens och snötäckenans utbredning att krympa. Därmed ökar jordytans absorption av solljus, vilket förstärker uppvärmningen dagtid. Samtidigt minskar avkylningen nattetid om snön försvinner. När havsis ersätts av öppet vatten ökar dessutom havets möjligheter att värma upp kall luft.

Nya extremitemperaturer kan vålla största problemen

Det är knappast årsmedeltemperaturens uppgång som i första hand kommer att sätta människan och hennes omgivning på prov när klimatet förändras. Alla växter, djur och samhällsfunktioner som klarar av en temperatur på exempelvis 8 plusgrader (våra dagars årsmedelnivå i sydligaste Sverige) överlever också om det blir några grader varmare.

Men klimatförändringar handlar inte bara om medelvärden utan också om extremvärden. Stiger medeltemperaturen måste man räkna med att även minimi- och maximitemperaturerna förändras. I dag kan temperaturen i Sydsverige under extremt varma somardagar kortvarigt nå upp till nivåer kring 35 grader. I ett klimat som är flera grader varmare än det nutida kan man befara att temperaturen vid sådana tillfällen i stället kryper uppåt 40 grader. Värmeböljor av den digniteten har hittills aldrig registrerats i Sverige.

En klimatförändring kan alltså ge upphov till vädersituationer som vi inte har någon tidigare erfarenhet av. Den kan också medföra att väderförhållanden som hittills har varit mycket ovanliga börjar uppträda betydligt oftare. Brännande sommarhetta och andra slags extrema väderhändelser lär göra människans klimatpåverkan mer märkbar för gemene man. Sannolikt blir det framför allt i samband med sådana händelser som ett förändrat klimat skapar problem för samhället och naturmiljön.

Beräkningarna av klimatets framtida förändringar tyder på att årets maximitemperatur på de flesta håll kommer att stiga väl så mycket som sommarens medeltemperatur. Extremt höga temperaturer som i dag kanske bara återkommer med ett par decenniers mellanrum skulle mot slutet av seklet kunna uppträda vart och vartannat år.

Minimitemperaturerna stiger sannolikt mer än vinterns medeltemperatur, särskilt på höga breddgrader. När vintrarna generellt blir mildare lär de riktiga köldknäpparna lindras i ännu högre grad. Det hänger samman med att sträng kyla normalt förutsätter snötäckt mark.

Kraftig lindring av vinterkylan i norra Sverige

Enligt de regionala klimatanalyser som genomförts vid Rossby Centre bör uppvärmningen bli större i Sverige än den i medeltal blir i hela världen. Under innevarande sekel kan temperaturen väntas stiga grovt räknat en grad mer här än det globala genomsnittet.

Störst uppvärmning är att vänta i landets norra delar. Även om människans klimatpåverkan framöver skulle begränsas kraftigt kommer årsmedeltemperaturen i nordligaste Sverige att kunna ligga 3–4 grader högre vid seklets slut än den gjorde i slutet av 1900-talet. Om vår klimatpåverkan fortsätter att öka som hittills kommer medeltemperaturen i norr att kunna stiga med 6–7 grader under innevarande sekel.

Vårens och höstens medeltemperatur kommer sannolikt att förändras i ungefär samma takt som årsmedeltemperaturen. Sommartid lär temperaturen inte stiga fullt lika mycket som årsmedelvärdet, men vintertid lär den stiga mer. Beräkningar enligt scenario RCP8,5 pekar mot en ökning av vintertemperaturen med 6–7 grader i genomsnitt för Sverige och med 8 grader eller mer längst i norr. Särskilt slående är den beräknade förändringen av årets lägsta dygnsmedeltemperatur. I stora delar av landet kan årslägstannoteringen stiga med 5 grader eller mer under loppet av det här seklet, även i scenarier med kraftigt minskade utsläpp. En fortsatt ökning av utsläppen kan leda till att den lägsta temperaturen stiger med 10–15 grader. Årets högsta dygnsmedeltemperatur skulle till seklets slut kunna stiga med 2–4 grader.

Sammantagna kan förändringarna inom hundra år ge nordligaste Sverige ett temperaturklimat liknande det som nu råder i Mellansverige, medan Mellansverige i så fall skulle få överta dagens danska eller nordtyska klimat. Sydsverige kan få temperaturer liknande dem som i dag förekommer i centrala Frankrike.

Gröna vintrar, tinande tjäle, smältande is

I Sverige kan temperaturhöjningen få mycket stor inverkan på snötäcket och dess varaktighet. Enligt svenska analyser skulle snöperiodens

genomsnittliga längd till dess kunna minska med 1–3 månader i större delen av landet. Kortare snöperiod än en månad har under gångna decennier normalt bara förekommit i Skåne, Blekinge och Halland, men kring år 2100 kan nästan snöfria förhållanden råda i hela Götaland och stora delar av Svealand. Vintervädret kommer dock att växla från det ena året till det andra, och även i fortsättningen kommer en del vintrar att bli förhållandevis kalla och/eller snörika.

En påtaglig förändring är också att vänta när det gäller isen på Östersjön. Detta är förstås en direkt följd av att vattentemperaturen kommer att stiga. Norra Bottenviken och det innersta av Finska viken kan bli de enda delarna av Östersjön som då fortfarande täcks av is praktiskt taget varje vinter.

Höjning av havsnivån

Glaciärernas avsmältning är en viktig orsak till att världshavets nivå håller på att stiga. Deras bidrag till nivåhöjningen under innevarande sekel beräknas bli av storleksordningen 10–15 cm. Inlandsisarna på Grönland och i Antarktis skulle tillsammans kunna ge ytterligare ett bidrag av liknande storlek.

Havsvattnets termiska expansion kommer också att få stor betydelse för havsnivåns förändringar under tjugohundratalet. Effekterna av den hittillsvarande temperaturhöjningen kommer gradvis att fortplanta sig nedåt i havsdjupen, samtidigt som ytvattnet påverkas av morgondagens ännu högre temperaturer. Därigenom kan havsvattnets expansion efterhand väntas accelerera.

Hur mycket havet sammanlagt kommer att stiga under det här århundradet är fortfarande osäkert. Enligt de modellberäkningar som IPCC publicerade 2013 kan vi vänta en nivåhöjning någonstans mellan 26 och 82 cm till slutet av seklet. En del nyare forskningsresultat antyder att dessa siffror kan utgöra en underskattning.

De lokala vattenståndsförändringarna längs olika kustavsnitt i världen styrs inte bara av havsnivåns globala genomsnittshöjning utan även av vad som händer med lufttryck, vindar och havsströmmar. Vattenståndet kan också påverkas av landsänkning och landhöjning. Den svenska landhöjningen kan fortsätta att stiga i nästan oförminskad takt långt in i framtiden, men genom att havets nivåhöjning väntas accelerera lär den under kommande decennier hinna ikapp landhöjningen längs en allt större del av våra kuster. Mot slutet av tjugohundratalet kan havsnivåns höjning och landhöjningen hålla jämna steg så långt norrut som i Stockholmstrakten. Överallt söder därom skulle havet i så fall ha börjat återerövra förlorad terräng.

Mer nederbörd, men inte överallt

Ökad temperatur medför normalt ökad avdunstning – atmosfären tillförs mer vattenånga ju varmare det blir, dels från hav, sjöar och andra vattenytor, dels också från mark och vegetation förutsatt att det inte blir alltför torrt.

Luftfuktigheten kommer därför i allmänhet att stiga framöver. På många håll ökar även nederbörden – allt vatten som har avdunstat från jordytan återförs senare dit som regn eller snö. Den fortsatta uppvärmningen får med andra ord stora återverkningar på vattnets kretslopp mellan landmiljö, sjöar, hav och atmosfär.

De globala klimatmodellerna förutsäger att den genomsnittliga nederbörden ökar med 2 procent för varje grad temperaturen stiger. Nederbördstillskottet lär emellertid bli mycket ojämnt fördelat över jorden. Stora ökningar av årsnederbörden kan väntas bl.a. på höga nordliga latituder, dvs. i Arktis och de nordligare delarna av Eurasien.

De regionala klimatberäkningar som utförts vid Rossby Centre förutsäger något rikligare nederbörd i Europa än de globala modellerna. Årsnederbörden beräknas stiga i norr, samtidigt som den lär minska i de sydeuropeiska länderna. Genomsnittsnederbörden i Sverige skulle enligt de regionala beräkningarna kunna tillta med så mycket som 15–25 procent till seklets slut.

Vintertid tycks vi kunna räkna med ökad nederbörd i nästan hela Europa, utom längst i söder. Regnmängderna sommartid kan däremot minska över större delen av kontinenten. På många håll i södra och sydvästra Europa skulle sommarmånadernas nederbörd kunna avta med 20 procent eller mer under återstoden av seklet. En viss nederbördsminskning sommartid tycks vara att vänta även så långt upp som i norra Tyskland och på de brittiska öarna. De nordiska länderna hör till de få regioner i Europa som förefaller kunna räkna med en ökning av nederbörden också på sommaren.

Fler extrema nederbördstillfällen

Den ökade avdunstning och ökade halten av vattenånga som på de flesta håll följer i växthusuppvärmningens spår medför sannolikt att en allt större andel av årsnederbörden faller som regnskurar, hagelbyar eller snöbyar, dvs. nederbörd som oftast är relativt kortvarig men kan vara mycket intensiv.

Att årsnederbörden ökar över större delen av jorden lär därför främst visa sig genom att det börjar regna eller snöa kraftigare än nu, snarare än genom att nederbördstillfällena blir mer långvariga. Av den anledningen tilltar risken att det under begränsade tidsperioder faller extrema nederbördsmängder.

Förekomsten av extremt kraftiga regn och snöfall kan av allt att döma väntas öka mer än den totala årsnederbörden, i snitt kanske med 5–10 procent för varje grad temperaturen stiger. Även där de sammanlagda nederbördsmängderna minskar kan regnen bli intensivare när de väl faller. På så sätt skulle ett och samma område kunna drabbas både av förvärrade problem med torka och av ökad risk för tillfälliga översvämningar.

I Sverige skulle årets största dygnsnederbörd kunna öka med så mycket som 20–30 procent under loppet av det här seklet, åtminstone om människans klimatpåverkan fortsätter att förstärkas som hittills. Den nederbörd som faller i form av kortvariga men extremt intensiva skyfall ser ut att kunna öka ännu mer.

Sommartorka på många håll, ökad avrinning på andra

Fuktigheten i marken bestäms av skillnaden mellan nederbörd och avdunstning. Av den anledningen är det inte säkert att marken blir fuktigare i regioner där nederbörden ökar, eftersom uppvärmningen innebär att också avdunstningen i allmänhet kommer att öka där. Tvärtom kan markfuktigheten väntas avta i stora delar av världen, i synnerhet sommartid. Detta kan bli ett snabbt växande problem framöver, inte minst i södra Europa.

Även i Sverige kan det bli vanligare med låg markfuktighet under sommarhalvåret, trots att nederbörden väntas öka här. En uppvärmning leder inte bara till ökad avdunstning från markytan utan också till att vegetationssäsongen förlängs och att växtligheten därför hinner avge mer vattenånga till atmosfären. Torkan kan bli särskilt kännbar i landets sydöstra delar, där markfuktigheten ofta är låg även i dag.

På många håll i landet är det av samma skäl troligt att avrinningen via vattendragen kommer att minska under vår och sommar. I sydöstra Sverige är risken stor att torkans inverkan på avrinningen håller i sig långt in på hösten.

Vintertid kan vi å andra sidan räkna med rejält ökad vattenföring i svenska åar och älvar, både genom att vinternederbörden blir rikligare och genom att den i ökad omfattning faller som regn i stället för snö. Därför kommer sannolikt också den totala avrinningen under året att öka i nästan hela landet, trots reducerad vattenföring och markfuktighet under sommaren.

Klimatförändringarna under tjugohundratalet kommer alltså att inverka inte bara på den totala avrinningen utan också på vattenföringens årstidsvariationer. De högsta flödena i svenska vattendrag noteras vanligen i samband med snösmältningen på våren. I ett varmare klimat kommer denna vårflod att inträffa tidigare än nu, eftersom snön då smälter tidigare på året.

Frekvensen av ovanligt höga flödestoppar lär förändras på ett likartat sätt. Extrema vårflöden bör sålunda bli mer sällsynta i fortsättningen. I stället kan extremt kraftiga höst- och vinterflöden bli betydligt vanligare. Vattenföringar som hittills bara registrerats någon gång per sekel under dessa årstider skulle kunna börja uppträda vart och vartannat decennium.

Minskad salthalt i Östersjön

Större delen av det nederbördsvatten som rinner av från svenska landområden hamnar förr eller senare i Östersjön. Ytvattnets salthalt avtar successivt från södra Östersjön till Bottenviken. Salthalten bestäms av balansen mellan å ena sidan tillförseln av sötvatten via nederbörd och älvar, å andra sidan inflödet av mer eller mindre salt vatten från Kattegatt via de trånga och grunda sunden (Öresund och Bälten).

På grund av ökad nederbörd i Sverige och Finland lär framför allt Bottenviken och Bottenhavet framöver tillföras mer sötvatten än hittills. Tillförseln blir dessutom jämnare fördelad över året än den är i dag. Enligt beräkningar av klimatutvecklingen i Nordeuropa skulle nettotillförseln av sötvatten till Östersjön kunna stiga med uppåt 20 procent under återstoden av det här seklet. I så fall kan vi räkna med en betydande minskning av salthalten i Östersjövattnet, och därmed också i Kattegatt. Kring Gotland och i andra sydliga delar av Östersjön skulle ytvattnets salthalt kunna sjunka från dagens ca 7 promille till 5,5 promille eller därunder. Salthalten i området skulle då bli lika låg som den nu är i norra Bottenhavet.

Vegetationsperioden förlängs

De senaste decenniernas temperaturhöjning har inneburit att vegetationsperioden blivit märkbart förlängd i de delar av världen som har ett relativt svalt klimat. Där kan en grads uppvärmning räcka för att groning, lövsprickning, blomning etc. ska inledas mer än en vecka tidigare på våren. I nordliga landområden (norr om latitud 45° N) förlängdes perioden med temperaturer över 5 plusgrader i snitt med drygt 10 dygn under åren 1982–2011.

Eftersom medeltemperaturen i Sverige skulle kunna stiga med flera grader under innevarande sekel kan vegetationsperioden bli 1–3 månader längre under samma tid. Genom att fotosyntesen på så sätt förblir aktiv under en allt större del av året bör växternas produktivitet gradvis kunna öka. Förändringen kan bli märkbar i vatten och på land – vi kan räkna med tilltagande algproduktion i många sjöar, till stor del genom att stigande temperatur medför minskad isläggning och därmed bättre ljusförhållanden i vattnet.

I Sverige – särskilt i landets sydöstra delar – kan vegetationens tillväxt och vitalitet framöver bli nedsatt på grund av sommartorka. Att

vattentillgången under vinterhalvåret väntas öka får däremot liten betydelse för växtligheten. Med tiden skulle vätan vintertid dock kunna åstadkomma tilltagande försumpning här och var i Norrland, med lokala minskningar av vegetationens produktivitet som följd.

Snabb näringsomsättning, ökad tillväxt

Förutom av temperatur och vattentillgång regleras växternas produktivitet också av tillgången på näringsämnen såsom kväve och fosfor. En stor del av den näring som vegetationen tar upp har frigjorts genom nedbrytning av humus och andra kvarlevor från tidigare växtgenerationer. Nedbrytningen av humusämnen är temperaturberoende. I ett kyligt klimat går den långsamt, men den ökar takten om det blir varmare. I så fall tilltar frigörelsen av näring, vilket kan bidra till en förhöjning av växtproduktionen. Högre tillväxt brukar i sin tur innebära att vegetationen får kortare livslängd. Sammantaget betyder detta att en uppvärmning påskyndar näringsämnenas kretslopp.

Även koldioxidhaltens uppgång i atmosfären bör ha gynnat vegetationens tillväxt, eftersom den i allmänhet har möjliggjort ökad fotosyntes. Samtidigt förbättras växternas möjligheter att hushålla med vatten. Blir luftens halt av koldioxid förhöjd kan växterna tillgodose sitt behov av ämnet utan att behöva hålla klyvöppningarna öppna lika länge, och då minskar bladens förluster av vatten till atmosfären.

På många håll i världen bör växternas produktivitet därigenom kunna fortsätta att öka under kommande decennier. För den biologiska mångfalden kan en sådan utveckling å andra sidan vara till såväl skada som nytta. Om vegetationen blir alltför frodig riskerar exempelvis långsamväxande arter som är beroende av god tillgång på ljus att trängas undan.

Förr eller senare begränsas ”koldioxidgödslingens” gynnsamma direktverkan på vegetationens tillväxt av andra faktorer, såsom brist på kväve. Efterhand kan den också få det svårt att uppväga koldioxidutsläppens ogynnsamma klimateffekter, såsom tilltagande hetta och torka. På längre sikt skulle tillväxtökningen på så sätt kunna avlösas av en minskning.

Fragmentering av livsmiljöer innebär utrotningsrisk

Arternas återinvandring till Sverige efter istiden har i många fall försenats av naturliga barriärer. Under senare tid har människan genom sin omvandling av landskapet åstadkommit ytterligare vandringshinder. Arter som har blivit fast bakom sådana hinder löper allt större risk för utslagning ju längre den nuvarande uppvärmningen framskrider.

För arter vars utbredningsområden har blivit fragmenterade utgör förändringar av klimatet en särskilt stor fara. Risken är stor att de då försvinner från dessa platser utan att ha lyckats etablera nya bestånd. Arter knutna till exempelvis insjöar, kan få svårt att förskjuta sina utbredningsområden, som ju även i opåverkad miljö är uppstyckade i en mängd skilda delar.

Enligt en bedömning riskerar ungefär 60 procent av alla arter av växter och ryggradsdjur i Europas skyddade områden att utsättas för ett ogynnsamt klimat mot slutet av det här seklet. Sannolikheten att arter faktiskt utrotas till följd av klimatets nutida eller framtida förändringar är emellertid mycket svår att uppskatta. Hittills har ytterst få fall av det slaget påvisats. Av över 800 dokumenterade utrotningar under senare tid har på sin höjd ett tjugotal knutits till klimatet. Den dominerande orsaken till att arter försvinner är i stället förändringar av människans markanvändning och liknande fysiska ingrepp i växters och djurs livsmiljöer.

Det råder allmän enighet om att klimatets fortsatta förändringar utgör ett ökande hot mot många arters existens, åtminstone långsiktigt, men bedömningarna av utrotningsrisken går vitt isär. Inom vissa grupper av organismer har andelen "klimathotade" arter uppskattats till mindre än 1 procent, inom andra till mer än 50 procent.

Klimatförändringen omvandlar Östersjömiljön

Östersjön är jordens näst största brackvattenhav, vilket innebär att Sverige har del i ett ekosystem med få motsvarigheter i världen. Knappast några arter är specialiserade på den låga salthalten i Östersjön, vars ekosystem i stället är uppbyggt av söt- och saltvattensarter som råkar tåla det bräckta vattnet, även om forskningen visat att Östersjön har piggvar, skrubbskädda och torsk som är genetiskt anpassade för lek i Östersjön. Dessa arter är inte särskilt många, och artantalet är därför avsevärt lägre i södra Östersjön än i det saltare Västerhavet. Ännu lägre är det i Bottniska viken.

Framtida nederbördsförändringar i Nordeuropa kan åstadkomma en minskning av Östersjöns salthalt. En sådan minskning skulle ytterligare kunna reducera områdets redan begränsade artantal. Åtskilliga saltvattensarter som nätt och jämnt uthärdar dagens salthalter i Östersjön kan försvinna därifrån, medan genuina sötvattensarter som nu saknas där skulle finna även den framtida salthalten alltför hög.

Flera av de saltvattensarter som kan bli undanträngda från Östersjön om salthalten sjunker innehar nyckelpositioner i områdets nutida ekosystem, som därför riskerar att bli förändrat i grunden. Till dessa arter hör exempelvis blåstång, blåmussla och torsk samt marina planktondjur som utgör viktig fiskföda. Blåmusslan, som livnär sig på att filtrera organiskt material ur vattnet, är Östersjöns helt dominerande djurart och spelar

därigenom en avgörande roll i näringsvävarna. Blåmusslan i Östersjön gynnas av att det inte finns några stora mängder predatorer (krabbor, sjöstjärnor, etc) eller konkurrens från annan musselart. I Bottenviken är salthalten lägre än vad blåmusslan tål, och ingen annan art har där lyckats överta dess roll i ekosystemet. Fiskfaunan i Bottenviken saknar därför en viktig födoresurs, vilket bidrar till att den är mycket lågproduktiv. Om blåmusslan på grund av minskad salthalt försvann också från Bottenhavet skulle fiskproduktionen sannolikt minska markant även där. Också ejdern, Bottenhavets vanligaste sjöfågel, livnär sig huvudsakligen på blåmusslor, och om dessa försvinner lär även ejdern lämna området.

Vad torskens försvinnande skulle betyda för den övriga fiskfaunan i Östersjön är en öppen fråga – det är osäkert om någon annan art skulle kunna inta torskens nuvarande ställning som dominerande rovfisk i åtminstone Egentliga Östersjön. Vad som däremot är säkert är att stora fiskar äter små fiskar som i sin tur äter små djur som äter alger, en så kallad trofisk kaskad. Om någon del av den trofiska kaskaden ändras påverkas hela kedjan. Beståndet av torsk har minskat i Östersjön samtidigt som bestånden av storspigg och skarpsill ökat. Åtminstone en av orsakerna är att det numera inte finns lika mycket torsk som kan hålla bestånden av arter lägre ner i födokedjan i balans. Storspiggen och skarpsillen kan härigenom äta desto mer och små kräftdjur och sötvattenssnäckor som de två arterna gärna äter, minskar därför också i antal. Forskning har visat starka samband mellan just förhållandet mellan så kallade betare (ex. små kräftdjur och snäckor) och mindre rovfiskar som exempelvis storspiggen och utbredning av fintrådiga alger. Ett tänkbart scenario är alltså att till följd av att torsken eventuellt skulle försvinna så kommer troligtvis utbredningen av fintrådiga alger öka.

I viss omfattning kan fauna och flora i Östersjön också påverkas av vattentemperaturens väntade förhöjning. Sik, siklöja, lax, öring och plattfisk är anpassade till förhållandevis kallt vatten och missgynnas när det blir varmare. Av samma anledning skapar en uppvärmning ytterligare svårigheter för torsken, såväl i Kattegatt som i Östersjön. En annan kallvattenberoende torskfisk, laken, är numera rödlistad eftersom bestånden minskar påtagligt, både i Bottniska viken och i många sydsvenska insjöar. Senare års uppvärmning är sannolikt en viktig orsak till tillbakagången.

Omvänt kan arter såsom abborre, gädda, gös och skarpsill i stället betecknas som varmvattensfiskar – deras möjligheter till konkurrens och tillväxt förbättras när Östersjön blir varmare. Uppvärmningen minskar också risken för skador av is på de grunda bottnarnas tångbälten och den fauna som är knuten till dem.

När temperaturen stiger ökar å andra sidan risken att oönskade arter från varmare delar av världen etablerar sig i Östersjön. Allt fler främmande arter, däribland kräftdjur, musslor och andra ryggradslösa djur, har påträffats i området under senare decennier. I allmänhet har de nått dit som fripassagerare på fartyg, men dagens klimatförändringar kan ha underlättat för dem att överleva och föröka sig i svenska vatten.

Temperatures årstidsväxlingar i Östersjön berör i första hand vattenmassan ned till omkring 30 meters djup. På det djupet bildas under sommarhalvåret ett språngskikt – en termoklin – som skiljer det uppvärmda ytvattnet från det ständigt kalla vattnet längre ned. Skiktningen motverkar vattnets omsättning i djupled. Den försvårar på så sätt nedtransporten av syre från ytan, vilket ibland kan medföra syrebrist nedanför termoklinen under sommar och höst.

Den risken ökar när klimatet blir varmare, eftersom temperaturskiktningen då kan bli mer markant och kvarstå under en större del av året. Av samma skäl kan syrebrist under sommarhalvåret bli vanligare i många insjöar – också där blir djupvattnet då isolerat från ytan av en termoklin.

I Östersjöns djupaste delar råder ständigt svår syrebrist, orsakad av att det på ca 70 meters djup finns en haloklin, dvs. ett språngskikt som skiljer ytliga vattenmassor med låg salthalt från saltare och därför tyngre djupvatten. Liksom termoklinen hindrar även haloklinen tillförseln av syre från ytan. Syrebristen på djupet är delvis naturlig, men under 1900-talet förvärrades den kraftigt på grund av övergödning. Ökad tillförsel av näringsämnen via luft, nederbörd och vattendrag medförde tilltagande produktion av växtplankton i Östersjöns ytvatten och därmed ökad syreförbrukning i samband med att döda planktonalger sjönk till botten och bröts ned.

På senare år har näringstillförseln till Östersjön minskat. Syreförhållandena har likväl inte förbättrats, och i havsområdets sydligare delar är numera närmare hälften av bottenarealerna praktiskt taget livlösa. Syrebristen medför dessutom att fosfor som tidigare lagrats i bottensedimenten frigörs och når ut i vattnet igen.

Klimatets förändringar kan innebära att Östersjöns återhämtning från övergödningen försenas ytterligare. Den väntade ökningen av vinternederbörden skulle kunna leda till att mer näring sköljs ut i vattendragen från omgivande marker – vintertid är vegetationen i vila och kan inte ta upp nämnvärda mängder näring ur det regn- eller smältvatten som silar ned genom markskikten.

Såväl temperatur som näringstillgång i vattnet påverkar dessutom balansen mellan olika typer av växtplankton. En uppvärmning kan exempelvis

innebära att somrarnas numera kraftiga och ofta återkommande blomningar av blågrönalger blir ännu mer framträdande i Östersjön.

Försurning av havet

En del av den koldioxid som tas upp av havsvattnet omvandlas till kolsyra, vilket innebär att havet nu försuras. Ytvattnets pH-värde har hittills sjunkit med 0,1 enhet sedan förindustriell tid, från ca 8,2 till 8,1. Om utsläppen av koldioxid fortsätter att öka som hittills kommer pH-värdet att sjunka med ytterligare 0,3 enheter fram till år 2100, oavsett hur utsläppen inverkar på klimatet. I så fall kommer havet att bli surare än det sannolikt har varit på mer än 50 miljoner år.

Utvecklingen är till nackdel för alla havsorganismer med skelett eller skal uppbyggda av kalk. Till dem hör främst koralldjur och vissa planktonarterer men även mollusker, tagghudingar och flera andra artgrupper. Blir vattnet för surt kommer dessa organismers kalkbildning att försvåras eller rentav omöjliggöras.

Få sådana effekter har hittills påvisats annat än i laboratoriemiljö, men det finns iakttagelser i fält av skalförtunning hos mollusker och foraminiferer (en grupp encelliga planktondjur) som har satts i samband med försurning. Försurningen kan ha bidragit till den nutida korallblekningen.

I takt med att havsvattnets pH-värde sjunker kan skadeverkningarna framöver bli betydligt mer omfattande. Redan inom något decennium kan vattnet på en del håll längs kusterna och i polartrakterna tidvis bli så surt att det börjar lösa upp vissa typer av kalkskelett. Om atmosfärens koldioxidhalt längre fram når nivåer kring 500–600 ppm eller däröver kommer sådana effekter att börja uppträda mer allmänt.

Medan åtskilliga havslevande organismer på så sätt riskerar utslagning är den ökade koldioxidtillförseln till fördel för somliga andra arter, främst en del växtplankton och vattenlevande blomväxter. Förändringarna av havsvattnets kemiska egenskaper kan därigenom orsaka rubbningar i havsekosystemen som är mycket svåra att förutse i detalj.

Fisket får stora förändringar

I fiske längs kusterna och ute till havs är det naturligt att fångstvolymerna skiftar. Perioder med ett till synes överflöd av fisk har avlösts av dåliga tider och vice versa, ofta i en tidsskala på flera decennier. I många fall har dessa svängningar av allt att döma orsakats av naturliga klimatvariationer.

Samtidigt är det helt uppenbart att havsfiskbestånden under modern tid påverkats också av ett intensivt fiske utöver klimatets fluktuationer. En stor del av de kommersiellt viktiga bestånden måste numera betecknas som överexploaterade.

De klimatförändringar som människan nu åstadkommer kan likafullt få stor inverkan på bestånden av havsfisk och därmed också på fisket till havs. Beståndens utbredningsområden förskjuts när temperaturen stiger, och vi ser redan tendenser till att värmetåliga fiskarter står för en ökande andel av fångsterna. Det mesta talar för att produktionen av fisk efterhand kommer att öka på nordliga breddgrader, men att den minskar i tropiska vatten. Vad uppvärmningen betyder för den totala produktionen av havsfisk i världen är mer osäkert, men enligt en bedömning skulle de globala fångsternas ekonomiska värde kunna minska redan efter en temperaturhöjning med 2 grader.

Östersjöns fiskbestånd kan exempelvis komma stå inför drastiska förändringar. Det är i nuläget omöjligt att avgöra vilken eller vilka arter som kommer att utgöra basen för Östersjöfisket mot slutet av seklet. Östersjön har varit, och kommer alltså att fortsätta vara, utsatt för en stressande miljö för fisken. Inte enbart skiftet mellan sött och salt vatten över tid och ökande respektive minskande närsaltbelastningar kommer göra att vi säkerligen får se skiftande fisksamhällsparametrar under den närmsta framtiden. Det är möjligt att fisket kommer ske till stor del på arter lägre ner i näringskedjan och på arter som idag inte har något större kommersiellt värde.

Uppvärmningen kan också medföra att idag eftertraktade fiskarter trängs undan från sjöar och vattendrag. I de sydsvenska åarna kan temperaturen sommartid bli alltför hög och vattenföringen alltför låg för att lax och öring ska kunna överleva och fortplanta sig. Värmen hotar därtill de få kvarvarande sydsvenska bestånden av kallvattenberoende insjöfiskar såsom röding och siklöja. Å andra sidan gynnas de fiskarter som är beroende av relativt hög temperatur för att kunna vara aktiva och söka föda. Hit hör exempelvis abborre och gädda – för dem medför sannolikt en högre medelvattentemperatur snabbare tillväxt.

Även för fiskodlingen möjliggör temperaturhöjningen en ökning av produktionstakten i nordliga trakter, men i varmare länder är utsikterna sämre.

Klimatförändring ger nya tider för översvämningar

Det finns en koppling mellan klimatförändringar och översvämningar. Det har påvisats med hjälp av en ny omfattande internationell flödesdatabas som SMHI bidragit till. Det är första gången detta samband har demonstrerats på kontinental skala med observationsdata. Det visar att tidpunkten för höga vattenflöden har ändrats över stora delar av Europa, dramatiskt på vissa områden.

Data för årshögsta vattenflöden från hela Europa visar att översvämningarna i Europa faktiskt har ändrats avsevärt de senaste 50

åren. Från tidigare analyser av svenska mätdata, vet vi att vårfloden nu ofta inträffar en månad tidigare än på 1960- och 1970-talet. Det är för att snön smälter tidigare på våren när klimatet är varmare. I den nya europeiska studien kan vi se att samma tendens gäller även för stora delar av nordöstra Europa.

Ny kunskap om klimatpåverkan i sjöar

EUs satsning på öppna data inom Copernicus, ett europeiskt samarbete för övervakning av jorden, gör en mängd data öppet tillgängliga och användbara. I en fallstudie om klimatförändring i sjöar i Jönköpings län skapar SMHI ny kunskap till nytta för Länsstyrelsen. Fallstudien är en av flera i en webbtjänst för vattenhantering byggd på data från Copernicusprogrammet.

Kunskap om tillståndet på land, i vatten och hav är viktigt för att anpassa samhället till ett förändrat klimat. Ett varmare klimat ger inte bara varmare vattentemperaturer. Våra sjöar och allt liv i dem påverkas på många sätt. Isläggningen på sjöar minskar, men även hur vattnet i sjöarna blandas om. Detta påverkar allt från fiskar till alger.

Bra badvatten och vatten som enkelt går att göra dricksvatten av är något vi i Sverige gärna tar för självklart. Vattenkvaliteten påverkas av samspelet mellan olika djur och organismer som lever i sjöarna.

I ett förändrat klimat kommer vattentemperaturerna öka, både vid ytan och på djupet, och omblandningen av vattnet påverkas. Även isläggningen kommer att ske senare och isen ligger under en kortare period. Detta påverkar sjön. Vid sidan av detta så påverkas också förutsättningarna för turism och rekreation.

Mer algbloomning i framtiden

Klimatförändringarna kan göra att algbloomningen börjar tidigare och också drabbar fler områden. Östersjön kan bli särskilt drabbad.

Cyanobakterier är viktiga för syresättningen av atmosfären, men flera av dem är giftiga och det är när de växer till lavinartat som det bildas ansamlingar vid kuster och stränder. När det blir varmare så gynnas cyanobakterierna jämfört med andra grupper av växtplankton som kiselalger och dinoflagellater.

Östersjön är ett känsligt område som har sämre förmåga att stå emot den här sortens förändringar. Det beror på att vattnet utsätts för en mängd stressfaktorer som till exempel övergödning, överfiske, surt regn och läckande gifter från båtbottnfärger. Till det kommer att vattnet har en varierande salthalt. I framtiden kan uppvärmningen medföra att även vatten med lägre salthalt kommer att drabbas av algbloomning.