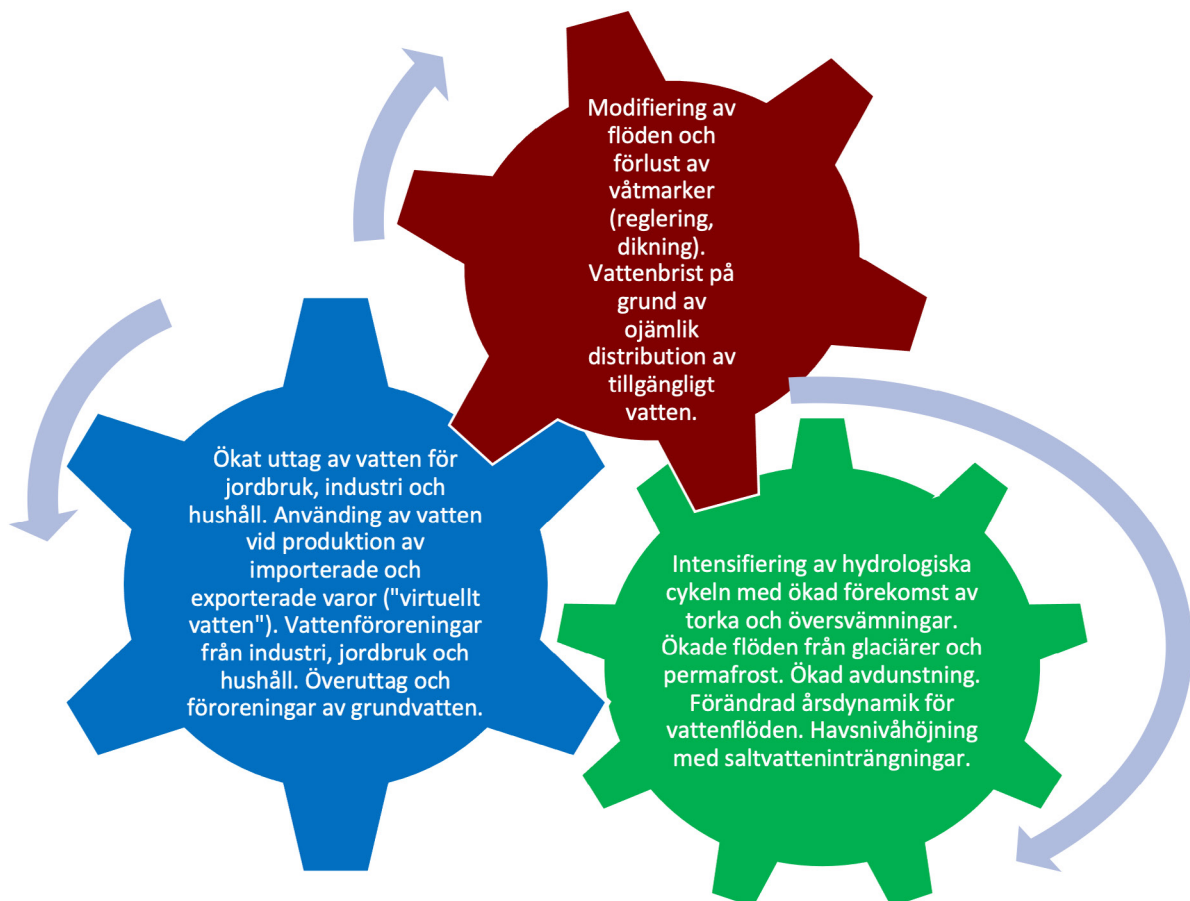


10.5 Sjöar, vattendrag och grundvatten

Vatten är en central komponent för i princip samtliga kapitel i denna rapport. Det inkluderar dricksvatten, hälsa, biodiversitet, jord- och skogsbruk, fiske, industri, rekreation, bebyggd miljö, infrastruktur med mera. Vattnet och dess väg genom landskapet, såväl som dess påverkan på kustzonen och den marina miljön, påverkas av klimatförändringar. Effekter av klimatförändringar på naturmiljön, såväl som på samhället, har ofta en koppling till vatten. Vattentillgången styrs

även av vattnets kvalitet som i sin tur påverkas av vattenbrist och andra effekter av klimatförändringar (Figur 10.5.1). Hållbar vattenförvaltning är därför centralt för klimatanpassning och kräver en tydlig integration mellan urbana och rurala områden som mellan land och kust och havsplanering, eftersom en stor del av problemen till havs behöver lösas på land. Vatten som en gemensam resurs och en bred samhällsfråga diskuteras i kapitel 16.3.



Figur 10.5.1. Exempel på hur människan påverkan på det hydrologiska kretsloppet. Konsekvenser från klimatförändringar (grön), markanvändning (brun) och vattenanvändning (blå) samspelar och är tätt integrerade med varandra. Figuren bygger på komponenter som diskuteras av Abbot m.fl. (2019¹).

1 Abbott, B.W. m.fl., 2019. Human domination of the global water cycle absent from depictions and perceptions. Nature Geoscience.

Detta kapitel fokuserar på hur klimatförändringar genom sin påverkan på hydrologi och vattenkvalitet påverkar ekosystem i sjöar, vattendrag, våtmarker och grundvatten, samt de behov av klimatanpassning som detta innebär.

Vi är vana vid att se illustrationer av vattnets kretslopp, men i dessa saknas oftast människans inverkan helt. En studie visar att det enbart i två procent av internationellt tillgängliga illustrationer görs försök att införliva klimatförändringar eller vattenföroreningar i kretsloppet². Genom att utelämna den påverkan som människan har på jordens olika vattenflöden, genom till exempel förändrad markanvändning, vattenföroreningar och klimatförändringar, skapar vi betydande luckor i allmänhetens förståelse av problemen, och till och med hos vissa forskare³.

Sverige är ett av världens sjö- och vattendragsrikaste länder, i förhållande till sin yta, och har en större andel ytvatten än de flesta andra länder i Europa. Landets sjöar utgör cirka 9 procent av den totala landarealen och det finns cirka 50 000 mil älvar, åar och bäckar som förenar grundvatten, sjöar och våtmarker med havet. SGU:s bedömning är att små grundvattenmagasin är mycket vanligt förekommande i hela landet medan stora grundvattenmagasin är begränsade till större sand- och grusavlagringar och vissa områden med sedimentär berggrund⁴.

Långsamma förändringar i landskapet som urbanisering, dränering av våtmarker, sänkningar av sjöar

och uträtning av vattendrag, har sedan 1800-talet bidragit till samhällsutvecklingen, men även skapat snabbare transport av vatten i landskapet och ökad avrinning, såväl som ökad bebyggelse i låglänta, översvämningskänsliga områden.

Förutsättningarna för liv i våtmarker, sjöar och vattendrag förändras genom klimatförändringar men utmaningarna ser olika ut i landet. Pågående försurning, miljögifter, fysisk påverkan och övergödning innebär att ekosystem redan är under stress. Vandringshinder i vattendrag och sjöar hindrar organismer att förflytta sig till mer lämpliga livsmiljöer. Markavattnande åtgärder som dikning, sjösänkning, invallning och kanalisering av vattendrag har minskat avrinningsområdets magasinerande förmåga i mark, våtmarker, sjöar och vattendrag. I reglerade vattendrag med många vandringshinder har arter svårt att återkolonisera efter en torrperiod. I avrinningsområden med liten magasinerande förmåga är den naturliga flödesregleringen liten och väderväxlingar påverkar vattentillgången i högre grad. Vattenuttag och regleringar för industri och vattenkraft kan skapa problem för naturmiljön, dels som vandringshinder, dels om de orsakar snabba flödesförändringar. Vattenmiljöers förmåga att leverera viktiga ekosystemtjänster försämras således genom den kombinerade effekten av klimatförändringar och annan mänsklig påverkan⁵. I Tabell 10.5.1. sammanfattas effekterna av klimatförändringar på sötvatten-ekosystem.

Tabell 10.5.1. Effekterna av klimatförändringar på sötvattenekosystem. Från Sandin, m.fl. 2020. Naturvårdsverket Rapport 6942.

	Ökning	Minskning
Fysikaliskt	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatur • Nederbörd • Extremväder • Torka • Växstsäsong • Översvämning • Humus/brunifiering 	<ul style="list-style-type: none"> • Vårflod
Kemiskt	<ul style="list-style-type: none"> • Löst organiskt kol 	
Biologiskt	<ul style="list-style-type: none"> • Tillväxthastighet • Varmvattensarter • Cyanobakterier • Invasiva arter • Parasiter • Diversitet (mångfald) • "Mismatch" födoresurser 	<ul style="list-style-type: none"> • Kallvattensarter • Primärproduktion • Födovävs-stabilitet

2 Ibid.

3 Ibid.

4 <https://www.sgu.se/grundvatten/grundvattennivaer/om-grundvattennivaer/har-finns-stora-grundvattenmagasin/>

5 Stensen K., 2017. Full technical report: Predicting change in lake ecosystems. Copernicus Climate Change Service. SMHI.

Detta kapitel tar upp frågan kring klimatanpassning av sjöar, vattendrag, våtmarker och grundvatten med fokus på tillgång och naturmiljö. Då vattentillgången är en begränsad resurs, som på flera håll i landet redan idag påverkas av klimatet, behövs en helhetssyn för att lösa frågan och för att vidta rätt klimatanpassningsåtgärder. Det vatten som finns att tillgå behöver förutom behovet av dricksvattenförsörjning även kunna täcka vattenbehovet i exempelvis industrier, jordbruk men även djur och natur.

Ekosystem i sjöar och vattendrag, såväl som grundvattenberoende ekosystem, är dynamiska och påverkas av och anpassar sig efter processer i avrinningsområdet. De är känsliga för förändringar men har också förmågan att anpassa sig snabbt till nya förhållanden. Klimatförändringar har en direkt inverkan på sötvattens ekosystemens funktion genom ökade vattentemperaturer och förändringar av vattenflöden och vattennivåer. Våtmarker och källor är exempel på ekosystem som är helt beroende av grundvatten. Med minskad nederbörd sommartid kan det uppstå brist på grundvatten vilket kan påverka grundvattenberoende ekosystem.

Detta delkapitel startar med en genomgång av hur klimatförändringarna idag och i framtiden kan komma att påverka ekosystemen i sjöar, vattendrag och grundvatten genom olika påverkansvägar. Därefter följer en uppföljning och utvärdering av det nationella arbetet hittills och en genomgång av olika typer av åtgärder som kan införas och som har genomförts. Slutligen prioriteras åtgärderna utifrån riskbedömningar, geografiska områdesförutsättningar och samhällsprioriteringar.

I denna första rapport från expertrådet har inte möjligheten funnits att göra en kvantitativ uppföljning av sårbarhet och åtgärder. I dagsläget finns ingen samlad information kring indikatorer för sårbarhet och åtgärder kopplat till sjöar, vattendrag och grundvatten. SMHI:s förslag på system för uppföljning och utvärdering av det nationella arbetet med klimatanpassning innehåller indikatorer med relevans för detta kapitel – kopplat till klimatanpassningen av sjöar, vattendrag och grundvatten inom olika sektorer⁶. Detta innebär att när systemet tas i bruk kommer successivt tillgången till information för uppföljning på nationell nivå att bli tillgänglig.

10.5.1 Klimatrisker och sårbarheter

Klimatförändringar och förändrade vattenflöden, vattentillgänglighet, vattenkvalitet samt risker och möjligheter för samhällen och ekosystem som är beroende av dessa hänger samman. Hur vattenflöden och den hydrologiska balansen påverkas av klimatförändringarna är dock osäkert, i synnerhet på regional och lokal nivå. De nordiska länderna hör till de få regioner i Europa som kan räkna med en ökning av nederbörden på sommaren. Hur nederbörden fördelas över landet varierar kraftigt och områden i så kallad regnskugga får inte en stor ökning av nederbörden. För Sveriges del bedöms klimatförändringarna få följande påverkan⁷:

- I södra Sverige väntas mycket av vinternederbörden falla som regn i stället för snö. Det leder till att vattenflödena under vintern förväntas öka, medan vårfloden blir mindre tydlig eller uteblir helt, något som till viss del redan observerats.
- I norra Sverige beräknas vårfloden bli mindre och komma tidigare. Det leder också till tunnare snötäcke och mindre isutbredning, vilket påverkar tjäldjupet och markens infiltration av vatten.
- Förväntade hydrologiska klimateffekter, utöver den förändrade vårfloden, är till exempel en ökad översvämningssrisk som en följd av kraftigare skyfall och ökad risk för vattenbrist som en följd av längre torrperioder. Men dessa förändringar kan ännu inte bekräftas i observationer.
- Klimatscenerierna visar på lägre vattenflöden och längre perioder med låga flöden under somrarna. Detta är en följd av en ökad lufttemperatur och därigenom högre avdunstning. I sydöstra delen av landet väntas problem till följd av låga vattenflöden bli vanligare.
- Totalt sett bedöms vattentillgången komma att öka, förutom i sydöstra Sverige där antalet dagar med låg vattenföring beräknas att öka kraftigt.

Effekter av torra och vattenbrist för naturmiljön

Genom klimatförändringar med ökad nederbörd förväntas en ökad vattenmängd, sett över hela året, i stora delar av landet, med de största ökningarna i norra Sverige och längs Västkusten. Ökad nederbörd kan öka risken för översvämningar⁸. Under sommaren förväntas dock en minskad vattentillgång, särskilt i södra Sverige, till följd av ökad avdunstning på grund av ökade temperaturer

6 SMHI, 2020. Förslag på system för uppföljning och utvärdering av det nationella arbetet med klimatanpassning. SMHI:s rapportserie Klimatologi nr 60/2020.

7 IVA, 2021. Klimatförändringar och hållbar vattenförsörjning.

8 MSB, 2020. Förordningen om översvämningssrisker – Sveriges genomförande av EU:s översvämningdirektiv.

och längre vegetationsperiod. Antal dagar med låga flöden i vattendrag förväntas öka. Detta gäller speciellt för östra Götaland. När det gäller marktorka, eller låg markvattenhalt, väntas störst ökning i Skåne och i områden kring Vänern och Vättern. Under vinter och vår förväntas höjda grundvattennivåer i norra Sverige. Södra Sverige kan få lägre lägstanivåer än vad vi haft tidigare i grundvattenmagasinen. Grundvattnet börjar sjunka tidigare under året, samtidigt som tidpunkten när grundvattenbildningen börjar på hösten senareläggs. Detta hänger samman med en förväntad förlängning av vegetationsperioden. Perioder med sjunkande grundvattennivåer förväntas bli längre eftersom förlängda vegetationsperioder leder till att tidpunkten när grundvattnet börjar sjunka tidigare läggs under året och grundvattenbildningen i början på hösten senareläggs⁹. Detta påverkar både grundvattnets kvalitet och kvantitet. Därmed påverkas även grundvattenberoende ekosystem, såväl terrestra som akvatiska. Exempelvis har det observerats att kalktuffkällor och rikkärr på Gotland torkat ut.

De naturliga fluktuationer som skapar många ekosystem har påverkats av vattenreglering på många platser. I ett förändrat klimat riskerar de att minska ytterligare genom att mindre snömagasiningering leder till minskade spillvattenvolymer i kraftverken under vårens flödestoppar. En annan effekt, i kombination med högre temperatur, kan vara minskad vattentillgång i framför allt de redan idag torrare områdena i sydöstra Sverige. Låga flöden i vattendrag accentueras ytterligare i jordbruksområden där bevattningsbehovet ökar. Effekterna av vattenbrist för samhället är oftast kända, men det gäller mer sällan effekterna för naturmiljön. Ekosystem som är beroende av vatten klarar i viss mån kortare perioder med låga flöden och markvattenhalter eller torka, men stressen på ekosystemet ökar. Vilka långvariga effekter som torrperioder medför beror på den totala stressen på ekosystemet, alltså även på föroreningsbelastning, hydromorfologiska förändringar såsom bristande konnektivitet, regleringsamplituder med mera.

Under somrarna 2016, 2017 och 2018 drabbades speciellt sydöstra Sverige av låg vattenföring i vattendrag och låga nivåer i sjöar, samt av låga grund- och markvattennivåer. Vattenbristen blev tydligast där den magasinande förmågan är lägst, som i mindre grundvattenmagasin, små och medelstora vattendrag, samt grunda sjöar och våtmarker. Påverkan av låga flöden sågs bland annat för flodpärlmusslan. Musslan är en sötvattensmussla som är klassad som starkt hotad av SLU Artdatabanken och mycket känslig för miljö- och klimatpåverkan såsom erosion (förändrade botten, försämrad vattenkvalitet), nya sjukdomar (nya agens och vektorer) samt uttorkning och höga vattentemperaturer (minskad syrehalt)¹⁰. I en del

län konstaterades att vissa årskullar av fisk (bland annat öring) saknades eller var underrepresenterade. Detta kan bero på uttorkade vattendrag där fisken inte överlevt eller på att grunda sjöbottnar som är viktiga för reproduktionen torrlagts. Andra orsaker kan vara tillväxt av parasiter och svamp hos bland annat lekande öring vid högre vattentemperaturer. Torra somrar skulle även kunna leda till en minskad torvbildning och ökad oxidation av torv i redan dikade torvmarker.

Förlust av ekosystemtjänster genom förändrade nivåer och dynamik för vattennivåer i de stora sjöarna

Flera miljoner människor är beroende av vatten och ekosystemtjänster från Sveriges stora sjöar, inklusive Vänern, Vättern och Mälaren. De bidrar med flertalet ekosystemtjänster såsom dricksvatten av god kvalitet, fiskproduktion och har en magasinande och flödesutjämnande funktion. Vattendrag och sjöar är generellt sett artrika miljöer och fyller viktiga funktioner i ekosystemet. Översvämningar längs sjöarnas stränder påverkar i stor utsträckning lantbruket och har betydelse för bostäder och infrastruktur. Även människors välbefinnande och hälsa påverkas positivt av dessa miljöer då sjöarna har stora natur- och kulturvärden av betydelse genom att de ger förutsättningar för exempelvis friluftsliv, rekreation och turism och människors upplevelse av en plats ("sense of place").

Fluktuerande vattenflöden kan ge skador på växt- och djurliv, dock är bristen på fluktuation ofta ett större hot, som i Vänern, för att undvika igenväxning vid stränder. Naturliga fluktuationer av vattennivåer är ofta en del av naturliga processer som ekosystemen är beroende av och utgör en central komponent i dess struktur. Sötvatten-ekosystem är känsliga för påverkan på vattenkvalitet, särskilt i samband med extrema händelser.

Vattennivån i de stora sjöarna, förutom för Vättern, beräknas öka under vinterhalvåret – som en följd av att nederbörden ökar och det blir mildare vintrar då nederbörden i större utsträckning faller som regn. Under sommaren och hösten, däremot, beräknas nivåerna minska. Detta beror på att växtligheten i avrinningsområdet kommer ta upp mer vatten när växtsäsongen blir längre och att avdunstningen direkt från sjöytan ökar.

Alla de stora sjöarna upplever problem som kan kopplas till ett klimat i förändring. Ett exempel är Vänern som har stora problem, bland annat kopplat till översvämningens risk, i dagens och framtidens klimat. Stora områden av Vänern och dess omgivning är Natura 2000-områden, både med hänsyn till fågeldirektivet och art- och habitat-

9 Vikberg, E. m.fl., 2015. Grundvattennivåer i ett förändrat klimat – nya klimatscenarier. SGU-rapport nr 19/2015.

10 SVA, 2021. Presentation av projekt inom myndighetsnätverket för klimatanpassning, 26 mars 2021.

direktivet. Djurö skärgård är en av Sveriges 29 nationalparker. Det finns också biosfärsområden, naturreservat och områden med riksintresse för naturvård. Öppna fågelskär, grunda vikar, strandängar och lövsumpskogar riskerar alla att påverkas negativt¹¹. Många perspektiv behöver hanteras. Städerna runt sjön ska inte översvämmas och den biologiska mångfalden ska inte hotas. Sjöfarten vill ha en jämn vattennivå, vilket minskar risken för ras och skred, dock orsakar minskade fluktuationer i vattennivån igenväxning av stränder¹². Öppna, solbelysta stränder och sandstränder är idag ovanliga eftersom Vänerens stränder växer igen vilket är den miljöförändring som påverkar Vänerens hotade arter allra mest. Exempel på hotade arter som missgynnats är strandbräsma, flygsandvägstekeln, skedand och mindre strandpipare. Risken att Väneren ska få in fler främmande arter är stor. Nya arter och sjukdomar kan komma in med sjöfartens barlastvatten och vid utsättningar av fiskar, damm- och akvarieväxter eller via fiskodlingar. En del främmande arter kan skada och påverka dricksvattnets kvalitet, sjöns växter och djur och främmande fisksjukdomar är ett hot mot Gullspångslaxens och Klarälvsaxens överlevnad¹³.

Mälaren är troligtvis den sjö som kommer få störst problem i ett längre tidsperspektiv på grund av att den även påverkas av de många negativa effekterna av havsnivåhöjningen, såsom saltvatteninträngning¹⁴. Befintliga regleringar av Mälaren syftar till att motverka översvämningar och att höja låga vattenstånd med syftet att minska risken för att fartyg ska gå på grund – och minska risken för saltvatteninträngning från Östersjön. I december 2000 uppmättes den högsta vattennivå som varit i Mälaren under reglerad tid. Händelsen uppmärksammade behovet av att öka tappningskapaciteten från Mälaren, vilket är ett av syftena med ombyggnaden av Slussen i Stockholm. Pågående klimatförändringar bedöms ge upphov till ökade nederbörds mängder och högre avrinning, särskilt under vinterhalvåret. För att undvika att Mälarens stränder översvämmas måste avtappningen kunna ökas vid tillfällena med höga vattennivåer. Genom ombyggnaden av Slussen i Stockholm, och en ny reglering av Mälaren, blir det möjligt att tappa mer än dubbelt så mycket vatten från Mälaren till Salt-sjön jämfört med idag. Avtappningskapaciteten ökas från cirka 800 kbm/s till cirka 2 000. Översvämningensrisken kommer då att minska drastiskt. På längre sikt kommer den pågående havsnivåhöjningen emellertid kräva att andra åtgärder görs för att förhindra översvämningar och saltvatteninträngning från Östersjön¹⁵.

Påverkan på ekosystem, biologisk mångfald och transport av näringsämnen genom ökad förekomst av översvämning och erosion vid sjöar och vattendrag

Den globala uppvärmningen förväntas leda till ökad nederbörd i Sverige, samt flera och intensiva skyfall¹⁶. När en lägre andel av nederbörden faller som snö kan vi dock räkna med att det blir färre extrema vårflöden i Norrlands inland och norra kustland samt i nordvästra Svealand. För övriga Sverige förväntas en ökad förekomst av extrema högflöden¹⁷.

I praktiken beror en översvämning ofta på en kombination av orsaker, till exempel när höga flöden i ett vattendrag möter ett högt havsvattenstånd, kombinerat med skyfall eller en hög markvattenhalt på grund av snösmältning och/eller långvarig nederbörd. Exempelvis är översvämningensrisken ett regionalt problem för vissa kustorter, bland andra Göteborg, genom havsnivåhöjningar och höga flöden i vattendrag som kan inträffa samtidigt som havet trycker på. För vattendrag kan ökad tillrinning leda till erosion på grund av förändringar av

FAKTARUTA: TÄTORTER MED IDENTIFIERAD BETYDANDE ÖVERSVÄMNINGSRISK

MSB har under översvämningensdirektivets andra cykel genomfört en landsomfattande bedömning för att identifiera tätorter med betydande översvämningensrisk. Översvämningenskarteringar med nya höjddata och klimatanpassade flöden har använts. Myndigheten har identifierat 25 tätorter varav 11 utmed vattendrag och sjöar: Alingsås (Säveån), Borås (Viskan), Falun (Dalälven), Göteborg (Göta Älv, Mölndalsån, Säveån, Kungsbackaån), Haparanda (Torne älv), Karlstad (Klarälven), Kristianstad/Åhus (Helge å), Kungsbacka (Kungsbackaån), Norrköping (Motala ström), Uppsala (Fyrisån), Örebro (Svartån). Karlskrona har identifierats utifrån översvämningensrisk från havet men påverkas även av översvämningensrisk från Lyckebyån. Identifierade områden vid sjöar inkluderar Jönköping (Vättern) och Karlstad (Väneren).

MSB, 2018. Översyn av områden med betydande översvämningensrisk Enligt förordning (2009:956) om översvämningensrisker

11 SMHI, 2018. Sveriges stora sjöar idag och i framtiden Klimatets påverkan på Väneren, Vättern, Mälaren och Hjälmaren. SMHI:s rapportserie Klimatologi nr 49/2018.

12 Bjelke, U. & Sundberg, S. (red.), 2014. Sötvattensstränder som livsmiljö – rödlistade arter, biologisk mångfald och naturvård. SLU Artdatabanken Rapport nr 15/2014. SLU Artdatabanken, Uppsala.

13 http://extra.lansstyrelsen.se/vanern/Sv/fakta-om-vanern/vanerfragor/Pages/biologisk_mangfald.aspx.

14 SMHI, 2018. Sveriges stora sjöar idag och i framtiden. Klimatets påverkan på Väneren, Vättern, Mälaren och Hjälmaren. SMHI:s rapportserie Klimatologi nr 49/2018.

15 <https://miljobarometern.stockholm.se/klimat/klimatanpassning/nya-slussen-okad-avtappning-fran-malaren/>.

16 Olsson m.fl., 2017. Extremregn i nuvarande och framtida klimat. SMHI Klimatologi, Rapport 47/2017.

17 SMHI, 2015. Sveriges framtida klimat. SMHI Klimatologi, Rapport 14/2015.

vattendragens struktur. Längs både sjöar och vattendrag ökar nivå- och flödesförändringar inklusive översvämningar även risken för ras och skred.

Översvämningar av låglänta marker invid sjöar och vattendrag är en naturlig process som har många biologiska och ekologiska funktioner. Många naturmiljöer är beroende av översvämningar, inklusive flertalet viktiga Natura 2000-områden, till exempel Nedre Dalälven. Dock kan ekosystem och den biologiska mångfalden också påverkas negativt. Vilken påverkan översvämningar har på den biologiska mångfalden och övriga ekosystemtjänster beror till stor del på vilken mark som översvämmas samt mängden vatten.

Klimatförändringar kan leda till förändrade vattennivåer och flöden som påverkar sedimentdynamiken i vattendrag, vilket kan förändra erosionsprocesser, både på botten och längs stränder. Det kan i sin tur medföra att vegetation och djurliv ändras och att flöden av, bland annat, fosfor ökar – med påverkan på nedströms liggande ekosystem och kustvatten. Det kan även leda till att deponerade föroreningar i sediment eller mark remobiliseras och återinförs i ekosystemet.

Förändrad riskbild för miljöfarliga verksamheter och förorenade områden

Med ett förändrat klimat och större amplitud för vattennivåer förändras riskbilderna för miljöfarliga verksamheter och förorenade områden. Förändringar av maximum- och minimumflöden, grundvatten- och temperaturförändringar, stigande havsvattenstånd, frekventare skyfall, samt ökad risk för ras och skred och erosion såväl som förändring av snösäsong och minskad förekomst av tjäle, kan leda till förändrad stabilitet i slänter längs vattendrag och förstärka miljö- och hälsoriskerna från förorenade områden och deponier. Det gäller exempelvis föroreningarnas toxicitet, rörlighet och spridning samt miljöfarliga verksamheter om dessa har miljöfarliga ämnen lagrade inom sina områden, där det också finns risk för till exempel översvämning eller skred/erosion.

Exempelvis kan kraftig nederbörd leda till att industriområden och reningsverk översvämmas. Intensiva regn och mättade jordlager kan även öka risken för slamströmmar, vilka kan utgöra en fara nedströms, bland annat då de kan föra med sig föroreningar till vattentäkter. Vid grumling påverkas ekosystemen via överlagring eller att filtrerande organismer som musslor inte kan skaffa föda. Vid låg vattenföring i kombination med höga temperaturer finns risk för

ökad koncentration av ammonium vid avloppsreningsverk. Markföroreningars toxicitet kan också förändras vid höga temperaturer och spridas lättare i vattendrag¹⁸.

Studier förutser en viss ökning av metaller i grundvattensystem i norra Europa under de kommande två decennierna, detta på grund av klimatförändringar¹⁹. Generellt sett är dock riskerna från klimatförändringarna kopplade till spridning av föroreningar fler och större för ytvatten än för grundvatten på grund av geologiska barriärer. Detta beror främst på att grundvattentäkterna har ett naturligt skydd i form av jordlager och/eller berg, som ytvatten saknar. Däremot kan konsekvenserna vara större och mer långvariga om en förorening kommer ner i grundvattnet eftersom omsättningstiden är betydligt längre. I ytvatten sprids föroreningen snabbare och späds ut.

FAKTARUTA: KLIMATFÖRÄNDRINGAR OCH FÖRORENINGSRISKER FÖR VATTENTÄKTER

I en rapport från Länsstyrelsen Norrbotten har föroreningssrisker för vattentäkter kopplat till klimatförändringar analyserats. Resultatet varierar kraftigt mellan olika vattentäkter. Bland de risker för vattenkvaliteten som specifikt lyfts fram inkluderas:

- Ökad tillrinning innebär ökad transport av bland annat humusämnen, näringsämnen, bekämpningsmedel med mera från skogs- och jordbruk till vattentäkten.
- Ökad nederbörd och förekomst av skyfall leder till ökad frekvens av bräddning från avloppsreningsverk och pumpstationer.

Länsstyrelsen Norrbotten (2011) Föroreningssrisker för vattentäkter – med hänsyn taget till konsekvenser av klimatförändringar, Norrbottens län. Rapport 2011:15.

Översvämningar innebär risker för urlakning och ökad/förändrad föroreningsspridning från förorenade områden på grund av ändrade flödesförhållanden. Området längs Göta älv är här extra utsatt med stor skredrisk i kombination med hög föroreningsgrad. Vad gäller vattenkrafts- och gruvdammar innebär översvämningar en potentiell katastrofsituation, eftersom dammarna riskerar att översvämmas och i värsta fall brista. I båda fallen sprids föroreningar till omgivande mark och vatten, vilket påverkar ekosystemen. Vid ett dammbrott av en gruvdamm kan stora arealer nedströms förorenas.

18 Miljösamverkan Skåne och Länsstyrelserna, 2018. Klimatanpassning i prövning och tillsyn av miljöfarliga verksamheter och förorenade områden.

19 Jarsjö, J. m.fl., 2020. Projecting impacts of climate change on metal mobilization at contaminated sites: Controls by the groundwater level. Science of the total Environment nr 712/2020.

Ökad brunifiering med konsekvenser för vattenlevande organismer

Ökad temperatur och nederbörd förväntas, tillsammans med minskad försurning och förändrad markanvändning, bidra till ökad transport av organiskt material (humusämnen) till vattendrag, sjöar och kustområden²⁰, så kallad brunifiering. Särskilt i nordliga lågproduktiva områden, som de svenska fjällena, kan ett varmare klimat leda till ökad växtproduktion på land och därmed ökad tillförsel av organiskt material till sjöar och vattendrag. Brunifiering ger negativa konsekvenser för vattenlevande fotosyntetiserande organismer och därmed hela ekosystem, inklusive minskad fiskproduktion i sjöar genom begränsad ljusinträngning. Särskilt fiskarter som är specialiserade att leva i klara och kalla vatten kommer att påverkas negativt. Uppvärmningen kommer sannolikt att bidra genom att orsaka en förskjutning mot mindre och yngre individer. Brunare vatten å sin sida kommer sannolikt att bidra genom att minska fiskens kroppstillväxt²¹. Exakt hur brunare vatten påverkar fiskbestånden är dåligt undersökt, bland annat då brunifieringen är ett relativt nytt miljöproblem och då det hittills finns lite miljöövervakning och få studier inriktade på att undersöka detta. Det kol som orsakar brunt vatten kan i viss utsträckning också påverka klimatet genom att ökad nedbrytning av organiskt material i bruna sjöar i vissa fall kan leda till att sjöarna släpper ut mer växthusgaser²².

Påverkan på vattenkvalitet från sura sulfatjordar genom torrläggning följt av höga flöden

Längs Norrlandskusten och i södra Sveriges vattendrag påverkas vattnets kvalitet i vissa av vattendragen periodvis av sura sulfatjordar. Vattnet får då lågt pH och höga koncentrationer av skadliga metaller, som aluminium och nickel. Dessa sura jordar bildas då sulfidhaltiga sediment som torrlagts av landhöjningen syresätts, vilket oftast sker då grundvattenytan sänks i samband med byggnationer eller dikning²³. Gällande negativ påverkan på vattenförekomstens status, till följd av vattenbrist och torka, så innebär förekomsten av aktiva sura sulfatjordar längs bland annat Bottenvikens vattendistrikts kust att pH-värdet i mark och intilliggande vattendrag kan sjunka²⁴. Detta bidrar till försurning och till att metaller kan frigöras och lakas ut i ytvattnet. Detta är ett problem som

främst är förknippat med markavvattning, såsom dikning inom jord- och skogsbruk, men kan i ett framtida klimat komma att öka. Torra perioder kan leda till lägre grundvatten och att oxidation av sulfider går djupare. Följs en sådan period av kraftiga flöden (nederbörd eller snösmältning) kan det leda till lågt pH och höga metallkoncentrationer i omgivande vatten²⁵.

Påverkan på ekosystem av ökad vattentemperatur samt minskande istäcke och tjäle

Stigande vattentemperaturer och kortare perioder med is påverkar sjöars och vattendrags ekosystem, inklusive olika växt- och algsamhällen²⁶. Mängden alger i våra sjöar förväntas öka, vilket kan försämra vattenkvaliteten i redan övergödda sjöar. Det är framför allt ”blågröna alger”, cyanobakterier, som gynnas av den skiktning som förhöjda temperaturer kan leda till och dessa kan vara giftiga och störande för badande och vattenverk. Som en effekt av minskad och tidigare vårflod, och ökad nederbörd, kommer närsaltstillskott till sjöar att öka under vintern, men minska under sommaren. Det leder till mindre inflöde av kisel till sjöar under sommaren, vilket innebär att kiselalger minskar och ger plats för till exempel cyanobakterier²⁷.

Högre vattentemperaturer leder till att sjöns skiktning förändras. Med en förlängd eller skarpare skiktning förhindras omblandning av syrerikt vatten till bottenarna. Denna effekt är mest problematisk i södra Sverige. Dock är det troligt att vattentemperaturen stiger i alla vatten, vilket missgynnar kallvattensarter som till exempel fjällröding. På sikt kan fiskfaunan förändras i grunden i både sjöar och vattendrag. Varmare vatten och ökade flöden med humusrikt vatten antas också bidra till igenväxning och övergödning av sjöar. Högre vattentemperatur kan gynna varmvattensarter (fisk, kräftdjur, mollusker etc.) på bekostnad av kallvattensarter, både i hav och i sötvatten. Störst förändringar kan förväntas i norra delarna av landet, till exempel i fjällsjöar och i Bottenviken. I synnerhet bör sådana vatten prioriteras som har ett stort värde för att mildra effekterna av klimatförändringar på särskilt utsatta arter, till exempel kallvattensfiskar. Särskilt utsatta miljöer är exempelvis kallvattensjöar, laguner och grunda havsvikar.

20 Kritzberg ES, m.fl., 2019. Browning of freshwaters: Consequences to ecosystem services, underlying drivers, and potential mitigation measures. *Ambio*. DOI: 10.1007/s. 13280-019-01227-5.

21 Van Dorst, R., 2020. Warmer and browner waters: fish responses vary with size, sex, and species. Diss. (sammanfattning/summary) Sveriges lantbruksuniversitet, Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, 1652-6880; 2020:38.

22 Lapiere m.fl., 2013. Increases in terrestrially derived carbon stimulate organic carbon processing and CO₂ emissions in boreal aquatic ecosystems. *Nature Communications* volume 4, Article number: 2972.

23 SGU, 2020. Kunskapsöversikt om sura sulfatjordar som påverkar många vattendrag negativt. SGU Rapport nr 26/2015.

24 Vattenmyndigheten, Bottenviken, 2020. Bottenvikens vattendistrikt. Delförvaltningsplan med åtgärder mot vattenbrist och torka 2021-2027. Samrådshandlingar Bottenvikens vattendistrikt.

25 SGU, 2019. Sur sulfatjord - egenskaper och utbredning. SGU Rapport nr 13/2019.

26 Ekelund, N., 2012. Hur påverkar klimatförändringar sjöar och hav? *Vatten - Journal of Water Management and Research* 68:155-160. Lund 2019.

27 Markensten, H., 2005. Climate effects on phytoplankton biomass and functional group. *Acta Universitatis Upsaliensis*.

Vattentemperaturer styr många biologiska och kemiska processer. Många sötvattensarter är anpassade till ett specifikt temperaturintervall. Många arters livscykel styrs direkt eller indirekt av ljuset och temperaturen²⁸. Ett förändrat klimat kan orsaka störningar i arters förmåga till fortplantning samt störningar i näringskedjor. Högre temperaturer och en tidigare issmältning under våren kan medföra förändrad fenologi, det vill säga ändrad tidpunkt för årligen återkommande händelser. Det leder ofta till misspassning (mismatch) av värtvecklingen mellan djurplankton och växtplankton, vilket kan få konsekvenser högre upp i näringskedjan, ända upp till fisk²⁹. Förändringar i vattentemperaturen kan påverka tillväxten av växtplankton, makrofyter och andra vattenväxter och därmed påverka födotillgången för flertalet djurarter. En ökad ytvattentemperatur kan förlänga växtplanktonsåsongen och påverka artsammansättningen. Ökande vattentemperaturer kan även öka de negativa effekterna av annan mänsklig påverkan såsom övergödning och gynna etableringen av främmande arter som tål de nya temperaturförhållandena.

Högre temperaturer ger även en ökad risk för mer gynnsamma förhållanden för bakterier och andra mikroorganismer i grundvatten.

I synnerhet kallvattenarter förutspås få svårt att överleva värmeböljor under sommarperioden, särskilt i grunda sjöar och mindre vattendrag. Refugier med kallt grundvatten som rinner in i vattendrag riskerar att försvinna genom mänsklig påverkan och klimateffekter³⁰. Ett varmare klimat förväntas medföra att både kallvattenarter och mer värmeälskande arter förflyttar sin utbredning till nordligare breddgrader och även mot högre altituder³¹. I vilken omfattning detta kommer att ske i sjöar och vattendrag beror i stor utsträckning på vilka möjligheter organismerna har till förfogande för att förflytta sig, och om det finns olika typer av hinder, såsom dammar, som hindrar denna förflyttning³². Fragmentering till följd av dammar innebär att populationer av arter som inte kan flytta på sig kan påverkas mer av andra stressfaktorer såsom torka, översvämningar, sjukdom med mera, då dessa inte har samma möjligheter att undvika stress eller senare återkolonisera de påverkade habitaterna. Sämre spridningsförmåga i kombination med hinder minskar därmed arters chanser till fortlevnad i ett snabbt förändrat klimat. Strömlevande arter av trollsländor anses vara signalarter för klimatförändringseffekter. Redan nu finns det tecken som tyder på att strömlevande arter, till skillnad från sjölevande

FAKTARUTA: RÖDING SOM INDIKATORART FÖR KLIMATFÖRÄNDRINGAR

I Vättern finns ett unikt ekosystem med arter som kräver kallt vatten för att överleva. Här finns Sveriges största bestånd av storröding, men detta bestånd har minskat kraftigt sedan 1950-talet. De främsta orsakerna är överfiske och inplantering av den konkurrerande laxen. En annan orsak är att rödingen är känslig för höga temperaturer. Rommens kläckning är temperaturstyrd och kläcks tidigare efter en mild vinter, men eftersom tillgången på föda styrs av ljuset finns det då inte tillräckligt med föda. Det finns ett samband mellan en mild vinter och en minskad rödingfångst några år senare. I framtiden kan en ökad temperatur drabba rödingen hårt och den är därför en viktig indikatorart för klimatförändringar.

Jonsson, T & Setzer, m.fl. 2015. A freshwater predator hit twice by the effects of warming across trophic levels. Nature Communications volume 6, Article number: 5992.

arter av trollsländor, har en sämre förmåga att flytta med klimatet³³.

Tunnare snötäcke och minskad isutbredning påverkar sjöar och havets fysikaliska egenskaper. I förlängningen påverkas den biologiska mångfalden och ekosystemens resiliens. I slutet av 2000-talet beräknas istäckningstiden hos sjöar minska med en till tre månader, och antalet dagar med en ytvattentemperatur över 20 grader kan öka mellan en halv och upp till två månader (beroende på klimatscenario). För till exempel Mälaren kan antalet dagar med is i genomsnitt minska med upp till 50 procent³⁴. Snötäcket är en viktig lagring av vatten, framför allt i norra Sverige. Det styr också tjäldjupet i marken och därmed infiltrationen av grundvatten. Snösmältningen är kraftigt styrande för vårfloden, de årligen höga flödena, i norra Sverige. Vårfloden är viktig för artrikedomen i både akvatiska system och landecosystem. Om snösmältningstillfällena sprids ut över en längre period kommer det ha effekter på sjöar och vattendrag, men också på de grunda vattenområdena vid kusten³⁵.

Risken för att invasiva arter (inklusive parasiter, vilka ofta gynnas av varmare vatten) etablerar sig kan öka när vattentemperaturen ökar³⁶. Vissa arter

28 Stensen K., 2017. Full technical report: Predicting change in lake ecosystems. Copernicus Climate Change Service. SMHI.

29 Sandin L., 2020. Sötvatten - förvaltning och restaurering med förändrat klimat. Slutrapport från projektet FRESHREST. Rapport nr 6942/2020. Naturvårdsverket.

30 Ibid.

31 Markovic, D. m.fl., 2014. Europe's freshwater biodiversity under climate change: distribution shifts and conservation needs. Diversity and Distributions 20: 1097-1107.

32 Ibid.

33 Cerini F., 2020. Long-term shifts in the communities of odonata: effect of chance or climate change? North-Western Journal of Zoology, 16(1).

34 Koffman, A. m.fl., 2014. Väterns vattenreglering - effekter och konsekvenser för flora, fauna och friluftsliv. Calluna AB.

35 IVA, 2021. Klimatförändringar och hållbar vattenförsörjning.

36 Naturvårdsverket, 2020. Sötvatten - förvaltning och restaurering med förändrat klimat.

kan utnyttja de nya förutsättningar som ett förändrat klimat medför och snabbt utöka sin utbredning på bekostnad av andra arter³⁷. Vattenlevande arter, som är vanliga i varmare klimat men inte finns naturligt i våra vatten, får lättare att etablera sig om de transporteras hit av misstag. Arter kan till exempel introduceras via utbyte av barlastvatten eller från akvarier.

Påverkan på fiske och rekreation i och kring sjöar och vattendrag

I framtiden väntas badvattentemperaturen bli högre och badsäsongen längre. I ett varmare vatten finns dock en större risk för bakterier och algbloomningar som kan bilda giftiga ämnen (för mer information se kapitel bebyggd miljö, fysisk planering och människors hälsa). Vintersport, såsom långfärdsskridskor, isfiske och isjakt kommer begränsas eftersom tillgången på is minskar.

Vänern är utpekad riksintresse för turism och för det rörliga friluftslivet. Friluftslivet kring Vänern är stort med bland annat vandring, kajakpaddling, fritidsbåtstrafik och långfärdsskridskoåkning. Turismen kring Vänern är relativt stor och har ökat på senare år, något som återspeglas i ett ökat intresse för att starta turistföretag. Igenväxning av Vänerns stränder påverkar friluftslivet negativt³⁸.

Kallvattenfiskar i insjöar och vattendrag, som exempelvis lax och röding, missgynnas av ett klimat med högre vattentemperaturer och deras utbredning kan minska starkt. Längre perioder av torka och vattenuttag kan medföra att mindre vattendrag torkar ut helt, vilket lokalt och även i större områden kan slå ut fiskbestånd och lekplatser för fisk, särskilt om fiskars vandringsvägar bryts. Det kommer att påverka såväl fritidsfiskarna, som 2019 hade 1,6 miljoner utövare i Sverige³⁹, som yrkesfiskare. Yrkesfisket kan också drabbas genom att hamnar i de stora sjöarna blir översvämmade eller oanvändbara vid för låga vattenstånd.

Påverkan på grundvattentillgång och grundvattenkvalitet

Grundvattnet är en viktig del i det hydrologiska kretsloppet. Merparten (70–80 procent) av det ytvatten som finns i Sverige har varit grundvatten som strömmat ut till ytvattendrag och sjöar, flödet sker alltså nästan uteslutande från grundvattnet till ytvatten och inte tvärtom⁴⁰.

Förändringar i temperatur och nederbörd kommer att påverka såväl mängd grundvatten som bildas som den kemiska sammansättningen. I norra Sverige kommer till exempel snösmältningen generellt att bli mindre kraftig på våren, vilket får effekter på grundvattennivåerna och därmed på flöden och nivåer i bäckar, älvar och sjöar. Delar av Syd- och Mellansverige kan få lägre grundvattennivåer under vissa tider på året, vilket kan innebära brist på tillgängligt yt- och grundvatten för vattenförsörjningen men även för ekosystem i sjöar, vattendrag och våtmarker⁴¹. Internationellt pekar studier på att grundvattennivåerna kommer att sjunka avsevärt under det kommande decenniet – om vattenanvändningen och befolkningsökningen fortsätter⁴².

Både högre och lägre grundvattennivåer kan också ge effekter på grundvattnets kvalitet på grund av förändrade nivåer och strömningsmönster i marken. Förändringar i grundvattennivåer kan även påverka markens stabilitet som bland annat beror på markens vatteninnehåll.

Förändrade nederbördsförhållanden, förlängd växtsäsong och ökad avdunstning innebär att mönstret för hur grundvattenbildningen sker över året kommer att förändras. Vid jämförelse mellan referensperioden 1960–1990 och scenarierberäkningar för år 2071–2100 förväntas höjda grundvattennivåer vintertid i norra och sydvästra Sverige. För sydöstra Sverige förväntas sänkta grundvattennivåer under våren. En av de stora förändringarna är att grundvattnets regimer kommer att ändras och då främst i norra Sverige, där tidpunkten för när de lägsta grundvattennivåerna infaller kommer att skifta från vinter till höst. I norra Sverige kommer tidpunkten för när de lägsta grundvattennivåerna infaller skifta från vinter till höst. För södra Sverige kan lägstanivåer för grundvatten komma att sjunka i både snabb- och långsamreagerande magasin. Högre temperaturer leder till att vegetationsperioden blir längre och att växternas upptag av vatten ökar vilket i sin tur ger ökad avdunstning. Därmed förlängs perioden under året då grundvattnet sjunker. Grundvattenbildningen förväntas öka med cirka 15 procent i södra Norrland och minska med 5–15 procent i grova jordarter i sydöstra Sverige. I morän kan den relativa minskningen bli upp till 20 procent och mer utbredd⁴³. Även en påverkan på grundvattnets kvalitet förväntas på grund av förändrade grundvattennivåer, ändrad markanvändning, längre växtsäsonger, ökad användning av gödsel och bekämpningsmedel, samt genom ökad risk för förorenings spridning i samband med översvämm-

37 Nellbring, S., 2011. Övervakning av främmande arter i Mälaren, Naturvårdsverket Rapport nr 6375/2011.

38 SMHI, 2018. Sveriges stora sjöar idag och i framtiden Klimatets påverkan på Vänern, Vättern, Mälaren och Hjälmaren. SMHI:s rapportserie Klimatologi nr 49/2018.

39 <https://www.havochvatten.se/data-kartor-och-rapporter/data-och-statistik/fangststatistik-for-fritidsfisket.html>.

40 Grip, H. & Rodhe A., 1985. Vattnets väg från regn till bäck. Forskningsrådets förlagstjänst.

41 SGU, 2021. Så påverkar klimatförändringar grundvattnet (sgu.se).

42 Martín-Arias J., 2020. Modelling the effects of climate change and population growth in four intensively exploited Mediterranean aquifers. The Mijas range, southern Spain. Journal of Environmental Management. 15:262:110316.

43 <https://www.sgu.se/samhallsplanering/planering-och-markanvandning/grundvatten-i-planeringen/klimatforandringar/paverkan/>.

ningar som också kan nå grundvattnet. Det finns även en risk för saltvatteninträngning i grundvattnet i låglänta och kustnära områden på grund av en kombination av lägre grundvattennivåer och havsnivåhöjning men även till följd av överuttag i områden med djupt liggande grundvatten eller relik saltvatten. Sammantaget leder förändringar i grundvattenbildning, -nivåer och -kvalitet till konsekvenser både för dricksvattenförsörjning, jordbrukets och industrins vattenförsörjning samt för markstabilitet, ytvatten och ekosystem.

10.5.2 Uppföljning och utvärdering av det nationella arbetet med klimatanpassning.

Samhällsnyttor av klimatanpassningsåtgärder kopplade till att minska risker orsakade av höga eller låga vattenflöden och nivåer, såväl som risker kopplade till påverkan på vattenkvalitet, kan kopplas till flertalet andra kapitel i denna rapport. Till exempel terrestra ekosystem (kapitel 10.1) jordbruket och djurhållningen (kapitel 10.4), näringsliv och industri (kapitel 13) och dricksvatten (kapitel 11.2). När det gäller naturmiljön bör klimatförändringarna öka incitamenten för att åtgärder för att stödja naturmiljön även bidrar till att minska riskerna för klimateffekter i samhället, orsakade av exempelvis översvämningar och vattenbrist⁴⁴.

Ansvarsfördelning

Vattenkvalitetsfrågor, men även grundvattenkvantitet, hanteras inom vattendirektivet. Flera kvalitetsfrågor inom vattenförvaltningen har bäring på ytvattenkvantitet, som till exempel hydrologisk regim. Ansvaret för vattenförvaltningens genomförande ligger hos de fem länsstyrelser som är vattenmyndigheter. Dessa länsstyrelser är utsedda av regeringen att vara vattenmyndighet i var sitt vattendistrikt och har uppdraget att förvalta kvaliteten på vattenmiljön genom att besluta om förvaltningsplan, åtgärdsprogram och miljökvalitetsnormer för vatten inom sitt respektive vattendistrikt⁴⁵. Varje vattendistrikt är organiserat efter ytvattnets naturliga gränser för rörelse, så kallade avrinningsområden. Arbetet med vattenförvaltning i Sverige följer EU:s vattendirektiv⁴⁶ och sker i cykler om sex år. Vattenmyndigheternas förvaltningsplaner består av bland annat resul-

tat från kartläggnings- och analysarbetet med bedömning av kemisk och ekologiska status i vattenförekomsterna, övervaknings- och åtgärdsprogram. I åtgärdsprogrammen identifieras vad myndigheter och kommuner behöver göra för att följa miljökvalitetsnormerna för vatten. Vattenmyndigheterna beslutar också om de rättsligt bindande kvalitetskrav, miljökvalitetsnormer, som gäller för varje vattenförekomst. Det är numera också infört i svensk lag⁴⁷ att vattenförekomsternas status inte får försämrans (försämringsförbud) eller att uppnåendet av den gällande miljökvalitetsnormen inte får äventyras. I vissa fall går det att göra undantag från dessa bestämmelser. Klimatanpassningsåtgärder som påverkar vattenkvalitet eller -kvantitet behöver förhålla sig till dessa bestämmelser.

Vattenmyndigheten i respektive distrikt arbetar för att få viktiga samhällsgrupperingar som industrier och lantbruksföretag att aktivt vilja delta i vattenförvaltningen på flera sätt. Det finns också vattenvårdsförbund/vattenråd för de flesta vattendrag/större sjöar samt två grundvattenråd. Där tas det upp frågor kring vattenkvalitet och vattenmiljö. Vattenmyndigheten och länsstyrelserna har stöttat utvecklingen av arbetet i vattenråden. Dessa samverkansorgan har inte beslutanderätt, men kan bidra med värdefull lokal kunskap och fungera som remissinstanser för kommuner och myndigheter. Förutom de åtgärder som följer av vattenmyndigheternas åtgärdsprogram har flera nationella och regionala myndigheter under de senaste åren fått uppdrag som har varit kopplade till kartläggning av vattentillgångar⁴⁸. Här kan nämnas SGU:s uppdrag 2017, att förfinna och utöka kartläggning och karaktärisering av grundvattenresurser i särskilt utsatta områden⁴⁹, men även länsstyrelsernas uppdrag att kartlägga och analysera rådande och kommande vattensituation på regional och lokal nivå.

Länsstyrelsens roll i vattenförvaltningen är, förutom att vara beredande till respektive vattenmyndighet, bland annat att utgöra tillsynsmyndighet över all vattenverksamhet i länet samt utgöra remissinstans vid tillståndsprövning av vattenverksamhet. De är även prövande instans av anmälningar av vattenverksamhet och fastställer vattenskyddsområden. De har också en vägledande roll gentemot kommuner. I vattenmyndigheternas åtgärdsprogram⁵⁰ finns även uppdrag att ta fram regionala vattenförsörjningsplaner som stöd till kommuner och verksamhetsutövare. Dessa vattenförsörjningsplaner ska uppdateras vid behov, exempelvis till följd av ett ändrat klimat.

44 Brouwer, T. m.fl., 2013. Mainstreaming climate policy: The case of climate adaptation and the implementation of EU water policy. *Environment and Planning C*, 31: 134-153.

45 Vattenförvaltningsförordning (2004:660).

46 Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG.

47 Miljöbalken kap. 5 § 4.

48 Regeringskansliet, 2020. Regeringens arbete med vattenförsörjning - regeringen.se.

49 SGU, 2019. Delredovisning av regeringsuppdrag: Utökad kartläggning och karaktärisering av grundvattenresurser.

50 Södra Östersjöns vattendistrikt. 2016. Del 4 Förvaltningsplan -åtgärdsprogram 2016-2021.

Havs- och vattenmyndigheten (HaV) och SGU stödjer vattenmyndigheterna genom vägledning och tar fram föreskrifter. Havs- och vattenmyndigheten är ansvarig för Sveriges rapportering av vattenförvaltningen till EU.

HaV har påbörjat ett arbete med en restaureringsstrategi som ska främja arbetet med en sektorsövergripande åtgärdsplanering som medger en långsiktig och strukturerad planering där behov för biologisk mångfald och samhällets klimatanpassning kan samverka. Det finns en potentiell intressekonflikt mellan klimatanpassning och värnande av biologisk mångfald som är beroende av naturliga funktioner och processer i vattenmiljön. HaV samordnar även uppföljning och utvärdering av miljötillstånd, trender, styrmedel och åtgärdsarbete för miljö kvalitetsmålen *Ingen övergödning* samt *Levande sjöar och vattendrag*. Flera myndigheter som berörs av förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete anger ett behov av samverkan med HaV för genomförande av klimatanpassningsåtgärder.

Havs- och vattenmyndighetens klimatstrategi och handlingsplan inkluderar målet att öka motståndskraft mot klimatförändring genom att främja naturliga klimatanpassningslösningar, samt att bidra till minskad övergödning och minskad belastning av miljögifter för människor^{51,52}. Att nyttja och stärka naturens förmåga att hantera negativa klimateffekter genom naturbaserade klimatanpassningslösningar är ett perspektiv som uttrycks också från Naturvårdsverkets handlingsplan för klimatanpassning (perioden 2019–2021)^{53,54}. Regeringen har delegerat sitt beslutsmandat när det gäller avvägningar mellan produktionsmål och miljö-/klimathänsyn till vattendelegationerna.

SGU samordnar uppföljning och utvärdering av miljötillståndet för miljö kvalitetsmålet *Grundvatten av god kvalitet*.

MSB har genom ansvaret för översvämningsdirektivet ansvar för översvämningsfrågor i förhållande till viktiga samhällsstrukturer. Frågor kring vattenbrist hanteras framför allt av länsstyrelser, kommuner, Livsmedelsverket, Hav- och Vattenmyndigheten, SGU, Naturvårdsverket samt vattenmyndigheterna.

Vattenhushållningsfrågorna är starkt klimatrelaterade och Jordbruksverket samverkar med andra myndigheter när det gäller avvägningar mellan

produktionsmål och miljö. Det kan röra integrerad hantering av vatten i landskapet för jordbrukets behov, skydd mot översvämning samt förbättrad ekologisk status. Som ett exempel på hur klimatanpassning kan integreras med andra mål knyter Jordbruksverket målen i sin handlingsplan för klimatanpassning⁵⁵ till Agenda 2030, inklusive delmål 6.6 *Skydda och återställ vattenrelaterade ekosystem*, däribland berg, skogar, våtmarker, floder, akviferer och sjöar, samt till miljö kvalitetsmålen, inklusive *Grundvatten av god kvalitet*, *Ingen övergödning*, *Levande sjöar och vattendrag* och *Myllrande våtmarker*. I Jordbruksverkets arbete med olika stöd inom CAP (EU:s gemensamma jordbrukspolitik) görs dock inte en tydlig skillnad på klimatanpassning och minskning av växthusgaser, det vill säga mellan olika typer av klimatrelaterade kopplingar.

Länsstyrelser och kommuner är tillsynsmyndigheter vad gäller prövning och tillsyn av miljöfarlig verksamhet och förorenade områden och det finns ett behov av att inkludera klimatanpassning. Eftersom prövning och tillsyn är starkt bundet av lagstiftning är det viktigt att utreda vilka möjligheter det finns att ställa krav på att miljöfarliga verksamheter anpassas och skyddas med anledning av ett förändrat klimat och hur detta kan motiveras utifrån dagens lagstiftning⁵⁶.

Rent generellt så har kommunerna kommit längre med vattenrelaterade utmaningar än med de övriga utmaningarna som nämns i den nationella klimatanpassningsstrategin. Detta gäller bland annat Brist i vattenförsörjningen för enskilda, jordbruk och industri, där 118 av de 143 kommuner som anges har genomfört klimatanpassningsåtgärder enligt rapportering till SMHI. Mindre städer/tätorter och landsbygdskommuner anger i högst utsträckning att de har, eller delvis har, vidtagit åtgärder mot brister i vattenförsörjningen, följt av kustkommunerna. Kommunerna i norra Sverige anger i lägst utsträckning att de vidtagit åtgärder mot denna utmaning. Dock lägger klimatanpassningsåtgärder störst fokus på risker för samhället och inte för ekosystemen⁵⁷.

Under år 2020 har SMHI arbetat med ett regeringsuppdrag att utveckla ett system för uppföljning och utvärdering av det nationella arbetet med klimatanpassning i enlighet med vad som aviserades i den nationella strategin för klimatanpassning. Uppföljningssystem och en rad indikatorer föreslås med kopplingar till klimatanpassningen av sjöar, vattendrag och grundvatten

51 Havs- och vattenmyndigheten, 2018. Havs- och vattenmyndighetens arbete med handlingsplan för klimatanpassning. Rapport 2018:9.

52 SMHI, 2020. Myndigheters arbete med klimatanpassning 2019. SMHI:s rapportserie Klimatologi nr 54/2020.

53 Naturvårdsverket, 2019. Handlingsplan för Naturvårdsverkets arbete med klimatanpassning.

54 SMHI, 2020. Myndigheters arbete med klimatanpassning 2019. SMHI:s rapportserie Klimatologi nr 54/2019.

55 Jordbruksverket, 2017. Handlingsplan för klimatanpassning - Jordbruksverkets arbete med klimatanpassning inom jordbruks- och trädgårdssektorn. Rapport nr 7/2017.

56 Miljösamverkan Skåne och Länsstyrelserna, 2018. Klimatanpassning i prövning och tillsyn av miljöfarliga verksamheter och förorenade områden.

57 SMHI, 2020. Kommunernas arbete med klimatanpassning 2019 - analys av statusrapportering till SMHI. SMHI:s rapportserie Klimatologi nr 55/2020.

inom olika sektorer⁵⁸. Därtill bör nämnas SMHI:s regeringsuppdrag kring ökad kunskap om vattenuttag genom kunskapsuppbyggnad och sammanställning av vattenuttag på avrinningsområdesnivå som underlag för regionala och lokala vattenförsörjningsplaner⁵⁹.

Spridd ansvarsfördelning, målkonflikter och synergieffekter

EU ser vattentillgångar som en kritisk tillväxtfaktor och menar att, bland annat åtgärdsprogram och förvaltningsplaner för vattendirektivet och riskhanteringsplaner enligt översvämningdirektivet, bör samordnas för att uppnå synergier. I Sverige har olika myndigheter ansvar för dessa direktiv och ansvaret för många frågor är därmed i viss mån separerade.

Avrinningsområdesvisa underlag till åtgärdsprogrammet har tagits fram i de fem vattendistrikten. Fokus har lagts på vattenförekomster som inte har god status och på att beskriva påverkan, problem och möjliga åtgärder i ett avrinningsområdesperspektiv.

HaV identifierar i sin handlingsplan för klimatanpassning⁶⁰ att ökad vattenkraftsproduktion som en följd av ökad nederbörd kan bidra till visionen om ett koldioxidfritt Sverige 2050, men att detta även kan leda till ökad stress på ekosystemen. Vi vill ha mer förnybar energi för att kunna fasa ut fossila bränslen, samtidigt som regleringen av vattenflöden och vattendrag har negativ påverkan på ekosystem, biodiversitet, samt på vattentillgänglighet för andra mänskliga behov⁶¹. Detta bör uppmärksammas så att minskad klimatpåverkan inte leder till förlust av viktiga ekosystemtjänster. Till denna utmaning kommer andra energikällor såsom ökning av vindkraft och solkraft in som betydande bidrag till energisystemet, vilket kan möjliggöra att avvägningen mellan vattenkraften och ekosystemens behov inte behöver bli lika utmanande.

En annan potentiell målkonflikt är att möjligheten till ökad nationell matproduktion genom klimatförändringar kan leda till ökad närsaltsbelastning och användning av bekämpningsmedel som kan påverka vattenkvaliteten negativt. Det kan även leda till ökat behov av vatten för bevattning vilket kan intensifiera risken för vattenbrist. Det kan även bli en ökad konkurrens mellan dricksvattenförsörjning och bevattning inom jordbruket och industrins

behov. Medvetenhet om att det är samma vattenresurs som behöver fördelas behöver i många fall öka. Det är därför viktigt att hantera dessa frågor med ett avrinningsområdesperspektiv, där även akvatiska ekosystems behov vägs in. Enligt Vattenmyndigheternas beräkningar finns det dock i dagsläget inte någon målkonflikt mellan livsmedelsproduktion och god status i sjöar, vattendrag och kustvatten⁶².

10.5.2.1 Genomförande och behov av fysiska åtgärder

Samhällsekonomisk kostnadseffektiva klimatanpassningsåtgärder bygger på uppskattningar av den samlade nyttan och påverkan. Det kräver en analys med hänsyn till vattnets väg från nederbörd till hav. Åtgärder som att till exempel reglera sjöar för att säkerställa dricksvattenuttag kan ge långsiktiga negativa konsekvenser för habitat och ekosystem. Alternativ i samhället som bygger på ökad vatteneffektivitet och minskade förluster i systemet kan därför behöva beaktas – såsom anläggande av våtmarker som översvämningssytor, bevattningsdammar eller annat för att minska vattenuttag från naturligt vatten. Ett avrinningsområdesperspektiv och en vattenresurshandling som tar hänsyn såväl till skydd av ekosystem som till samhällets användning av ekosystemtjänster krävs⁶³. Därför är de flesta fysiska ingrepp i vatten, så kallade vattenverksamheter, anmälnings- eller tillståndspliktiga (miljöbalken 11 kap.) så att hänsyn och avvägning mellan olika behov kan göras.

För de kommuner (118 av 143) som till SMHI⁶⁴ angav att de genomfört åtgärder kopplade till brist i vattenförsörjning för enskilda, jordbruk och industri, gavs möjlighet att ge exempel. Nära en femtedel av exemplen beskrev att reservvattentakter fanns eller att det planerades för att ta fram sådana. Runt en tiondel av kommunerna som genomfört åtgärder ger exempel som handlar om tillgängliggörande av nödvatten, exempelvis vattenposter eller kiosker. Sju kommuner angav att de arbetar aktivt med anläggning av våtmarker.

Anpassningsåtgärder kan kategoriseras efter rumslig skala (lokala till regionala), såväl som efter tidsplanen för genomförande. Ofta genomförs åtgärder utifrån ett lokalt och relativt kort tidsperspektiv snarare än med hänsyn till hela avrinningsområden och till möjliga klimatförändringar

58 SMHI, 2021. Förslag på system för uppföljning och utvärdering av det nationella arbetet med klimatanpassning. SMHI:s rapportserie Klimatologi nr 60.

59 SMHI, 2020 Ökad kunskap om vattenuttag i Sverige. SMHI:s rapportserie Hydrologi 126.

60 Havs- och vattenmyndigheten (HaV), 2018. Havs- och vattenmyndighetens arbete med handlingsplan för klimatanpassning. Rapport nr 9/2018.

61 IVA, 2021. Klimatförändringar och hållbar vattenförsörjning. En rapport i IVA:s projekt Hållbar vattenförsörjning – tillgång till rent vatten i ett föränderligt klimat.

62 Personlig kommunikation med Irene Bohman, vattenvårdsdirektör i Södra Östersjöns Vattendistrikt, 2021-04-19.

63 Havs- och vattenmyndigheten (HaV), 2018. Havs- och vattenmyndighetens arbete med handlingsplan för klimatanpassning. Rapport nr 9/2018.

64 SMHI, 2020. Kommunernas arbete med klimatanpassning 2019 – analys av statusrapportering till SMHI. SMHI:s rapportserie Klimatologi nr 55/2020.

i ett längre tidsperspektiv. Historiskt har många problem lösts genom lokala åtgärder som markavvattning och invallningar för skydd mot översvämningar och erosion, men nya problem kan samtidigt skapats med ökad stress på ekosystem och förlust av ekosystemtjänster. Standarder som finns idag för hur erosionsskydd utmed sjöar och vattendrag ska utformas, förordar ”hårda lösningar” med material som sprängsten och betongelement. Dessa lösningar kan i många fall innebära en störning i den naturliga utvecklingen av strandlinjen vid en sjö eller ett vattendrag, både nedströms och uppströms, och därför påverka den biologiska mångfalden. I ett helhetsperspektiv som även väger in miljöaspekter finns dock tillfällen när lokala lösningar i form av invallningar är det bästa alternativet. Markavvattningsanläggningar kommer att krävas även i framtiden, detta för att dränera stora delar av jordbruksmark som används för att producera livsmedel, men de behöver utformas med hänsyn till påverkan på ekosystemtjänster och behov av att kvarhålla vatten i landskapet.

Vattenresursplaneringen skulle kunna utvidgas till att omfatta till exempel renade kommunala och industriella avlopp, avsaltat havsvatten och renat dagvatten till vissa ändamål på vissa platser. Det finns mindre källor att ta vara på som till exempel regnvatten från taket och vatten från snösmältning innan det går ut i dagvattnet. Förväntade ökade vädervariationer i form av både för mycket och för lite vatten gör möjligheten att lagra vatten i landskapet extra intressant att utveckla. Med dammar och andra åtgärder som håller kvar vattnet längre tid i markerna, kan vatten sparas till när det behövs. I stället för att pumpa ut vatten från markavvattning kan det magasineras. Detta är också ett sätt att minska påverkan nedströms av att näringsämnen kommer ut i havet. Inom jordbruket finns en stor potential med tekniker med underbevattning, retention, aktiv reglering av dräneringssystem med mera, som bygger på samma princip⁶⁵.

Översvämningsriskerna runt Mälaren är redan idag oacceptabelt stora både för samhället och ekosystemen. I samband med ombyggnationen av Slussen kommer därför avtappningskapaciteten att fördubblas samt klimatanpassas⁶⁶. Om kapaciteten kommer att användas för att minska de naturliga fluktuationerna kan det medföra skador på den biologiska mångfalden i strandmiljöer. Dock tar den senaste regleringen hänsyn till ekosystemen genom att vattennivån tillåts bli högre på våren.

Fysiska åtgärder för att minska översvämningar kan bestå av exempelvis invallning, ändrad reglering och rensning av vattendrag. Redan idag används flera förebyggande åtgärder och restaureringsmetoder för att motverka effekter av klimatförändringar på limniska ekosystem. Möjliga åtgärder kan till exempel vara att identifiera, restaurera och skydda kallvattenrefugier, åtgärda vandringshinder, samt behålla och ge vattnet plats i landskapet. Det råder dock ofta osäkerhet kring restaureringsmetodernas effektivitet och dessutom behöver metoderna i många fall vara platsspecifika. Rinnande vatten som är fritt från hinder eller med mer naturliga flödesregimer kommer sannolikt behöva färre restaureringsåtgärder i framtiden för att bibehålla viktiga funktioner och biodiversitet. Ett restaurerat system i balans kan kanske till och med förhindra eller motverka kolonisation av invasiva arter⁶⁷. Restaurering kan därför användas för att göra att ekosystem återhämtar sig bättre eller är mer motståndskraftiga mot störningar, inklusive sådana som skapas eller blir vanligare till följd av klimatförändringar⁶⁸.

Lokala vattenvårdsprojekt och fiskevårdsprojekt behöver beakta att hydrologin, men även andra processer, kommer att förändras i ett framtida klimat. Kalkningsfrekvens i sjöar och vattendrag kan bli ännu viktigare att anpassa till det faktiska hydrologiska mönstret. I många fall har uppföljningen av åtgärder varit begränsad och fokuserad på ett fåtal målarter. När klimatet förändras behövs en mer fullständig uppföljning av biologiska, hydromorfologiska och fysikalisk-kemiska parametrar för att avgöra framgången med åtgärderna⁶⁹. Det krävs även ökad kunskap kring tolkning av data och förändringar över tid. HaV som har ansvar för den akvatiska miljöövervakningen har viss forskningsbudget tillsammans med Naturvårdsverket.

Konnektivitet och reglering för att öka lågflöden

I vilken omfattning arter påverkas av klimatförändringar beror till stor del på vilka möjligheter de har att förflytta sig. Vattendrag är en förutsättning för konnektivitet, för akvatiska organismer, men konstgjorda strukturer som dammar, broar, vägar och felkonstruerade vägtrummor, kan störa länkar i flödesvägarna. Arter som naturligt har svårt att förflytta sig är därför särskilt sårbara. Fritt flöde av vatten kan även innebära negativa konsekvenser, som spridning av föroreningar och av invasiva arter⁷⁰.

65 Sydsvatten, 2019. Klimatsäkert vatten – hur räcker vattnet till allas behov och vem ska se till att det räcker? Ett initiativ med fokus på behov och lösningar, för hela samhället.

66 Länsstyrelsen i Stockholms län, 2011. Klimatförändringar och Mälaren ur ett vatten- och naturmiljöperspektiv. Rapport nr 2/2011.

67 Sandin, L., 2020. Sötavatten – förvaltning och restaurering med förändrat klimat. Slutrapport från projektet FRESHREST. Naturvårdsverket Rapport nr 6942/2020. <http://naturvardsverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1557166/FULLTEXT01.pdf>

68 Naturvårdsverket, 2020. Restaurering av sjöar och vattendrag i ett framtida klimat. Naturvårdsverket Rapport nr 6951/2020.

69 Havs- och vattenmyndigheten (HaV), 2018. Havs- och vattenmyndighetens arbete med handlingsplan för klimatanpassning. Rapport nr 9/2018.

70 Markovic, D. m.fl., 2014. Europe's freshwater biodiversity under climate change: distribution shifts and conservation needs. Diversity and Distributions 20: 1097-1107.

Av de restaureringsåtgärder som kan vara mest värdefulla i och med klimatförändringar bedöms dammutrivning och återskapande av naturliknande flödesregimer som de viktigaste eftersom fritt rinnande vatten sannolikt behöver färre åtgärder för att bibehålla biodiversitet och viktiga ekosystemfunktioner⁷¹. Artdatabanken bedömer att dammutrivning är en viktig åtgärd av flera anledningar: i) avrinningsområden med opåverkad flödesregim anpassar sig till klimatförändringar så att klimatpåverkan buffras, ii) högt reglerade vattendrag kommer sannolikt behöva mer restaureringsåtgärder för att motverka klimatförändringseffekter, iii) dammutrivning skapar jämnare vattentemperatur, och iv) motverkar/fördröjer temperaturökning i vattendrag, samt v) ger bättre förutsättningar för strömlevande arter mot extremväder.

En viktig klimatanpassningsåtgärd är att öka möjligheten till spridning och fria passager för djur, växter, sediment och organiskt material (det vill säga konnektiviteten), såväl längs med vattendragen som mellan vattenmiljön och den omgivande strandmiljön. Detta kan ske genom att stärka den gröna infrastrukturen. Exempelvis har Sverige över 12 000 dammar⁷² som på flera sätt hindrar ekosystem och arter att förflytta sig när klimatet förändras⁷³. Många är äldre dammar som inte längre används vid någon verksamhet. Genom att ta bort dämmen skapas fria vattenvägar där vissa arter får möjlighet att i större utsträckning vid torrperioder⁷⁴ förflytta sig till mindre uttorkningskänsliga delar av vattensystemet. Det krävs dock noggranna undersökningar innan borttagning av dammar kan ske, detta för att kunna överblicka samtliga konsekvenser inom avrinningsområdet. Vissa dämmen kan istället behöva restaureras. I många fall kan rätt utformade faunapassager vara det bästa alternativet som möjliggör verksamheter och gynnar biologisk mångfald. Även tapningsregimer kan behöva anpassas efter ett förändrat klimat.

SMHI har i två olika studier^{75,76} undersökt effekten av olika åtgärder som kan motverka vattenbrist. Den åtgärd som har störst effekt var reglering av sjöar. Vatten kan sparas i sjöar vid tillfällena med stor vattentillgång och sedan släppas vid tillfällena med låg vattentillgång. Denna åtgärd visade sig vara betydligt mer effektiv än till exempel att anlägga våtmarker. En sådan åtgärd kan dock påverka konnektiviteten. Idag finns sällan sådana krav på aktiv reglering för allmännyttiga ändamål. Regleringar med syfte att öka lågflöden finns idag bland annat för dricksvattenproduktion, men

kan komma att bli vanligare i framtiden. Det kan behövas en samordnad reglering inom avrinningsområden i framtiden. Det kräver dock att svåra frågor kring till exempel äganderätt och inlösen av verksamhet hanteras.

Den 25 juni 2020 tog regeringen beslut om en nationell plan för omprövningar av svensk vattenkraft⁷⁷. Enligt planen börjar arbetet med omprövningar år 2022 och beräknas pågå under 20 år⁷⁸. Bland annat eftersom åtgärder som främjar konnektivitet har en negativ påverkan på elproduktionen kommer omprövningen att aktualisera målkonflikter mellan vattenkraft och vattenmiljö. För att minimera den negativa påverkan ska den nationella planen samordna prövningarna och väga målet om största möjliga vattenmiljönytta mot målet om största möjliga nytta för vattenkraften.

Uppföljning av ekosystem efter restaureringstjänster kan behöva förändras. Mål bör formuleras som ett spann av förhållanden snarare än ett specifikt

FAKTARUTA: KOSTNADER FÖR KLIMATANPASSNING AV SJÖAR OCH VATTENDRAG I ETT AVRINNINGSMRÅDESPERSPEKTIV

Totalt uppskattas kostnaderna för att åtgärda bristande konnektivitet till 4,3 miljarder SEK. Att åtgärda alla objekt under en 27-årsperiod skulle kosta cirka 159 miljoner kronor/år.

För invasiva arter är det svårt att uppskatta behov och kostnader för bekämpning. Förhindrande av spridning prioriteras. När arter har etablerat sig kan de vara mycket svåra att bekämpa eller utrota. Bekämpning och förhindrande av ytterligare spridning kan behöva pågå i flera år och kan bli mycket kostsamt.

Kostnader som uppstår vid vattenbrist är svåra att överblicka. Det behöver uppskattas i ett avrinningsområdesperspektiv så att åtgärder inte motverkar behov i andra delar i samma vattensystem, eller under andra tider av året. Det är därför viktigt att verksamheter och åtgärder har tillstånd eller anmälts till länsstyrelsen.

Naturvårdsverket, 2020. Restaurering av sjöar och vattendrag i ett framtida klimat, Rapport. 2020:6951.

71 Sandin, L., 2020. Sötavatten - förvaltning och restaurering med förändrat klimat. Slutrapport från projektet FRESHREST. Naturvårdsverket Rapport nr 6942/2020.

72 Uppgiften om 12 000 dammar är hämtad från HaV:s handlingsplan för klimatanpassning. I Svenskt vattenarkiv, SVAR, som administreras av SMHI, finns närmare 11 000 dammobjekt registrerade.

73 Havs- och vattenmyndigheten (HaV), 2018. Havs- och vattenmyndighetens arbete med handlingsplan för klimatanpassning. Rapport nr 9/2018.

74 Sweco, 2020. Torka och vattenbrist. https://www.sweco.se/wp-content/uploads/sites/3/2021/08/Erfarenheter-av-vattenbrist_200611.pdf.

75 SMHI, 2019. Modellstudie för att undersöka åtgärder som påverkar lågflöden. Hydrologi nr 121/2019.

76 SMHI, 2019. Hydrologiska aspekter på åtgärder mot vattenbrist och torka inom avrinningsområden. Hydrologi nr 122/2019.

77 Miljödepartementet, 2020. Nationell plan för moderna miljövillkor för vattenkraften. Regeringsbeslut 2020-06-25 M2019/01769/.

78 Havs- och vattenmyndigheten, 2020. Förslag till nationell plan för omprövning av vattenkraft.

tillstånd. Tidsuppskattningar för att nå målen bör baseras på klimatscenarier och återkommande utvärderingar kan komma att behövas för att justera åtgärder och mål i respons på en föränderlig verklighet⁷⁹. Länsstyrelsen Dalarna och Länsstyrelsen Västmanland har gjort beräkningar av samhälls-ekonomiska kostnader och nyttor av att uppnå god status för sina avrinningsområden⁸⁰. Vattenmyndigheterna beräknar kostnader för alla typer av fysiska åtgärder per vattenförvaltningscykel.

Anläggning av våtmarker

Våtmarker genererar många olika nyttor (ekosystemtjänster), vilket sammanfattas i en stor studie om ekosystemens värden, TEEB-för våtmarker⁸¹. De spelar en särskild roll i vattnets kretslopp genom att de tar emot, lagrar och släpper ut vatten över tid, tillhandahåller vatten och reglerar vattenflöden⁸². I en sammanställning av flera forskningsstudier, en metaanalys från 2016, framgick det att våtmarker i genomsnitt reducerar både översvämningarnas omfattning och frekvens, men att det är svårt att förutspå exakt hur mycket – särskilt om de platsspecifika förutsättningarna inte beaktas⁸³. Det finns många studier som visar att våtmarker kan minska magnituden och frekvensen av översvämningar^{84, 85, 86} men samtidigt finns det studier som visar att de under vissa förhållanden ökar översvämningarna⁸⁷. Två studier som gjorts vid SMHI visar att våtmarker har en begränsad påverkan på lågflöden nedströms. Åtgärden kan ha en lokal effekt, men det krävs mycket stora arealer för att få effekt i ett större område^{88, 89}. En studie som utfördes inom Vattenstrategiska forskningsprogrammet (VASTRA) visade att våtmarkers förmåga att dämpa riktigt höga flöden är liten⁹⁰.

Förmågan hos våtmarker att dämpa extremflöden beror således till stor del på våtmarkers storlek, hydrologiska och geologiska egenskaper, såsom torvtillväxt som leder till ökad vattenlagringskapacitet, samt i relation till klimat och placering

i landskapet. Genom att fördröja vattnet högt upp i avrinningsområdet är syftet att förhindra översvämningar längre nedströms. I Sverige syns detta till exempel inom dagvattenhanteringen där öppna dagvattenlösningar och kedjor av åtgärder rekommenderats för att fördröja vattnet och efterlikna naturliga system⁹¹

Det betyder att det är viktigt att se till vilka förutsättningar som den specifika platsen har, inklusive förutsättningar i omgivningarna och avrinningsområdet, innan en våtmark utformas för att bidra till att reglera vattenflöden. Det inkluderar beräkningar av ett områdes vattenbalans^{92, 93}, såväl som bedömning av markens egenskaper i anslutning till våtmarken⁹⁴. Det är också viktigt att se till de mer värden som uppstår när en våtmark restaureras eller anläggs, kopplade till exempel till biologisk mångfald, människors hälsa och näringsretention.

Både den enskilde mark- eller fastighetsägaren kan således vinna i de fall då våtmarker och vattendrag med naturliga flöden bidrar till översvämningsskydd. Det finns dock ibland en reell intressekonflikt mellan jordbruksproduktion och våtmarker. Historiskt har lagstiftningen varit inriktad på avvattning och staten har betalat för markavvattning, utdikningar och sjösänkningar. Idag finns behov av återställande av våtmarker ofta i de mest högproduktiva odlingsområdena.

HaV identifierar i sin handlingsplan⁹⁵ även potentiella målkonflikter mellan ökad vattenkraftsproduktion som en följd av ökad nederbörd (som ökar möjligheten att nå visionen om ett koldioxidfritt Sverige 2050) och ökad stress på ekosystemen. Detta bör uppmärksammas så att ökad vattenkraftproduktion inte leder till förlust av viktiga ekosystemtjänster.

Genom åtgärdsanslag stödjer HaV bland annat våtmarker som kan fungera som naturliga översvämningssytor vid skyfall. Synergier ses genom att våtmarkerna kan fungera som översvämningssytor

79 Naturvårdsverket, 2020. Restaurering av sjöar och vattendrag i ett framtida klimat, Naturvårdsverket Rapport nr 6951/2020.

80 Söderholm, P., 2015. Samhällsekonomiska analyser i havsmiljö- och vattenförvaltningen: kartläggning, kategorisering och utvecklingsområden. Havsmiljöinstitutets rapport nr 4/2015.

81 Russi D., m.fl. 2013. The Economics of Ecosystems and Biodiversity for Water and Wetlands. IEEP, London and Brussels; Ramsar Secretariat, Gland. https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/teeb_waterwetlands_report_2013.pdf

82 Global Wetland Outlook Ramsar+GWO_ENGLISH_WEB+2019UPDATE.pdf, 2018, (squarespace.com).

83 Kadykalo, A.N. & Findlay, C.S., 2016. The flow regulation services of wetlands. ScienceDirect.

84 Acreman, M. & Holden, J., 2013. How wetlands affect floods. Wetlands 33:773-786.

85 Ferrari, M.R. m.fl., 1999. Modelling the effect of wetlands, flooding and irrigation on river flow. Water Resour. Res. 35(6), 1860-1876.

86 Wu, K. & Johnston, C.A., 2008. Hydrologic comparison between a forested and a wetland/lake dominated watershed using SWAT. Hydrol. Process. 22:1431-1432.

87 Acreman, M. & Holden, J., 2013. How wetlands affect floods. Wetlands 33:773-786.

88 SMHI, 2019. Modellstudie för att undersöka åtgärder som påverkar lågflöden. Hydrologi nr 121/2019.

89 SMHI, 2019. Hydrologiska aspekter på åtgärder mot vattenbrist och torra inom avrinningsområden. Hydrologi nr 122/2019.

90 Tonderski, K. m.fl., 2002. Våtmarksboken: Skapande och nyttjande av värdefulla våtmarker. Vattenstrategiska forskningsprogrammet (VASTRA).

91 Svenskt Vatten, 2011. Hållbar dag- och dränvattenhantering - råd vid planering och utformning. Publikation P105.

92 SMHI, 2019. Sveriges vattentillgång utifrån perspektivet vattenbrist och torra - Delrapport 1 i regeringsuppdrag om åtgärder för att motverka vattenbrist i ytavtöckningar. Hydrologi nr 120/2019.

93 SMHI, 2019. Modellstudie för att undersöka åtgärder som påverkar lågflöden - Delrapport 2 i regeringsuppdrag om åtgärder för att motverka vattenbrist i ytavtöckningar. Hydrologi nr 121/2019.

94 SGU, 2019. Geologins betydelse vid våtmarksåtgärder. SGU-rapport nr 15/2019. <http://resource.sgu.se/produkter/sgurapp/s1915-rapport.pdf>.

95 Havs- och vattenmyndigheten (HaV), 2018. Havs- och vattenmyndighetens arbete med handlingsplan för klimatanpassning. Rapport nr 9/2018.

skydd för ofta återkommande översvämningar och bidra till näringsretention, vilket utgör ett naturligt skydd av råvattnet för dricksvattenproduktionen. Ytterligare fördelar som anges är högre biologisk mångfald och attraktivare livsmiljöer. I sin åtgärdsplan för klimatanpassning anges även ökade krafttag mot andra miljöbelastningar såsom övergödning och miljögifter för att öka ekosystemens motståndskraft mot effekterna av ett förändrat klimat.

Våtmarker kan bidra till ett mer hållbart samhälle genom ökad magasinering av grundvatten, skydd vid torka, minskad översvämningssrisk, biologisk mångfald, minskad övergödning och minskad klimatpåverkan⁹⁶. Naturvårdsverket anger i sin handlingsplan för klimatanpassning att naturbaserade lösningar, såsom restaurering och anläggning av våtmarker högt upp i avrinningsområden, kan ha en flödesutjämnande effekt och minska översvämningssrisken i de lägre belägna områdena. Det är dock viktigt att det sker en utvärdering av de åtgärder som görs för att kvantifiera dessa effekter.

Behovet av utvärdering gäller inte minst inom ramen för den Lokala naturvårdssatsningen (LONA), där kommuner kan söka stöd från Naturvårdsverket för att anlägga nya, eller restaurera befintliga, våtmarker. Projekt kan även initieras och drivas av föreningar och andra lokala aktörer. Ursprunget för denna satsning från regeringen var att motverka vattenbrist. Pengarna går dock mestadels till projekt som syftar till att öka biologisk mångfald i skyddade områden.

Naturvårdsverket publicerade även i mars 2021 en vägledning för arbetet med naturbaserade klimatanpassningslösningar, där ekosystembaserade åtgärder för klimatanpassning i anslutning till limniska miljöer, såsom anläggning och restaurering av våtmarker, tvåstegsdiken och svämplan lyfts fram⁹⁷.

Naturvårdsverkets nationella plan för prioritering av ansökningar om statligt stöd för avhjälpande av föroreningskador enligt förordning (2004:100), är vägledande för prövningen av länsstyrelsernas ansökningar om åtgärdsbidrag från det statliga anslaget 1:4 Sanering och återställning av förorenade områden. Ett av kriterierna är att hänsyn ska tas till risker som ett förändrat klimat kan leda till⁹⁸.

10.5.2.2 Tillgång och behov av kunskap, databaser och verktyg

Behov av ökad kunskap kring påverkan på sötvattenekosystem

Det finns centrala kunskapsluckor och osäkerheter om klimatförändringar och hur övrig samlad mänsklig påverkan kan komma att utvecklas och förändra sötvattenekosystemen framöver. Mer kunskap krävs kring konsekvenserna av ökade temperaturer, torka och förändrade flödesregimer för ekosystem i sjöar och vattendrag⁹⁹.

Kunskapen är också bristfällig om hur olika åtgärders effektivitet när det gäller att förbättra sötvattensmiljöer påverkas av ett förändrat klimat. Det gäller bland annat restaurering av våtmarker och av försurade sjöar¹⁰⁰. Dessutom krävs bättre kunskap om kopplingen mellan yt- och grundvatten och grundvattnets betydelse för ekosystemen och hur dessa påverkas av klimatförändringarna genom mer/mindre eller annan kvalitet på vattnet.

För limniska sötvattenresurser behövs bland annat förbättrad kunskap kring hur de kommer att påverkas av klimatförändringar, såväl som ökad satsning på utvärdering av genomförda åtgärder. Detta gäller bland annat identifiering av kallvattensrefugier i vattenlandskapet, kumulativa stress effekter och dess påverkan på sötvattens ekosystem, utvärdering av biologiska effekter i ett förändrat klimat och koppling mellan konnektivitet och restaureringsåtgärder¹⁰¹.

Behov av ökad kunskap om vattenuttag

I samband med torkan och vattenbristen 2016–2018 har det blivit uppenbart att informationen om vattenuttag är bristfällig i Sverige, men att sådan information behövs för att kunna utveckla samhället på ett långsiktigt hållbart sätt. I nuläget är det svårt att bedöma risker för vattenbrist i avrinningsområden och grundvattenmagasin, eftersom det behövs både kunskap om variation i tillförsel via nederbörd och faktiska och framtida behov av vattenuttag. Med en samlad information om de olika vattenuttagen är det enklare att planera och prioritera vattenanvändningen samt beräkna vattenbalanser. Åtgärder som bygger på anpassning av tillstånd till vattenuttag efter vattentillgång, med prioritering av olika användningsområden, kräver mycket god kunskap om

96 Naturvårdsverket, 2020. Nationell plan för prioritering av ansökningar om statligt stöd för avhjälpande av föroreningskador.

97 Naturvårdsverket, 2021. Naturbaserade lösningar – ett verktyg för klimatanpassning och andra samhällsutmaningar. Rapport nr 6974/2021.

98 Ibid.

99 O'Brien, R., 2019. Climate change and European rivers: An eco-hydromorphological perspective. *Ecohydrology*: 12:5.

100 Thorslund m.fl., 2017. Wetlands as large-scale nature-based solutions: Status and challenges for research, engineering and management. *Ecological Engineering*, 108 Part B, 489–497.

101 Naturvårdsverket, 2020. Sötvatten – förvaltning och restaurering med förändrat klimat.

vattensystemet inklusive uttagen. Många andra länder har betydligt bättre information om vattenuttag och vattenanvändning, men klimatförändringarna gör att även Sverige nu måste kartlägga och anpassa vattenanvändningen bättre. Detta har lyfts i samband med arbetet med vattenmyndigheternas förslag till delförvaltningsplaner¹⁰². SMHI har på uppdrag av regeringen utrett förutsättningarna för att på ett mer systematiskt sätt samla information om vattenuttag. Slutsatsen från uppdraget är att arbetet framåt kräver flera spår för att få en bild av Sveriges vattenuttag och vattenutsläpp. Här ingår tillsyn, rapporteringskrav, schablonberäkningar och frivillig insamling från industrierna. Samverkan krävs med berörda aktörer, frågor kring informationssäkerhet behöver lösas och ett helhetsgrepp tas för att hantera vattenuttagsdata. Informationen behövs för att tillståndsgivning av vattenuttag ska kunna baseras på så bra underlag som möjligt.

SMHI har även, som en del av regeringsuppdraget Utvärdera åtgärder för att motverka vattenbrist i ytvattentäcker, utvecklat ett verktyg, YtSim¹⁰³, som lägger ihop all lokal vattenpåverkan i ett avrinningsområde och som visar den sammanlagda effekten på flöden och vattennivåer, vilket underlättar planering och främjar diskussion mellan olika aktörer.

Det finns behov av fortsatt utveckling och utvärdering av vattenbalansmodeller för beräkning av bevattningsuttag, såväl som analys av kostnader och nyttor av att samla in vattenuttagsdata. Det är viktigt att arbetet med vattenuttag får fortsatta resurser under de närmaste åren¹⁰⁴.

Behov av ökad kunskap kring återställande av naturliga vattenflöden, samt kring våtmarkens ekosystemtjänster och klimatförändringars effekter på den biologiska mångfalden i våtmarker

Förslag på robusta anpassningsåtgärder som anses ge goda resultat under ett spann av möjliga framtida klimat inkluderar bland annat multifunktionella våtmarker och naturliga vattenflöden i landskapet. Effekten av åtgärder beror dock på lokala förutsättningar inom ett avrinningsområde. Det krävs utökade mätprogram, riktad forskning

samt samhällsekonomiska analyser för att öka kunskapen om åtgärders effekter.

Antalet restaureringsåtgärder i sötvatten har globalt sett ökat de senaste decennierna (främst i rinnande vatten) och Naturvårdsverket rekommenderar ökad utvärdering av effekterna av restaurering i sjöar och vattendrag¹⁰⁵. Vetenskapliga bevis på långsiktiga, positiva effekter av åtgärder är ofta ofullständiga och mer kunskap krävs om vilka faktorer som påverkar om åtgärderna har en positiv effekt eller inte^{106, 107, 108}. Befintlig kunskap behöver sammanställas, speciellt om hur förvaltningen av biologisk mångfald och ekosystem bör anpassas för att förebygga negativa effekter av klimatförändringar i sötvatten och hur nuvarande och framtida restaureringsåtgärder påverkas av ett förändrat klimat.

Naturvårdsverket finansierar åtta projekt på drygt 38 miljoner kronor under åren 2020–2022, med syfte att ge myndigheterna ökade kunskaper om våtmarkers ekosystemtjänster baserade på vattenhushållning, balans av vattenflöden och/eller grundvattenbildning i ett landskapsperspektiv. Formas delfinansierar två av projekten, med 6 miljoner kronor, genom det nationella programmet om klimat. Ett av de projekt som finansieras av Naturvårdsverket och Formas syftar till att ta fram evidensbaserat beslutsstöd för våtmarkers hydrologiska ekosystemtjänster¹⁰⁹. Vattenmyndigheterna finansierar flera projekt kring våtmarker med fokus på övergödning. Den kanske mest omfattande utredningen handlar om Vandstadsbäcken och Vombsjön där Kävlingeåns vattenråd tar fram en fördjupad vattenvårdsplan¹¹⁰. I den ingår bland annat att peka ut var det bör finnas dammar och våtmarker. En annan pågående satsning för att stärka kunskapsläget kopplat till våtmarksåtgärder är den forsknings-sammanställning som Formas just nu utför rörande hydrologiska frågor kring anlagda och restaurerade våtmarker¹¹¹.

Det behövs även mer forskning på vilka konsekvenser klimatförändringar får för den biologiska mångfalden i våtmarker. För många arter är det fortfarande oklart vilken roll till exempel hydrologi spelar och hur känsliga arterna är för störningar. Antalet rödlistade arter i våtmarker ger en fingervisning om att många arter påverkats

102 Vattenmyndigheterna, 2021. Samråd förvaltningsperioden 2021-2027. <https://www.vattenmyndigheterna.se/vattenforvaltning/samrad/samrad-forvaltningsperioden-2021-2027.html>.

103 <https://vattenwebb.smhi.se/ytsim/>. Kontakt Niclas Hjerdt.

104 SMHI, 2020. Ökad kunskap om vattenuttag i Sverige. Hydrologi nr 126/2020.

105 Naturvårdsverket, 2020. Sötvatten - förvaltning och restaurering med förändrat klimat. Rapport nr 6942/2020.

106 Sandin, L., m.fl., 2017. Ekologiska och ekonomiska strategier för optimering av vattenkraftsrelaterade miljöåtgärder, EKOLIV. Energiforsk rapport nr 450/2017.

107 Bennett, S., m.fl., 2016. Progress and challenges of testing the effectiveness of stream restoration in the Pacific Northwest using intensively monitored watersheds. Fisheries 41(2): 92-103.

108 Hering, D., m.fl., 2015. Contrasting the roles of section length and instream habitat enhancement for river restoration success: a field study of 20 European restoration projects. Journal of Applied Ecology 52(6): 1518-1527.

109 <https://www.smhi.se/eviwet>

110 Vattenmyndigheterna, 2020. Tre nya miljoner till vattenråden. Vattenmyndigheterna.

111 Formas, 2021. Systematisk forsknings-sammanställning om effekter på grundvatten av anläggning, restaurering och dränering av våtmarker. Formas.

kraftigt av tidigare störningar. Det är inte bara de hydrologiska förhållandena som påverkas, utan även temperaturen och sekundära effekter som igenväxning, isläggning med mera, vilket gör att många våtmarksarter riskerar att påverkas negativt framöver. Det behövs mer kunskap om hur och var man skapar bäst förutsättningar för ett långsiktigt bevarande¹¹².

Behov av ökad kunskap kring klimatförändringars påverkan av de stora sjöarna

För de stora sjöarna har kunskapsbehov identifierats koppla till:¹¹³

- Samhällsekonomiska konsekvenser av klimatförändringarna för sjöarna,
- ekosystempåverkan av varmare vatten och kortare perioder med is,
- modellering av hur råvattenkvaliteten förändras i framtiden,
- utökade observationer för att fånga upp klimat-effekter i sjöarna.

Behov av ökad kunskap kring hur urlakning av metaller från sura sulfatjordar påverkas av klimatförändringar

SGU har tagit fram metodik för att identifiera sura sulfatjordar, samt bedöma om de utgör en risk för miljön¹¹⁴.

Interreg-projektet *KLIVA*¹¹⁵ (2019–2022) tar fram modeller för hur vattenbalansen i avrinningsområden, och urlakningen av metaller från sura sulfatjordar, påverkas av klimatförändringar. Projektet syftar till att stimulera klimatanpassade åtgärder inom jord- och skogsbruk som bidrar till en hållbar produktion, biologisk mångfald och friskt vatten¹¹⁶.

Behov av ökad kunskap kring kombinerade påverkansfaktorer

Förslag på robusta anpassningsåtgärder som anses ge goda resultat under ett spann av möjliga framtida klimat inkluderar bland annat restaurering av våtmarker och naturliga vattenflöden i landskapet. Effekten av åtgärder beror dock på lokala förutsättningar inom ett avrinningsområde, såväl som på kriterier som används för utvärdering. När det gäller översvämningar krävs det ytterligare kunskap kring förståelse av kombinerade risker orsakade av havsvattenhöjningar, översvämmade vattendrag och skyfall där vattendrag mynnar i havet¹¹⁷.

Förståelsen av kombinerade effekter från lokala påverkansfaktorer (till exempel dämning, förändrad markanvändning, näringsläckage) och klimat är fortfarande mycket begränsad. Detta försämrar förmågan att planera och anpassa effektiva åtgärder för bevarande och restaurering i söt-vattensekosystem¹¹⁸.

Behov av utveckling av en adaptiv miljöövervakning

I samband med Nationella expertrådet för klimatanpassnings dialogseminarium¹¹⁹ uppmärksammades att beredning av ärenden för tillsyn och prövning bygger på klimatinformation från de senaste årtiondena och inga kriterier finns för hur hänsyn ska tas till ett klimat i förändring. Det fördes fram att det finns behov av en adaptiv miljöövervakning som tar hänsyn till att referensvärden inte kan hanteras som statiska när klimatet förändras. Klimatförändringar kan påverka vad som är en rekommenderad frekvens och vid vilka tillfällen mätningar för övervakning ska ske, såväl som gränsvärden.

Miljöövervakningen har utformats utifrån många olika syften. HaV anger i sin handlingsplan för klimatanpassning¹²⁰ att de behöver se över miljöövervakningen så att den i ett tidigt skede kan detektera förändringar som beror på klimatförändringar. De anger att miljöövervakningen bör vara utformad så att den även fångar upp förändringar i det fysikalisk-kemiska tillståndet och avseende hydromorfologiska förändringar. Specifik lyfts

112 Naturvårdsverket, 2017. Kunskapsunderlag om våtmarkers ekologiska och vattenhushållande funktion. Redovisning av regeringsuppdrag (M2017/0954/NM).

113 SMHI, 2018. Sveriges stora sjöar idag och i framtiden. Klimatets påverkan på Vätern, Vättern, Mälaren och Hjälmaren. SMHI:s rapportserie Klimatologi nr 49/2018.

114 SGU, 2019. Sur sulfatjord – egenskaper och utbredning. SGU Rapport nr 13/2019.

115 <https://kliva.org/om-kliva/>.

116 <https://www.botnia-atlantica.eu/about-the-projects/project-database/kliva-vattenbalans-ekosystemtjanster-och-metalltransport-i-ett-klimat-i-forandring>.

117 Kommentarer från Länsstyrelsen, Blekinge i samband med Nationella expertrådet dialogseminarium, 15 oktober 2020. <https://klimatanpassningsradet.se/bred-dialog-om-hur-sverige-ska-mota-klimatforandringen-1.165036>.

118 Naturvårdsverket & SMHI, 2020. Klimatförändringar och biologisk mångfald. Slutsatser från IPCC och IPBES i ett svenskt perspektiv. SMHI:s rapportserie Klimatologi nr 56/2020. Uppdrag till SLU och LU.

119 Nationella expertrådet dialogseminarium, 15 oktober 2020. <https://klimatanpassningsradet.se/bred-dialog-om-hur-sverige-ska-mota-klimatforandringen-1.165036>.

120 Havs- och vattenmyndigheten (HaV), 2018. Havs- och vattenmyndighetens arbete med handlingsplan för klimatanpassning. Rapport nr 9/2018.

vikten av mätprogram fram, mätprogram som är till för att skapa långa tidserier vid specifika platser, så kallade trendstationer. Dessa är viktiga för att detektera klimatförändringar. Trendstationerna har dock sällan placerats ut för att specifikt detektera klimatförändringar, utan snarare olika miljöproblem. Risken är att man inte har övervakningsstationer i de vattenmiljöer som sannolikt först kommer att reagera på ett förändrat klimat. Man lyfter även att eftersom Sverige har ett mycket stort antal vattenmiljöer behöver övervakningsmetoder utvecklas som kan täcka större områden samt inkludera effekter av olika typer av mänsklig påverkan. I Sverige har vi ett system där verksamhetsutövare har skyldighet att övervaka sin egen påverkan via recipientkontroll. Det finns ett stort behov av att samordna nationell och regional miljöövervakning med recipientkontroll för att nå ökad effektivitet och för att använda resurser mer strategiskt. I ett myndighetsgemensamt projekt kallat *Full koll på våra vatten* har en handlingsplan tagits fram för att stärka miljöövervakningen av våra vattenmiljöer¹²¹.

Viktiga frågor som behöver besvaras är vilka parameter som ska inkluderas och hur mätningar ska fördelas i tiden, detta för att bäst kunna spegla effekter av klimatförändringar (och klimatvariabilitet). För att möjliggöra analyser av effekten av klimatförändringar krävs även ökad kunskap kring hur effekter från klimatförändringar kan särskiljas från andra effekter, såväl beroende av naturlig variabilitet som av annan mänsklig påverkan. Det krävs även en tydlig ansvarsfördelning för mätprogram och utvärderingar.

Behov av kartläggningar och karteringar

För att tydligare kunna följa klimatförändringarna och klimatanpassningen i vattenförvaltningsarbetet bör system för insamling av klimatdata utvecklas. Exempel på data är översvämningskarteringar, såväl översiktliga som detaljerade, karteringar 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 SMHI¹²².

Kunskapen om vattentillgångar i Sverige är generellt god, men varierar mellan olika typer av vattenförekomster. Det finns ett stort förbättringsbehov vad gäller kunskap och kartläggning av grundvattentillgångar. Det saknas därtill heltäckande nationell kunskap över hur klimatförändringarna kommer att påverka grundvattnet både kvalitativt och kvantitativt. Detta, tillsammans

med behovet av bättre kartläggning av grundvattentillgångarna, ger ett i många fall otillräckligt underlag för att kunna bedöma konsekvenser och anpassningsbehov¹²³. SGU har de senaste åren utökat grundvattennivåövervakningen både i form av användning av modeller (i samarbete med SMHI) och ökat antal övervakningsstationer för bättre underlag nationellt. SGU ansvarar dock ej för nationell övervakning av påverkade vattenförekomster eftersom det ses som verksamhetsutövarens ansvar. Även om man kan se detta som en rimlig utgångspunkt så innebär det svårigheter när flera tar ut eller påverkar samma vattenförekomst och försvårar möjligheterna till uppskattningar om risker för vattenbrist.

FAKTARUTA: DATABAS SOM MÖJLIGGÖR ÖVERBLICK AV ÅTGÄRDER I ETT AVRINNINGSMRÅDESPERSPEKTIV

VISS är en databas som har utvecklats av vattenmyndigheterna, länsstyrelserna och HaV. VISS förvaltas idag av Länsstyrelsen Jönköping. Den innehåller klassningar och kartor över alla Sveriges större sjöar, vattendrag, grundvatten och kustvatten. Föreslagna och genomförda åtgärder för respektive vattenförekomst presenteras, utformade efter perspektiv på hela avrinningsområdet, för olika typer av påverkan och så långt som det är möjligt med kostnadseffektivitet. VISS hämtar också data från andra databaser och är beroende av att dataflöden och datavärden fungerar väl och har god kvalitet.

VISS Vatteninformationssystem Sverige <https://viss.lansstyrelsen.se/>

SMHI modellerar flöden i sjöar och vattendrag, baserat på nederbörds- och temperaturdata från avrinningsområden. Modellerna förbättras genom kalibrering mot uppmätta flödesdata. För att kalibreringen ska göras korrekt krävs dock kunskap om vad det är som påverkar de uppmätta värdena, till exempel vattenuttag. Information om habitat och naturtyper i strand- och vattenmiljöer är dåligt kartlagda i Sverige. Det saknas data om habitat och den koppling som finns mellan flöden, processer i vattendragen och de habitat de ger upphov till vilket försvårar arbetet med klimatanpassning och riskerar att den biologiska mångfalden påverkas negativt. Bra underlag som kan användas som utgångspunkt för fortsatt arbete med klimatanpassning finns dock i vattenmynd-

121 Havs- och vattenmyndigheten, 2021. Full koll på våra vatten. Version 2.0. Handlingsplan för arbetet med övervakning enligt vattenförvaltningens behov.

122 Vattenmyndigheterna, 2016. Förvaltningsplan 2016–2021 för Norra Östersjöns vattendistrikt. Del 5, Vattenförvaltning 2016–2021 – strategiska val inom vattenförvaltningen kommande år.

123 SGU, 2017. Grundvattenbildning och grundvattentillgång i Sverige. SGU 2017:09.

digheternas förvaltningsplaner¹²⁴ och i förslag på åtgärder i Vatteninformation i Sverige (VISS)¹²⁵.

SGI genomförde 2019 en förnyad prioritering för kartering av skredrisker längs vattendrag i ett förändrat klimat. Vattendrag som pekats ut är, för finkorniga jordar, Viskan och Motala Ström samt för grövre jordar Luleälven och Gullspångsälven¹²⁶. Det är dock svårt att på nationell nivå jämföra olika klimateffekters påverkan på stabiliteten då det finns begränsningar i nationellt täckande underlag för ras, skred och erosion. Inga tydliga kriterier finns för hur relevanta konsekvenser för till exempel naturvärden, rekreation jämfört med bebyggelse, infrastruktur, påverkan från förorenade områden ska bedömas och ställas mot varandra.

SGI arbetar även med att testa och utvärdera naturanpassade erosionskydd. I jämförelse med traditionella, hårda, erosionskydd har naturanpassade sådana fördelen att de kan erbjuda flera ekosystemtjänster. Hur naturanpassade skydd kan utformas för att samtidigt skydda mot erosion och skapa ekologiska mervärden är inte tillräckligt testat. Förslag till lösningar behöver testas i vattendrag i större utsträckning än vad som görs idag.

SGU har tagit fram en nationell produkt som ger information om jordartstyp samt eroderbarhet längs sjöar och andra vattendrags stränder. Produkten är tillgänglig som shape-fil och visas i kartvisaren Stränders jordart och eroderbarhet på SGUs hemsida. Produkten är baserad på tillgängliga jordartskartor och den skala dessa är framtagna och presenterade för.

10.5.2.3 Tillgång till och behov av informativa åtgärder

Kommuners information till allmänheten i samband med torka

Det är av stor vikt att kommunerna analyserar hur klimatförändringarna kan komma att påverka sjöar, vattendrag och grundvatten och att de i sina planer hanterar detta, såväl som extrema klimatändringar i dagens klimat. För att kunna göra det krävs information och vägledning.

I länsstyrelsernas rapportering till SMHI, i systemet Klira, anges att 118 av 143 kommuner har genomfört klimatanpassningsåtgärder som är kopplade till brist i vattenförsörjning för enskilda, för jordbruk och industri. Av dessa ges för ungefär en tiondel exempel på hur de har arbetat med att informera allmänheten om vikten att spara på vatten¹²⁷.

Tillgång till prognostjänst om risk för torka och vattenbrist

SMHI och SGU har tagit fram en webbaserad prognostjänst som har ökat tillgängligheten på information om när det är risk för torka och vattenbrist¹²⁸. Tjänsten uppdaterades 2019 och en nulägesbeskrivning görs nu specifikt för sjöar, vattendrag, markvatten och grundvatten. I tjänsten visas även nya kartor för markvattenhalt och temperaturavvikelse. Tanken är att allmänheten ska kunna hålla sig uppdaterad och därmed känna till när det finns behov av att spara vatten. Bland andra vattenmyndigheten Västerhavets vattendistrikt¹²⁹ ser ett behov av att undersöka om tjänsten kan utvecklas vidare så att den harmoniseras med systemen inom övriga EU-länder och kommissionens vägledning¹³⁰.

SGU har även tagit fram en prognostjänst för grundvattennivåer¹³¹.

Nationell vägledning av klimatanpassning i vattenförvaltningen

I sin handlingsplan för klimatanpassning¹³² anger HaV att de behöver vägleda framför allt vattenmyndigheterna, men även andra myndigheter och kommunerna, med avseende på hur klimatanpassning ska beaktas inom vattenförvaltningen. Framför allt gäller det hur kartläggning och analys ska beakta förändrat klimat, hur kvalitetskraven ska bestämmas, men också hur klimatanpassning ska redovisas i förvaltningsplaner och åtgärdsprogram.

HaV har även väglett Vattenmyndigheten i Södra Östersjön i arbetet med att ta fram en delförvaltningsplan för vattenbrist och torka, eftersom Sverige fått en rekommendation från EU kring detta. Även här finns en EU-vägledning att utgå från¹³³. Anpassning av EU-vägledning till svenska förhållanden krävs dock. Vattenmyndigheterna har nära kontakt med HaV i den frågan.

124 <https://www.vattenmyndigheterna.se/vattenforvaltning/forvaltningsplan.html>.

125 <https://viss.lansstyrelsen.se/>.

126 SGI, 2019. Skredrisker i ett förändrat klimat, Prioritering för kartering, SGI Publikation 47/2019.

127 SMHI, 2020. Kommunernas arbete med klimatanpassning 2019. Analys av statusrapportering till SMHI. SMHI:s rapportserie Klimatologi nr 55/2020.

128 SMHI, 2021. Tjänsten Risk för vattenbrist. SGU och SMHI.

129 Vattenmyndigheten Västerhavet, 2020. Delförvaltningsplan med åtgärdsprogram mot vattenbrist och torka, Västerhavets vattendistrikt.

130 Europeiska kommissionen, 2007. Draught management plan report: Including agricultural, drought indicators and climate change aspects. Water Scarcity and Droughts Expert Network. Luxemburg: Europeiska kommissionen.

131 SGU, 2021. Framtida grundvattennivåer (sgu.se).

132 Havs- och vattenmyndigheten (HaV), 2018. Havs- och vattenmyndighetens arbete med handlingsplan för klimatanpassning. Rapport nr 9/2018.

133 European Communities, 2008. Drought management plan report. Including Agricultural, Drought Indicators and Climate Change Aspects. Technical Report 2008 - 023.

HaV hänvisar till vägledning och checklista som tagits fram i det gemensamma EU-arbetet¹³⁴. 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 för 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. Att till fullo leva upp till kraven kan vara en utmaning då klimateffekter ofta uppstår långsamt och gradvis och då miljöövervakningen inte täcker in alla nödvändiga aspekter.

I en nyligen utgiven handledning kring övervakning av grundvattenkvalitet anges att ett av syftena med provtagningen av grundvatten ska vara att analysera klimatförändringars effekter på grundvattnets kemiska sammansättning. I dokumentet redovisas dock ingen metodik för detta. Det förtydligas att vattnen i en källa kan ha uttalade årstidssvängningar i kemin, men att även skillnader mellan våta och torra år och klimatförändringar kan försvåra tolkningen av antropogent betingade effekter på grundvattenkemin, samt att man i tolkningen av trender bör ta hänsyn till klimatologiska faktorer, som bland annat återspeglas i grundvattnets nivåfluktuationer¹³⁵.

För övervakning av ytvatten finns en handbok från 2008 tillgänglig på HaV:s webbplats. Den inkluderar ej aspekter kopplade till beaktande av ett förändrat klimat¹³⁶.

Vägledning om miljöfarlig verksamhet och förorenade områden med hänsyn till klimateffekter

Anpassningsåtgärder som är kopplade till miljöfarlig verksamhet och förorenade områden är en viktig del av klimatanpassningsarbetet för att skydda såväl ytvatten som grundvatten. Miljö-

farlig verksamhet behöver skyddas och anpassas till framtidens klimateffekter genom att klimatrelaterade risker vägs in vid bedömning av saneringsbehov av förorenade områden¹³⁷.

En metodik för att kartlägga förorenade områden, med hänsyn till sårbarhet för naturolyckor, har utvecklats av SGI¹³⁸. Den ger en vägledning till att från kartunderlag bedöma om det vid förorenade områden kan finnas sårbarhet för naturolyckor såsom skred, ras, erosion, slamströmmar och översvämningar som behöver beaktas i fortsatta utredningar¹³⁹. Publikationen innehåller även en metod för översiktlig bedömning av om föroreningsituationen (spridning och exponering) vid ett enskilt förorenat område kan komma att förändras på grund av jordrörelser och översvämningar, det vill säga om sårbarhet för naturolyckor kan påverka det förorenade områdets riskklassning. Metoden tar även hänsyn till ändring av nederbörds mängder till följd av klimatförändring. Målgrupp är i första hand aktörer som arbetar med förorenad mark och de som arbetar med samhällsplanering som kan behöva ta fram riskbilder med avseende på markförorening i kombination med jordrörelser och översvämningar samt klimatförändringseffekter.

Metodiken har bland annat tillämpats för att kartlägga klimatförändringars påverkan på miljöfarlig verksamhet och förorenade områden i Norrbottens län, inklusive översvämning av älvar och gruvdammar¹⁴⁰. Denna studie analyserar och beskriver generellt hur miljöfarliga verksamheter, förorenade områden och gruvdammar påverkas av ett antal identifierade naturolyckor och förlopp (översvämningar, erosion, skred och ras), med avseende på att förekomst och utformning förändras med ett förändrat klimat i Norrbottens län. I studien identifieras bland annat, genom GIS-analys, de verksamheter i länet som är lokaliserade inom områden där risk för naturolyckor föreligger. Syftet med rapporten är att vara en vägledning till de som arbetar med tillsyn och prövning av de objekt som ingår i studien¹⁴¹.

Miljösamverkan Sverige har tagit fram ett handläggarstöd för klimatanpassad prövning och tillsyn av miljöfarliga verksamheter och förorenade områden. Stödet syftar till att bidra till en klimatanpassad tillsyn och prövning av miljöfarliga verksamheter och förorenade områden, med hänsyn till bland annat översvämmade sjöar

134 European Communities, 2009. Common implementation strategy for the water framework directive (2000/60/EC). Guidance document No. 24 River Basin Management in a Changing Climate. Technical Report - 2009 - 040.

135 Havs- och vattenmyndigheten, 2021. Övervakning av grundvattenkvalitet Version 1:1, 2021-03-19.

136 Naturvårdsverket, 2009. Övervakning av ytvatten. Handbok för tillämpningen av 7 kap. 1 § förordningen (2004:660) om förvaltning av kvaliteten på vattenmiljön samt Naturvårdsverkets föreskrifter (NFS 2006:11) om övervakning av ytvatten enligt nämnda föreskrift. Havs- och vattenmyndigheten.

137 Miljösamverkan Skåne och Länsstyrelserna, 2018. Klimatanpassning i prövning och tillsyn av miljöfarliga verksamheter och förorenade områden. <https://www.lansstyrelsen.se/download/18.76f16c3d1665eba4c3e6a4f/1539778244916/Handlaggarstod-Klimatanpassning.pdf>.

138 SGI, 2016. Riskbedömning av förorenade områden med hänsyn till sårbarhet för naturolyckor, information och råd. SGI publikation 20/2016.

139 Ibid.

140 Länsstyrelsen Norrbotten, 2018. Klimatförändringar och dess påverkan på miljöfarlig verksamhet och förorenade områden i Norrbottens län.

141 Ibid.

och vattendrag¹⁴², transport av föroreningar till vattenförekomster i samband med ras och skred, ökad föroreningskoncentration vid lågflöden, samt grundvattenförändringar¹⁴³.

Behov av vägledningar och kartläggning av erosionskänslighet för områden kring sjöar och vattendrag

SGL har gett ut en litteraturstudie om naturanpassade erosionskydd¹⁴⁴ i vattendrag, med några exempel på erosionskydd som har konstruerats i Sverige, och på utvalda platser i Europa och Nordamerika. Rapporten kan fungera som inspirationskälla då kommuner, organisationer, eller privata aktörer planerar att anlägga erosionskydd i vattendrag¹⁴⁵.

Det finns dock behov av utveckling och uppdatering av vägledningar, rekommendationer och tekniska utformningskrav för anläggning av erosionskydd utmed vattendrag, med fokus på styrning mot naturanpassade erosionskydd. Vägledningar kan innehålla praktisk beskrivning hur ett skydd ska utformas, men de kan också tydliggöra tillämpningen av regelverken i miljöbalken (till exempel miljö kvalitetsnormer och miljöbedömningar) eller andra lagar i förhållande till erosionsproblematiken.

Det finns behov av kartläggning av erosionskänslighet utmed stränder i sjöar och vattendrag. I samband med SGU:s arbete Stränders jordart och eroderbarhet¹⁴⁶ framkom att det finns en stor brist på kartläggning och kunskap om sjöarnas och vattendragens botten och stränder.

SLU har, på uppdrag av Jordbruksverket, tagit fram erosionsriskkartor för åkermark för Norra och Södra Östersjöns och Västerhavets vattendistrikt, samt för Dalälvens avrinningsområde¹⁴⁷. Den modellerade arean täcker 90,4 procent av Sveriges jordbruksmark. Författarnas hypotes är att riskkartorna över erosion i fält med fördel kan användas som diskussionsunderlag vid planering av åtgärder som syftar till att minska mobiliseringen av jordpartiklar, såväl som motåtgärder som syftar till att förhindra transport av suspenderat material – och till det bunden fosfor från fält till dike och vattendrag.

10.5.2.4 Tillgång till och behov av styrande/juridiska åtgärder

Plan- och bygglagen är ett centralt juridiskt verktyg för att bland annat förebygga problem med vattenbrist på grund av för tät nybyggnation, eller översvämningar till följd av hårdgjorda ytor. Detta diskuteras i andra delar av denna rapport, bland annat i kapitlet Bebyggd miljö och fysisk planering (kapitel 12.1). EU:s nya dricksvattendirektiv diskuteras i kapitlet om dricksvatten (kapitel 11.2 Dricksvatten).

EU:s ramdirektiv för vatten och andra EU-direktiv

Ur både dricksvatten- och naturmiljöperspektiv är EU:s ramdirektiv för vatten¹⁴⁸ samt Grundvattendirektivet¹⁴⁹ styrande för vattenhantering. Hänsyn till klimatförändringar var dock inte i fokus när direktiven utarbetades. EU:s rådslutsats i oktober 2016 betonar dock att ramdirektivet för vatten, tillsammans med översvämningdirektivet, är de främsta vattenrelaterade instrumenten för att hantera konsekvenserna av klimatförändringar vad gäller vattenkvantitet och vattenkvalitet och för att genomföra anpassningsåtgärder¹⁵⁰.

Vatten- och grundvattendirektivet mäter status mot statistiska referensförhållanden som motsvarar ett av människan nära opåverkat tillstånd, det vill säga utan hänsyn till klimatförändringar eller ekosystemens naturliga förändringar. Vattendirektivet och grundvattendirektivet kopplas även till lagstadgade mål i dricks- vattendirektivet, badvattendirektivet, avlopps- direktivet, samt nitratdirektivet. Dessutom tillhandahåller EU:s översvämningdirektiv en ram för lagstadgad bedömning och kartläggning av översvämningrisk. För vattendrag, sjöar och våtmarker med högt ekologiskt värde anger EU:s art och habitatdirektiv skyldighet att hålla ”gynnsam bevarandestatus”.

Implementering av EU:s ramdirektiv för vatten i svensk lagstiftning

I Sverige är EU:s ramdirektiv för vatten till största delen infört i miljöbalken, vattenförvaltningsförordningen samt i föreskrifter från HaV och SGU, samt i nationella myndigheters och länsstyrelsernas instruktioner. Inom vattenförvaltningens övervakning har HaV och SGU uppdrag att bland

142 <https://gisapp.msb.se/Apps/oversvamningsportal/index.html>.

143 Länsstyrelsen Norrbotten, 2018. Klimatförändringar och dess påverkan på miljöfarlig verksamhet och förorenade områden i Norrbottens län.

144 SGI, 2016. Naturanpassade erosionskydd i vattendrag. En förstudie.

145 Ibid.

146 SGU, 2021. Stränders jordart och eroderbarhet (sgu.se).

147 Djodjic, F. & Markensten H., 2017. Beräkning av erosionsriskkartor för åkermark som underlag för utvärdering av skyddszoners placering.

148 Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG av den 23 oktober 2000 om upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder på vattenpolitikens område.

149 Europaparlamentets och rådets direktiv 2006/118/EG om skydd för grundvatten mot föroreningar och försämring.

150 <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-13342-2016-INIT/sv/pdf>.

annat meddela föreskrifter om övervakningsprogrammets innehåll och genomförande och därvid beakta ett förändrat klimat.

Försämringsförbudet enligt vattendirektivet (Weserdomen) finns infört i svensk lag (miljöbalken kap. 5). Det innebär en skyldighet att inte meddela tillstånd till verksamheter som riskerar att orsaka en försämring av status eller när uppnående av god ekologisk status eller god ekologisk potential och god kemisk status äventyras. Om god status på sikt inte kan upprätthållas, på grund av klimatförändringar, behöver man göra kopplingar till dessa förändringars effekter. Eftersom samma regel gäller i hela EU kan det finnas exempel från andra länder som kan vara värda att följa.

Vattenmyndigheternas åtgärdsprogram

Var sjätte år tar vattenmyndigheterna fram ett åtgärdsprogram för varje vattendistrikt. Åtgärdsprogrammen är ett verktyg för att uppnå de miljö kvalitetsnormer som respektive vattenmyndighet beslutat om och är juridiskt bindande för myndigheter och kommuner. Klimatförändringarnas effekter redovisas så långt möjligt i anslutning till de aktuella styrmedelsåtgärderna i åtgärdsprogrammet.

I november 2020 lämnade vattendelegationerna i de fem vattendistrikten förslag på förvaltningsplan, åtgärdsprogram och miljö kvalitetsnormer för nästa förvaltningscykel. Dessa förslag gick ut till olika instanser för samråd. Vattenmyndigheterna har, som en del av förvaltningsplanen, tagit fram delförvaltningsplaner för vattenbrist och torka för de fem vattendistrikten. Dessa delförvaltningsplaner är de första i sitt slag i Sverige. I ett halvår, från november 2020 till och med april 2021, pågick vattenmyndigheternas samråd, genom vilken myndigheter, kommuner och andra berörda kunde skicka in sina synpunkter. Med hänsyn till inkomna synpunkter bereds nu beslutsunderlag till respektive vattendelegation.

Under samrådet begärde ett antal kommuner samt Havs- och vattenmyndigheten att regeringen skulle pröva om förslagen till Åtgärdsprogram i vattendistriktet följer de styrande regelverken. Den 16 december beslutade regeringen att pröva förslagen till Åtgärdsprogram och att de tidigare Åtgärdsprogrammen förlängs till dess prövningen är klar. Beslutet om nya miljö kvalitetsnormer berörs inte av prövningen och kunde träda i kraft den 22 december 2021.

Behov att införa uppföljning av status med riskbedömning som går längre än närmsta förvaltningscykel

Ett dilemma, som bland andra HaV har konstaterat, är att vattenförvaltningens 6-årscykler inte kan täcka in mer långsiktiga och långsamma händelser. Det finns ett behov av att i svensk vattenförvaltning införa ökad uppföljning av kvantitativ status för ytvatten och utveckla riskbedömning med möjlighet att ta hänsyn till längre tidsperspektiv än närmaste förvaltningscykel.

Behov av en miljö kvalitetsnorm för kvantitativ ytvattenstatus

För sjöar och vattendrag bedöms ekologisk status för ett antal olika faktorer, där bland annat hydrologisk regim ingår. Det är problematiskt att bedömningskriterierna för hydrologisk regim för vattendrag inte fångar upp ekologisk påverkan till följd av vattenuttag. Detta är en stor svaghet i systemet eftersom det innebär att kriterierna som grundar miljö kvalitetsnormen inte är fullt ut användbara för att vara styrande vid tillståndsprövning. Införande av en miljö kvalitetsnorm för kvantitativ ytvattenstatus skulle ge en möjlighet att bedöma vattenuttags påverkan på ekologisk status. En sådan norm skulle kunna ge samma rättsverkan som den befintliga normen för kvantitativ grundvattenstatus.

Prövning och tillsyn av förorenade områden med hänsyn till klimatförändringar

Kopplat till förorenade områden är prövning och tillsyn starkt bundet av lagstiftning och det har av Miljösamverkan Sverige och länsstyrelserna framförts att det behöver utredas vilka möjligheter det finns att ställa krav på att miljöfarliga verksamheter anpassas och skyddas med hänsyn till förändrat klimat och hur detta kan motiveras utifrån dagens lagstiftning¹⁵¹. HaV anger i sin handlingsplan för klimatanpassning att en viktig åtgärd är att följa upp gällande tillstånd för verksamheter så att dessa följs, men tillstånd för verksamheter kan också behöva uppdateras när förutsättningarna förändras. Även när det gäller tillsynsvägledning finns ett behov av att vägleda hur klimatanpassning ska beaktas i tillsyn av olika verksamheter¹⁵².

151 Miljösamverkan Skåne och Länsstyrelserna, 2018. Klimatanpassning i prövning och tillsyn av miljöfarliga verksamheter och förorenade områden.

152 Havs- och vattenmyndigheten, 2018. Havs- och vattenmyndighetens arbete med handlingsplan för klimatanpassning. HaV Rapport 2018/9.

Utveckling av vattendomar med krav på skyldighet att upprätthålla minimivattenflöden

Det finns vattendomar för uttag av vatten som inte syftar till att vattnet ska användas utan syftar till att hålla en viss marknivå torr, till exempel i samhällen nära havet där havsnivån har stigit och för vissa industriella ändamål, exempelvis stenbrytning. Det finns potential att bruka detta vatten i stället för att pumpa ut det i havet¹⁵³. Vattendomar skulle också kunna utvecklas med olika krav på skyldighet att upprätthålla ett minimivattenflöde för att skydda ekosystemen¹⁵⁴.

Hantering av klimateffekter i miljöbedömningar

En miljöbedömning enligt 6 kap. miljöbalken innebär att miljöeffekter identifieras, beskrivs och bedöms vid planering av och beslut om planer och program eller verksamheter och åtgärder. Begreppet strategisk miljöbedömning används för planer och program och specifik miljöbedömning för verksamheter och åtgärder. Miljöbedömningar är ett viktigt verktyg för att säkerställa att verksamhet etableras på en långsiktigt hållbar plats sett till klimatförändringarna och för att säkerställa att den negativa påverkan på miljön, till exempel sötvattensmiljöer, begränsas.

En miljöbedömning bör i identifieringen, beskrivningen och bedömningen av miljöeffekter belysa de klimatrelaterade risker som finns för olyckor som kan leda till allvarliga konsekvenser för människors hälsa och miljön. Detta finns särskilt reglerat för verksamheter och åtgärder i de fall en specifik miljöbedömning ska göras, se 6 kap. 2 § och 35 § 4, men är relevant att hantera även i den strategiska miljöbedömningen – inte minst med tanke på de krav som ställs på att redovisa sådana risker i en översiktsplan, se 3 kap. 5 § 7 PBL. Förtydligandet som gjorts för specifik miljöbedömning i 6 kap. 29 § och 35 § miljöbalken, baseras på artikel 3.1 och skäl 13 och 15 till ändringsdirektivet¹⁵⁵.

Från 1 januari 2018 finns ett tydligare stöd än tidigare för att hantera frågor som är kopplade till klimat i miljöbedömningar med stöd av definitionen av miljöeffekter i 6 kap. 2 § miljöbalken.

10.5.2.5 Tillgång och behov av organisatoriska/samordnande åtgärder

En hållbar förvaltning av hav, sjöar och vattendrag i ett ändrat klimat förutsätter en bred samverkan av många aktörer från källa till hav¹⁵⁶. Detta är grunden för EU:s ramdirektiv för vatten och för stora delar av vattenmyndigheternas arbete, eftersom vatten berör stora delar av samhället och rör sig över såväl administrativa gränser som över fastighetsgränser. Det som i direktivet benämns som deltagande genomförs till stor del via att länsstyrelsernas beredningssekretariat har dialoger med många berörda, med stora samråd som vänder sig till alla, två gånger under varje vattenförvaltningscykel, där vattenmyndigheterna stöttar vattenråden. Samverkan är dock rådgivande och innebär inte rätt att påverka myndighetsbeslut.

EU pekar tydligt på samordningskrav i sin återkoppling kring Sveriges implementering av vattendirektivet. Det krävs en samordning med andra direktiv, exempelvis översvämningdirektivet, nitratdirektivet och avloppsvattensdirektivet. Synergieffekter mellan översvämningdirektivet och ramdirektivet för vatten betonas särskilt.

Havs- och vattenmyndigheten (HaV) samordnar uppföljning och utvärdering av miljötilstånd, trender, styrmedel och åtgärdsarbete för miljökvälighetsmålen ingen övergödning samt levande sjöar och vattendrag.

Inom myndighetsnätverket för klimatanpassning har ett projekt initierats kring hoten mot flodpärlemusslan och hur den bör hanteras. Målsättningen är en långsiktigt fungerande arbetsgrupp, som samordnar det arbete som olika aktörer genomför – kopplat till övervakning och åtgärder¹⁵⁷. För många hotade arter finns särskilda åtgärdsprogram, ÅGP. Ökad inkludering av klimataspekter är önskvärt.

Behov av samordning inom avrinningsområden

Effekter av åtgärder inom ett avrinningsområde samspelar och därför är det viktigt att åtgärdernas inbördes förhållanden analyseras så att maximala synergieffekter uppnås och att målkonflikter uppmärksammas och om möjligt undviks. Ett exempel är att planering för att möta översvämningar ligger inom enskilda kommuners ansvar, trots att

153 Sydsvatten, 2019. Klimatsäkert vatten – hur räcker vattnet till allas behov och vem ska se till att det räcker? Ett initiativ med fokus på behov och lösningar, för hela samhället.

154 Ibid.

155 Naturvårdsverkets vägledning. Strategisk miljöbedömning – kapitel 6 miljöbalken. Klimat i miljöbedömningar. <https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/miljobalken/strategisk-miljobedomning/miljoeffekter/klimat-i-miljobedomningar/>.

156 Havs- och vattenmyndigheten (HaV), 2018. Havs- och vattenmyndighetens arbete med handlingsplan för klimatanpassning. Rapport nr 9/2018.

157 SVA, 2021. Presentation av projekt inom myndighetsnätverket för klimatanpassning, 26 mars 2021.

FAKTARUTA: KOMMUNÖVERSKRIDANDE SAMVERKAN

Åtgärder som görs längs med en vatten-dragssträckning påverkar kommuner nedströms. Ofta krävs flera åtgärder som bygger på en helhetssyn som delas mellan samtliga berörda aktörer.

Tre kommuner i Skåne (Lund, Lomma, Staffanstorp) har genomfört ett av Sveriges första och större vatten- och landskapsvårdsprojekt för att motverka övergödning, främja biologisk mångfald och rekreation samt för att minska risken för översvämningar. Kommunerna har samverkat i sina lösningar kring ett gemensamt vattendrag. Över 80 våtmarker, med en area på 10 hektar, har anlagts – liksom skyddszoner, gångstråk och dagvattenmagasin.

Hela Höjeåprojektet beräknades kosta cirka 46 miljoner kronor. Projektet har finansierats av både de berörda kommunerna och genom olika statliga medel såsom Lokala investeringsprogrammet (LIP), Lokal naturvårdssatsning (NIP) och Lokala vattenvårdsprojekt.

vattnet rinner genom avrinningsområden som ofta inkluderar flera kommuner.¹⁵⁸

Detta är grunden för vattenmyndigheternas arbete och de förslag på åtgärder som finns i VISS är så långt som möjligt framtagna på det sättet. Samarbeten behöver stärkas för att möjliggöra vattenresursplanering med avrinningsområdesperspektiv, med tydliggörande av att vattenkvantitet och vattenkvalitet hänger ihop¹⁵⁹. Ett exempel är att planering för att möta översvämningar ligger inom enskilda kommuners ansvar, trots att vattnet rinner genom avrinningsområden som ofta inkluderar flera kommuner¹⁶⁰.

Vattenrådets uppdrag är att samla alla intressenter i ett avrinningsområde för gemensam planering över sektorsgränser, såväl som över kommun- och länsgränser. En bred samverkan bör, bland annat, inkludera vattenråd, näringsliv, branschorganisationer, föreningar och intresseorganisationer¹⁶¹. På så sätt kan även fördelningen av kostnader bli mer rättvis och flera kan dra nytta av befintlig kompetens. Ofta begränsas arbetet dock till att man söker medel tillsammans för några mindre åtgärder.

Klimatanpassning kopplat till översvämningar kräver, förutom en god krisberedskap, klimatanpassad landskaps- och stadsplanering. Flera nationella myndigheter, inklusive Boverket och Naturvårdsverket, har bäring på frågan. Genom samordning kan synergier uppstå.

Samverkan underlättas av nationella målbilder och strategier

Vid Nationella expertrådets dialogseminarium¹⁶² lyftes att lokal kunskap och samverkan på avrinningsområdesnivån är en central del, men att samverkan behöver utgå från en nationell gemensam målbild med en långsiktig strategi – samt ett enat underlag. En nationell strategi för effektiv och hållbar vattenhushållning för att möta näringslivets samlade behov av vatten tas fram under år 2021¹⁶³. Strategin identifierar behov av, och möjliga tillvägagångssätt för, samverkan och samordning mellan olika offentliga och privata aktörer som är centrala för att stärka vattenhushållningen. Även behovet av vatten för att bevara och skydda ekosystemet samt gynna ekosystemtjänster inkluderas i uppdraget. Strategin syftar till att implementera lagar och regler effektivt, tillhandahålla kunskap och data för analyser, prognoser och forskning, arbeta förebyggande för att undvika vattenbrist och prioritera användning mellan olika grupper av vattenanvändare vid vattenbrist.

158 MSB, 2020. Vägledning riskhanteringsplaner.

159 SMHI, 2019. Sveriges vattentillgång utifrån perspektivet vattenbrist och torra. Delrapport 1 i regeringsuppdrag om åtgärder för att motverka vattenbrist i ytvattentäkter. SMHI:s rapportserie Klimatologi nr 120/2019.

160 MSB, 2020. Vägledning riskhanteringsplaner.

161 European Communities, 2009. Common implementation strategy for the water framework directive (2000/60/EC). Guidance document No. 24 River Basin Management in a Changing Climate. Technical Report - 2009 - 040.

162 Nationella expertrådets dialogseminarium, 15 oktober 2020. <https://klimatanpassningsradet.se/bred-dialog-om-hur-sverige-ska-mota-klimatforandringen-1.165036>.

163 <https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2021/02/en-efterfragad-strategi-for-effektiv-och-hallbar-vattenhushallning/>.

10.5.3 Prioritering av klimatanpassningsbehov för sjöar, vattendrag och grundvatten

I dagens klimat har klimatrelaterade risker identifierats, kopplat till:

- Effekter av torka och vattenbrist för naturmiljön,
- förändrade vattennivåer i de stora sjöarna,
- översvämning av sjöar och vattendrag, såväl som brist på fluktuationer i vattennivåer i vissa områden,
- spridning av föroreningar, i samband med skyfall och översvämningar,
- brunifiering,
- påverkan på vattenkvalitet från sura sulfatjordar,
- påverkan på ekosystem från ökad vattentemperatur, minskande istäcke och tjäle,
- etablering av invasiva arter i sjöar och vattendrag,
- påverkan på grundvattentillgång, bland annat genom minskad nederbörd/snösmältning under perioder där grundvattenbildning vanligtvis sker idag,
- att grundvattenkvalitet och därmed kemisk status kan påverkas av översvämningar som sprider miljögifter, lakar ur näring från jordbruksmark (när till viss del grundvatten) och stigande havsnivåer (saltvatteninträngning),
- ökade vattenuttag som sänker grundvattennivån och kan leda till att relik saltvatten kan tränga in i grundvattenmagasinet,
- påverkan på sötvattens ekosystemens funktion,
- påverkan på fiske och rekreation i och kring sjöar och vattendrag,
- påverkan på sedimentdynamik, erosion, erosionsprocesser i och bredvid sjöar och vattendrag med ökad risk för smittspridning.

De flesta av riskerna bedöms öka i framtiden. Vissa sötvattensmiljöer riskerar att bli särskilt utsatta. Här inkluderas fjällsjöar och kallvattenmiljöer, samt naturmiljöer som utsätts för en förändrad vattendynamik.

Problematik kopplad till vatten och naturmiljö beaktas i nuläget ofta inte tillräckligt mycket. I en vattenbristsituation är det ofta naturmiljöns behov som får stå tillbaka eftersom vattentillgången har en så avgörande betydelse för många sektorer i samhället. Det finns dock goda möjligheter att förebygga framtida problem med genomtänkt

planering, som bygger på analyser och skapandet av förutsättningar för att kunna tillgodose olika vattenbehov i samhället, inklusive för naturmiljön.

Planering, prioritering och skydd av vattenresurserna krävs för att vi ska veta vilka resurser som vi har att tillgå och vilka vi behöver skydda för att säkerställa naturmiljöns behov i sötvatten även i framtiden. När klimatet förändras samtidigt som samhällen växer kan föroreningsbelastningen öka, samtidigt som en ökad konkurrens mellan naturens och samhällets behov kan uppstå.

Idag sker åtgärdsarbetet kopplat till vattenmiljön i flera olika spår. Inom vattenförvaltningen sker en övergripande kartläggning och administrativa åtgärder tas fram. Inom restaurering sker åtgärder för att återskapa fysisk påverkan på naturmiljön och inom andra områden hanteras övergödning och klimateffekter. Det behövs en samordning och samverkan som medger en långsiktig planering på avrinningsområdesnivå. Kopplingen till klimatanpassningen bör vara en röd tråd genom planeringen. Det är dock lättare att sagt än gjort. Det finns reella intressekonflikter som måste hanteras. Samordning och samverkan är bra men kräver finansiering, som till exempel kan ske genom vattenavgifter eller klimatanpassningsavgifter. Dessutom krävs att svåra frågor kring till exempel äganderätt och inlösen av verksamhet hanteras.

Det krävs kunskap och fakta kring vattenbalansen i avrinningsområden och dess påverkan på biologisk mångfald. Mycket data saknas. Det gäller vattenuttag, naturlig flödesvariation över året, särskilt i små avrinningsområden och delavrinningsområden, kritiska nivåer för biologin, samt kombinationseffekter av olika typer av påverkan. Mycket mer mätningar behövs, men att övervaka nivåer och säsongvariation överallt är sannolikt realistiskt. Därför krävs ett utpekande av särskilt känsliga områden.

Idag finns flera påverkansfaktorer på vattenbalansen i ett område, inklusive vattenuttag, vattenreglering och ändrat klimat. För att förstå och kunna hantera effekterna av påverkan behövs en bättre förståelse och bättre kunskap om den samlade effekten i ett avrinningsområde. Detta gäller inte minst sambandet mellan dynamiken hos vattenkvantitet och vattenkvalitet. Detta skulle ge ett underlag för att bättre rikta åtgärder där de gör mest nytta. Här har vattenmyndigheterna, baserat på bästa tillgängliga data och forskning, tagit fram underlag kring påverkan på avrinningsområdesnivå, men såväl kunskap som data saknas för att fullt ut kunna fastställa påverkan.

Kunskapen hur klimatanpassningsåtgärder påverkar naturliga funktioner och processer i vattensystem, och hur det i sin tur kan påverka biologisk mångfald, behöver öka. Särskilt de långsiktiga effekterna på miljön behöver belysas så att planeringen och genomförandet av klimatanpassning blir så effektiv och bra som möjligt.

10.5.4 Prioritering av åtgärder för sjöar, vattendrag och grundvatten med fokus på år 2023–2028

Flera förslag på åtgärder som har bäring på integrerad vattenförvaltning, redovisas i kapitel 16.3. Vatten – en gemensam resurs och en bred samhällsfråga. Åtgärder med bäring på vatten finns även i andra kapitel, som exempelvis förslag kring att ge miljö kvalitetsnormer för vatten en tydlig roll i översiktsplanering och detaljplaner enl. PBL som redovisas i kapitel 12.1 (bebyggd miljö och fysisk planering).

Risk	Åtgärd: Styrande/juridisk, ny(a) åtgärd(er)
Effekter på akvatiska ekosystem	<p>Vad: Utred ansvar för framtagande av underlag kring vattenbalanser till tillståndsprövningar inom utpekade särskilt känsliga områden och akvatiska ekosystem.</p> <p>Varför: Det krävs en ökad kunskap och fakta kring vattenbalansen i avrinningsområden och dess påverkan på biologisk mångfald. Dock saknas mycket data, så som information om vattenuttag, kritiska nivåer för biologin och kombinationseffekter av olika typer av påverkan. Att övervaka nivåer och säsongsvariationer överallt är dock sannolikt orealistiskt. Särskilt känsliga områden behöver därför pekas ut. För tillståndsprövningar inom dessa behöver domstolarna förses med underlag som inte varje enskild ansökande klarar att ta fram.</p> <p>Hur: Regeringen bör ge lämplig myndighet i uppdrag att, i samverkan med berörda aktörer, peka ut särskilt känsliga akvatiska områden. Uppdraget bör även inkludera att utreda vems ansvar det är att ta fram det underlag som behövs vid exempelvis tillståndsprövningar av miljöfarliga verksamheter inom dessa utpekade områden, hur man kan få koll på alla små vattenuttag (anmälningspliktiga, såväl som eventuella illegala), samt för vilka tidsperspektiv och klimatförändringsscenarioer vattenbalansen ska tas fram.</p>

Risk	Åtgärd: Styrande/juridisk, ny(a) åtgärd(er)
Effekter av torka och vattenbrist för ekosystem	<p>Vad: Säkerställ tydlighet kring att vattenuttag inte får påverka ekosystem negativt.</p> <p>Varför: Vattenuttag kan skapa problem för ekosystem under vissa perioder.</p> <p>Hur: Inför krav i relevanta regelverk som styr tillstånd för, och redovisning av, vattenuttag om att vattenuttag inte får påverka ekosystemet negativt med hänsyn till klimatförändringar. Detta har kopplingar till försämringsförbudet i miljöbalken, samt ansvar inom andra direktiv (inklusive art- och habitatdirektivet och fågeldirektivet), samt FN:s globala hållbarhetsmål kring förlust av biologisk mångfald, som även gäller vattenlevande organismer.</p> <p>Regeringen bör ge lämpliga myndigheter i uppdrag att ta fram kunskap som gör det möjligt att bedöma effekter av vattenbrist och torka för naturmiljön och för samhällets relevanta ekosystemtjänster. Här bör även ingå en analys av hur naturmiljön och ekosystemtjänsters behov tillgodoses i konkurrens med andra behov av vattenuttag i samband med torka och vattenbrist med hänsyn till klimatförändringar.</p>

Risk	Åtgärd: Informativ, ny(a) åtgärd(er)
Effekter av torka och vattenbrist för akvatiska ekosystem	<p>Vad: Anpassa EU-vägledning om vattenförvaltning med bäring på klimatanpassning till svenska förhållanden.</p> <p>Varför: Anpassning av EU-vägledning till svenska förhållanden krävs för att säkerställa att EU:s krav uppfylls, samtidigt som hänsyn tas till specifika svenska förhållanden.</p> <p>Hur: Regeringen bör ge lämpliga myndigheter i uppdrag att ta fram vägledning till framför allt vattenmyndigheterna, men även till andra myndigheter och till kommunerna, med avseende på hur klimatanpassning ska beaktas inom vattenförvaltningen. Framför allt gäller det hur kartläggning och analys ska beakta förändrat klimat, hur kvalitetskraven ska bestämmas, men också hur klimatanpassning ska redovisas i förvaltningsplaner och åtgärdsprogram. Det bör framgå i vägledningarna att behov och typ av anpassning ser olika ut i olika delar av landet.</p>

Risk	Åtgärd: Ta fram ny kunskap/informativ, utöka nuvarande åtgärd(er)
Påverkan på grundvattentillgång och grundvattenkvalitet	<p>Vad: Öka kunskapen om klimatförändringarnas påverkan på grundvattnet.</p> <p>Varför: Det krävs nationella underlag som kan användas av länsstyrelser och kommuner i deras arbete med att anpassa samhället. Dessa underlag ska också kunna användas inom vattenförvaltningen och vid riskbedömningar för dricksvatten. Kunskap behövs om både grundvattennivåer/grundvattenkvantitet och grundvattenkemi och hur dessa kommer att förändras.</p> <p>Hur: Regeringen bör ge lämpliga myndigheter i uppdrag att, i samverkan med forskningen, analysera hur grundvattnet i olika delar av landet kommer att påverkas av klimatförändringarna och vilka åtgärder som kan vara relevanta utifrån de olika geologiska förhållandena.</p>
Risk	Åtgärd: Styrande/juridisk, ny kunskap, ny(a) åtgärd(er), utöka nuvarande åtgärd(er)
Påverkan på vattnets status	<p>Vad: Klimatanpassa uppföljningar som utförs inom svensk vattenförvaltning.</p> <p>Varför: Vattenförvaltningens 6-årscykler täcker inte in mer långsiktiga och långsamma klimatrelaterade händelser. För att möjliggöra analyser av effekten av klimatförändringar krävs ökad kunskap kring hur effekter från klimatförändringar kan särskiljas från andra effekter, såväl beroende av naturlig variabilitet som av annan mänsklig påverkan.</p> <p>Hur: Regeringen bör ge lämplig myndighet i uppdrag att utreda möjligheten att i svensk vattenförvaltning införa krav på ökad uppföljning av kvantitativ status för ytvatten, samt att utveckla riskbedömning med möjlighet att ta hänsyn till längre tidsperspektiv än närmaste förvaltningscykel.</p>
Risk	Åtgärd: Styrande/juridisk, ny(a) åtgärd(er)
Påverkan på vattnets status	<p>Vad: Behov av en miljö kvalitetsnorm för kvantitativ ytvattenstatus kopplad till klimatförändringarnas påverkan på vattnets status.</p> <p>Varför: För sjöar och vattendrag bedöms ekologisk status för ett antal olika faktorer där bland annat hydrologisk regim ingår. Det är problematiskt att bedömningskriterierna för hydrologisk regim för vattendrag inte fångar upp ekologisk påverkan till följd av vattenuttag. En miljö kvalitetsnorm för kvantitativ ytvattenstatus skulle ge en möjlighet att bedöma påverkan från till exempel vattenuttag på ekologisk status.</p> <p>Hur: Inför en miljö kvalitetsnorm för kvantitativ ytvattenstatus, kopplad till klimatförändringarnas påverkan på vattnets status.</p>
Risk	Åtgärd: Styrande/juridisk, ny(a) åtgärd(er)
Förändrad riskbild för miljöfarliga verksamheter och förorenade områden	<p>Vad: Utred möjligheter att ställa krav på att miljöfarliga verksamheter och vattenverksamheter anpassas och skyddas med hänsyn till förändrat klimat.</p> <p>Varför: Det är viktigt att följa upp gällande tillstånd för verksamheter så att dessa följs, men tillstånd för verksamheter kan också behöva uppdateras när förutsättningarna förändras.</p> <p>Hur: Regeringen bör ge lämplig myndighet i uppdrag att utreda vilka möjligheter det finns att ställa krav på att miljöfarliga verksamheter, förorenade områden och vattenverksamheter anpassas och skyddas med hänsyn till förändrat klimat och hur detta kan motiveras utifrån dagens lagstiftning.</p>