

Val och prioritering av klimatanpassningsåtgärder i skyddade områden

December 2024



Greensway

Greensway AB
Ulls väg 24 A, 756 51 Uppsala
Epost: info@greensway.se

Dokumenttitel: Val och prioritering av klimatanpassningsåtgärder i skyddade områden

Uppdragsansvarig hos Greensway AB: Jonas Josefsson

Författare: Jonas Josefsson, Diana Rubene och Olof Widenfalk (samtliga Greensway AB)

Kvalitetsgranskning: Lina Widenfalk (Greensway AB)

Deltagare hos Länsstyrelsen: Lars Ljungström och Patrick Isendahl (Kalmar län); Karin Joelsson (Stockholms län); Måns Enander och Mårten Gustafsson (Västmanlands län)

Deltagare hos Naturvårdsverket: Timo Persson, Emelie Waldén, Jenny Lindman-Komstedt och Lovisa Lagerblad

Deltagare hos Skogsstyrelsen: Carin Nilsson och Anna Norrby

Dokumentdatum: 2024-12-13

Beställare: Lars Ljungström, Länsstyrelsen i Kalmar län

Sammanfattning

Klimatförändringar påverkar arter och livsmiljöer negativt. Förvaltningen av skyddade områden utgör en viktig pusselbit för att bevara biologisk mångfald, eftersom det är i dessa områden många unika värden kan bevaras. För att hantera de förändrade förutsättningar som klimatförändringar innebär kan klimatanpassningsåtgärder behövas så att naturvärdena i dessa områden i möjligaste mån kan bevaras.

Denna rapport innehåller en vidareutveckling av ett tidigare pilotprojekt för klimatanpassning i skyddade områden och beskriver en modell för val och prioritering av åtgärder och uppföljning i skyddade områden. Modellen är relevant för nationalparker, naturreservat, Natura 2000-områden, biotopskyddsområden och naturvårdsavtal. Målet är att hantera klimatets negativa effekter på naturvärden och strukturer, och där prioriteringen av åtgärder också tar hänsyn till praktiska och finansiella förutsättningar. Fokus har varit på åtgärder som minimerar påverkan på mark utanför de skyddade områdena, för att undvika intressekonflikter. Dock finns det många värden som bäst hanteras på en större geografisk skala och där landskapsbaserad anpassning skulle vara mer framgångsrikt.

Modellen består av fem steg: identifiera värden och sammanhang, forma ett arbetslag, bedöma klimatförändringar, välja och prioritera åtgärder, samt följa upp genomförandet och dess effekter. Modellen presenterar också naturtyps-specifika listor över klimatanpassningsåtgärder som bör vara aktuella i många skyddade områden. Tanken är att dessa åtgärdslistor, tillsammans med bedömningar av klimatrisker, ska utgöra ett grundläggande underlag för att identifiera behov och möjliga åtgärder i skyddade områden. En Excel-mall har tagits fram för att stödja denna process. Modellen har testats i två skyddade områden: Sandemars naturreservat (Stockholms län) och Horns kungsgård (Kalmar län). Ett tredje område, Ridö-Sundbyholmsarkipelagen (vilket förvaltas gemensamt av Västmanlands och Södermanlands län och Sveaskog AB), skall också använda modellen för att identifiera klimatanpassningsåtgärder, men beskrivs inte närmare här eftersom detta arbete inte är fullföljt vid tidpunkten för rapportens publicering.

Några viktiga slutsatser i arbetet med att ta fram modellen är:

- Genom att begränsa åtgärdernas geografiska omfattning undviks eventuella intressekonflikter och minskar behovet av samverkan med markägare. Det förenklar förvaltningsarbetet, men minskar möjligheten att upprätthålla eller förbättra bevarandestatusen, åtminstone för många arter och naturtyper vars bevarandestatus primärt kan hanteras på landskapsskala.
- Även om det ligger utanför den direkta förvaltningen av befintliga skyddade områden, är det viktigt att trycka på behovet av att, i än högre grad, skydda ytterligare värdefulla områden. Det behövs både för att öka den totala mängden av skyddsvärda naturtyper och artförekomster och att säkra och förbättra ekologiska spridningssamband i den mån det är möjligt, samt att begränsa negativa effekter av storskaliga påverkansfaktorer kopplade till näringar som jord- och skogsbruk samt yrkesfiske. Här finns möjligheter att åtminstone inledningsvis ställa om produktionsformer för att gynna biologisk mångfald och klimatanpassning på statligt

ägd jordbruks- och skogsmark som inte är formellt skyddad och som idag brukas på ett ur naturvårdssynpunkt ohållbart sätt.

- Även om modellen har tillämpats på områdesnivå i tre exemplifierande reservat är det möjligt, och kanske också lämpligare sett till mängden skyddade områden som behöver hanteras, att utföra flera av stegen i modellen på en högre geografisk nivå, där naturtyper och arter behandlas och analyseras avseende klimatrisker och utpekande av möjliga åtgärder på exempelvis länsnivå.

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	3
Innehållsförteckning.....	5
1. Inledning – Behovet av klimatanpassning.....	6
1.1. Modell för val och prioritering av klimatanpassningsåtgärder	6
2. Modellens olika steg	8
2.1. Identifiera värden och sammanhang	8
2.2. Forma ett arbetslag.....	9
2.3. Bedöm effekter av klimatförändringar	10
2.3.1 Riskanalys av olika klimatrisker	12
2.4. Välj och prioritera åtgärder	18
2.4.1 Exempel på åtgärder	19
2.5. Klimatanpassning i biotopskyddsområden och naturvårdsavtal	29
2.6. Prioritering av klimatanpassningsåtgärder	33
3. Genomför och följ upp utförda åtgärder.....	36
3.1. Resultat är prestationer, utfall och effekter.....	36
3.2. Exempel på indikatorer för uppföljning av klimatförändringar och av klimatanpassningsåtgärder	37
3.2.1 Arter.....	38
3.2.2 Habitatstruktur och kvalitet.....	38
3.2.3 Landskap	38
3.2.4 Mark	39
3.2.5 Vatten.....	39
3.2.6 Fenologiska förändringar	39
4. Fallstudie Sandemar	41
5. Fallstudie Horns kungsgård.....	44
6. Slutsatser	47
Referenser	49

1. Inledning – Behovet av klimatanpassning

Klimatet spelar en viktig roll för alla arters förekomst, framtida möjligheter för etablering och eventuella försvinnande. Tillsammans med en förändrad markanvändning är klimatiförändringar den främsta orsaken till att arter och livsmiljöer riskerar att försvinna, flytta eller minska i utbredning. Klimatiförändringen leder bland annat till att arter och livsmiljöer riskerar att försvinna, flytta eller minska i utbredning. Forskning visar idag tydligt att skyddade områden kommer få en allt större betydelse för bevarandet av den biologiska mångfalden i klimatiförändringens spår. Samtidigt kommer många skyddade områden påverkas av klimatiförändringar i någon utsträckning, vilket ställer krav på genomförande av klimatanpassningsåtgärder inom naturvården som kan motverka negativa trender. En adaptiv och klimatanpassad skötsel av skyddade områden är därför avgörande, samtidigt som det i dag råder stor kunskapsbrist kring både val och prioritering av lämpliga insatser.

Av Förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete framgår att de myndigheter som förvaltar statlig egendom också ska anpassa denna till ett förändrat klimat. En del av den statliga egendomen utgörs av områden med höga naturvärden. Samtidigt finns ännu ingen tydlig vägledning för arbetet med att identifiera och prioritera lämpliga klimatanpassningsåtgärder för att bevara naturvärden, samt att följa upp genomförandet.

1.1. Modell för val och prioritering av klimatanpassningsåtgärder

Denna rapport presenterar en modell för val och prioritering av lämpliga förvaltningsåtgärder och uppföljning av utförda insatser inom skyddade områden. Det inkluderar:

- nationalparker, naturreservat och Natura 2000-områden, samt
- biotopskyddsområden och naturvårdsavtal.

Länsstyrelsen sköter många nationalparker, naturreservat och Natura 2000-områden, men ansvaret kan också ligga på en kommun, en stiftelse eller annan organisation. Biotopskyddsområden och naturvårdsavtal är mindre biotoper som finns i såväl skogs- och jordbrukslandskapet som i sjöar, vattendrag och kust. Det finns två former av biotopskyddsområden där vi här avser de biotoper som länsstyrelsen, kommunen eller Skogsstyrelsen får besluta om i det enskild fallet. Utöver dessa finns också generellt skyddade biotoper i jordbrukslandskapet (bland annat åkerholmar, småvatten och odlingsrösen), som inte omfattas av denna modell. Många skogliga biotopskyddsområden och naturvårdsavtal förvaltas av Skogsstyrelsen efter avsättningen, där olika bestämmelser gäller för de två skyddsformerna. Även Naturvårdsverket, liksom kommuner, kan bilda naturvårdsavtal och förvalta dessa. En viktig skillnad är tiden för skyddet, där biotopskyddsområden skyddas för all framtid medan naturvårdsavtal kan tecknas för olika tidslängder. Utöver dessa av staten förvaltade områden finns också frivilligt avsatta områden inom skogsbruket, som förvaltas av markägare eller deras ombud.

Målet med modellen är att vara ett praktiskt stöd för att hantera negativa effekter av ett förändrat klimat på framför allt naturvärden, men i viss mån också anordningar för friluftslivet,

som förekommer i skyddade områden. En avgörande utgångspunkt är de praktiska och finansiella förutsättningar som råder för naturvårdsarbetet, vilket gör att en prioritering av möjliga åtgärder behöver ta hänsyn till förekomst av sådana hinder. I metoden pekas också, i möjligaste mån, lämpliga åtgärder ut som inte innebär en negativ påverkan på omgivande landskap och näringar.

Metoden har testats tillsammans med reservatsförvaltare i två utvalda skyddade områden i Stockholms län (Sandemar) och Kalmar län (Horns kungsgård). Ett tredje område, Ridö-Sundbyholmsarkipelagen (vilket förvaltas gemensamt av Västmanlands och Södermanlands län och Sveaskog AB), skall också använda modellen för att identifiera klimatanpassningsåtgärder, men beskrivs inte närmare här eftersom detta arbete inte är fullföljt vid tidpunkten för rapportens publicering.

Projektet utgår delvis från ett tidigare pilotprojekt om klimatanpassning som utfördes av Greensway AB tillsammans med och på uppdrag av Naturvårdsverket och länsstyrelserna i Norrbottens, Västmanlands, Södermanlands och Kalmar län under 2022–2023 (Josefsson *m.fl.*, 2023). Syftet har varit att utifrån detta projekt utveckla en modell för val, prioritering och uppföljning som eftersträvar att länsstyrelserna ska kunna utföra uppdraget enligt förordningen, med tillgängliga resurser och kompetenser.

2. Modellens olika steg

Modellen utgår från fem delmoment att genomföra i klimatanpassningsprocessen:

1. Identifiera värden och sammanhang
2. Forma ett arbetslag
3. Bedöm effekter av klimatförändringar
4. Välj och prioritera åtgärder
5. Följ upp genomförande och effekter.

För skogliga biotopskyddsområden och naturvårdsavtal är det främst moment 3–5 som är relevanta att följa, eftersom anpassningen av skötseln till ett förändrat klimat, i ett sådant mindre och enskilt område, generellt är mindre komplex än i till exempel i ett naturreservat som ofta kan omfatta flera naturtyper, anordningar, markägare och arrendatorer.

Det är också möjligt att genomföra analysen på en geografiskt högre nivå än det enskilda området, till exempel på läns- eller distriktsnivå. På så vis kan flera enskilda områden av en viss biotoptyp inom ett större geografiskt område hanteras gemensamt så att generella klimatanpassningsåtgärder kan bestämmas initialt för en viss naturtyp.

Som ett ytterligare stöd i arbetet med klimatanpassningen har en Excel-mall tagits fram och som följer de fem stegen ovan. Denna mall går att använda för att strukturera och dokumentera processen.

Klimatanpassningens delmoment, eller steg, kan sammanfattas så här:

Identifiera värden och sammanhang	Viktiga bevarandevärden, mänsklig påverkan (positiv och negativ), aktuell skötsel och restaurering inom området.
Forma ett arbetslag	Bygg upp ett arbetslag med medarbetare, viktiga aktörer i området för information eller för att genomdriva förändringar, experter, kommunekologer. Samla kunskapsunderlag. Bestäm arbetsformer.
Bedöm effekter av klimatförändringar	Bedöm hur klimatförändringen kan komma att påverka utpekade värden och hur det också påverkar skötseln och andra mänskliga aktiviteter i området.
Välj och prioritera åtgärder	Peka ut och prioritera mellan olika strategier och åtgärder för att anpassa skötseln i området.
Följ upp genomförande och effekter	Följ genomförandet av åtgärderna och utvärdera löpande.

2.1. Identifiera värden och sammanhang

Som ett första steg i klimatanpassningen behöver de huvudsakliga värdena i det område där klimatanpassningen genomförs urskiljas och deras aktuella skötsel och grad av mänsklig påverkan kartläggas. Detta inkluderar naturvärden i form av arter och naturtyper, men också

anordningar för friluftslivet och annan infrastruktur, till exempel vägar, parkeringar och byggnader. Behövs ytterligare stöd i hur prioritering av olika naturvärden finns ytterligare information i rapporten från det föregående projektet (Josefsson *m.fl.*, 2023). Naturtyper och arter som bedöms påverkas på ett liknande vis av klimatförändringar kan grupperas och hanteras gemensamt i sårbarhetsanalysen.

Målet med urvalet är att konkretisera och begränsa antalet värden som bedöms vara viktigast att prioritera för klimatanpassning så att den fortsatta processen blir överblickbar.

Analysera och identifiera

- Viktiga värden: naturtyper, särskilda arter, byggnader och anordningar för friluftslivet
- Huvudsakliga påverkanskällor och deras inverkan på områdets värden. Beskrivs genom bevarandestatus och utpekade påverkanskällor på lokal nivå respektive landskapsnivå, till exempel bete/annan hävd, störning från besökare på exempelvis känslig markhäckande fågelfauna eller på grunda marina miljöer, eller jord- och skogsbruk (exempelvis dikning, övergödning eller landskapseffekter).
- Nuvarande skötsel som utförs eller planeras att utföras för att främja områdets naturvärden.

Viktiga kunskapsunderlag för att genomföra analysen av effekter på naturvärden

- Bevarande- och skötselplaner samt föreskrifter
- Naturvårdsplaner från kommun och länsstyrelse
- Åtgärdsprogram för särskilda naturtyper eller arter
- Regionala och lokala klimatrappporter och analyser, till exempel SMHI:s sammanställningar av RCP-scenarier
- Historiska kartor

2.2. Forma ett arbetslag

I klimatanpassningsarbetet är det avgörande att ha ett välorganiserat arbetslag som sammanför olika kompetenser och perspektiv och det är viktigt att etablera arbetslaget i ett tidigt skede. Genom att inkludera personer med nödvändiga kompetenser och erfarenheter för att utföra klimatanpassningen, och samtidigt skapa en diversifierad grupp som kan bidra med idéer och där nyckelpersoner för åtgärders utförande också ingår, är det lättare att hantera komplicerade frågeställningar och genomföra mer nytänkande eller krävande lösningar. På grund av begränsningar i projektets varighet så genomfördes inte detta steg.

På samma sätt är effektiv kommunikation en nyckel till samarbete. Därför behöver roller och ansvar klargöras samtidigt som formerna och regelbundenheten för arbetet och kommunikationen fastställs. För att kunna hantera de mål- och intressekonflikter och andra utmaningar som klimatanpassningsarbetet ofta kan innebära, behövs en kultur av samarbete där medlemmarna stöder varandra och delar kunskap.

Hitta nyckelpersoner och forma ett arbetslag

- Vilka avnämare och intressegrupper är viktiga att engagera i anpassnings-processen?
- Viktiga aktörer kan till exempel hjälpa att åstadkomma förändringar i området eller kan komma att påverkas av förändringarna. Till exempel enskilda markägare och markägarföreningar och ideella intressegrupper.
- Markägare och arrendatorer som har verksamhet i området, inklusive utförare av skötsel.
- Experter med kunskap om särskilda artgrupper, naturtyper eller andra faktorer som bedöms vara viktiga i klimatanpassningen.
- Bestäm arbetsformer för att informera och samla in viktig kunskap. Till exempel genom workshops, samråd eller mejlkedjor.
- Identifiera kunskapsluckor i arbetslaget och försök täcka dessa luckor.

2.3. Bedöm effekter av klimatförändringar

För att förstå vilka effekter av klimatförändringar som är eller kan komma att bli viktiga att hantera och göra anpassningar för inom ett område behövs en översikt över det framtida klimatet i regionen för det aktuella området. Målet med att göra en sammanställning av det framtida klimatet är att hitta och synliggöra de effekter som bedöms ha störst konsekvens för värdena i och förvaltningen av det skyddade området. Denna information är också användbar för att kommunicera om klimatförändringar till medlemmar i projektgruppen, eller till aktörer som på annat sätt påverkas av eller påverkar anpassningsprocessen.

- Sammanställ översiktlig information och huvudsakliga trender för nutida och framtida klimatförändringar i området. I de flesta situationer är det inte nödvändigt med en alltför detaljerad analys av dessa förändringar eller hur olika arter kommer att påverkas eftersom osäkerheten i naturens möjliga svar är stor.
- Utgå från områdets viktigaste värden utpekade i steg 1 och bedöm hur klimatförändringar påverkar dessa värden.
- Hur påverkas skötseln och annan mänsklig påverkan (till exempel dikning eller näringstillförsel) av förändringar i klimat?
- Viktiga frågor att ta med i bedömningen av klimatförändringarnas effekter på varje värde innefattar:
 - Vilka områden eller delområden berörs av klimatförändringen?
 - Under vilken tidsram förväntas effekterna bli påtagliga?
 - Bedöms bevarandemålet kunna kvarstå/uppnås i ett längre tidsperspektiv och vilka möjliga målsättningar finns för klimatanpassningen (enligt kategorierna Motstå/Acceptera/Lotsa vilka beskrivs i Avsnitt 2.4)?
 - Finns viktiga vägval? Kan merkostnader uppstå om åtgärder skjuts till framtiden i stället för att genomföras nu?
- Om det finns flera möjliga klimateffekter: gör en riskbedömning av varje effekt sett till dess påverkansgrad och sannolikhet för att kunna prioritera de viktigaste effekterna.

Denna sammanställning behöver inte vara särskilt detaljerad för att ge en bild av och kunna förstå effekter av klimatförändringar på områdets värden och förvaltning. Det viktigaste är att förstå trenderna i klimatförändringar och hur detta kommer att påverka naturtyper och ibland arter i allmänna termer. Övergripande indikatorer är ofta tillräckliga, eftersom effekterna i naturen ofta är dåligt förstådda och osäkerheterna i modellerade klimatindikatorer är stora. Det är viktigt att framhålla detta eftersom det är lätt att fasta i analyser av detaljerade klimatdata, vilket är tidskrävande utan att leda till värdefulla insikter.

För detta moment är ofta regionala sammanställningar över klimatförändringar och effekter av dessa, samt liknande underlag, tillräckligt för att komma vidare i arbetet. Till detta moment finns också SMHI:s avancerad klimatscenariotjänst¹. Tjänsten presenterar olika klimatvariabler för meteorologi, hydrologi och oceanografi i form av kartor, diagram och nedladdningsbara data baserat på de olika klimatscenerierna (se nedan). Utöver direkta indikatorer över temperatur och nederbörd, finns andra mer komplexa indikatorer som också är användbara för att förstå effekter av klimatförändringar. Dessa inkluderar evapotranspiration (summan av avdunstning från mark och ytvatten samt guttation, interception och transpiration från vegetationen), indikatorer över vattenkvalitet och hydrologi, samt framtida havsnivå.

Lite information om klimatscenerier

För att studera och förstå förändringar i det framtida klimatet används scenarier som beskriver olika utvecklingsvägar för framtida utsläpp, så kallade Representative Concentration Pathways (RCP). Dessa anger den uppskattade strålningseffekten av växthusgaser och andra klimatpåverkande faktorer år 2100, mätt i watt per kvadratmeter.

De tre mest vanliga förekommande scenarierna är:

- RCP 2.6 – koldioxidutsläppen kulminerar omkring år 2020,
- RCP 4.5 – koldioxidutsläppen ökar fram till 2040, samt
- RCP 8.5 – fortsatt höga utsläpp av koldioxid.

Numera finns också de relaterade scenarierna SSP (Shared Socioeconomic Pathways) vilka beskriver olika socioekonomiska utvecklingar. SSP-scenarierna kompletterar snarare än ersätter RCP-scenarierna och innefattar mer information om hur olika aspekter av samhällslig utveckling kan leda till de olika RCP-scenarierna².

En RCP används som indata för klimatmodeller. Klimatmodeller tillhandahåller klimatindikatorer för olika tidsperioder. SMHI presenterar klimatindikatorer för perioderna 2011–2040, 2041–2070 samt 2071–2100. På så vis går det att studera hur olika indikatorer förändras över tid, där den relativt grova upplösningen på tidsperioderna är ett sätt att ta

¹ <https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/fordjupade-klimatscenerier/met/sverige/medeltemperatur/rcp45/2071-2100/year/anom>

² <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/klimatmodeller-och-scenerier/ssp-scenerier-1.178949>

hänsyn till den osäkerhet som finns i klimatmodellerna. Till exempel är osäkerheten i modellerna mycket större för nederbörd än för temperatur.

I sammanställningen av det framtida klimatet på en plats bör olika scenarier och modellosäkerheter alltid hållas i åtanke, samt osäkerheter kopplat till kedjan mellan orsak, effekt och konsekvens. Därför är det lämpligt att i arbetet titta på flera scenarier, till exempel RCP 4.5 och RCP 8.5, i de fall en sådan distinktion kan leda till tydliga skillnader i bedömningar av påverkan. Ett sådant exempel är effekten av stigande havsnivåer där modeller baserade på olika scenarier har tydliga skillnader i graden av påverkan. Ofta kan det dock vara svårt att bedöma vilken skillnad som finns mellan de olika scenarierna på grund av den nämnda osäkerheten kring hur stora effekterna i naturen kommer att bli.

2.3.1 Riskanalys av olika klimatrisker

En riskanalys av olika klimatrisker hjälper att identifiera potentiella klimatrelaterade hot som kan påverka värdena i, och förvaltningen av, området. Genom att förstå vilka klimatrisker som är mest sannolika och vilka som kan ha störst påverkan, kan man hantera de risker där åtgärder är viktigast.

Möjliga risker kopplat till ett förändrat klimat kan identifieras genom diskussion i projektgruppen med utgångspunkt i befintliga underlag och baserat på kunskaper i projektgruppen. Tabell 1 ger exempel på möjliga klimatrisker enligt en hierarki från *orsak* till *effekt* till *huvudsaklig konsekvens* och kan också vara en utgångspunkt för en sådan diskussion.

Tabell 1. Möjliga klimatrisker, enligt en hierarki från orsak till effekt till huvudsaklig konsekvens, och exempel på klimatanpassningsåtgärder som bör tas i beaktande vid bedömning av klimateffekter i skyddade områden.

Orsak	Effekt	Konsekvenser (klimatrisker)	Exempel på klimatanpassningsåtgärder
Ökad temperatur	Förflyttning av klimatzoner	Etablering av sydliga arter Nordliga arter missgynnas eller förlorar helt livsutrymme Ökad etablering av främmande invasiva arter	Skapa förstärkningszoner runt klimatrefugier Övervaka och ta bort invasiva främmande arter Återställ och förstärk ekologiska samband Translokera av arter
	Förändrad fenologi	Förändrade tidpunkter för flytt och andra säsongsmässiga företeelser, till exempel för fåglar Fenologiska missanpassningar mellan arter	Förläng fågelskyddsperioder Minska övriga stressfaktorer för att möjliggöra anpassning
	Förlängd vegetationsperiod	Ökad vegetationstillväxt Ökad igenväxningstakt	Anpassa betesbeläggning och betessystem Tätare intervall på röjning i skötselberoende miljöer Återställ dikade våtmarker och sumpskogar
	Torka, låg markfuktighet	Låg sommartillväxt i betesmarker, risk för överbete Fuktighetskrävande arter missgynnas Lågt sommargrundvatten	Anpassa betesbeläggning och betessystem Återställ dikade våtmarker och sumpskogar Anpassa skogsbruk mot våtmarker för att spara buffertzoner runt dessa
	Höga temperaturer	Ökad risk att betesdjur drabbas av värmestress	Säkerställ djurhälsa (skugga, rent och kallt vatten) Skydda och bevara klimatrefugier
	Hög temperatur i vattendrag, sjö och hav	Ökad nedbrytning av humus (brunifiering) Ökad tillväxt och blomning av alger Kallvattensarter missgynnas Minskad syresättning	Öka beskuggning av vatten Minska kväveläckage och annan övergödning Återställ vattenregimer
	Stigande havsnivåer	Förlust av kustnära miljöer Påverkan på byggnader, vägar, leder och andra anordningar	Låt värdefulla miljöer vandra inåt land Skydda kustnära miljöer mot översvämning och erosion

Orsak	Effekt	Konsekvenser (klimatrisker)	Exempel på klimatanpassningsåtgärder
		Ras, skred och erosion	Flytta större byggnader i tid
	Minskad period med tjäle och med snö- och istäcke	Ökat slitage och risk för körskador på vägar och leder, samt i och intill vattendrag och våtmarker Svårare att utföra åtgärder med tunga maskiner under vintern Ökad stormfällning Ökad skar- och isbildning försämrar vinterbete för renar Ökad överlevnad hos och betesskador från hjortdjur som rådjur	Underhåll och förstärk utsatta vägar och leder Reglera terrängkörning hårdare, planera om skoterleder som korsar känsliga miljöer Utför arbete med lättare maskiner eller arbetsdjur Anpassa hyggesstorlek för att minska stormfällning Anpassa tillgång till betesmarker för renar, eller stödfodra Se över träslagssammansättning för minskat betetryck på värdefulla träslag
Ökad nederbörd	Skyfall och kraftiga regn, långvariga regn	Ökad transport av näringsämnen och sediment till vattendrag, sjöar och hav Högt vintergrundvatten, översvämning Ras, skred och erosion	Beskoga översvämningszoner Återställ och skapa vegetationszoner mot sjöar och vattendrag Återställ dikade våtmarker och sumpskogar Underhåll, förstärk eller flytta utsatta vägar, broar leder och byggnader
Ökad temperatur, ökad nederbörd	Ökad luft-/markfuktighet	Ökad förekomst av svampsjukdomar på värdefulla träd Påväxt på och nedbrytning av träkonstruktioner	Säkra och sköt efterträdare Anpassa träslagsblandning vid nyetablering av skog Klimatanpassa nya konstruktioner
Förstärkta effekter av storskaliga störningar		Ökade stormskador Ökad brandrisk Ökade snöbrott Ökad risk för storskaliga utbrott och angrepp av sjukdomar och skadegörare på träd	Gynna blandskog Planera för brand, till exempel genom naturvårdsbränning och genom att tillåta brand i vissa fall. Tidsfönstret och villkoren för bränning kan komma att förändras varför förvaltningen behöver anpassas till detta. Följ aktuella vägledningarna och utvärdera borttagning av träd som drabbas av sjukdomar och skadegörare

Att prioritera mellan olika risker kan göras genom att:

1. Identifiera alla risker. Gör en lista över alla identifierade risker.
2. Bedöm påverkan. Utvärdera hur allvarlig konsekvensen av varje risk är om den inträffar. Ta hjälp av bedömningsgrunderna i Tabell 2 för att ge varje risk en bedömd påverkan från låg (1) till mycket hög påverkan (4).
3. Utvärdera sannolikheten. Bedöm hur troligt det är att varje risk inträffar. Ta hjälp av bedömningsgrunderna i Tabell 3 för att ge varje risk en bedömd påverkan från låg (1) till mycket hög sannolikhet (4).
4. Använd en riskmatris. Kombinera sannolikheten och påverkan för varje risk i en matris. Genom att multiplicera betygsvärdet för påverkan med betygsvärdet för sannolikhet ges risker med hög sannolikhet och hög påverkan högsta risk vilket kan indikera att de bör hanteras först.

Bedömning av grad av påverkan, det vill säga de potentiella konsekvenserna om och när risken inträffar, kan göras enligt bedömningskriterierna i Tabell 2. På liknande vis kan sannolikheten bedömas utifrån förutbestämda kriterier. Här kan sannolikheten sammanfattas genom de osäkerheter som tidigare nämnts, enligt Tabell 3.

Bedömningen av påverkansgrad bör, i de fall som olika effekter kan särskiljas mellan olika klimatscenarier, ta höjd för ett mer extremt scenario som RCP 8.5. Vid bedömningen av påverkansgrad och sannolikhet för olika klimatrisker behöver man också tänka på att det för en och samma klimatrisk kan finnas en hög sannolikhet för en lägre grad av påverkan och samtidigt en låg sannolikhet för en högre grad av påverkan. Här är det bra att välja ett förhållningssätt för alla klimatrisker som bedöms och antingen utgå från det mest sannolika utfallet eller den högsta påverkansgraden för varje klimatrisk. Eftersom sannolikhet och påverkansgrad vägs samman bör dock den sammanvägda klimatrisken bli någorlunda lika oavsett förhållningssätt, men viktigt att inte kombinera sannolikhet för ett utfall med konsekvens för ett annat utfall med annan sannolikhet.

I detta steg skall också en bedömning göras av *när* en effekt kan bli så påtaglig att den behöver hanteras. Här går det till exempel att sätta upp förutbestämda intervall, till exempel "Nu", "Inom 10 år", "Inom 10–50 år" eller "Inom 50–100 år" vilket är de valda intervallen i denna modell.

Redan i riskanalysen är det lämpligt att fundera över olika möjliga målsättningar som bör sättas upp för klimatanpassningsarbetet i skötsel-/bevarandeplanen, samt vilka åtgärder som kan vara aktuella på lokal eller regional/nationell skala, samt om det finns naturvärden i länet som bör skötas i samma process (vilket kan motivera en analys på högre geografisk nivå). Klimatanpassningsarbetet kan sträcka sig från att på kort sikt bedöma om befintlig skötsel är tillräcklig eller behöver anpassas, till att i ett längre tidsperspektiv bedöma om mer omfattande ändringar i området skötsel behövs för att i möjligaste mån bevara naturvärdena i området. Utpekande av strategier och åtgärder, samt deras prioritering, beskrivs annars närmare i avsnittet "4. Välj och prioritera åtgärder".

Det kan också vara klokt att fundera på om det finns viktiga vägval i beslut om anpassningsåtgärder som till exempel skulle kunna medföra merkostnader om åtgärder skjuts till framtiden. Det kan till exempel gälla dyra framtida restaureringsinsatser i stället för enklare åtgärder eller ändrad skötsel idag, försvårad flytt av kustnära byggnader, eller försvårade/fördyrade processer vid en eventuell utökning av reservat. Den sistnämnda punkten är särskilt viktig i områden där exploateringstrycket är högt och där intelligande mark riskerar att tas i anspråk av bebyggelse eller annan markanvändning.

Tabell 2. Bedömningsgrunder för påverkansgrad.

Påverkans grad	Bedömningsgrund, naturtyper och arter	Bedömningsgrund, byggnader och anläggningar
1: Låg påverkan	Försämringen av värdenas tillstånd förväntas vara liten (1–10 % försämring) eller berör endast en mycket liten andel (1–10 % av förekomsten) av deras förekomst i området. Kan inte antas påverka möjligheten att nå eller bibehålla en gynnsam bevarandestatus för naturtyper eller arter.	Påverkan på anordningen förväntas vara låg eller berör endast en liten del av anordningen. Inga egentliga anpassningar behövs.
2: Måttlig påverkan	Försämringen av värdenas tillstånd förväntas vara påtaglig men inte hög (11–30 % försämring) eller berör en mindre andel (11–30 % av förekomsten) av deras förekomst i området. Möjligheten att nå eller bibehålla en gynnsam bevarandestatus för naturtyper eller arter förväntas påverkas, men i mindre utsträckning.	Påverkan på anordningen förväntas vara måttlig och kräver endast smärre anpassningar, till exempel kortare intervall för återkommande underhåll.
3: Hög påverkan	Försämringen av värdenas tillstånd förväntas vara stor (31–70 % försämring) eller påverkar åtminstone en betydande del (31–70 % av förekomsten) av deras förekomst i området. Möjligheten att nå eller bibehålla en gynnsam bevarandestatus för naturtyper eller arter kan komma att påverkas i hög grad.	Påverkan på anordningen förväntas vara hög och kräver större insatser för att säkra anordningens funktion, till exempel avledning av vatten, förstärkning av befintliga parkeringar, leder och grundläggning, kortare flytt av små och enklare byggnader och andra konstruktioner.
4: Mycket hög påverkan	Försämringen av värdenas tillstånd förväntas vara mycket stor (71–100 % försämring) och påverkar hela eller det mesta av deras förekomst (71–100 % av förekomsten) i området. Möjligheten att nå eller bibehålla en gynnsam bevarandestatus för naturtyper eller arter förväntas inte vara möjlig, åtminstone inte utan stora insatser.	Påverkan på anordningen förväntas vara mycket hög så att stora insatser för att ersätta befintliga anordningar krävs, till exempel nya platser för leder, byggnader, vägar och parkeringar, längre flytt av större byggnader och andra konstruktioner, eller flytt av byggnader med mer avancerad grundläggning.

Tabell 3. Bedömningsgrunder för sannolikhet.

Sannolikhet	Bedömningsgrund
1: Låg sannolikhet	Sannolikheten att påverkan når den bedömda påverkansgraden är låg. Antingen då osäkerheten kring hur klimatet förändras är stor, eller att det är mycket svårt att veta hur stor effekten kommer att bli på det aktuella värdet.
2: Måttlig sannolikhet	Sannolikheten att påverkan når den bedömda påverkansgraden är måttlig. Antingen då det finns viss osäkerhet kring hur klimatet förändras, eller att det inte är helt klart hur stor effekten kommer att bli på det aktuella värdet.
3: Hög sannolikhet	Sannolikheten att påverkan når den bedömda påverkansgraden är hög. Även om det finns viss osäkerhet kring hur klimatet förändras så är denna osäkerhet liten. Det är också förhållandevis säkert hur stor effekten kommer att bli på det aktuella värdet.
4: Mycket hög sannolikhet	Sannolikheten att påverkan når den bedömda påverkansgraden är mycket hög. Förändringen i klimat är i hög grad säker. Det är också säkert hur stor effekten kommer att bli på det aktuella värdet.

2.4. Välj och prioritera åtgärder

Steg 4 i klimatanpassningen utgörs av följande uppgifter:

- välja och utveckla klimatanpassningsåtgärder för områdets värden, samt
- prioritera mellan olika åtgärder utifrån deras bedömda effekt, multifunktionalitet samt tekniska, sociala och ekonomiska genomförbarhet, i det fall flera olika alternativa åtgärder finns.

Identifiera möjliga alternativ för klimatanpassning

- Behöver nuvarande skötsel ändras eller behöver några åtgärder anpassas?
- Finns ett behov av nya åtgärder? Utgå från exempel på möjliga klimatanpassningsåtgärder i olika naturmiljöer och för anläggningar och anordningar.
- När det är möjligt, kategorisera anpassningsåtgärder enligt typerna Motstå, Acceptera och Lotsa.

Val och prioritering av åtgärder för att hantera eller mildra de mest kritiska riskerna kan utgå från den resulterande riskmatrisen med bedömd påverkansgrad och sannolikhet från steget ovan. Beroende på om man tittar på kort eller lång sikt kan olika åtgärder vara aktuella för att motstå negativa effekter av ett förändrat klimat på utpekade bevarandevärden. Därför kräver arbetet med att bedöma klimatförändringens effekter, liksom med att välja och prioritera mellan olika möjliga anpassningsåtgärder, att olika tidsperspektiv tas i beaktande. I ett kortare perspektiv kan mindre anpassningar av skötseln ibland vara tillräckliga. Med tiden kommer dock åtgärder som syftar till att motstå klimatförändringens effekter i många fall blir mindre verkningsfulla eller alltmer kostsamma. Här är det också viktigt att åtgärder planeras utifrån ett större geografiskt perspektiv, både sett till ekologi och kostnadseffektivitet.

I vissa fall kan förvaltningen behöva acceptera att effekterna av ett förändrat klimat är så svåra att det inte är praktiskt möjligt att arbeta för att bevara vissa av områdets befintliga värden. På sikt kan det då vara lämpligare att tänka utanför den aktuella förvaltningsmålen och i stället arbeta för att underlätta arters spridning i landskapet utanför området och bestämma nya alternativa förvaltningsmål inom området för dessa naturtyper eller arter.

Enligt detta resonemang kan åtgärder i klimatanpassningen kategoriseras i tre olika strategier, vilka är hämtade från det franska Life-projektet Natur'Adapt (Coudurier *m.fl.*, 2023):

- **Motstå** – Åtgärder som görs för att motstå negativa effekter av klimatförändringar på platsen och bevara och förhindra skada på befintliga värden.
- **Acceptera** – Låt förändringarna ha sin gång och låt naturmiljöer utvecklas och förändras fritt. Övervaka förändringar i området och öka kunskapen om klimatförändringens effekter i området.
- **Lotsa** – Aktiva åtgärder för att öka naturmiljöers motståndskraft mot klimatförändringar. Gynna arters spridningsmöjligheter genom att öka spridningssamband. Minska mänsklig påverkan (utöver klimatförändringar) på livsmiljöer. Planera aktivt för framtiden och ställa om natur där klimatförändringen kan förväntas ha så hög påverkan att värdena inte består på längre sikt.

I prioriteringen mellan kort- och långsiktiga mål är det viktigt att påpeka Naturvårdsverkets hållning om att naturvärden, så länge de fortfarande finns kvar i någon omfattning, i möjligaste mån ska skötas för att behålla dessa. Men det kan alltså vara klokt att ha en plan för hur olika naturområden ska hanteras längre fram i de fall naturvärden som finns idag förväntas påverkas mycket negativt av klimatförändringar på längre sikt.

2.4.1 Exempel på åtgärder

Här ges exempel på konkreta åtgärder för att anpassa skötseln och förvaltningen av naturvärden, byggnader och andra anordningar i skyddade områden. Åtgärderna som tas upp i detta avsnitt ska ses som ett illustrerande underlag för att underlätta en diskussion om möjliga vägar i klimatanpassningsarbetet. Det är därför ingen uttömmande komplett förteckning av klimatanpassningsåtgärder.

Vidare exempel på klimatanpassningsåtgärder finns i olika rapporter, till exempel Naturvårdsverkets publikation "Naturbaserade lösningar: ett verktyg för klimatanpassning och andra samhällsutmaningar". Utöver åtgärder som är specifika för olika naturtyper, och som nämns längre ner i avsnittet, finns några generella åtgärder som är värda att nämna uttryckligen.

Minska negativ mänsklig påverkan och restaurera påverkade naturmiljöer

Naturtyper och arter med gynnsam bevarandestatus innebär ofta större möjligheter att bevara värdena i ett förändrat klimat. Därför är det befogat att utgå från att åtgärder som görs för att stärka naturmiljöer och arter, till exempel genom att restaurera naturmiljöer eller på annat vis minska negativ mänsklig påverkan, kan betraktas som klimatanpassningsåtgärder.

Övervaka och ta bort invasiva främmande arter, sjukdomar och skadedjur.

En annan viktig faktor som bör tas i beaktande i klimatanpassningen är att ett förändrat klimat kan bidra till att invasiva främmande arter sprider och etablerar sig i högre utsträckning. Här har myndigheter en skyldighet att bekämpa invasiva arter³. På samma vis kommer förekomsten av sjukdomar och skadedjur på växter och djur troligen öka. Därför är kontinuerlig övervakning och hantering av dessa en viktig klimatanpassningsåtgärd för att skydda den biologiska mångfalden. Det är också viktigt att hålla sig uppdaterad om de senaste rekommendationerna och vägledningarna för hur invasiva främmande arter ska hanteras.

I gräsmarker är invasiva främmande arter ett större problem när hävden är otillräcklig eller där hävden helt har upphört. I vattenmiljöer kan arter spridas med människans hjälp genom trafik med båtar, vattenskotrar och andra vattenfordon. I ädellövskogar och i skogar med

³ <https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/invasiva-frammande-arter/regler-inom-invasiva-arter/#:~:text=Det%20innebär%20att%20myndigheter%2C%20kommuner%2C%20fastighetsägare%2C%20villaägare%20och,sådan%20art%20om%20den%20finns%20på%20din%20fastighet>

störningar i markskiktet, som öppna sandblottor och bar jord, liksom i klippta dikeskanter, är utsattheten särskilt stor för etablering av främmande arter.

Förläng fågelskyddsperioder

Periodiska och säsongstyrda företeelser hos arter påverkas av ett förändrat klimat. Dessa företeelser omnämns gemensamt som fenologiska händelser. Exempel på fenologiska händelser är olika växters bladsprickning och blomning, eller tidpunkten då fjärilar och andra insekter börjar flyga eller då fåglar anländer från sina vinterstäder. Förändrad fenologi som svar på klimatförändringen kan ha stora ekologiska konsekvenser som är svåra att mildra, och inte minst då interagerande arter inte svarar i samma utsträckning vilket påverkar mellanarts-interaktioner.

En fenologisk förändring som till viss del går att hantera är att många flyttande fåglar anländer allt tidigare och även kan förväntas anlända allt tidigare i framtiden. I det fall periodiska fågelskyddsområden används för förhindra att känsliga arter störs eller skadas kan det vara aktuellt att tidigarelägga perioden för gällande fågelskydd. Ibland kan också dess geografiska omfattning behöva ändras, till exempel om en art också har anpassat det område som används på grund av översvämning av ursprungliga områden eller av annan anledning. Även om det inte är lika vanligt som en tidigarelagd häckning så kan ett varmare klimat i vissa fall också leda till en ökning av antalet individer som lägger en andra kull vilket kan aktualisera en förlängning av perioden även i slutet av häckningsperioden. Olika förbudsperioder förekommer, där den vanligaste förbudsperioden är 1 april till 15 juli. För vissa arter som lägger ägg tidigt kan skyddet börja gälla redan den 1 februari, medan det för arter som lägger ägg sent kan sträcka sig till 31 augusti. För att veta om förändringar i fågelskyddsperioden är aktuellt behövs information om förekommande arters anländandetidpunkt och om denna har förändrats samt om det förekomsten av andra kullar har förändrats.

Åtgärder i odlingslandskapets ängs- och betesmarker

Alla gräsmarker i Sverige kommer sannolikt att påverkas av en påtaglig uppvärmning i framtiden. Många rödlistade kärlväxter, fjärilar, kräl- och groddjur som har sin huvudsakliga förekomst i odlingslandskapet kan komma att få en större möjlig utbredning i Sverige på grund av klimatförändringarna, samtidigt som arter anpassade till arktiska och alpina förhållanden får kraftigt minskade utbredningsområden i Sverige (Wittwer *m.fl.*, 2010). På grund av detta kommer klimatförändringarna troligtvis att påverka artsammansättningen i odlingslandskapets gräsmarker.

En lika viktig, om inte viktigare, faktor vid bevarande av biologisk mångfald i ängs- och betesmark är tillgången på liknande miljöer i landskapet. Här finns bevis för att gräsmarkens arter primärt hotas av förlust av livsmiljöer på grund av igenväxning och upphörd hävd som extensivt bete och slåtter framför effekter av klimatförändringar (Wittwer *m.fl.*, 2010). Därför är den viktigaste åtgärden för att bevara odlingslandskapets biologiska mångfald även i framtiden att öka tillgången på hävdade gräsmarker.

Med det sagt kommer ett förändrat klimat troligtvis ha en stor inverkan på förutsättningarna för bete och slåtter. På lokal nivå är alltså anpassning av hävden till ett förändrat klimat viktig,

så att en aktiv hävd med ett lagom (inte för lågt, men heller inte för högt) hävdtryck med bibehållen djurhälsa kan upprätthållas över tid även i ett varmare klimat.

Specifikt för kustnära betes- och slåttermarker kommer stigande havsnivåer innebära förluster av befintliga livsmiljöer. Här är det viktigt att i möjligaste mån möjliggöra för dessa miljöer att migrera inåt land. Samtidigt kan detta ofta blockeras eller göras svårare av angränsande markanvändningar och angränsande naturvärden, vilket kan skapa intressekonflikter och prioriteringsdilemman.

Tabell 4 ger exempel på åtgärder som är viktiga för att bevara biologisk mångfald i odlingslandskapets gräsmarker i ett förändrat klimat.

Tabell 4. Exempel på klimatanpassningsåtgärder som är viktiga för att bevara biologisk mångfald i odlingslandskapets gräsmarker i ett förändrat klimat.

Anpassningsåtgärd	Beskrivning
Anpassa betesbeläggning och betessystem - betesrotation och sambete	<p>För att förhindra igenväxning från en ökad tillväxt under en stor del av året krävs en ökad djurtäthet kombinerat med viltider eller perioder med lägre betetryck för att förhindra överbete vid låg tillväxt under årets varma månader, vilket riskerar att skada känslig flora. Vid en ökad beläggning kan sambete med olika djurslag hålla nere parasittrycket. Likaså kan det vara aktuellt att anpassa hävden i miljöer som periodvis blir blötare för att undvika skador på grässvålen.</p> <p>På grund av detta kan en tätare rotation mellan olika betesfällor kan behövas för att upprätthålla näringsvärdet hos betet eftersom en högre tillväxt också kan innebära en kortare livslängd på vegetationen. Fällindelning kan också ge en bättre avbetning av blöta och fuktiga partier, vilka är särskilt känsliga för igenväxning.</p> <p>Så kallade virtuella stängsel är en möjlig framtida väg för att underlätta fällindelning i betesmarker. Dock är de ännu inte godkända för andra syften än forskning i Sverige.</p> <p>När hävden ändras i ett område är det viktigt att följa upp så att värdefull flora, fauna och marksvamp inte missgynnas av förändringarna.</p>
Låt strandängar vandra inåt land	<p>För att säkra arealen strandängar i framtiden kan intilliggande mark inåt land ställas om till hävdad gräsmark för att på sikt kunna ersätta miljöer som förloras på grund av stigande hav. Erosion bidrar också till förlust av strandängar, och är ett större problem på lätteroderade jordar (sand och silt).</p> <p>Lämplig mark kan vara angränsande öppen gräsmark och åker som ställs om till bete eller slåtter. Skogsområden som förväntas bli påverkade av havsnivåhöjningen kan avverkas och stubbrytas för att påskynda omställningen till strandäng.</p>
Skapa skugga för betesdjuren	<p>Med högre temperaturer och högre luftfuktighet kommer risken för värmestress hos betesdjur, och därmed behovet av svalka genom skugga, att öka. Detta är särskilt viktigt där kor betar, eftersom dessa är värmekänsligare än både</p>

Anpassningsåtgärd	Beskrivning
	<p>får och hästar. Den skuggade arealen måste vara tillräckligt stor så att alla djur får plats.</p> <p>Träd och större buskar kan sparas eller planteras för att ge naturlig skugga på naturbetesmarker. Nyplanterade träd behöver vara frånstängslade under uppväxtfasen för att skyddas från gnag och tramp. Vid strandängar och andra områden med känslig fågelfauna där träd kan utgöra utkiksposter för kråkfåglar som tar vadarungar kan det vara möjligt att spara en träddunge i ett mer avlägset hörn av marken där betesdjuren kan uppsöka skugga under varma dagar. I samma syfte kan fållindelning som inkluderar mer mosaikartad miljö användas för att tillgängliggöra skugga för betesdjur.</p> <p>Skugga kan också skapas med mobila eller fasta skärmtak. Mobila skärmtak har fördelen att de kan flyttas regelbundet för att undvika gödselansamling när alla djur samlas i områden med skugga.</p>
<p>Använd säsongsmässiga väderprognoser och reservbetesmarker för att anpassa betetryck</p>	<p>Ett varierande klimat innebär överskott på bete/gräs vissa år och betesbrist andra år. Bete och slätter kan anpassas till denna situation genom ett ökat användande av säsongsmässiga väderprognoser tillsammans med en ökad säsongsvis flexibilitet avseende djurantal för att uppnå ett lämpligt betetryck.</p> <p>I det fall marktorka ger en hög risk för skadligt överbete för känslig flora och associerad fauna kan det vara bra att ha en plan där djur kan flyttas till reservbetesmarker i närområdet. Naturvårdsverket tillhandahåller kompletterande kartskikt över potentiella fodermarker som kan användas för att identifiera sådana reservmarker⁴.</p>
<p>Tillse tillgång på rent vatten och mineraler</p>	<p>Betesdjur ska alltid ha tillgång till rent dricksvatten. Under sommaren är behovet särskilt viktigt för att djuren ska kunna hålla sig svala. Vid värmeböljor förlorar särskilt nötkreatur också elektrolyter som kalium och natrium genom att de svettas. Under perioder med höga temperaturer kan djurens mineraltillskott behöva ses över.</p>
<p>Undvik algtoxinpåverkan på djur</p>	<p>För djur som betar vid och dricker ur naturliga vatten kan högre vattentemperaturer innebära en ökad hälsorisk genom att de alger som har förmåga att bilda giftiga ämnen gynnas. Vid en pågående algblooming i vattenförekomster som djur har tillgång till, behöver betesdjuren hållas borta från vattnet genom stängsling, förflyttning eller andra åtgärder. Även här kan virtuella stängsel bli ett användbart redskap i framtiden.</p>

⁴ <https://www.naturvardsverket.se/om-oss/aktuellt/nyheter-och-pessmeddelanden/2023/juli/nya-kartskikt-for-att-hitta-nodbetesmarker/>

Åtgärder i våtmarker

Våtmarker är bland de mest artrika miljöerna i Sverige och är viktiga för den biologiska mångfalden. Våtmarker bidrar till en mängd olika ekosystemtjänster som vi är beroende av; ett exempel är vattenrening. Torvbildande våtmarker binder koldioxid och spelar en viktig roll för klimatet. Till skillnad från träd, som kan stänga bladens klyvöppningar för att förhindra vattenbrist, kan inte våtmarker reglera avdunstningen lika effektivt som skog. En ökad avdunstning från våtmarkerna vid ökade temperaturer leder till en lägre vattennivå i marken, vilket på sikt bidrar till torrare marker med en förändrad flora och fauna.

Liksom för andra kustnära miljöer kommer stigande havsnivåer innebära förluster av befintliga kustnära våtmarker och det är viktigt att möjliggöra för dessa miljöer att migrera inåt land. Samtidigt kan detta ofta blockeras eller göras svårare av angränsande markanvändningar. Att hantera dessa prioriteringsdilemman och intressekonflikter tidigt blir därför en viktig del i klimatanpassningen i kustnära områden.

Tabell 5 ger exempel på åtgärder som är viktiga för att bevara biologisk mångfald i våtmarker i ett förändrat klimat.

Tabell 5. Exempel på klimatanpassningsåtgärder som kan vara viktiga för att bevara biologisk mångfald i våtmarker i ett förändrat klimat.

Anpassningsåtgärd	Beskrivning
Upprätthåll och återställ naturlig hydrologi	Höga temperaturer och en längre växtsäsong, i kombination med ökad nederbörd under delar av året, kan förstärka negativa effekter från avvattnings av våtmarker och av det omkringliggande landskapet, så som ökad igenväxning, översvämning, och näringstillförsel. Därför bör den naturliga hydrologin i möjligaste mån upprätthållas eller återställas i våtmarker i skyddade områden, liksom i omkringliggande landskap. Diken som avvattnar våtmarker läggs igen eller pluggas för att höja vattennivån. I torvbildande våtmarker hindrar detta också att koldioxid avges till atmosfären. På landskapsnivå bör vattnets flöde fördröjas genom att återskapa svämdynamik och återmeandra utträtade vattendrag. Dessa åtgärder ökar avrinningsområdets vattenmagasinerande förmåga och minskar risken för översvämningar på landskapsskala. I vattendrag bör man ta bort eller anpassa vandringshinder för ökade spridningsmöjligheter. I särskilt känsliga landskap kan vattenanvändningen behöva anpassas vid långvarig torra.
Skydda kustnära våtmarker	Översvämning och erosion av kustnära våtmarker, som ett resultat av stigande hav och intensivare stormar, kan motverkas genom att förbättra och underhålla strandbankar genom sanduppläggnings, samt genom att bevara och återställa strandvegetation som hjälper till att binda marken. Mer långtgående åtgärder kan också innefatta konstgjorda strukturer som rev, barriärer och vallar som minskar vågexponering.

Anpassningsåtgärd	Beskrivning
Låt kustnära våtmarker vandra inåt land	<p>För att säkra arealen kustnära våtmarker i framtiden kan intilliggande mark ställas om för att på sikt kunna ersätta miljöer som förloras på grund av stigande hav.</p> <p>Skogsområden, som förväntas bli påverkade av havsnivåhöjningen och där inte naturvärden kopplat till svämskogar förväntas uppstå, kan avverkas och stubbrytas för att påskynda omställningen till våtmark.</p>
Beskoga översvåmningszoner	<p>Tillfälligt höga vattenflöden i anslutning till vattendrag kan dämpas genom att beskoga översvåmningszoner vilket bromsar upp och ökar upptaget av vatten.</p>
Hantera påverkan på omgivande landskap	<p>Våtmarker ingår i större vattensystem och påverkar och påverkas därför av faktorer utanför själva våtmarken. En restaurering kommer därför nästan oundvikligen beröra omgivande markanvändning.</p> <p>Därför behövs hydrologisk planering för landskapet som bedömer hur restaureringsåtgärder kan komma att påverka andra delar av avrinningsområdet.</p>
Anpassa skogs- och jordbruksåtgärder	<p>För att upprätthålla vattennivån bör beskogade buffertzoner bevaras eller skapas runt myrmarker. Dikning och gödsling liksom omfattande avverkning bör i möjligaste mån undvikas, särskilt uppströms från våtmarken.</p> <p>Risken för körskador från skogsmaskiner förväntas öka i framtiden på grund av mildare väder. Körskador kan leda bort vatten från våtmarken och ska undvikas, och i de fall de ändå uppstår behöver de repareras.</p>
Motverka igenväxning	<p>I dikningspåverkade våtmarker sker igenväxning med buskar och träd. Borttagning av vegetation görs både som en del av våtmarksrestaurering och som en fortlöpande skötselåtgärd för att motverka igenväxning. Ökad vegetationstillväxt kommer ytterligare påskynda igenväxningen och medföra ett ökat behov av röjning i våtmarker utan årlig hävd.</p> <p>Lämpliga metoder är röjning av grövre vegetation som träd och buskar, slåtter (t.ex. i rikkärr) eller bete (t.ex. i strandängar). Vassbränning kan användas inför introduktion av bete.</p>
Motverka övergödning	<p>Ökad näringsbelastning ökar igenväxning och påskyndar även den naturliga successionen av rikkärr till mossar.</p> <p>Skötsel som motverkar igenväxning i form av slåtter, bete och röjning behöver genomföras i större omfattning (se ovan).</p> <p>Degenererade rikkärr i södra Sverige kan behöva mer omfattande restaureringsåtgärder som schaktning av övergödd ytjord för att blottlägga kalklager i marken och återutsättning av växter och djur.</p> <p>Frigörande av näring inom våtmarker motverkas genom att återställa hydrologin och landskapets vattenhållande förmåga (se ovan).</p>

Anpassningsåtgärd	Beskrivning
Förhindra körskador från terrängkörning	<p>Terrängkörning, till exempel med snökoter eller fyrhjuling, leder ofta till skador på mark och växter. Djupa körspår i våtmarker kan bli till diken som leder undan vattnet och gör marken torrare. Barmarkskörning kan också ha negativa effekter på känslig vegetation.</p> <p>Ett varmare och tidvis blötare klimat riskerar att förvärra dessa effekter genom att körningen oftare sker på bar och blöt mark. Därför är det viktigt att se över skoterleders dragningar så att dessa inte går genom våtmarker eller andra miljöer med känslig vegetation, och heller inte i eller intill vattendrag.</p> <p>Det kan också finnas ett behov av hårdare kontroller av olaglig körning i skyddad natur.</p>
Anpassa bete och slåtter	<p>För våtmarker som fuktängar, strandängar och svämängar, där bete/slåtter är lämpligt gäller samma anpassningsbehov och åtgärder som för betesmarker generellt, se avsnitt för betesmarker.</p> <p>Åtgärder för att anpassa betetryck, säsong och hållbara förhållanden för betesdjuren är samma som för betesmarker.</p>

Åtgärder i skog

Ökad nederbörd och kortare tid med tjäle kan leda till ökad stormfällning av gran. Detta, tillsammans med torra och varma somrar, kan öka populationen av granbarkborre och av andra skadegörare och risken för angrepp på torkstressade granbestånd, särskilt i sydöstra Sverige. Gammal tallskog på torrare marker har sällsynta arter som gynnas av sol och brand. Tallen kan komma att klara sig bättre än gran i ett förändrat klimat men kan få ökad konkurrens av lövträd som ek. Ökat viltbete och skadeangrepp kan också påverka tallens föryngring negativt. Ekens utbredning kan öka med högre temperaturer och längre växtsäsong, men det finns risk för utdöende av gamla skyddsvärda träd på grund av igenväxning samt osäkerhet kring spridningen av eksjuka och andra sjukdomar i ett varmare klimat. Generellt förväntas en högre igenväxningstakt av skötselberoende skogar som tall- och lövskogar.

I skogar som är skyddade som biotopskyddsområden eller naturvårdsavtal kan närmare 60 procent av områdena ha ett behov av naturvårdande skötsel (Liljewall & Lundblad, 2021). Skötselbehovet varierar över landet. I de södra delarna av landet har en högre andel av de skyddade områdena skötselbehov jämfört med i de norra delarna av landet. Naturvårdande skötsel gäller både återkommande skötsel, som att återskapa och imitera naturlig störning (brand eller hydrologisk störning) eller hävd (bete, slåtter eller lövtäkt), liksom engångsåtgärder, som att gynna viss föryngring eller att restaurera vattendrag eller hydrologi.

Tabell 6 ger exempel på åtgärder som är viktiga för att bevara biologisk mångfald i olika typer av skogar i ett förändrat klimat.

Tabell 6. Exempel på klimatanpassningsåtgärder som kan vara viktiga för att bevara biologisk mångfald i skogar i ett förändrat klimat.

Anpassningsåtgärd (aktuella skogstyper)	Beskrivning
Gynna blandskog (Friska-bördiga marker i hela landet)	Skogars motståndskraft minskar när de består av ett enda trädslag. Genom att gynna blandskog sprids riskerna för negativa effekter av ett förändrat klimat, som brand, stormfällning och nya sjukdomar och skadegörare.
Hantera ökad brandrisk (Barrskogar på frisk mark med riklig förekomst av ris har en hög risk för kraftiga svårkontrollerade bränder vid torrt och varmt väder)	Brand gynnar många hotade arter och ett torrare klimat med fler bränder kan därför komma att få en positiv effekt på dessa arter. Dock finns det säkerhetsaspekter som gör att brand till viss del måste begränsas och kontrolleras. Alltför kraftiga och beståndsförgörande bränder kan också ha lokalt negativa effekter på biologisk mångfald. Detta kräver en genomtänkt plan för hur brandbekämpning kan balanseras med positiva effekter för biologisk mångfald. Det kan göras genom att planera för i vilka delar branden kan tillåtas sprida sig mer fritt och var den bör bekämpas hårdare. Kontrollerad naturvårdsbränning/markbrand minskar också risken för kraftiga bränder, liksom röjning av buskar och ris.
Öka återvätning för att säkra sumpskogar (Löv- och barrsumpskogar)	Ökad återvätning, till exempel genom igenläggning och pluggning av diken, bevarar sumpskogarna som habitat, men också förekomsten av senvuxna träd som kan förväntas minska i antal med längre tillväxtperioder och ett torrare klimat.
Skapa förstärkningszoner runt skogar i klimatrefugier/mindre känsliga klimatlägen (Fuktiga gransskogar med lövinslag, blandskogar och lövskogar)	Genom att skapa förstärkningszoner runt skogar på nordsluttningar och med en jämn och stabil tillgång på rörligt markvatten kan dessa mer stabila klimatlägen säkras och förstärkas. I dessa miljöer kommer det, även när klimatet blir varmare, gå att finna platser med liknande lokalklimat som idag/tidigare.
Hantera träd som drabbats av sjukdomar och skadegörare	Ökad förekomst av sjukdomar och skadegörare på träd kan både ha negativa och positiva konsekvenser för biologisk mångfald. Döda eller döende träd från sjukdomar eller skadegörare behöver hanteras på ett sätt som är förenligt med områdesbeslutet. I vissa fall kan den resulterande döda veden vara positiv för biologisk mångfald, samtidigt som det är viktigt att träden inte utgör en källa för vidare spridning. Följ aktuella vägledningar för att bestämma hur träd som drabbas av sjukdomar och skadegörare ska hanteras.

Åtgärder för vattendrag, sjöar och hav

Vattentemperaturen i åar, bäckar, dammar, grunda sjöar och havsområden är i hög grad beroende av lufttemperaturen. De flesta vattenlevande arter har begränsad möjlighet att reglera kroppstemperaturen och är därför känsliga för en ökad vattentemperatur. På så vis kommer kallvattensarter att missgynnas medan mer värmeälskande arter ökar som ett svar på ett varmare klimat. Högre temperatur kan också påverka en rad ekologiska, kemiska och

fysiska processer så som ökad produktivitet, ändrad skiktning och brunifiering. Perioden med istäcke på sjöar och hav förväntas också att minska vilket påverkar dessa processer, men ibland också tillgängligheten för besökare och för skötsel. Klimatförändringen kan också leda till ökad nederbörd vilket i sin tur kan ge större mängder sediment och näringsämnen som transporteras från land till akvatiska ekosystem.

Jämfört med terrestra miljöer så är vattenmiljöer än mer påverkade av aktiviteter i landskapet och på en ännu större skala. Klimatförändringar förväntas i hög grad samspela med och förvärra den påverkan som redan finns på dessa ekosystem i form av till exempel övergödning och erosion från jord- och skogsbruk, habitatmodifiering (till exempel avskogade strandzoner, uträtade eller rensade vattendrag) samt störda ekologiska samband. På grund av detta bör klimatanpassningen av akvatiska miljöer fokusera på att minska sådan negativ mänsklig påverkan på en större skala än det enskilda området och kommer alltså att kräva åtgärder över hela landskapet. Sådana storskaliga åtgärder beskrivs inte i detta prioriteringsstöd, men är alltså egentligen viktigare än mindre åtgärder i enskilda områden.

Även om möjligheterna att dämpa effekten av klimatförändringar i vattenmiljöer på lokal skala är begränsade, så finns enstaka åtgärder som går att tillämpa för att anpassa enskilda ekosystem, så som att öka mängden skugga längs vattendrag och små vattensamlingar eller att omprofilera diken och kanaler för att anpassa dessa till förändrade flöden (ökade och minskade). Samtidigt kommer dessa åtgärder att förändra ekosystemens karaktär till den grad att de kanske är mest lämpade att genomföras i degraderade ekosystem utanför skyddade områden, eller endast som en del av en mer omfattande återställning av naturliga förhållanden i skyddade områden.

Tabell 7 ger exempel på åtgärder som är viktiga för att bevara biologisk mångfald i vattendrag, sjöar och hav i ett förändrat klimat.

Tabell 7. Exempel på klimatanpassningsåtgärder som kan vara viktiga för att bevara biologisk mångfald i vattenmiljöer i ett förändrat klimat.

Anpassningsåtgärd	Beskrivning
Öka beskuggning av vattendrag och småvatten	Genom att öka beskuggningen av vattendrag och andra mindre vattenförekomster så kan vattentemperaturen hållas lägre, vilket är avgörande för många akvatiska arter som är känsliga för höga temperaturer. Skuggning kan också minska tillväxten av alger och vattenväxter som kan försämra vattenkvaliteten. Att plantera träd eller annan vegetation kan också hjälpa till att stabilisera strandbankar, vilket kan minska erosion och sedimentavrinning.
Åtgärda spridningshinder, återupprätta akvatiska samband	Liksom för landmiljöer så är välfungerande ekologiska samband en viktig förutsättning i akvatiska miljöer, för arters möjligheter att röra sig fritt och anpassa sig till förändrade miljöförhållanden.
Inför förbud mot båttrafik i känsliga områden	Genom att begränsa båttrafik (samt andra motorfordon) i grunda eller av annan anledning känsliga områden kan påverkan i form av ökad grumling eller störning av bottensediment minskas. Ankring är också en stor källa till grumling, särskilt när det sker på lerbotten. Det är därför lämpligt att förbjuda ankring i sådana känsliga områden,

eller installera förtöjningsbojar för att minska ankring på platser där det är tillåtet.

Inför fiskeförbud

Många akvatiska områden, och inte minst Östersjön, är starkt påverkade av flera samverkande påverkansfaktorer, där övergödning och överfiske har stört näringskedjan på ett sätt som gör att ekosystemets funktion på sikt är hotad. De mest effektfulla åtgärderna finns ofta på en mer övergripande nivå med miljöreglering av jordbruks- och fiskepolitik. Ändå kan generella fiskeförbud i mindre områden bidra till att skydda vissa populationer från överfiske så att dessa får en möjlighet att återhämta sig.

Öka kunskapen om akvatiska värden

Ofta ingår vattenmiljöer i skyddade områden som primärt är utpekade för värden som finns i områdets landmiljöer. Jämfört med landmiljöer så är vattenmiljöer också relativt otillgängliga för människan. Därför är kunskapen om akvatiska värden ofta är lägre än för terrestra värden. Därför kan ett första steg i klimatanpassningen ibland vara att skapa underlag för beslut genom att inventera, och på annat sätt öka kunskapen om, ekologiska värden i vattenmiljöer.

Åtgärder för byggnader och anordningar för friluftslivet

Klimatförändringen kommer också kräva anpassningar av anordningar för friluftslivet och annan infrastruktur som hör till det skyddade området, till exempel vägar, parkeringar och byggnader.

För en del enklare anläggningar, så som leder, eldplatser, dass och andra enklare byggnader, består klimatanpassningen i att ta hänsyn till klimatförändringar vid utbyte eller nyanläggande av befintliga anordningar. Till exempel är det viktigt att ta hänsyn till en framtid med ökad vattenföring och översvämning, liksom stigande havsnivåer, när nya anordningar ska placeras ut.

Ökad nederbörd och fuktighet kommer också att minska livslängden eller öka underhållsbehovet hos många konstruktioner, det gör att underhållsintervallen troligen blir kortare i framtiden jämfört med idag.

Tabell 8 ger exempel på viktiga klimatanpassningsåtgärder vid planering av nya anordningar liksom vid underhåll av befintliga anordningar.

Tabell 8. Exempel på viktiga klimatanpassningsåtgärder vid planering av nya anordningar liksom vid underhåll av befintliga anordningar.

Anpassningsåtgärd	Kommentarer
Underhåll vandringsleder och spänger	Ökad nederbörd och fuktighet kommer påverka livslängden på byggda anordningar, samt stigars och leders hållbarhet. Vid blötare klimat ökar algpåväxt och slitage av trä i spänger, ramper och trappor snabbare och risken för halka ökar. Därför behövs tätare underhåll/byte av träanordningar och ibland en anpassad utformning för att minska halkrisken.

Anpassningsåtgärd	Kommentarer
	<p>Blötare mark är känsligare för skador och slitage. Detta kan motverkas genom att stigar och leder förstärks med till exempel sten och grus, eller att de mest påverkade sträckorna ersätts med spänger eller dras om på torrare mark. Se över behovet av dränering av stigar/leder och behovet av förstärkning av bärlager.</p> <p>Högre vattenstånd och kraftigare variation av vattenstånd kan även påverka broar och bryggor. Anpassad utformning av broar behövs som tar höjd för ökad vattenföring och vattenstånd. Pontonbryggor kan exempelvis vara lämpligare än fasta bryggor.</p>
<p>Anpassa anordningar för att hantera ökad översvämningsrisk</p>	<p>Ett varmare klimat medför mer nederbörd, vilket ökar risken för översvämnningar av sjöar och vattendrag. Detta kan behöva hanteras i skyddade områden genom att tillse att byggnader, parkeringar, leder och andra anordningar för friluftslivet inte påverkas negativt av översvämnings så att tillgängligheten och upplevelsen av naturreservatet inte försämras.</p>
<p>Flytta anordningar och byggnader</p>	<p>Anordningar som berörs av översvämnings eller havsnivåhöjning och börjar bli otillgängliga under perioder behöver i vissa fall flyttas eller ersättas. För anordningar som påverkas av havsnivåhöjningar kan ny placering och förväntad tidpunkt då flytten behöver göras avgöras utifrån förväntad ny kustlinje och högvattenstånd enligt SMHI:s modeller. Detta gäller både byggnader, liksom leder, vägar och parkeringar.</p>
<p>Anpassa nya anordningar</p>	<p>Konstruktion av nya friluftsanordningar ska anpassas med hänsyn till förändrat klimat, inklusive placering och val av material/utformning.</p> <p>Livslängd för trävirke kan förlängas med enkla åtgärder: undvik att ha trävirke mot marken, sätt upp tak av plåt eller aluminium, täck exponerat ändträ mot nederbörd och snedfasa horisontella regler för att undvika stående fukt i träkonstruktioner. Använd ytbehandling vid behov.</p> <p>Grundläggning av stolpar – välj metod och infästningar som ökar stabilitet i marken.</p>
<p>Se över tillgänglighet</p>	<p>Tillfälliga översvämnningar, höga vattenflöden och erosion kan minska stabiliteten av tillgänglighetsanpassade leder.</p> <p>Ökad utbyggnad av till exempel ramper kan behövas för att upprätthålla tillgänglighet.</p>

2.5. Klimatanpassning i biotopskyddsområden och naturvårdsavtal

Förvaltningen av biotopskyddsområden och naturvårdsavtal skiljer sig från naturreservat och nationalparker. Biotopskyddsområden är små, skyddsvärda biotoper som främst Skogsstyrelsen ansvarar för. Dessa beslut är permanenta. Naturvårdsavtal är civilrättsliga avtal mellan markägare och staten (oftast Skogsstyrelsen eller Länsstyrelsen) eller en

kommun, för att bevara naturvärden. Avtalen är tidsbegränsade till som mest 50 år. Staten eller kommunen och markägaren delar ansvaret för att bevara biologisk mångfald inom dessa områden.

Totalt har 19 olika skyddsvärda biotyper identifierats. Biotyper och deras skötselbehov pekas ut i den inventering av biotopskyddsområden och naturvårdsavtal och behov av naturvårdande skötsel som gjorts av Skogsstyrelsen (Liljewall & Lundblad, 2021).

På grund av mängden områden finns ett behov av att peka ut möjliga klimatanpassningsåtgärder gällande dessa biotyper. Det kan både gälla ett ökat behov av att skydda vissa biotoper liksom hur den naturvårdande skötseln kan komma att påverkas av klimatförändringar.

Biotyp och beskrivning	Bedömning av klimatanpassningsbehov
Brandfält – Områden där skog brunnit och där det finns ett påtagligt inslag av levande eller döda trädstammar med tydliga brandskador. Träden har uppnått minst gallringsbara dimensioner före branden.	Inget uppenbart behov av åtgärd.
Lövbrännor – Lövträdsrika områden där lövträden uppkommit genom naturlig föryngring efter brand. Träden har nått en höjd av minst 5 meter.	Inget uppenbart behov av åtgärd.
Äldre naturskogsartade skogar – Äldre skogar som uppkommit genom naturlig föryngring. I områdena har ingen eller endast obetydlig avverkning skett under de senaste 30 åren eller så bedöms områdena ha varit kontinuerligt trädbevuxna i flera trädgenerationer. Där finns ett inslag av mycket gamla träd eller ett påtagligt inslag av död ved.	På sikt kan gran, särskilt på olämpliga ståndorter, missgynnas av bland annat torka i östra Svealand.
Örtrika allundar – Aldominerade, lundartade skogar med ett fältskikt av örtytp. Alen har uppkommit genom naturlig föryngring på friska eller fuktiga marker inom eller i direkt anslutning till områden som bedöms ha varit kontinuerligt bevuxna med al i flera trädgenerationer.	Ökat behov av att restaurera hydrologi för att hålla biotopen fuktig – perspektiv fram mot 2100 ökar lämplighet för klibbal medan gråal förskjuts mot fjällvärlden.
Ravinskoogar – Skogar som uppkommit genom naturlig föryngring i smala, djupt nedskurna dalar med branta och beskuggade sidor, till exempel bäckraviner, klyftdalar och kanjondalar. I områdena finns ofta ett påtagligt inslag av död ved. Där har ingen eller endast obetydlig avverkning skett under de senaste 30 åren eller så bedöms områdena ha varit kontinuerligt trädbevuxna i flera trädgenerationer.	Ökat behov av förstärkningszoner runt dessa klimatrefugier för att säkra deras värden.
Mindre vattendrag och småvatten med omgivande mark – I mindre vattendrag är vattenfåran vid normala flöden vanligen mindre än 10 meter bred. Vattendraget är normalt vattenförande under hela året. Skogsbäckar och mindre åar eller delsträckor av sådana vattendrag är exempel på mindre vattendrag. Småvatten är normalt högst ett hektar stora med en permanent eller periodvis uppträdande vattenyta. Omgivande mark till mindre vattendrag eller småvatten utgörs av dråg, sumpskog eller annat område som är påverkat av närheten till vattnet.	Ökat behov av att skydda strandskoogar som ger skugga åt vattendrag, som svar på högre vattentemperaturer.
Örtrika sumpskoogar – Skogar med ett fältskikt av örtytp där vatten normalt når upp till eller nästan upp till markytan. Skogarna har uppkommit genom naturlig föryngring inom eller i	Ökat behov av att restaurera hydrologi för att hålla biotopen fuktig.

Biototyp och beskrivning	Bedömning av klimatanpassningsbehov
direkt anslutning till områden som bedöms ha varit kontinuerligt trädbevuxna i flera trädgenerationer.	
Äldre sandskogar – Äldre skogar som uppkommit genom naturlig föryngring på sedimentmarker med grus, sand eller mo. I områdena har ingen eller endast obetydlig avverkning skett under de senaste 30 åren eller så bedöms områdena ha varit kontinuerligt trädbevuxna i flera trädgenerationer. Där finns ofta ett inslag av mycket gamla träd.	Ökat behov av naturvårdsbränning, för att undvika intensiva och beståndsförstörande bränder som ett resultat av ökad mängd bränsle i form av tätare ris och buskskikt samt torrare marker.
Äldre betespräglad skog – Tydligt betespräglade skogar med äldre, extensivt nyttjat barr-, löv- eller blandskogsbestånd som uppkommit genom naturlig föryngring. Områdena har under skogens uppväxt och mognad utan längre uppehåll betats åtminstone in på 1960-talet av hästar, nötkreatur, får eller getter.	Ökat behov av hävd för att hindra en ökad igenväxningstakt.
Kalkmarksskogar – Skogar som uppkommit genom naturlig föryngring på kalkrika marker inom områden som bedöms ha varit kontinuerligt trädbevuxna i flera trädgenerationer. Fältskiktet är ofta örtrikt.	Ökat behov av hävd för att hindra en ökad igenväxningstakt.
Rik- och kalkkärr – Kärr vars vegetation är tydligt påverkad av kalkrikt eller annat mineralrikt vatten.	Ökat behov av att restaurera hydrologi för att hålla biotopen fuktig. Ökat behov av hävd för att hindra en ökad igenväxningstakt.
Alkärr – Aldominerade områden där vatten normalt når upp till eller över markytan. Alen har uppkommit genom naturlig föryngring inom eller i direkt anslutning till områden som bedöms ha varit kontinuerligt bevuxna med al i flera trädgenerationer.	Ökat behov av att restaurera hydrologi för att hålla biotopen fuktig.
Hassellundar och hasselrika skogar – Lundar eller skogar med rik förekomst av hassel inom områden som bedöms ha varit kontinuerligt bevuxna med hassel under de senaste 100 åren.	Ökat behov av att ta bort överskuggande vegetation som ett resultat av ökad tillväxt.
Källor med omgivande våtmarker – Områden där grundvatten koncentrerat strömmar ut och skapar våtmarker.	Ökat behov av förstärkningszoner runt dessa klimatrefugier för att säkra deras värden.
Myrholmar – Av myr helt omgivna fastmarksområden med skog som uppkommit genom naturlig föryngring. I områdena har ingen eller endast obetydlig avverkning skett under de senaste 30 åren eller så bedöms områdena ha varit kontinuerligt trädbevuxna i flera trädgenerationer. Där finns ofta ett inslag av mycket gamla träd eller ett påtagligt inslag av död ved.	Ökat behov av att restaurera hydrologi för att hålla biotopen fuktig.
Ras- eller bergbranter – Öppna eller trädbeskuggade ras-, block- eller bergbranter. I trädbeskuggade branter har ingen eller endast obetydlig avverkning skett under de senaste 30 åren eller så bedöms områdena ha varit kontinuerligt trädbevuxna i flera trädgenerationer.	Ökat behov av förstärkningszoner runt klimatrefugier för att säkra deras värden.
Mark med mycket gamla träd – Gran, tall, ek och bok är normalt mycket gamla träd när de uppnått en ålder som är minst dubbelt så hög som lägsta tillåtna ålder för föryngringsavverkning. Övriga trädslag bör normalt ha uppnått en ålder av minst 100 år. Med mark avses här det område som behövs för att bevara träden eller de trädanknutna arter som lever i marken, på träden eller i träden.	Ökat behov av att sköta efterträdare när sjukdomar och svampangrepp ökar dödligheten hos gamla träd.

Biotoptyp och beskrivning	Bedömning av klimatanpassningsbehov
Strand- eller svämskogar – Strand- eller svämskogar har uppkommit genom naturlig föryngring i anslutning till vatten. I områdena har ingen eller endast obetydlig avverkning skett under de senaste 30 åren eller så bedöms områdena ha varit kontinuerligt trädbevuxna i flera trädgenerationer	Ökat behov av att skydda strandskogar som ger skugga och dämpar och buffrar höga vattenflöden.
Strand- eller vattenmiljöer – Strand- eller vattenmiljöer som hyser bestånd av hotade eller missgynnade arter eller som har en väsentlig betydelse för hotade eller missgynnade arters fortlevnad.	Ökat behov av att skydda strandskogar som ger skugga åt vattendrag, som svar på högre vattentemperaturer.

Sett till de olika former av naturvårdande skötsel som utförs i dessa områden kan vissa typer av skötsel komma att bli viktigare att utföra i fler områden, då de har en tydlig funktion för att dämpa effekter av ett förändrat klimat (fetmarkerade i nedanstående punktlista), eller kan i de områden som skötseln utförs behöva göras med tätare intervall i framtiden än idag (kursiverade i nedanstående punktlista). I nedanstående punktlista görs en bedömning kring åtgärder sett till dessa behov (åtgärds-kategorier kommer från (Liljewall & Lundblad, 2021)):

- Naturvårdande skötsel som förväntas bli viktigare för att dämpa effekter av ett förändrat klimat:
 - **Friställa träd eller trädgrupp (ek, följt av asp, tall, björk och sälg)**
 - **Skogsbete**
 - **Naturvårdsbränning**
 - **Gynna föryngring** (till exempel av trädarter som gärna betas av klövvilt, vilka förväntas öka i antal med bibehållen viltförvaltning)
 - **Vårda efterträdare till skyddsvärda träd (även veteranisering av efterträdare i syfte att överbrygga åldersglapp)**
 - **Bevara eller nyskapa bryn**
 - **Öka heterogeniteten**
 - **Restaurera hydrologi**
 - **Skapa nyckelelement, övrigt**
 - **Slåtter**
 - **Kantzoner mot vatten**
 - **Restaurera vattendrag**
- Naturvårdande skötsel som förväntas behöva utföras med tätare intervall i framtiden än idag:
 - *Avveckla trädslag (95 % gran)*
 - *Glesa ur trädskikt (ofta att ta bort gran)*
 - *Röja igenväxning*
 - *Röja buskskikt*
- Naturvårdande skötsel där det inte finns eller är svårt att bedöma om det finns ett tydligt behov av att ändra skötseln på grund av ett förändrat klimat:
 - Öka mängden död ved (bland annat för vitryggig hackspett i Mellansverige)
 - Skapa glänta/luckhugga
 - Avveckla träd i viss ålder
 - Kulturmiljövård
 - Övrig skötsel av träd

- Gynna buskskikt
- Rekreativvärde
- Hamla träd
- Artspecifika skötselåtgärder
- Markåtgärd
- Fält- och bottenskikt

2.6. Prioritering av klimatanpassningsåtgärder

Ibland finns *en* tydlig väg för vilken målsättning som är lämpligast för klimatanpassningen av ett visst bevarandevärde, men en analys kan också leda till fler möjliga åtgärder än vad som är praktiskt möjligt att genomföra, eller där åtgärder har olika målsättning. Då behöver även en prioritering mellan åtgärder göras, som visar vilka åtgärder som har störst potential att vara verkningsfulla och samtidigt är möjliga att genomföra.

Här beskrivs ett exempel på en multikriterieanalys, där åtgärder bedöms och betygsätts efter på förhand uppsatta kriterier som kopplar till åtgärdens effekt, dess multifunktionalitet samt tekniska, sociala och ekonomiska genomförbarhet (Tabell 9). I modellen är kriterierna formulerade som frågor och där svaren ges på en poängskala. I prioriteringssteget sammanställs också grundläggande information om åtgärden och dess sammanhang. Det är viktigt att poängtera att detta endast är ett exempel och att det kan finnas behov att justera, lägga till och ta bort enskilda frågor för att anpassa prioriteringsanalysen till förvaltningens behov.

Tabell 9. Information och utvärderingskriterier för multikriterieanalysen av klimatanpassningsåtgärder som används i modellen. För frågor som ingår i beräkningen av en åtgärds prioritetspoäng anges poängskalan för respektive kriterium i den högra kolumnen.

Kriterium	Skala för poäng i multikriterieanalys
Grundläggande information om åtgärden	
Beskrivning av åtgärden (1–5 meningar)	
Kan åtgärden kopplas till någon av klimatanpassningsstrategierna Motstå, Acceptera eller Lotsa?	
Vilken är den rumsliga skalan på åtgärden?	
Vilka värden berörs av åtgärden?	
Vilka delåtgärder ingår i åtgärden?	
Behöver kunskap tas fram?	
Behövs informationsinsatser?	
När är åtgärden aktuell? Kategoriseras enligt skalan: Nu, Inom 10 år, Inom 10–50 år eller inom mer än 50 år?	
Sammanhang	Skala för poäng i multikriterieanalys

Kriterium	
Sammanfaller åtgärden med lokala, regionala eller nationella program eller aktiviteter?	Nej (0 poäng) Ja (1 poäng)
Krävs tillstånd, samråd, ändrade föreskrifter eller annan försvårande omständighet (till exempel kopplat till rådighet eller legalitet)?	Ja (0 poäng) Nej (1 poäng)
Kräver åtgärden att mark utanför området används (vilket försvårar genomförandet)?	Ja, större mängd mark (0 poäng) Ja, mindre mängd (1 poäng) Nej (2 poäng)
Kan mark utanför reservatet påverkas av åtgärden (till exempel genom översvämning, vilket försvårar genomförandet)?	Ja, åtgärden kan ha stor påverkan på intilliggande mark (0 poäng) Ja, åtgärden kan ha viss påverkan på intilliggande mark (1 poäng) Nej (2 poäng)
Om åtgärden tar mark i anspråk eller riskerar påverka intilliggande mark, finns acceptans eller möjlighet till dialog med markägare?	
Effekt och multifunktionalitet	
Hur effektiv bedöms åtgärden vara i det mest troliga scenariot?	Viss effekt (1 poäng) Påtaglig effekt (2 poäng) Stor effekt (3 poäng)
Gynnar åtgärden ett eller flera i området utpekade värden eller annan biologisk mångfald eller ekosystemfunktion?	Gynnar annan biologisk mångfald/ekosystemfunktion (1 poäng) Gynnar ett enskilt utpekat värde (2 poäng) Gynnar flera utpekade värden (3 poäng)
Är åtgärden robust över flera klimatscenarier eller bara relevant i enstaka scenario?	1 Nej, endast relevant i enstaka scenario (1 poäng) 2 Ja, klimatrobust
Har åtgärden vinster utöver den huvudsakliga effekten, till exempel sociala värden eller ökad kol- eller kväveinlagring?	Nej, inga ytterligare vinster (0 poäng) Ja, ytterligare vinster (1 poäng)
Kan åtgärden innebära negativa effekter på andra utpekade värden i området?	Ja, påtagliga negativa effekter (0 poäng) Ja, vissa negativa effekter (1 poäng) Nej (2 poäng)
Finns en risk för missanpassning, det vill säga oönskade bieffekter som ökar sårbarheten i stället för att minska den (till exempel spridning av sjukdomar eller ökad brandrisk)?	Ja, påtaglig risk för missanpassning (0 poäng) Ja, viss risk för missanpassning (1 poäng) Nej, ingen risk för missanpassning (2 poäng)
Genomförbarhet	

Kriterium	
Finns infrastruktur, teknik och resurser tillgängliga för att genomföra åtgärden?	Resurser saknas helt (0 poäng) Vissa resurser finns tillgängliga (1 poäng) Alla resurser finns tillgängliga (2 poäng)
Finns acceptans för åtgärden lokalt och politiskt?	Nej, åtgärden bedöms mötas med motstånd (0 poäng) Ja, åtgärden bedöms mötas med övervägande acceptans (1 poäng) Ja, åtgärden bedöms ha hög acceptans (2 poäng)
Vilka kostnader medför genomförandet av åtgärden?	Höga kostnader (0 poäng) Måttliga kostnader (1 poäng) Låga kostnader (2 poäng)

Efter att ha samlat information om och betygsatt alla utpekade åtgärder efter kriterierna ovan adderas de enskilda poängen för att ge en total prioritetspoäng för varje åtgärd. Prioritetspoängen är ett verktyg för att jämföra olika åtgärder och stödja beslutsfattande kring en slutlig uppsättning åtgärder. Det finns också en möjlighet att ge enskilda frågor en större vikt i sammanräkningen av poäng genom en viktningsfaktor för varje utvärderingskriterium. Till exempel kan det finnas en önskan om att ge högre poäng till åtgärder som sammanfaller med förvaltningens andra aktiviteter, eller som har fler vinster än för ett enskilt bevarandevärde, till exempel ökad kol- eller kväveinlagring. I dessa fall ökas viktningsfaktorn för respektive kriterium från 1 till ett högre värde, till exempel 1,5 eller 2.

Betygsättningen av kriterier och den resulterande prioritetspoängen ska inte ses som en absolut sanning som bestämmer vilka åtgärder som ska genomföras. I stället ska betygsättningen ses som en viktig övning för projektgruppen att diskutera och använda som ett verktyg inför att fatta beslut. Både åtgärder med högt och lågt rankade åtgärder kan därför väljas ut för implementering, men lågt rankade åtgärder förväntas ha en tydlig motivering till varför projektgruppen valde att ändå prioritera dessa.

Ibland kan bedömningarna i en multikriterieanalys behöva ta stöd i rapporter och annan vetenskaplig litteratur, expertutlåtanden, workshops, offentliga undersökningar och beställning av ytterligare studier för att bedöma specifika alternativ. Det är också möjligt att tilldela betyg för olika kriterier baserat på välgrundade antaganden hos de personer som utför analysen när tillgänglig information är begränsad.

3. Genomför och följ upp utförda åtgärder

Planeringen inför och själva genomförandet av olika typer av åtgärder i naturmiljöer är något som länsstyrelserna har stor erfarenhet av. Därför bör genomförandet huvudsakligen kunna skötas inom befintliga förvaltnings-strukturer och metoder gällande planering, utförande och dokumentation av åtgärder. Modellen för klimatanpassning innehåller därför inte någon vägledning för det praktiska genomförandet av klimatanpassningen.

Även om länsstyrelserna ofta genomför åtgärder i skyddad natur, är metodisk övervakning och uppföljning av resultatet av åtgärder två ofta förbisedda aktiviteter i förvaltningen av skyddad natur. Övervakning och uppföljning prioriteras bort av olika anledningar.

Även om uppföljning av åtgärder alltid är viktigt, så är det särskilt viktigt för klimatanpassningsåtgärder. Osäkerheten kring klimatförändringar och effekter i naturen, liksom kring effektiviteten av olika åtgärder, är stor. Därför behövs övervakning och uppföljning för att öka förståelsen för effekterna av ett förändrat klimat, samt för att utvärdera om anpassningsåtgärder har avsedd effekt. Genom att följa upp effekterna är det också möjligt att göra större eller mindre förändringar i åtgärderna om så behövs.

Uppföljning av klimatanpassningsåtgärder behöver, liksom all annan uppföljning och utvärdering av resultat från insatser, göras med specifika och mätbara indikatorer som kopplar till den förväntade effekten av åtgärden.

3.1. Resultat är prestationer, utfall och effekter

Att mäta resultatet av en enskild åtgärd, eller av en större insats med flera olika åtgärder, går att göra på flera nivåer. Här är det viktigt att förtydliga begreppen prestationer, utfall och långsiktiga effekter. Dessa begrepp motsvarar olika nivåer som uppföljning och utvärdering kan göras på.

Den enklaste nivån av utvärdering är att följa upp prestationer. Det säger dock inte något om dessa prestationers betydelse för att nå uppsatta mål. Utvärdering av utfall och långsiktiga effekter har större möjlighet att bidra med värdefull information om åtgärdernas faktiska bidrag till måluppfyllnad, men kräver också mer i form av planering och genomförande av utvärderingen, inklusive insamling av ekologiska data i fält.

De tre nivåerna presenteras kortfattat här:

Prestationer

Prestationer är de aktiviteter och insatser som är resultatet av en åtgärd eller ett projekt. Det kan innefatta både fysiska åtgärder i naturen, liksom genomförandet av utredningar eller olika informations-, utbildnings och samrådsinsatser. Indikatorer för prestationer kan mätas i storlekar som area, antal eller kostnader, samt ibland också insatsen eller insatsernas kvalitet eller ändamålsenlighet. Dessa indikatorer är alltså ofta baserade på kvantitativ information som redan finns eller som är lätt att sammanställa. På så vis är

prestationsbaserade resultatmått lämpliga för att följa upp i vilken grad klimatanpassningen följer en uppsatt plan och svarar på frågan: "Gör vi det vi har sagt att vi ska göra?"

Utfall

Om uppföljning av prestationer svarar på om förvaltningen utför de planerade åtgärderna så besvarar uppföljning av utfall och långsiktiga effekter på frågan om resultatet av de utförda åtgärderna har. Medan utfall avser de omedelbara och kortsiktiga resultatet som prestationerna leder till så är långsiktiga effekter de bredare förändringarna som uppstår som ett resultat av prestationerna och deras utfall.

En uppföljning av utfallet av en klimatanpassningsåtgärd kan baseras på mätningar både före (baslinjemätningar) och efter åtgärdens genomförande, och bör i bästa fall ta hänsyn till vad som hade skett i avsaknad av åtgärden, det *kontrafaktiska utfallet*. Ett kontrafaktiskt utfall kan erhållas genom att utföra mätningar både i det eller de områden där en åtgärd genomförs och i andra liknande miljöer som inte åtgärdas. För att kunna samla in baslinjedata behöver de ekologiska indikatorer som ska mätas fastläggas och mätas redan innan åtgärden genomförs. Efterföljande mätningar bör genomföras vid bestämda tidsintervall efter att åtgärden har utförts där samma indikatorer mäts vid samma tid på året och med samma metod för att erhålla jämförbara indikatorvärden. Uppföljning av utfall kan också användas för att föreslå eventuella justeringar eller ytterligare åtgärder.

Långsiktiga effekter

För att utvärdera långsiktiga effekter krävs en mer djuplodande analys och upprepad uppföljning av utfallet. Utöver mätningarna som krävs för att utvärdera utfallet behöver analysen också ta hänsyn till andra störfaktorer (ibland också kallat confounders eller förväxlingsfaktorer) som kan leda till felaktiga slutsatser gällande orsakssamband, då en observerad effekt i stället beror på andra faktorer än den eller de faktorer som man faktiskt är intresserad av att studera. En analys av effekt handlar alltså om att styrka att det är åtgärden, och inte andra faktorer, som lett till observerade tillstånd eller förändringar. Dessa faktorer, som utvärderingen behöver tas hänsyn till för att med säkerhet kunna uttala sig om effekter, kan till exempel gälla förändringar i markanvändning i landskapet och andra faktorer som också påverkar lokala förhållanden eller arters populationsnivåer. Här finns möjligheten att upprätta samarbeten med universitet för att studera effekten av åtgärder, eller att Naturvårdsverket samordnar en effektutvärdering av klimatanpassningsåtgärder i flera områden över Sveriges geografi.

3.2. Exempel på indikatorer för uppföljning av klimatförändringar och av klimatanpassningsåtgärder

I detta avsnitt ges exempel på indikatorer för uppföljning av klimatförändringar och av klimatanpassningsåtgärder. Om målet med klimatanpassningen är att motstå negativa effekter av klimatförändringar, eller uttryckligen avser övervakning av effekter av ett förändrat klimat, kan en första utgångspunkt för lämpliga indikatorer ofta finnas i de bevarandemål som finns uppsatta för ett område. Det går också att finna stöd kring vad som är viktigt att följa upp och hur det ska göras i Naturvårdsverkets riktlinjer för uppföljning av skyddade områden

(Haglund, 2010), samt metoder och arbetssätt som sammanfattas i uppföljningsmanualer för olika naturtyper (se <https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/miljoovervakning/uppfoljning-i-skyddade-omraden/>).

Om målet med anpassningen i stället är att ställa om natur, eller avser åtgärder på en större skala, kan nya indikatorer behövas. De möjliga indikatorer som tas upp här nedan kan utgöra ett diskussionsstöd i urvalet av indikatorer.

3.2.1 Arter

Regelbundna uppföljningar av arter kan hjälpa till att identifiera trender och visa hur ekosystem påverkas av klimatförändringar och peka ut möjliga hot. Här kan uppföljning av artsammansättning eller enskilda arters förekomst och antal användas för att förstå hur förändringar i klimat påverkar till exempel nordliga respektive sydliga arter, eller enstaka särskilt bevarandevärda arter. Ibland kan sammanställning och analys av historiska data användas som baslinje i analyser av förändringar. Exempel på indikatorer för arter är:

- Populationer – Uppskattad populationsstorlek för olika arter och artgrupper.
- Förekomster – Tidigare dokumenterade artförekomster, Tillkommande förekomster av för området nya arter.
- Artrikedom – Antal arter, artdiversitet av relevanta artgrupper, typiska artsamhällen.
- Invasiva arter – Förekomster av invasiva främmande arter i skyddade områden.

3.2.2 Habitatstruktur och kvalitet

Uppföljning av förändringar i habitatstruktur och kvalitet kan användas för att följa upp förlust av vissa habitattyper eller försämring av ekosystemtjänster. Ibland kan satellitbilder och GIS-analyser användas för att kartlägga vissa mer storskaliga förändringar i habitatstruktur- och kvalitet. Exempel på indikatorer är:

- Trädslagssammansättning – Stamtäthet för olika trädslag, lövandel, nya trädslag.
- Gamla träd – Tillstånd, vitalitet, angrepp, skötselbehov.
- Död ved – Mängd och variation (typ, trädslag, nedbrytningsstadium) av död ved.
- Vegetationsstrukturer – Upprätthållande av karaktäristisk vegetationsstruktur, till exempel i betesmarker, myrmarker eller skog.
- Luckor – Luckighet i skog- och buskmarksbiotoper, igenväxning, förtätning.
- Hydrologi i våtmarker – Förekomst av hydromorfologiska strukturer som strängar och flarkar.

3.2.3 Landskap

Utöver de direkta förutsättningarna i ett område påverkas den biologiska mångfalden i hög grad också av det omgivande landskapet. Landskapet påverkar också arters möjligheter att sprida sig till nya lämpliga områden när klimatet förändras. Här kan indikatorer på landskapsnivå ge viktig information om hur villkoren för olika arter ser ut sett till deras möjligheter till spridning. Exempel på sådana landskaps-indikatorer är:

- Spridning av arter – Förändringar i arters förekomster, nya förekomster som dyker upp utanför kända populationer, Etablering av önskade arter när nya habitat skapas/restaureras, etablering av oönskade arter.
- Konnektivitet – Mängden och configurationen av biotoper, till exempel skog, betesmarker i landskapet (inom och utanför naturreservatet), avståndet mellan habitattytor i förhållande till fokusarternas spridningförmåga
- Heterogenitet – Variation av biotyper (yta, rumslig konfiguration).

3.2.4 Mark

Förändringar i faktorer som markfuktighet, uttorkning, skador (stormskador, brand, insekter) och erosion som svar på klimatförändringar påverkar biologisk mångfald genom att förändra livsmiljöerna och resurserna som arterna är beroende av. Eftersom påverkan på arter ofta sker genom förändringar i dessa abiotiska faktorer kan dessa ibland ge tydliga indikationer på klimatpåverkan. Exempel på indikatorer är:

- Markfuktighet – Förekomst av fuktighetskrävande vegetation, skattat djup ner till grundvattenytans nivå.
- Uttorkning – Tecken på uttorkning i mark, skador på växtlighet.
- Skador (vind, brand, insekter) – Förekomst av vindfällda träd, skador på friluftsanordningar, angrepp av insekter och patogener (till exempel svamp) i skog.
- Erosion – Markskador, slitage, vattensskador. Erosion kan också påverka vattenkvaliteten och tillgången på vatten för djur och växter.

3.2.5 Vatten

Förändrad tillgång på vatten kan påverka biologisk mångfald och vattenstatus på flera sätt i ett förändrat klimat. Både minskad och ökad tillgång på vatten kan påverka växters och djurs överlevnad genom exempelvis uttorkning och översvämning. Stigande havsnivåer innebär att tillgången på befintliga livsmiljöer minskar. Även vattenkvaliteten kan försämrans av en ökad avrinning och i sin tur påverka vattenlevande arter negativt. Högre vattentemperaturer kan vara negativt för många kallvattensarter som riskerar att försvinna om vattentemperaturen stiger. Exempel på indikatorer är:

- Hydrologisk regim – Förändringar i flöden eller fördelning av vatten inom området/landskapet.
- Strukturer i vatten – Död ved, sandbäddar, stenblock, skuggande vegetation.
- Vattenytanivå – Förändringar i vattennivå, stigande havsnivåer.
- Kemisk status – Förändringar i vattendrags kemiska status.
- Ekologisk status – Förändringar i växtlighet, grumlighet, fiskebestånd, förekomst av algblooming.
- Vattentemperatur – Ökad vattentemperatur påverkar kallvattensarter.

3.2.6 Fenologiska förändringar

Studier av när olika naturliga händelser inträffar, till exempel tidpunkter för bladsprickning och blomning eller fågelmigration, och hur tidpunkten ändras med klimatet kan vara viktigt för

att förstå hur tidsstyrda åtgärder, som fågelskyddsområden eller slätter, kan anpassas. Utöver observationer i ett område kan information från medbogarforskningsprojektet Naturens kalender ge värdefulla data om förändringar i fenologi.

4. Fallstudie Sandemar

Sandemars naturreservat i Stockholms län ingick som ett av de tre områden där modellen testades. De huvudsakliga resultaten sett till de naturvärden som prioriterades för att ingå i riskanalysen, de klimatrisker och klimatanpassningsåtgärder på lokal skala som identifierades och prioriterades genom detta är sammanställt i Tabell 10. Mer detaljerad information om bedömningar och val som gjorts finns i den Excel-fil som fylldes i under arbetsprocessen, och som finns som bilaga till denna rapport. I denna fil finns också information om klimatanpassning av anordningar för friluftslivet där det fågeltorn som är placerat i skötselområde B5, strandäng, riskerar att tillfälligt eller helt hamna i vatten. Detta bör inte bli ett problem innan år 2100, men eftersom ett nytt fågeltorn planeras så bör placeringen av detta anpassas för att ta hänsyn till den framtida havsnivån.

Framtida klimatförändringar i området

Temperaturen i Stockholms län väntas öka med +3 °C enligt RCP4,5, och +5 °C enligt RCP8,5. Klimatscenerierna visar tydligt att vegetationsperioden blir längre i och med detta. Fram mot slutet av århundrandet visar RCP4,5 på en ökning med cirka 60 dagar. Temperaturen i scenario RCP8,5 är lite varmare än RCP4,5 under våren och hösten och detta syns tydligt på vegetationsperioden. Mellan de två scenarierna skiljer det ungefär 40 dagar, det vill säga RCP8,5 ger en ökning på omkring 100 dagar till slutet av seklet. Detta scenario betyder att vegetationsperioden mot slutet av seklet kommer täcka in mer än fyra femtedelar av året. I Stockholms län kan vegetationsperioden i framtiden börja redan i februari. Årsmedelnedbörden kommer att öka i Stockholms län. Ökningen är störst i RCP8,5, upp mot 30 % till slutet av seklet, medan RCP4,5 har en ökning på knappt 20 procent. Störst ökning kommer att ske under vinter och vår. Risken för kraftig nederbörd, som skyfall, kan öka med så mycket som 30 procent. Tillgången på vatten förväntas öka under vintern medan de höga temperaturerna under sommaren kan leda till torka. Sandemar är ett kustnära naturreservat och stigande havsnivåer kommer få effekter framför allt på områdets landmiljöer. Den stigande havsnivån märks redan nu. Enligt IPCC var den genomsnittliga havsnivåhöjningen 3,7 mm per år för perioden 2006–2018. I Stockholm är den årliga landhöjningen drygt 5 mm, vilket innebär att den relativa havsnivån fortfarande sjunker här. Detta förhållande bedöms enligt SMHI råda fram till ca år 2050, varefter den årliga havsnivåhöjningen förväntas vara större än landhöjningen.

Klimatrelaterad påverkan i området

Stigande havsnivåer innebär att delar av havsstrandängarna kommer att hamna under vatten. Det innebär en förlust av naturtypens area i reservatet. Stigande havsnivåer innebär att rikkärren i sin helhet kommer att hamna under vatten. Det innebär en förlust av hela omfattningen av naturtypen i reservatet. Stigande havsnivåer innebär att fågeltornet i skötselområde B5 tillfälligt eller helt kan hamna i vatten. Stigande havsnivåer innebär att stigar och eldplatser i reservatets västra del tillfälligt eller helt hamnar i vatten. Ökad tillväxt i gräsmarker över året ger ett ökat behov av hävd över året. Samtidigt kan det uppstå perioder med låg tillväxt på sommaren då en risk för överbete i stället föreligger.

Tabell 10. De naturtyper som ingår i Sandemars naturreservat, Stockholms län, samt bedömda klimatrisker och utpekade klimatanpassningsåtgärder. Förkortningar inom parenteser för klimatrisker avser bedömd påverkansgrad och sannolikhet enligt kriterier i Tabell 2 och Tabell 3. L, låg; M, måttlig; H, hög; MH, mycket hög påverkansgrad respektive sannolikhet. De allvarligaste riskerna och anpassningsåtgärderna enligt denna riskbedömning och prioritering av åtgärder är fetmarkerade i tabellen.

Ingående naturtyper (EU-kod)	Grupp (särskilda ingående arter)	Klimatrisker (Påverkansgrad/Sannolikhet)†	Utpekade klimatanpassningsåtgärder (när åtgärden bör påbörjas)
Sandbankar (1110)*	Marina miljöer	<ul style="list-style-type: none"> Ökad grumling och överväxt (M/H) 	<ul style="list-style-type: none"> Inventera marina värden (Nu) Begränsa motortrafik inom grunda områden (Inom 10 år)
Stora vikar och sund (1160)* Rev (1170)*	Marina miljöer	<ul style="list-style-type: none"> Ökad grumling och överväxt (M/H) 	<ul style="list-style-type: none"> Gör GIS-analys av stigande hav (Nu) Utred möjlighet att utöka strandängsmiljöer inåt land (Inom 10–50 år; utmanande att genomföra enligt prioriteringsanalys) Tidigarelägg fågelskyddsperioden (Inom 10 år) Bekämpning av mink (Nu)
Strandängar vid Östersjön (1630)*	Strandängar (brushane, grönbena)	<ul style="list-style-type: none"> Förlust av livsmiljö från stigande hav (H/H) Förändrad fenologi hos fåglar (M/H) 	<ul style="list-style-type: none"> Gör GIS-analys av stigande hav (Nu) Utred möjlighet att utöka strandängsmiljöer inåt land (Inom 10–50 år; utmanande att genomföra enligt prioriteringsanalys) Tidigarelägg fågelskyddsperioden (Inom 10 år) Bekämpning av mink (Nu)
Strandängar vid Östersjön (1630)*	Alla fodermarker	<ul style="list-style-type: none"> Förändrad tillväxt (M/MH) Påverkan på betesdjur (M/H) Försvårad virkestransport vid trädgallring på grund av minskad tjälperiod (L/MH) 	<ul style="list-style-type: none"> Anpassa betesbeläggning och betessystem (Nu) Säkerställ djurhälsa (Inom 10–50 år) Använd arbetshäst vid skogliga åtgärder för att minska markskador (Nu)
Silikatgräsmarker (6270)*	Alla fodermarker	<ul style="list-style-type: none"> Försvårad virkestransport vid trädgallring på grund av minskad tjälperiod (L/MH) 	<ul style="list-style-type: none"> Säkerställ djurhälsa (Inom 10–50 år) Använd arbetshäst vid skogliga åtgärder för att minska markskador (Nu)
Fuktängar (6410)*	Alla fodermarker	<ul style="list-style-type: none"> Försvårad virkestransport vid trädgallring på grund av minskad tjälperiod (L/MH) 	<ul style="list-style-type: none"> Säkerställ djurhälsa (Inom 10–50 år) Använd arbetshäst vid skogliga åtgärder för att minska markskador (Nu)
Trädklädd betesmark (9070)*	Alla fodermarker	<ul style="list-style-type: none"> Försvårad virkestransport vid trädgallring på grund av minskad tjälperiod (L/MH) 	<ul style="list-style-type: none"> Säkerställ djurhälsa (Inom 10–50 år) Använd arbetshäst vid skogliga åtgärder för att minska markskador (Nu)
Rikkärr (7230)*	Rikkärr (smalgrynsnäcka, gulyxne)	<ul style="list-style-type: none"> Förlust av livsmiljö från stigande hav (MH/H) Förändrad tillväxt och uttorkning (H/H) 	<ul style="list-style-type: none"> Utred möjlighet att utöka rikkärr inåt land (Inom 10 år)

Ingående naturtyper (EU-kod)	Grupp (särskilda ingående arter)	Klimatrisker (Påverkansgrad/Sannolikhet)†	Utpekade klimatanpassningsåtgärder (när åtgärden bör påbörjas)
Naturskog (barrskog)	Inte prioriterad för vidare analys		
Fuktlövskog	Inte prioriterad för vidare analys		
Åkermark	Inte prioriterad för vidare analys		

* Prioriterad för vidare analys

†Utöver specifika klimatrisker utgör en **ökad etablering av främmande arter en allvarlig klimatrisk (H/H)**. I betesmarkerna kan strandkotula vara en hög risk sett till en förändrad vattenföring och ökad översvämning av de strandnära gräsmarkerna. Systematisk övervakning av främmande arter är därför viktigt i hela området, men särskilt i strandängarna. Åtgärden bör genomföras nu.

5. Fallstudie Horns kungsgård

Horns kungsgård på Öland i Kalmar län ingick som ett av de tre områden där modellen testades. De huvudsakliga resultaten sett till de naturvärden som prioriterades för att ingå i riskanalysen, de klimatrisker och klimatanpassningsåtgärder på lokal skala som identifierades och prioriterades genom detta är sammanställt i Tabell 11. Mer detaljerad information om bedömningar och val som gjorts finns i den Excel-fil som fylldes i under arbetsprocessen, och som finns som bilaga till denna rapport.

I denna fil finns också information kring klimatanpassning av anordningar för friluftslivet där det fågeltorn som är placerat i skötselområde B5, strandäng, riskerar att tillfälligt eller helt hamna i vatten. Detta bör inte bli ett problem innan år 2100, men eftersom ett nytt fågeltorn planeras så bör placeringen av detta anpassas för att ta hänsyn till den framtida havsnivån.

Framtida klimatförändringar i området

Temperaturen i Kalmar län väntas öka med +3 °C enligt RCP4,5, och +5 °C enligt RCP8,5. Klimatscenerierna visar tydligt att vegetationsperioden blir längre i och med detta. Fram mot slutet av århundrandet visar RCP4,5 på en ökning med cirka 60 dagar. Temperaturen i scenario RCP8,5 är lite varmare än RCP4,5 under våren och hösten och detta syns tydligt på vegetationsperioden. Mellan de två scenerierna skiljer det ungefär 40 dagar, det vill säga RCP8,5 ger en ökning på omkring 100 dagar till slutet av seklet. Detta scenario betyder att vegetationsperioden mot slutet av seklet kommer täcka in mer än fyra femtedelar av året. I Kalmar län kan vegetationsperioden i framtiden börja redan i februari. Årsmedelnedbörden kommer att öka i Kalmar län. Ökningen är störst i RCP8,5, upp mot 30 % till slutet av seklet, medan RCP4,5 har en ökning på knappt 20 procent. Störst ökning kommer att ske under vinter och vår, men nederbörden förväntas öka under alla årstider. Risken för kraftig nederbörd, som skyfall, kan öka med så mycket som 30 procent.

Klimatrelaterad påverkan i området

Tillgången på vatten förväntas öka under vintern. Däremot kommer en tidigare växtsäsong, utebliven vårflod och höga temperaturer under sommaren förvänta leda till ökad marktorka samt torka i mindre vattenmagasin. Horns kungsgård är ett kustnära naturreservat med flera olika naturtyper. Klimatförändringar i reservatet kommer framförallt märkas genom längre vegetationsperioder med ökad risk för igenväxning samt ett ökat behov av hävd över året. Torka kommer bli allt vanligare och mer frekvent återkommande torka, ökning av invasiva arter. Ett varmare klimat ökar också stressen för många arter på olika sätt. Många hotade arter i reservatet är knutna till äldre lövträd och då framför allt ek. För flera lövträd medför stressen att de blir mer mottagliga för svampsjukdomar samt erosion. Strandlinjen längs reservatet består till större delen av erosionskänslig klintkust. Stigande havsnivåer innebär ökade erosionsrisker för delar av kusten där havsstrandängarna kommer att hamna under vatten.

Tabell 11. De naturtyper som ingår i Horns kungsgård, Kalmar län, samt bedömda klimatrisker och utpekade klimatanpassningsåtgärder. Förkortningar inom parenteser för klimatrisker avser bedömd påverkansgrad och sannolikhet enligt kriterier i Tabell 2 och Tabell 3. L, låg; M, måttlig; H, hög; MH, mycket hög påverkansgrad respektive sannolikhet. De allvarligaste riskerna och anpassningsåtgärderna enligt denna riskbedömning och prioritering av åtgärder är fetmarkerade i tabellen.

Ingående naturtyper (EU-kod)	Grupp (särskilda ingående arter)	Klimatrisker (Påverkansgrad/Sannolikhet)†	Utpekade klimatanpassningsåtgärder (när åtgärden bör påbörjas)
Alvar (6280)*			
Kalkgräsmark (6210)*			
Fuktängar (6410)*	Fodermarker	<ul style="list-style-type: none"> • Förändrad tillväxt (M/MH) • Påverkan på betesdjur (M/H) 	<ul style="list-style-type: none"> • Anpassa betesbeläggning, betessystem och slåtter (Inom 10 år) • Säkerställ djurhälsa (Inom 10–50 år) • Bekämpning av mink (Nu)
Slätterängar i låglandet (6510)*			
Trädklädd betesmark (9070)*			
Kransalgsjöar*	Hornsjön	<ul style="list-style-type: none"> • Ökad näringstransport från omkringliggande mark (M/H) • Ökad brunifiering (M/H) 	<ul style="list-style-type: none"> • Skapa vegetationsbård runt sjön för att samla upp näring under vinterperioden (Inom 10–50 år)
Rev (1170)*	Marina miljöer	<ul style="list-style-type: none"> • Ökad grumling och överväxt (M/H) 	<ul style="list-style-type: none"> • Inventera marina värden (Inom 10 år) • Begränsa motortrafik inom grunda områden (Inom 10 år)
Lövängar (6530)*			
Nordlig ädellövskog (9020)*	Trädklädda miljöer	<ul style="list-style-type: none"> • Ökad risk för svampsjukdomar på lövträd (H/MH) • Försvårad virkestransport vid trädgallring på grund av minskad tjälperiod (M/H) 	<ul style="list-style-type: none"> • Övervaka och friställ naturvärdesträd (Nu) • Tätare röjningsinsatser av vedartade växter (Inom 10 år) • Använd arbetshäst vid skogliga åtgärder för att minska markskador (Inom 10–50 år)
Trädklädd betesmark (9070)*			
Rikkärr (7230)*	Blöta miljöer		

Ingående naturtyper (EU-kod)	Grupp (särskilda ingående arter)	Klimatrisker (Påverkansgrad/Sannolikhet)†	Utpekade klimatanpassningsåtgärder (när åtgärden bör påbörjas)
Agkärr (7210)*		<ul style="list-style-type: none"> Förändrad tillväxt och uttorkning (H/H) 	<ul style="list-style-type: none"> Utöka andelen hävdade kärr genom att röja ytor med igenväxt rik- och agkärr (Inom 10 år) Tätare röjning av kärr (Inom 10 år)
Öppna mossar och kärr (7140)*			
Sten och grusvallar (1220)*	Kustnära miljöer	<ul style="list-style-type: none"> Ökad erosionsrisk och habitatförlust (H/H) 	<ul style="list-style-type: none"> Övervaka klintkusten och säkerheten längs kustvägen (Nu) Gör GIS-analys av stigande hav (Nu)
Kalkgräsmark (6210)*			
Icke Natura-naturtyper			
Åkermark	Inte prioriterad för vidare analys		

* Prioriterad för vidare analys

†Utöver specifika klimatrisker utgör en **ökad etablering av främmande arter en viktig klimatrisk (H/H)**. Övervakning av främmande arter är därför viktigt i hela området, men där ett särskilt behov föreligger i områdets rikkärr och marina miljöer.

6. Slutsatser

Denna rapport presenterar en modell för val och prioritering av klimatanpassningsåtgärder för förvaltningen av skyddade områden. En viktig utgångspunkt i uppdraget har varit att åtgärder som ingår i klimatanpassningen av förvaltningen i möjligaste mån inte ska påverka mark utanför de skyddade områdena. Detta beror på den höga risken för intressekonflikter när åtgärder som utförs i ett område får negativa effekter på intilliggande markanvändning eller tar ytterligare mark i anspråk. Detta komplicerar förvaltningsarbetet och kan i många fall leda till att åtgärderna inte är möjliga att genomföra. På så vis förenklas anpassningsarbetet enligt denna modell genom att minimera åtgärder där förvaltningen behöver samverka med markägare för att erhålla ytterligare rådighet på angränsande mark. Detta kan i många fall vara en fördel sett till den stora mängd skyddade områden som existerar och behovet att hantera dessa inom en rimlig tid. Samtidigt innebär denna inskränkning av åtgärdernas omfattning att möjligheten att upprätthålla eller förbättra bevarandestatusen, åtminstone för många arter och naturtyper, är sämre jämfört med om denna begränsning inte fanns.

Därför är det viktigt att trycka på behovet av att, i än högre grad, skydda ytterligare värdefulla områden i syfte att både öka den totala mängden av skyddsvärda naturtyper och artförekomster och att säkra och förbättra ekologiska spridningssamband i den mån det är möjligt, samt att begränsa negativa effekter av storskaliga påverkansfaktorer kopplade till näringar som jord- och skogsbruk samt yrkesfiske. Även om detta ligger utanför den direkta förvaltningen av befintliga skyddade områden är detta troligtvis, och som tidigare nämnt, viktigare för att bevara och stärka skyddsvärd biologisk mångfald in i framtiden, jämfört med en anpassning av befintlig förvaltning. Det kan till och med vara så att klimatanpassningsarbetet av skyddade områden blir ineffektivt utan att sådana ytterligare större insatser på landskapsskala genomdrivs. Här finns möjligheter att åtminstone inledningsvis ställa om produktionsformer för att gynna biologisk mångfald och klimatanpassning på statligt ägd jordbruks- och skogsmark som inte är formellt skyddad och som idag brukas på ett ur naturvårdssynpunkt ohållbart sätt.

Även om modellen och åtgärderna har tagits fram genom att arbeta med tre exempelområden i olika län är det möjligt att utföra flera av stegen i modellen på en högre geografisk nivå, där naturtyper och arter behandlas och analyseras avseende klimatrisker och utpekande av möjliga åtgärder på exempelvis länsnivå. Detta kan också underlätta samverkan med experter eller intresseföreningar. I den mån det finns ett behov av att ytterligare engagera markägare och arrendatorer kan detta göras mot bakgrund av en redan utförd analys.

Sett till multikriterieanalysen, som syftar till att tillskriva olika prioriteringspoäng till åtgärder, finns en viss farhåga i arbetsgruppen att poängsättningen var alltför godtycklig och subjektiv. Därför riskerar bedömningarna, och därmed prioriteringen av åtgärder, att variera mellan olika personer som utför prioriteringen och också mellan länsstyrelser om verktyget skulle implementeras i dess nuvarande form. Om en sådan kvantitativ prioritering ska vara användbar och robust kan det därför finnas ett behov av att förenkla och utforma mer detaljerade definitioner av olika nivåer, vilket ökar möjligheten att bedömningarna blir likvärdiga mellan personer. Det kan annars vara en idé att se frågekategorier/teman och

ingående frågor som ett diskussionsunderlag för respektive länsstyrelse i en mer kvalitativ prioritering av åtgärder.

Trots dessa begränsningar tror vi att den framställda modellen ändå fyller några av de luckor som finns kring hur de myndigheter som förvaltar statligt ägd natur ska klimatanpassa denna förvaltning på ett enhetligt och systematiskt sätt, så att förordningen (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete i högre grad kan efterlevas.

Referenser

- Coudurier m.fl. (2023). Natur'Adapt climate change adaptation process – A methodological guide to developing a vulnerability and opportunities assessment and an adaptation plan for a protected area (adapted version for European distribution). LIFE Natur'Adapt – Réserves Naturelles de France. 68 p.
- Haglund, A. (2010). *Uppföljning av skyddade områden i Sverige: riktlinjer för uppföljning av friluftsliv, naturtyper och arter på områdesnivå*. Stockholm: Naturvårdsverket. ISBN 978-91-620-6379-5.
- Josefsson, J., Widenfalk, L., Widenfalk, O., Roos, S. & Campbell, C. (2023). Klimatanpassning av skyddad natur - Metodutveckling för svensk förvaltning baserat på fallstudier från Västmanlands, Norrbottens, Södermanlands och Kalmar län.
- Liljewall, E. & Lundblad, J. (2021). *Behov av naturvårdande skötsel i skogar med biotopskydd och naturvårdsavtal*. Skogsstyrelsen. (2021/5).
- Naturvårdsverket (2021). *Naturbaserade lösningar: ett verktyg för klimatanpassning och andra samhällsutmaningar*. Stockholm: Naturvårdsverket. ISBN 978-91-620-7016-8.
- Wittwer, T., Hickler, T., Lennartsson, T., Jakobson, J., Blank, S., Helldin, J.-O., Löf, M., Nyström, P., Ottvall, R. & Öckinger, E. (2010). *Klimatförändringars effekt på den biologiska mångfalden i odlingslandskapets gräsmarker.pdf*. Jordbruksverket. (2010:29).