

Bilageförteckning B

Vägverkets rapport till Klimat- och sårbarhets- utredningen – gruppen transporter

Vägverket **Bilaga B 1**

Klimat- och sårbarhetsutredningen – Påverkan på järnvägssystemet

Banverket **Bilaga B 2**

Underlag för Klimat- och sårbarhetsutredningen (M 2005:03) om sjöfartssektorn

Sjöfartsverket **Bilaga B 3**

Redovisning av sårbarhetsanalys inom flygsektorn

Luftfartsverket och Luftfartsstyrelsen **Bilaga B 4**

Elektronisk kommunikation – Tele- och datakommunikationssystem

**Möjlig påverkan av förändrade klimat- och väderbetingelser i ett
längre perspektiv**

Post- och telestyrelsen **Bilaga B 5**

Rapport för Klimat- och sårbarhetsutredningen från Teracom AB – Radio- och TV-distribution

Teracom AB **Bilaga B 6**

Konsekvenser för Svenska Kraftnäts anläggningar p.g.a. klimatförändringar

Svenska Kraftnät **Bilaga B 7**

**Klimat- och sårbarhetsutredningen, elförsörjning
i Sverige**

Svensk Energi.....Bilaga B 8

Klimatet och dammsäkerheten i Sverige

Arbetsgruppen om dammsäkerhet Bilaga B 9

**Höga flöden i Umeälven i ett framtida förändrat
klimat – rapport till Elforsk och Klimat- och
sårbarhetsutredningen**

SMHI.....Bilaga B 10

**Analys av värme- och kylbehov för bygg- och
fastighetssektorn i Sverige**

IVL Svenska Miljöinstitutet Bilaga B 11

Fjärrvärme

Svensk Fjärrvärme AB.....Bilaga B 12

Dricksvattenförsörjning i förändrat klimat**– Sårbarheter för klimatförändringar och extremväder,
samt behov av anpassning och anpassningskostnader**

Arbetsgruppen för dricksvatten Bilaga B 13

**Översiktlig sårbarhetsanalys för översvämning, skred,
ras och erosion i bebyggd miljö i ett framtida klimat**Arbetsgruppen för översvämning, ras, skred och
kusterosion Bilaga B 14**Inventering av kommunernas hantering av över-
svämning, ras och skred****Inom den kommunala planeringsprocessen**

Inregia AB Bilaga B 15

Klimatförändringarnas inverkan på allmänna avlopps-system – Problembeskrivning, kostnader och åtgärdsförslag	
Arbetsgruppen för va-system	Bilaga B 16

Byggnader i förändrat klimat	
Bebyggelsens sårbarhet för klimatförändringar och extrema väder exkluderat översämningar, ras och skred samt dagvatten	
Boverket	Bilaga B 17

Svenskt skogsbruk möter klimatförändringar	
Skogsstyrelsen	Bilaga B 18

Effekter av ett förändrat klimat på skogen och implikationer för skogsbruket	
Institutionen för Sydsvensk skogsvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet, Alnarp, Arbetsrapport 34	Bilaga B 19

Klimatförändringarnas inverkan på drivning och logistik i skogsbruket	
Skogforsk	Bilaga B 20

Vegetationsbrand 2020, 2050 och 2080	
Räddningsverket med stöd av SMHI och SLU	Bilaga B 21

Omvärldsanalyser och skogsnäringens utveckling. Skogsnäringens utveckling – strukturomvandling, rationalisering, internationell konkurrens, efterfrågan på olika skogsprodukter inklusive bio-bränslen (2020 med utblick mot 2050 och 2080)	
Skogsindustrierna	Bilaga B 22

Modellering av vegetationsförskjutningar i Sverige under framtida klimatscenarier	
Lunds universitet, Centrum för geobiosfärsvetenskap, Institutionen för naturgeografi och ekosystemanalys	Bilaga B 23

**Bedömningar av klimatförändringars effekter på
växtproduktion inom jordbruket i Sverige**

Sveriges Lantbruksuniversitet **Bilaga B 24**

**Klimatförändringarnas påverkan på markavvattning
och bevattning**

Jordbruksverket..... **Bilaga B 25**

Klimat effekter på svenskt fiske

Fiskeriverket..... **Bilaga B 26**

Rennäringen

Klimat- och sårbarhetsutredningen **Bilaga B 27**

Naturbaserad turism och klimatförändring

ETOUR **Bilaga B 28**

Öland – Turism, algblomning och klimatförändring

**En fallstudie av 3 klimatscenariers ekonomiska
effekter på turismen till Öland på 2020-talet**

Resurs AB..... **Bilaga B 29**

Biologisk mångfald och klimatförändringar

Vad vet vi? Vad behöver vi veta? Vad kan vi göra?

Centrum för Biologisk Mångfald **Bilaga B 30**

Klimatförändringar och resiliens

– Underlagsrapport till Klimat- och sårbarhetsutredningen

Environmental Change Institute, Oxford University Centre
for the Environment

Beijerinstitutet för ekologisk ekonomi, Kungliga

Vetenskapsakademien

centrum för tvärvetenskaplig miljöforskning (CTHM),

Stockholms universitet

Institutionen för Systemekologi, Stockholms universitet

Stockholm Resilience Centre, Stockholms universitet **Bilaga B 31**

Klimatförändringars påverkan på ytvattenkvalitetenSveriges Lantbruksuniversitet..... **Bilaga B 32****Klimat effekter på Östersjön – resultat från ett seminarium**Naturvårdsverket och Klimat- och sårbarhets-
utredningen **Bilaga B 33****Hälsoeffekter av en klimatförändring i Sverige****En nationell utvärdering av hälsokonsekvenser hos
människa och djur. Risker, anpassningsbehov och
kostnader**Arbetsgruppen för hälsa..... **Bilaga B 34****Anpassningsåtgärder i andra länder**Klimat- och sårbarhetsutredningen..... **Bilaga B 35**

Naturbaserad turism och klimatförändring

ETOUR

Underlagsrapport utarbetad för Klimat- och sårbarhetsutredningen,
maj 2007

Innehåll

Förord.....	5
Inledning	6
Turism och klimat i ett internationellt perspektiv.....	7
Turism och klimat i ett Svenskt perspektiv.....	16
Klimataspekter anno 2007	18
Svensk vinterturism i ett 100-årigt perspektiv.....	20
Sammanfattning och diskussion	23
Referenser	30

Förord

Föreliggande rapport är resultatet av ett uppdrag mellan Klimat- och Sårbarhetsutredningen (Miljödepartementet) och ETOUR (Mittuniversitetet). Uppdraget omfattar en analys av ett urval internationella studier relevanta för området naturbaserad turism relaterat till svenska förhållanden och de förändringar av klimatet som tecknas i det A 2 scenario (ECHAM) som utredningens arbete omfattar. Uppdraget avser vidare främst hur förutsättningarna för snöberoende turistaktiviteter och det rörliga friluftslivet kan komma att förändras utmed den svenska fjällkedjan fram till 2100 samt att diskutera möjliga åtgärder för att underlätta en anpassning av verksamheten till ett förändrat klimat. Att identifiera forskningsbehov och informationsbehov avseende svensk fjällturism har också ingått i uppdraget, liksom att arrangera en workshop i Östersund 2007-04-16 med syfte informera näringens intressenter och diskutera samt identifiera relevanta forskningsfrågor.

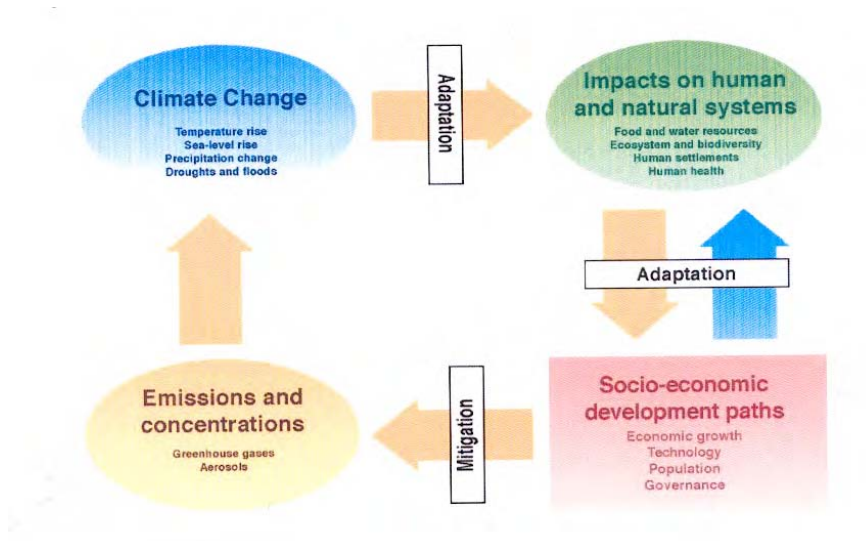
ETOUR 16 maj 2007

Bosse Bodén
Forskningsledare

Inledning

Globalt har klimatfrågan uppmärksamats allt mer under det senaste decenniet. Bland ett ökat antal böcker i ämnet kan nämnas Tim Flannerys bestseller *The Weather Makers* (2001) och George Monbiots bok *Heat: How to Stop the Planet Burning* (2006). Det ökade intresse för den globala uppvärmningen avspeglas också i filmer som den f d amerikanske vice presidenten Al Gores film ”An Inconceivable Truth” (2006). Klimatfrågan har under senare tid genom olika regeringsutredningar fått en ökad politisk tyngd, t ex genom *Stern Review on the Economics of Climate Change* (2006-10-30). Under Nairobimötet hösten 2007 (UNFCCC) underströk FN:s generalsekreterare Kofi Annan ”the health, food security and water risks associated with climate change /and the/ President of the Swiss Confederation, supported an international carbon tax on individuals and businesses, based on the "polluter pays" principle”.¹ Teman som för övrigt tycks bli allt mer frekventa i offentliga media i form av nyheter, debattprogram och dokumentärfilmer. Behovet av att vidta åtgärder för att anpassa det moderna samhället till ett varmare och blötare klimat (adaptation) och att minska behovet av anpassning genom åtgärder som reducerar utsläppet av växthusgaser (mitigation) framträder som en ”röd tråd” i den offentliga debatten.

¹ (<http://www.iisd.ca/climate/cop12/>)

Figur1 Klimatförändringens effekter i ett systemperspektiv

Källa: Report Expert Meeting on AM-SD (2005 p. 4).

Turism och klimat i ett internationellt perspektiv

Michel Hall har påpekat att endast konturerna har börjat framträda av den globala klimatförändringen och dess effekter på turisters preferenser och beslutsfattande, säsongsmönster och destinationers utbud av aktiviteter.² Dessa konturer vittnar om att såväl de globala migrationsmönstren som turisters val av resmål kommer att påverkas, liksom existerande investeringsstrategier och utslagningen av och framväxten av nya turistdestinationer. Hall framhåller även att det turistiska systemet är ett öppet och komplext system samt att förändringar i klimatet samspelar med andra förändringar av ekonomisk, teknisk, politisk, sociala och kulturell art. Dessa förändringar påverkar både systemets efterfråge- och utbudssida eller m. a. o. 1) miljön på turisternas hemort, 2) de geografiska område och fysiska faciliteter som krävs för att resa och 3) resurs-

² Hall, M (2005) s.13f.

basen på turistdestinationen, vilken reseanledningen baseras på. (fig 2)

Inom turismens område har klimatfrågan uppmärksamats allt mer. Under 2000-talets första fem år har över tvåhundra vetenskapliga publikationer skrivits jämfört med ett hundratal under 1990-talet och ett drygt 30-tal under 1980-talet.³ I flera av dessa studier framhålls att turistnäringens intressenter (stakeholders) inte har agerat med den kraft som en förändring av klimatet motiverar, vilket bl. a. förklaras med hänvisning till den komplexitet som kännetecknar klimatfrågan och det turistiska systemet. Dessa studier visar att klimatet i allmänhet betraktas som en "day to day" faktor och att den är underordnad andra mer angelägna faktorer.⁴ Åtgärder som har genomförts avser uteslutande anpassningsåtgärder (adaptation), d v s åtgärder som inte primärt syftar till att minska utsläppet av växthusgaser (mitigation). Denna anpassning är vidare många gånger svåra att skilja från åtgärder som motiveras av en anpassning till normala klimatvariationer.⁵ Den globala uppvärmningens effekter på turismområdet har uppmärksamats både i mer generella termer⁶ och utifrån olika delområden; alpin skidturism,⁷ sand-, sol- och badturism⁸ och turistflöden samt turisters val av resmål.⁹ Den förväntade omfördelningen av flöden i tid och rum bedöms bl.a. gynna sommarturismen i norra Europa, inklusive Östersjöregionen.

³ Scott., Jones och McBoyle (2006).

⁴ Viner (2006) och Amelung och Viner (2006).

⁵ Rummukainen., m.fl. (2005:2).

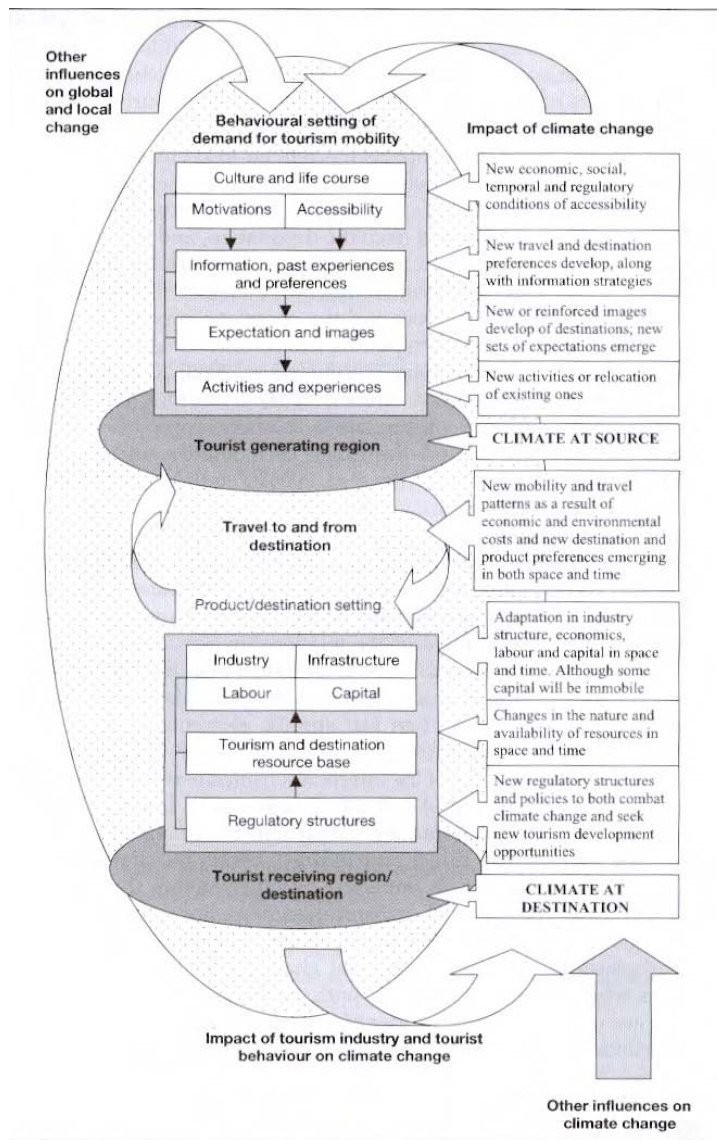
⁶ Becken. och Patterson (2006).

⁷ Gössling och Hall (2006).

⁸ Perry (2006). Se även Amelung och Viner (2006).

⁹ Amelung, Nicholls och Viner (2007).

Figur 2 Det turistiska systemet och klimatförändringens påverkan efter Hall (2005)



Analogt med detta bör klimatförändringens negativa effekter för vinterturismen i alperna i ett kortsiktigt perspektiv även kunna stärka svensk vinterturism. Ett förändrat klimat bedöms vidare kräva nya strategier för management som beaktar väderbaserad infrastruktur design, planering för att fatta beslut under osäkra förhållanden, promotion och marknadsföring, förmåga att sälja ”dåligt väder” och flexibilitet kopplad till servicekvalité.¹⁰ När det gäller graden av flexibilitet och anpassningsbarhet visar Perry (2006) att denna är högre bland turister jämfört med reseoperatörer, vilka i sin tur är flexiblare än turistnäringens producenter.

Under senare år har ett flertal studier publicerats om klimat och turism baserade på olika scenarion fram till 2100. Exempel på sådana studier med relevans för svenska förhållanden är den finländska studien *Nature-based tourism, outdoor recreation and adaptation to climate change* (2005)¹¹, den kanadensiska studien *Climate Change & Seasonality in Canadian Outdoor Recreation and Tourism* (2006)¹², liksom OECD-rapporten *Climate Change in the European Alps* (2007).¹³ Resultaten från dessa tre studier visar samfällt att ett varmare klimat leder till betydande förändringar i utbudet av aktiviteter och i aktivitets- och resemönster. Villkoren för sommaraktiviteter som bad, camping, vandring och golf bedöms generellt förbättras genom att säsongen blir längre medan aktiviteter baserade på natursnö bedöms möta de största svårigheterna, d v s längdskidåkning och snöskoteråkning. Avseende alpin skidåkning bedöms de negativa effekterna på kort sikt till stor del kunna motverkas genom tillverkning av snö, vilket dock inte förhindrar att vissa skidområden i mer låglänta och/eller sydliga områden kommer att slås ut. Dessa tre studier bekräftar vidare att de anpassningsåtgärder som vidtagits uteslutande har varit reaktiva och att aktörernas strategier saknar ett mer långsiktigt perspektiv. Även en ambivalent inställning skönjs bland aktörerna genom att de ofta misstror information om klimatfrågan och tonar ned konsekvenserna av denna samtidigt som de legitimerar sina strategival med hänvisning till denna information. Ytterligare en gemensam slutsats är att valet av adaptionstrategier inte kan ses isolerade från andra förändringar som påverkar det turistiska systemet, t.ex.

¹⁰ Dewar, K (2006).

¹¹ Sievänen m.fl. (2005).

¹² Scott och Jones (2006).

¹³ Agrawala (2007).

marknads- och konkurrensvillkor, institutionella regelverk och socioekonomiska förändringar.

De scenarion som tecknas i den *finländska studien* omfattar både klimatvariabler och variabler av demografisk och socioekonomiska art. Förändringar i människors rekreativsmönster bör enligt studien betraktas utifrån både ett kortsiktigt och ett långsiktigt perspektiv beaktande att människors preferenser förändras gradvis. En förskjutning av preferenserna kan vidare förväntas i riktning mot mindre väderberoende aktiviteter, mer avlägsna resmål och en ökad vilja att investera i högteknologiska produkter. Andra iakttagelser som görs är att socioekonomiska variabler både kan förstärka och motverka klimatförändringens effekter avseende olika turistiska aktiviteter, liksom att anpassningsåtgärder kan leda till negativa konsekvenser och ett minskat intresse. Köbildning och spänningar mellan olika grupper av besökare kan t.ex. uppstå vid längdskidåkning i spår av tillverkad snö utomhus eller ”inomhus” (tunnlar) och den konstgjorda miljön kan även förblekna i jämförelse med naturmiljön. En annan aspekt som uppmärksammas i studien är att utövare av alpin skidåkning har en högre betalningsvilja och vana att resa längre sträckor för att utöva sin aktivitet jämfört med flertalet längdskidåkare och skoteråkare. I ett mer långsiktigt perspektiv framhålls dock att minskad snötillgång generellt leder till ett minskat antal utövare av vintersportaktiviteter, liksom att klimatförändringar som ökar turistströmmarna kan leda till problem. En varmare sommarsäsong kan t.ex. bidra till ökad algblomning och försämrad vattenkvalité på vissa turistorter medan andra mer lyckligt lottade destinationer drabbas av överbeläggning, köbildning, vattenbrist och trängsel.

Den *kanadensiska studien* avser naturbaserade rekreativaktiviteter i delstaterna Ontario och Quebec. Fram till mitten av 2000-talet bedöms skidsäsongens längd vid delstaternas olika skidområden minska med mellan 4 och 46 procent. Det allvarligaste hotet är enligt studien kombinationen av kortare skidsäsonger och ökade kostnaderna för att tillverka snö, vilket kan leda till bristande lönsamhet och nedläggning av vissa skidområden. Den framtid som tecknas för snöskoteråkning är generellt betydligt mörkare. Skälen som anges är aktivitetens beroende av natursnö samt att kortare säsonger minskar utövarnas vilja att investera i snöskotrar. En substitution av snöskotrar mot ”fyrhjulingar” kräver vidare omfattande anpassningsåtgärder, som investeringar i nya ledssystem och managementstrukturer samt nya regelsystem. Samtliga sommar-

aktiviteter (golf, strandaktiviteter och camping) gynnas enligt studien av ett varmare klimat genom att säsongen förlängs. För att denna fördel ska kunna utnyttjas optimalt är bedömningen att det kräver dels att de kommersiella intressena beaktar hur klimatförändringen påverkar konkurrenssituationen regionalt, nationellt och internationellt, dels att ökade behov av konstbevattning, parasit och insektsproblem samt "caring capacity" problem beaktas. Med andra ord kräver en framgångsrik anpassning att management strategierna anpassas till nya förutsättningar.

Studien framhåller dock att det är osäkert om en förlängning av sommarsäsongen kombinerat med anpassningsåtgärder inom vinterturismen ekonomiskt uppväger nackdelen av en förkortad skidsäsong. En indikation om att den totala effekten för turistnäringen kan vara negativ ger en studie av den schweiziska kantonen Bernese Oberland (Muller & Weber 2007).¹⁴ Kantonens förutsättningar bedöms som goda då den kännetecknas av en exceptionell stark sommarturism och tillgång till högalpina skidområden. Studien visar att ett koncept baserat på året runt turism och anpassningsåtgärder beräknas resultera i förlorade intäkter motsvarande 4 % av den beräknade vinsten eller EUR 43 miljoner, vilket kan jämföras med EUR 74 miljoner eller 7 % om inte några anpassningsåtgärder vidtas. Beaktas enbart vintersäsongen uppgår motsvarande procenttal till 22 % och 30 %. Den kanadensiska studien framhåller vidare behovet av ytterligare kunskap om hur sårbara olika utomhusaktiviteter är för klimatförändringen och att denna kunskap relateras till kommersiell bärkraft och aktörernas roll i det turistiska produktionssystemet. Avsaknaden bedöms även vara stor av systematiserad kunskap om hur existerande anpassningsstrategier förmår att hantera de extrema säsonger, liksom om samspelet mellan klimat och andra sociala, ekonomiska och miljömässiga faktorer.

OECD-studien (2007) visar att en höjning av temperaturen med 2 grader alternativt 4 grader i alpländerna leder till en minskning av antalet snösäkra skidområden med drygt 30 % respektive 75 %. Mot bakgrund av att skidområdena totalt motsvarar 87 % av den europeiska ytan för alpina skidåkning innebär minskningen att villkoren för alpin vinterturism inte bara förändras i alpländerna utan i hela Europa.¹⁵

¹⁴ Muller och Weber (2007).

¹⁵ Enbart den transportrelaterade omsättningen (liftar och bergbanor) uppskattas till EUR 2 900 miljoner och antalet skiddagar uppgår till 160 miljoner (2003/04).

Tabell 1 **Existerande och framtida tillgång till snösäkra skidområden i Alperna**

Country	Number of ski areas	Snow-reliable under current conditions	+1 °C	+2 °C	+4 °C
Austria	228	199	153	115	47
Switzerland	164	159	142	129	78
Germany	39	27	11	5	1
France	148	143	123	96	55
Italy	87	81	71	59	21
Total	666	609	500	404	202

K: Agrawala (2007) s. 32.

Studiens fokus är inriktat mot olika tekniska och beteendemässiga anpassningsåtgärder och dess begränsningar och synergieffekter. De tekniska åtgärder som nämns är anpassning av skidpister genom schaktning och avverkning, förflyttning av pister till norrläge och högre höjder, glacierskidåkning och tillverkning av snö. Avseende begränsningar och synergier uppmärksammas bl.a. att vissa av åtgärderna kan påverka sommarturismen negativt genom att biodiversiteten kan komma att minska, miljön förfulas och risken för erosion öka. Andra begränsningar som nämns är turisternas preferenser för sydliga pister (sol), höga kostnader för pister på hög höjd, ökade risk för laviner och dåligt väder samt motstånd från bevararintressen. Främst framhålls dock de höga kostnaderna för investeringar relaterade till tillverkning av snö. Kostnaderna ökar med stigande temperatur och tillverkning vid temperaturer överstigande -2 grader kräver additiv, vilket leder till signifikant högre kostnader.¹⁶ Med stigande temperaturer och ökade kostnader bedöms utslagningen av skidområden i lågt belägna områden och mindre och medelstora skidanläggningar öka. De ökade kostnaderna förklaras bl. a. av ökad energianvändning och vattenkonsumtion som i sin tur leder till ökade utsläpp av växthusgaser och en minskad vattentillgång. Tillsatser av additiv kan vidare enligt studien vara förenat med negativa miljöeffekter.

¹⁶ Produktionskostnad per kvadratmeter snö anges i rapporten till mellan 1 och 5 euro.

Tabell 2 Resursåtgång vid tillverkning av snö vid olika temperaturer i Garmish-Partenkirchen

	-4 °C	-7 °C	-10 °C
Snow capacity per snow gun	23 m ³ /h	34 m ³ /h	45 m ³ /h
Water use per snow gun	11 m ³ /h	15 m ³ /h	18 m ³ /h
Operation time	120 h	81 h	61 h
Total water consumption	5 261 m ³	4 853 m ³	4 400 m

Source: Adapted from (Pröbstl, 2006).

Muller & Weber (2007) framhåller att kostnaderna för olika anpassningsåtgärder riskerar att driva upp priset och resultera i en minskad efterfrågan, liksom att en reduktion av priset för att öka volymen leder till att utrymmet för investeringar minskar samtidigt som behovet av anpassningsåtgärder ökar över tid. För att omvandla detta dilemma till ett lösbart problem krävs enligt författarna även åtgärder i samhället som minskar utsläppen av växthusgaser (mitigationåtgärder), t.ex. miljövänligare transportalternativ, minskad energikonsumtion och utsläppsrätter.

I OECD-studien uppmärksammas även beteendemässiga anpassningsåtgärder, såsom säsongsanpassning, finansiella instrument (väderderivat och försäkringar) och marknadsföringsåtgärder. Även samarbeten och konglomerat, diversifiering av vinterprodukten, året runt turism och avveckling av skidområden nämns som exempel på sådana åtgärder, vilka liksom de tidigare tekniska anpassningsåtgärderna bedöms ha ett flertal begränsningar och synergieffekter.

- En förkortning av säsongen med en bibehållen eller ökad volym gäster kan endast nå framgång om strategin överensstämmer med turisternas preferenser.
- Finansiering av olika anpassningsåtgärder skapar ofta spänningar mellan olika intressenter på en destination. Ska fler än ägarna till skidområdena (liftsystemen) betala för de merkostnader som ett allt varmare klimat innebär mot bakgrund av att den primära reseanledningen vintertid är alpin skidåkning? Ska offentliga medel anslås för att subventionera kostnaderna och hur ställer sig privata finansiärer (riskkapital) till att finansiera olika anpassningsåtgärder?

- Kortare säsonger ökar risken för spänningar och konflikter mellan företrädare för skilda verksamheter och intjänandeför-måga. Ett ökat utbud av aktiviteter året ökar risken för att det dels uppstår markkonflikter mellan företrädare för turist-näringsen och andra näringar, dels skapas en än mer sårbar näringsstruktur på längre sikt. En satsning på sommarturism kan även begränsas av att områdets attraktionskraft har minskat på grund av avsaknaden av glaciäraktiviteter och snöklädda toppar.
- Aktörer med alpin skidåkning som sin kärnprodukt uppfattar vanligtvis att en diversifiering av vinterprodukten tillför deras kärnprodukt ett mervärde men att det i ringa utsträckning ökar deras intäkter. En sådan diversifiering riskerar att betraktas som något som motverkar en allokering av destinationens resur-serna mot alpin skidåkning, d v s undergräver den primära rese-anledningen och destinationens "vinstgenerator".

Behovet att försäkra sig mot "gröna vintrar" ökar och därmed kost-naderna, vilket bl.a. medfört att större aktörer i USA har upphört att teckna denna typ av försäkringar. Möjligheterna att bedriva handel med väderderivat begränsas av stora lokala och regionala skillnader när det gäller tillgången till snö, vilket skapar små och svåröverblickbara marknader.

I OECD-studien understryks även att turistområdenas förutsättningar att anpassa sig till och aktivt agera på förändringar i omvärlden skiljer sig åt, liksom att en förändring i klimatet både förstärker strukturella förändringar och utgör en katalysator för desamma. Därmed ställs enligt studien två frågor av politisk art i förgrunden. För det första, hur ska det politiska systemet förhålla sig till att dessa förändringar till stor del är marknadsstyrda, d v s hur ska likartade villkor för marknadens aktörer kunna upprätt-hållas? För det andra, hur ska det politiska systemet ska förhålla sig till vissa turistområden utan egen förskyllan hamnar på "förlo-rarnas" sida på grund av att klimatet förändras. Ska åtgärder vidtas eller ska problemen överlämnas till marknadskrafterna och om åtgärder vidtas ska agerandet syfta till att bevara status quo så länge som möjligt eller inriktas mot klimatscenarionas verklighet?

Turism och klimat i ett Svenskt perspektiv

Naturbaserad vinter- och sommarturism

Det saknas i stort svenska studier där långsiktiga klimatförändringar kopplas samman med det turistiska systemet och hur dess aktörer anpassar sig till och aktivt agerar på dessa förändringar. Ett undantag är dock rapporten *Anpassning till klimatförändringar* (SMHI), vilken översiktligt beskriver hur olika aktörer inom ett tiotal nationella verksamhetsområden (varav turism är ett) bedömer de insatser som skett inom respektive område.¹⁷ Rapportens övergripande slutsats visar att svenska myndigheter och företag, bransch- och intresseorganisationer samt forskningsfinansiärer har genomfört få konkreta anpassningsåtgärder, liksom att de efterfrågar mer kunskap och detaljerade konsekvensstudier anpassade till deras verksamhetsområden. Ytterligare ett undantag är en fallstudie av Edberg om klimatförändringens effekter på turistnäringen i Åre fram till 2030.¹⁸ I denna studie framhålls bl. a. att skidsäsongen fram till 2039 kan komma att minska med upp till 5 veckor, vilket inte bedöms medföra några större förändringar för Åre som turistdestination. Istället framhålls mot bakgrund av att andra destinationer i Europa drabbas hårdare av klimatförändringen att Åre i ett 30-års perspektiv kan vara en "vinnare". Kunskapen bland aktörerna om klimatförändringens effekter på global nivå bedömdes vidare vara god samtidigt som det konstateras att denna medvetenhet inte hade omsatts i konkret handling för att motverka orsakerna till att klimatet förändras (mitigation).

Klimatscenarier för perioden fram till 2100 visar att medeltemperaturen och nederbörden i Sverige kan komma att stiga med omkring fyra grader respektive 20 %. Förändringen mot ett varmare och blötare klimat styrks även av studier baserade på faktiska data över temperatur och nederbörd under perioden 1990–2005. Av studien *Klimat i förändring* (SMHI 2006) framgår att medeltemperaturen i genomsnitt har ökat med nära en grad (statistiskt signifikant) och nederbörden med 7 % jämfört med perioden 1960–1990. För svensk turism innebär det att säsongen successivt kommer att förlängas för sommaraktiviteter respektive förkortas för vinteraktiviteter och att regionala och årstidsbundna säsongsmönster kan komma att förändras. I fjällkedjan kommer

¹⁷ Rummukainen m.fl. (2005).

¹⁸ Edberg, O (2006).

somrarna att bli allt blötare jämfört med kustområdena från Strömstad i väst till Stockholms skärgård.¹⁹ Sommarturismen i dessa områden kommer m.a.o. att klimatologiskt gynnas av att dels säsongen förlängs, dels fler inhemska turister väljer att förlägga sin sommarsemester i dessa ”torra” områden. Mot bakgrund av att höstarna i fjällkedjan tycks bli torrare och somrarna blötare kan även frågan ställas om det snarare är hösten än sommaren som har den största framtida potentialen att utvecklas som ett turistiskt komplement till vintersäsongen.

De framtida utmaningarna som sommarturismens och vinterturismens aktörer har att möta kan skönjas inom ramen för de naturliga klimatvariationerna och samspelet mellan dessa och andra faktorer av ekonomisk, teknisk kulturell och social art. Turistnäringens aktörer möter ökade krav på ett diversifierat utbud oberoende av säsong. Vid sidan av de faciliteter, servicetjänster och anpassningsåtgärder som krävs för att tillfredsställa turisternas krav utifrån deras primära reseanledning ökar kraven på andra komplementära aktiviteter/upplevelser eller mervärden. Motiven för en destination att erbjuda sådana mervärden handlar dels om att anpassa sig till att turisternas preferenser förändras, dels att kunna erbjuda alternativ till den primära reseanledning om extrema vädersituationer förhindrar genomförandet av aktiviteter kopplade till denna anledning.

Till skillnad från vinterturismen i Sverige gynnas sommarturismen generellt av ett förändrat klimat. Förutom att de stora sommardestinationerna gynnas av en förlängd säsong och torrare somrar jämfört med stora delar av övriga landet kan ett mer ökenlikt klimat i länderna kring Medelhavet innebära ökade turistströmmar sommartid till Östersjöområdet. Utifrån ett risk- och sårbarhetsperspektiv och beaktande de finska och kanadensiska studierna återfinns sannolikt de största utmaningarna för svensk sommarturism inom management kopplat till expansion och flaskhalsproblem, vattenkvalité och ”caring capacity” problem. Utmaningarna för svensk vinterturism framstår dock som allvarligare, så till vida att flera skidområden i södra och mellersta norrland hotas av nedläggning inom en 50-årsperiod. Ytterligare en aspekt som vinterturismens aktörer har att förhålla sig till är att klimatet även

¹⁹ Data för perioden 1990–2005 visar att nederbörden för områdena utmed kusten mellan Kalmar och Nynäshamn ligger inom intervallet 110–120, liksom norra Öland och Gotland (index för perioden 1969–90 = 100). Övriga kustområden återfinns inom intervallet 100–110 jämfört med norrlans 110–140 (undantaget Riksgränsfjällen 100–110).

förändras i de regioner som genererar turism. Hur påverkas resandet till fjällen under påsk av att golfbanor, fritidshus, segelbåtar och andra av hemortens rekreationsaktiviteter kommer att hamna i presumtiva turisters fokus långt tidigare än idag? Förutom att ett förändrat klimat och kortare säsonger skapar en osäkerhet omkring påskens högsäsongsvveckor är situationen densamma för dessa veckor under jul och nyår. Även effekterna *på längre sikt* av att tillgången till snö och skidåkning inte är ett naturligt inslag på turisternas hemorter kommer sannolikt att negativt påverka volymen av presumtiva turister, liksom att "gröna vintrar" utanför pisternas snötäcke kan komma att bli ett inslag under semesterv-eckan.

Klimataspekter anno 2007²⁰

En i stort sett optimistisk bild av den naturbaserade turismens möjligheter att anpassa sig till ett förändrat klimat kännetecknade de intressenter från turistnäringen som deltog på en av miljödepartementet och ETOUR workshop i Östersund den 16 april 2007. Inställningen och förhållningssättet till snöberoende aktiviteter, inklusive alpin skidturism, var dock mer frågande och negativ för tidsperioden efter 2050. Intresset från näringens sida var framför allt inriktat mot anpassningsåtgärder och möjligheter som framträder på kort sikt. Hotbilden på längre sikt tonades ned, liksom behovet av mitigationåtgärder. Samtliga arbetsgrupper (alpin vinterturism, sommarturism och annan vinterturism) delade uppfattningen att en förändring av klimatet samverkar med andra faktorer och att det kräver insatser från näringens sida både i marknads- och i producentledet för att konkurrenskraften ska kunna bevaras eller stärkas. Av centralt intresse för att näringen ska kunna anpassa sig till och agera på signaler från marknaden framhölls behovet av ökad kunskap och forskning om reseströmmar, preferensförändringar och marknadsföring.

Frånsett behovet av ett mer diversifierat utbud av produkter och ökade kunskaper om management var de frågor som diskuterades med anknytning till producentledet mer grupp-specifika. Inom gruppen alpin skidturism diskuterades framför allt tekniska frågor

²⁰Avsnittet baseras på en diskussion mellan näringens intressenter i samband med en workshop om turism och klimat arrangerad av miljödepartementet och ETOUR i Östersund 2007-04-16.

kopplade till effektivare och rationellare lösningar för att tillverka snö samt energipriser, förnyelsebara energikällor och möjligheten att locka europeiska skidturister till Sverige. Även året-runt-turism diskuterades, liksom behovet av sommaraktiviteter med en kritisk massa (volymmässigt) som ger produkten förutsättningar att fylla rollen som komplementär samhällsbärande produkt till alpin skidåkning. Andra frågor som uppmärksammades var att näringen saknar möjlighet att likt andra areella näringar erhålla statligt ekonomiskt stöd när kritiska väderförhållanden hotar branschens lönsamhet. Mot denna bakgrund restes krav om att ett "turismkonto" bör införas i enlighet med existerande skogskonton och ersättningar till jordbruket och rennärningen. Krav restes även om att turism måste jämföras med andra näringar avseende skatten på energi, och vidare uppmärksammades att de ortsspecifika skillnaderna mellan olika destinationer är stora. Det kräver enligt gruppen att de strategier som används för att hantera klimatförändringen måste vara lokalt förankrade och baserade på kunskap om bl.a. rese-mönster, energisparande, produktutveckling och alternativa energi- och driftsformer, t. ex. produktion av vindkraft i kooperativ regi.

Inom gruppen sommarturism konstaterades att algblooming leder till förändrade rese-mönster och att vikten av relevant information i relation media är av central betydelse, eftersom dess rapportering i hög utsträckning bedöms påverka det kortvägga resandet. Andra effekter som nämns är att destinationernas attraktionskraft sannolikt ökar med ett varmare klimat, liksom att fler turister ökar anspråken på mark- och vattenresurser samt skapar "flaskhalsproblem" avseende t.ex. logi och transporter. Ytterligare problem som uppmärksammas är att en höjning av havsnivån sannolikt kommer att lägga delar av existerande stränder under vatten och tillsammans med en ökad frekvens av kritiska vädersituationer ökar risken för stranderosion. Även institutionella förändringar avseende sommarlovens och semesterperiodernas förläggningen diskuterades kopplad till säsongsproblematiken, liksom åtgärder för en mer miljövänlig expansion av turismen (närproducerad mat, kollektiva trafiklösningar och utsläpps-rätter). Ökade kunskaper kopplat till management framhålls vidare som centralt för att hantera framtida utmaningar och öka branschens "exportmognad".

Gruppen annan vinterturism och friluftsliv i fjällvärlden framhåller att effekterna av ett förändrat klimat i ett kortsiktigt perspektiv

framstår som mindre viktiga jämfört med en effektiv marknadsföring, nischning och produktutveckling, liksom förekomsten av kringaktiviteter och en hög miljöprofil. I ett längre tidsperspektiv är dock bedömningen att en strukturell förskjutning av verksamheten mot norra lappland är mer eller mindre oundviklig om inte uppvärmningen bromsas upp. I det korta tidsperspektivet fram till 2050 bedöms längdskidåkningen minska bl.a. till följd av att ett sammanhängande snötäcke kommer att bli allt mer sällsynt i landets södra och mer befolkningstäta områden. Ett varmare klimat leder även till att tillgängligheten till kalfjället försämras och att dessa områden successivt krymper. Detta tillsammans med att vintersäsongen blir allt kortare innebär enligt gruppen att kraven på restriktioner mot skoteråkning sannolikt kommer att öka, liksom trycket på näringen att utveckla specifika barmarksaktiviteter. För att hantera dessa förändringar som bedöms påverka turisternas preferenser krävs ökade kunskaper om management inom näringen. Gruppen framhåller även att insikten om de problem och utmaningar som ett förändrat klimat medför har en undanskymd plats på agendan och att dessa problem behöver uppmärksammas och kartläggas.

En slutsats av workshopen är att det råder en brist på konsekvensanalyser, planerade och vidtagna åtgärder, anpassningsbehov och sårbarhetsanalyser avseende klimatförändringens effekter på naturbaserad turism.

Svensk vinterturism i ett 100-årigt perspektiv

Beräkningar utförda av SMHI och som presenteras i tabell 3 nedan visar att snötäcket i fjällkedjan under ett normalår, mätt i antalet dygn, kan komma att minska från 6–8 månader (1961–90) till 3–6 månader (2071–2100).²¹ I södra norrland bedöms snötäcket minska från 4 månader till 1 månad. Scenariot visar även att *det maximala snödjupet* i fjällkedjan under ett normalår minskar från 80–130 cm (1961–90) till 20–80 cm (2071–2100). För de sydligt belägna skidområdena utanför fjälltrakterna innebär det att snödjupet (2011–40) under ett normalår är mindre än 10 cm under mer än hälften av det totala antalet dagar med snötäcke (60–90 dagar). I detta sammanhang bör nämnas att minimigränsen för längdskidåkning uppskattas till 10 cm och för alpin skidåkning till 30 cm.

²¹ Beräkningarna är baserade på klimatscenario A2 (modell ECHAM).

Ytterligare att minimimått med relevans för alpin skidåkning är den så kallade 100-dagarsregeln, som utgör ett riktmärke för det antal dagar som bedöms nödvändiga för att bedriva en kommersiell lönsam verksamhet.

Medeltemperaturen (2011–2440) för fjällområdet beräknas under ett normalår öka med 2–3 grader under vintermånaderna november-mars, vilket för Dalafjällen innebär att den närmar sig 0 grader. Under följande period (2041–2070) bedöms den i november ligga något över noll för att i december vara några minusgrader, d v s under ett varmt år överstiger temperaturen 0 grader. Detta scenario gäller inte bara för Dalafjällen utan hela fjällkedjan med undantag för de högsta topparna i södra fjällen och norra lappland. I slutet av århundradet uppgår medeltemperaturen för januari och februari till mellan -2 och -5 grader. Ett varmt år överstiger den 0 grader vid samtliga mätstationer i fjällvärlden med undantag för Riksgränsen och Åreskutan. Vid denna tidpunkt beräknas medeltemperaturen för december-februari uppgå till mellan 0 till +5 grader i Dalarna och Gävleborg. Klimatförändringen medför också att antalet dagar med *bärkraftiga isar* (15 cm) mer än halveras i södra och mellersta norrland, vilket för Siljan och Storsjön innebär det en minskning från 100–120 (1961–90) till 30–50 (2071–2100). Ytterligare en effekt av ett varmare klimat är att antalet dagar med en nattemperatur ≥ -1 och dagstemperatur $\leq +1$ ökar, vilket innebär att antalet ”slaksdagar” för t.ex. södra norrland ökar från 15–21 (1969–90) till 27–30 (2041/70).

Tabell 3 Antalet dagar med snötäcke och dagar med snötäcke understigande 10 cm

Snötäcke antal dygn (S) och därav dygn 0–10 cm (AD)							
	1961/90		2011/40		2041/70		2071/00
	S	D	S	D	S	D	S
Kungsberget	125	30/45	80	30/45	60	30/45	30
Romme	150	30/45	105	30/45	85	30/45	55
Branäs	175	15/30	140	30/45	120	30/45	80
Sälen	175	15/30	140	15/30	130	15/30	80
Idre	175	15/30	150	15/30	130	15/30	80
Mora	150	15/30	105	15/30	90	30/45	55
Funäsdalen	200	15/30	175	15/30	155	15/30	105
Klövsjö	175	15/30	145	15/30	130	15/30	80
Sveg	150	15/30	115	15/30	105	15/30	55
Åre	175	15/30	140	30/45	120	30/45	80
Östersund	150	15/30	115	30/45	105	30/45	55
Gäddede	200	15/30	175	30/45	155	30/45	115
Vilhelmina	175	15/30	150	30/45	140	15/30	100
Saxnäs	200	15/30	175	15/30	165	15/30	125
Hemavan	225	15/30	200	15/30	190	15/30	160
Arvidsjaur	200	15/30	175	15/30	165	15/30	135
Katterjååk	225	0/15	210	0/15	200	15/30	180
Gällivare	200	15/30	185	15/30	175	15/30	155

Källa: SMHI (2006).

Anm: Scenario A 2 (Echam). Utgångspunkt för respektive Orts värde är kartmaterial från SMHI. Det innebär att medelvärdena för ett normalår under de fyra perioderna avser större områden än vad de angivna orterna representerar, vilket innebär att antalet dagar med snötäcke bör ses som en indikator på den förändring som förväntas ske under 100-årsperioden som helhet.

De prognostiserade klimatförändringarna (2011–40) framträder inte med en sådan styrka att de egen hand och på ett avgörande sätt har potential att förändra den rådande *strukturen* inom svensk alpin vinterturism. De anpassningsåtgärder som idag 2007 genomförs för att hantera naturliga klimatvariationer framstår i detta perspektiv som tillräckliga för att i stort trygga status quo. Ur klimatologisk synpunkt framträder situationen allvarligast för de sydliga skidområdena utanför fjällkedjan. Antalet dagar med snötäcke kan i dessa områden i slutet av perioden komma att tangera eller underskrida 100-dagarsregeln under ett normalår. Ökningen av antalet

”gröna vintrar” och stigande kostnader för att tillverka snö understryker allvaret i situationen, liksom ett färre antal dygn som tillåter produktion av snö.

Situationen för vinterturismen framstår dock betydligt mer problematisk efter 2040. Inledningen på en strukturell förskjutning av vinterturismen mot mer snösäkra områden framträder vid denna tidpunkt som sannolik. Högsäsongssveckorna vid jul- och nyår samt påsk kommer då i ökad utsträckning att vara ”gröna”. I tätbefolkade och viktiga ”turistgenererande” regioner understiger snötäcket (0–10 cm) under ett normalår en månad, d v s ”gröna jular” och avsaknad av snötäcke under varma år är normala företeelser. Under den följande 30-perioden (2071–2100) förstärks denna utveckling och vinterturism som volymprodukt framstår vid denna tidpunkt med få undantag som en angelägenhet för norra Lappland. Förutom i fjälltrakterna är ett sammanhängande snötäcke under mer än en månad är något som förknippas med och norra och mellersta norrlands inland, vilket dock inte förhindrar att snötäckets i dessa områden endast under kortare perioder överstiger 10 cm. Större sammanhängande kalvfjällsområden är vidare något som enbart återfinns i de norra lapplandsfjällen. I övriga delar av fjällkedjan har trädgränsen förflyttats så att endast de högsta belägna fjälltopparna kvarstår som kalvfjällsområden.²²

Sammanfattning och diskussion

En ökning av temperaturen med upp till fyra grader inom en hundraårsperiod innebär att förutsättningarna för Sverige som turistland successivt förändras och att nationen kommer att bli ett annorlunda turistland. I ett internationellt perspektiv framstår den globala uppvärmningens risker och utmaningar som mindre allvarliga för svensk turism under denna period. En direkt och hotfull effekt av ett varmare klimat är att förutsättningarna för vinterturism i södra och mellersta norrland radikalt försämras efter 2050. Olika anpassningsåtgärder och det faktum att klimatförändrings negativa effekter är större i alpländerna ger dock i ett kort perspektiv möjligheter för svensk alpin turism att trots kortare säsonger öka volymen gäster genom att attrahera nya europeiska kundgrupper. Även svensk sommarturism kan komma att gynnas av ett varmare klimat genom att de problem detta skapar sannolikt

²² Naturvårdsverket. En varmare värld (Monitor 18).

leder till allvarliga problem i södra Europa. Om så blir fallet kommer turistflödet till Medelhavet att minska under de varmaste sommarmånaderna till förmån för Östersjöområdet. Förutom att ett förändrat klimat förväntas innebära fler utländska turister, fler högsommardagar och en förlängning av säsongen stärks sannolikt även de komparativa klimatologiska fördelarna för väst- och östkusten jämfört med övriga Sverige (temperatur och nederbörd).

Internationella studier visar att turistnäringens intressenter (stakeholders) inte har agerat med den kraft och öppenhet som en förändring av klimatet motiverar. Risken ökar därmed att turistnäringen överskattar klimatförändringens negativa effekter och att dess aktörer inte relaterar sin verksamhet till det turistiska systemet. Det motverkar i sin tur möjligheten att öka insikten om klimatfaktorns och övriga drivkrafters påverkan på produkt (utbud) och reseströmmar (efterfrågan). Den slutsats som kan dras av dessa studier är att näringens intressenter i ökad utsträckning behöver bli medvetna om dels de effekter, hot, möjligheter som ett förändrat klimat medför, dels de krav på handling som i ett vidare perspektiv krävs för att trygga näringens konkurrens och utvecklingskraft. Dessa nya insikter framstår som nödvändiga för att relevanta och framgångsrika management- och anpassningsstrategier ska kunna etableras. Mot bakgrund av resultatet från de få svenska studier som gjorts och den workshop som refererats ovan framstår dessa iakttagelser relevanta också för svenska förhållanden.

Förändringar i klimatet samspelar vidare med gradvisa förändringar av människors preferenser, som till viss del är generationsbundna, och med socioekonomiska variabler. Dessa kan både förstärka och motverka effekterna av en klimatförändring. Det innebär att valet adaptionsstrategier bör beakta dessa faktorer samt marknads- och konkurrensvillkor och institutionella regelverk på olika nivåer. Enskilda företag och turistorganisationer kommer alltså att ställas inför betydande utmaningar, liksom det politiska systemet. Sistnämnda mot bakgrund av att ett förändrat klimat både kan förstärka strukturella förändringsprocesser och vara en katalysator för desamma. Politiken har därmed att både hantera utvecklingsförlopp där marknadsmekanismerna på ett naturligt sätt omvandlar turistnäringens struktur och sådana förlopp där turistområden genom klimatförändringen utan egen förskyllan hamnar på "förlorarnas" sida. Att skapa regelverk som garanterar likartade marknadsvillkor för turistnäringens aktörer har alltså att harmoni-

seras med kompensatoriska åtgärder för de merkostnader som följer av ett förändrat klimat, så till vida att politiken inte överlåter denna fråga till marknadskrafterna.

För att framgångsrikt hantera klimatfrågan krävs strategier som både omfattar inslag av anpassningsåtgärder (adaptation) och åtgärder som motverkar utsläpp av växthusgaser (mitigation). Förstnämnda åtgärder fokuserar snarare mot symtom än orsaker och de baseras till stor del på kortsiktiga lönsamhetskrav och existerande produktions- och konsumtionsmönster ("business as usual"). Mitigationåtgärder omfattar även icke strikt ekonomiska värden och kännetecknas av ett mer långsiktigt perspektiv. Vanligtvis kopplas sistnämnda åtgärder samman med övergripande nationella och internationella beslut om begränsningar av utsläpp av växthusgaser, d v s transport- och energifrågor. Amerikanska studier inom turismens område visar att drygt nio tiondelar av koldioxidutsläppen kan hänföras till transporter (76,5 %) och boende (15 %).²³

Aktuell forskning visare att en framgångsrik anpassning till ett förändrat klimat kräver ökad kunskap och nya redskap baserade på lokala erfarenheter och information klimatförändringens förväntade effekter.²⁴ Mot bakgrund av att det turistiska produktionssystemet är ett öppet system bestående av många olika aktörer och verksamheter framstår lokala förankring som mycket viktigt. Aktörerna företräder inte bara olika intressen utan även olika värdesystem, vilket kan skapa spänningar och konflikter när klimatförändringens effekter ska mötas med konkreta åtgärder. Behovet av lokal förankring understryks även av att turistdestinationer vanligtvis skiljer sig åt på en rad områden, t.ex. geografiskt, klimatologiskt och ekonomiskt. En ökad medvetenhet om den globala uppvärmningens negativa effekter innebär sannolikt att resenärer i högre utsträckning kommer att välja destinationer som bedriver både ett aktivt anpassningsarbete och mitigationarbete. Nya transport- och energilösningar och förändrade politiska "spelregler" kommer att påverka reseströmmarna och kan vidare komma att främja närturism på bekostnad av mer långväga resmål.

Aktiviteter som uteslutande är beroende av natursnö kommer i ett tidigare stadium än de alpina turistdestinationerna att drabbas

²³ Ghislain, D., and Ceron, J-P. (2006) Resterande drygt åtta procent fördelas på aktiviteter 5 %, shopping 1 % och övrigt 2,5 %.

²⁴ Klein och Forsberg (2006).

av klimatförändringens negativa effekter. Det framstår sannolikt att skidområden belägna utanför fjällkedjan i södra norrland kommer att ställas inför betydande problem under perioden 2020–2040, liksom att problemen under följande period fördjupas och sprids till att även omfatta de södra fjälltrakterna. Fortsätter uppvärmningen i enlighet med A 2 scenariot är en strukturell förändring av svensk vinterturism ett faktum i slutet av 2100-talet. Snösäkra skidområden framstår då med få undantag som en angelägenhet för norra lappland.

Förutom att antalet dagar med snötäcke blir färre så minskar även snödjupet och antalet dagar med bärkraftiga isar. Inledningsvis fram till mitten av århundradet kommer det största hotet mot vinterturismen att gälla aktiviteter som snöskoteråkning, längdskidåkning och pimpling under högsäsongsveckorna kring jul- och nyår samt under påsk när den infaller sent. Varma år hotas även alpina skiddestinationer i södra norrland eftersom möjligheterna att tillverka snö då är starkt begränsade. Under sommarsäsongen kommer vidare fjällvandrare, fiskare och andra utövare av friluftaktiviteter fjällkedjan att möta allt blötare somrar och i takt med att trädgränsen flyttas uppåt även allt färre kalfjällsmiljöer. Även faunan och växtlighet kommer att förändras, liksom fiskebestånd och djurliv. Studier som belyser vinterturismen och den problematik som följer med ett förändrat klimat understryker bl.a. följande:

- en minskad tillgång till snö leder totalt sett till färre utövare av vintersportaktiviteter. Det förhindrar dock inte att vissa turistorter och regioner med bättre klimatologiska förutsättningar än andra framgångsrikt kan anpassa sig till denna förändring. På längre sikt måste dock frågan ställas hur efterfrågan och de kommersiella intressena reagerar på avsaknaden av ett naturligt snötäcke i mer tätbefolkade områden och att alpländernas 600 snösäkra skidområden reduceras med 30 % och 70 % vid en ökning av temperaturen med 2 grader respektive 4 grader.
- aktiviteter som är beroende av natursnö bedöms ha sämre förutsättningar att möta klimatförändringens utmaningar. Kombinationen av kortare skidsäsonger och ökade kostnaderna för att tillverka snö utgör på kort sikt det största hotet mot de alpina skidområdena. Även avsaknaden av managementstrategier med en god förmåga att anpassa sig till och aktivt agerar på effekterna av ett förändrat klimat utgör ett betydande hot

mot destinationernas konkurrens- och utvecklingskraft. I detta sammanhang kan framhållas att studier visar att graden av flexibilitet och anpassningsförmåga är högst bland turister och lägst bland producenter medan reseoperatörer intar en mellanposition.

- olika tekniska anpassningsåtgärder (schaktning, avverkning, nya pister i norrläge och på högre höjder och tillverkning av snö) begränsas av att åtgärderna kan förfula landskapet, öka risken för erosion och minska biodiversiteten. Även gästernas preferenser och bevararintressen innebär restriktioner, liksom kostnader, väderlek och lavinrisker.
- beteendemässiga anpassningsåtgärder (säsongsanpassning, finansiella instrument, marknadsföring, samarbeten, diversifiering, året runt turism och avveckling) begränsas även de av t.ex. preferenser, kostnader, spänningar och konflikter mellan olika intressenter.

En förkortad vintersäsong kommer sannolikt att dels öka kapitalintensiteten i destinationsprodukten för att anpassa denna till ett allt varmare klimat, dels öka skärpa avkastningskraven per tidsenhet för att säkra lönsamheten. Ökas priserna för att kompensera de successivt stigande anpassningskostnaderna riskerar dock efterfrågan att falla. Reduceras priset för att öka volymerna minskar möjligheterna att finansiera de investeringar som krävs till följd av ett varmare klimat. Med allt kortare vintersäsonger och osäkrare väder- och snöförhållanden skärps vidare säsongsproblematiken och behovet av komplementär barmarksprodukt respektive en mer diversifierad vinterprodukt. Frågan kan även ställas om en förlängning av sommarsäsongen ekonomiskt uppväger förlusten av en förkortad vintersäsong? Studier som gjorts indikerar att så inte är fallet, vilket understryker att en långsiktig hållbar lösning för vinterturismen även kräver åtgärder av typen mitigation.

Kunskapsbildnings roll för framväxten av ett proaktivt och flexibelt förhållningssätt till klimatförändringens utmaningar framstår som en mycket viktig fråga för turistnäringen. Mottot ”kortsiktiga möjligheter och långsiktiga hot” kan grovt sägas sammanfatta den utmaning som intressenterna inom svensk turistnäring har att möta med ett förändrat klimat. Det kan även användas för att poängtera skillnaderna mellan den agenda som kännetecknar turistnäringens, politikens och forskningens intres-

sen. Kortsiktiga möjligheter och anpassningsåtgärder inom ramen för "business as usual" tycks känneteckna näringens förhållnings-sätt. Åtgärder inom ramen för ett långsiktigt hållbart samhälle i syfte att reducera utsläppen av växthusgaser (mitigation) framstår som ett bärande element inom politikens område. Forsknings-samhället å sin sida kännetecknas av ambition att förmedla kunskap och förståelse om de utmaningar och målkonflikter som följer av att både kortsiktiga anpassningsåtgärder och långsiktiga mitiga-tionåtgärder krävs för att hantera klimatförändringen

Att kunna förstå konsekvenserna av en fortsatt global uppvärm-ning och vidta åtgärder för framgångsrikt kunna hantera klimat-frågan och att säkra turistnäringens konkurrenskraft och utveck-lingskraft utgör en av de viktigaste, mest komplexa och utmanande frågor som turistnäringens intressenter har att hantera. Studier visar att avsaknaden av systematiserad kunskap om hur existerande anpassningsstrategiers förmår att hantera extrema säsonger är stor, liksom om samspelet mellan klimat och andra sociala, ekonomiska och miljömässiga faktorer. Detsamma gäller kunskapen om hur sårbara olika utomhusaktiviteter är för ett förändrat klimat. Det turistiska systemet som referensram för att studera klimatför-ändring och turism kopplat till turistdestinationen som lokalsam-hälle öppnar vidare möjligheter att i "det lilla" se "det stora". Det globala, nationella och regionala fenomenet turism är ett resultat av en interaktion mellan existerande naturresurser och en rad andra samverkande faktorer; klimatologiska, tekniska, ekonomiska, sociala, kulturella och psykologiska. Turismens beroende av speci-fika reseanledningar ger vidare på destinationsnivå goda möjlig-heter att studera generella fenomen som konsumentbeteende kopplat till miljöförändring, d v s att i "det lilla" se "det stora". Enigheten i forskarvärlden är också stor om behovet av att denna kunskap förankras lokalt och relateras till kommersiell bärkraft för att turistnäringens konkurrens- och utvecklingskraft ska kunna optimeras. Att nå och sprida kunskap och omsätta denna till handling kräver en samverkan och ett samspel mellan turismens olika intressenter utifrån konkreta frågeställningar som förenar dessa "stakeholder". Lokalt förankrade frågor som förefaller ha en sådan inneboende potential är bl.a. följande

- Hur värderar turister behovet av åtgärder som anpassar utbudet till förändringar i klimatet (adaption) respektive sådana som

minskar behovet av anpassning (mitigation)? Påverkar värderingarna valet av resmål?

- I vilken utsträckning sker anpassningsåtgärder för att öka destinationers attraktionskraft? Kräver dessa åtgärder nya tekniska, finansiella och organisatoriska lösningar, d v s produktutveckling, nya strategier för management, nya energilösningar och driftsformer. Om så är fallet vilka hinder existerar för att genomföra effektiva anpassningsåtgärder (adaptation) och i vilken utsträckning kan åtgärder för att minska den globala uppvärmningen (mitigation) stärka destinationers konkurrenskraft på kort sikt?
- I vilken utsträckning skapar klimatförändringen förändrade villkor för turistnäringen på årsbasis, t ex avseende säsongsmönster och turisters val av resmål?
- Vilka spänningar, konflikter och dilemman uppstår inom en turistdestination som lokalsamhälle när effekterna av klimatförändring ska mötas med konkret handling och hur ska de hanteras för att främja destinationens konkurrens- och utvecklingskraft?

Referenser

- Agrawala, S., ed. (2007). *Climate Change in the European Alps. Adapting Wintertourism and Natural Hazards Management*. ISBN 92-64-03168-5. OECD Publishing.
- Amelung, B and D. Viner (2006), "Mediterranean Tourism: Exploring the Future with the Tourism Climate". *Journal of Sustainable Tourism* Vol 4:376–398
- Amelung, B., Nicholls. S. and D. Viner (2007), "Implications of Global Change for Tourism Flowes and Seasonality". *Journal of Travel Research.*, Vol. 45. Feb 2007, 285–296. Sage Publications
- Becken, S. och M. Patterson (2006), Measuring National Carbon Dioxide Emissions from Tourism as a Key Step Towards Achieving Sustainable Tourism. *Journal of Sustainable Tourism*. Vol. 4:323-338.
- Edberg, O. (2006). *An assessment of the impacts of climate change upon the winter tourism industry in Åre, Sweden*. Thesis present in part-fulfillment of the degree of Master of Science NR7 7TJ. School of Environmental Science University of East Angelia University Plain. Norwich.
- Dewar, K. (2006), "Everyone Talks About the Weather" i Gössling, S and C. M. Hall (Ed), *Tourism & Global Environmental Change. Ecological, social, economic and political interrelationships*. Rutledge. New York.
- Ghislain, D. och Ceron, J-P. (2006). "Tourism and Climate Cabange: Proposals for a Research Agenda". *Journal of Sustainable Tourism*. Vol.4:339–410.
- Gössling, S and C. M. Hall (2006). *Tourism & Global Environmental Change. Ecological, social, economic and political interrelationships*. Rutledge. New York
- Hall, C. M. och J. Higbam. (2005). *Tourism, Recreation and Climate Change*. Aspects of Tourism 22. Channel Vive Publications. Clevdon.
- Muller, H. och F. Weber (2007). *Climate Cange and Tourism – Scenarios for the Bernese Oberland in 2030*. Paper presenterat på TCR seminarium i Bolzano 30.3.-1.4.07.

- Scott, D., Jones, B and G. McBoyle (2006), *Climate, Tourism & Recreation*. Faculty of Environmental Studies. University of Waterloo. Canada.
- Viner, D. (2006). "Tourism and its Interactions with Climate Change". *Journal of Sustainable Tourism*. Vol. 4:317–322.
- Report Expert Meeting on AM-SD 16-18 February 2005, Reunion Island.*
- Rummukainen, M., Bergström, S., Persson, G. och Rensner, E. (2005). *Anpassning till klimatförändringar. Kartläggning av arbetet med sårbarhetsanalyser, anpassningsbehov och anpassningsåtgärder i Sverige till framtida klimatförändring*. SMHI Reports Meteorology and Climatology No.106. Norrköping.
- Perry, A. (2006). "Will Predicted Climate Change Compromise the Sustainability of Mediterranean Tourism?". *Journal of Sustainable Tourism* 2006. Vol. 4:367–375.
- Scott, D. och Jones, B (2006). *Climate Change & Seasonality in Canadian Outdoor Recreation and Tourism*. Waterloo, ON: University of Waterloo, Department of Geography.
- Sievänen, T., Tervo, K., Neuvonen, M., Pouta, E., Saarinen, J. och Peltonen, A.(2005). Nature-based tourism, outdoor recreation and adaptation to climate Change. FINADAPT WP 11, *Finnish Environment Institute Mimeographs 314*, Helsinki, 46pp.

Öland – Turism, algblomning och klimatförändring

En fallstudie av 3 klimatscenariers ekonomiska effekter på turismen till Öland på 2020-talet

Resurs AB

Underlagsrapport utarbetad för Klimat- och sårbarhetsutredningen,
maj 2007

Innehåll

Sammanfattning	7
Förord	9
1 Inledning.....	10
1.1 Uppdraget.....	10
1.2 Syfte	11
1.3 Förutsättningar och antaganden	11
1.3.1 Klimatmodeller	11
1.3.2 Effekter av klimatscenarierna.....	11
1.4 Avgränsningar	12
1.4.1 Scenarier för utveckling av klimat och algbloomning till 2020-talet	13
2 Metoder och källor	13
2.1 Kvantitativa källor och metoder.....	13
2.2 Kvalitativa källor och metoder – Fokusgrupper	16
2.3 Rapporten	16
3 Turismen på Öland nuläge och utveckling.....	17
3.1 Antalet övernattningar	19
3.2 Kapacitetsutnyttjande	21
3.3 Turismens omsättning totalt och per boendeform.....	21
3.3.1 Camping.....	24
3.3.2 Hotell & vandrarhem	25
3.3.3 Boende i fritidshus, hos släkt och vänner	25
3.3.4 Dagbesökare.....	25
3.4 Turistomsättning i olika branscher.....	26

3.5	Sysselsättning.....	28
3.6	Regional Handelsstatistik (SCB)	28
3.7	Skatteintäkter	30
4	Genomförande.....	31
5	Resultat.....	31
5.1	Algblomning temperatur i luft och vatten i juli månad	32
5.2	Algblomning och antal soldagar i juli månad	32
5.3	Algblomning och antal regndagar i juli månad.....	32
5.4	Algblomning och trafik till/från Öland över Ölandsbron.....	33
5.4.1	Vägverket jmf med algblomning.....	33
5.5	Fokusgrupper	34
5.5.1	Sammanfattning	34
5.5.2	Semestervanor	35
5.5.3	Orosmoment.....	36
5.5.4	Begreppet ”Normalsommar”	36
5.5.5	Förändringar i väder och temperatur.....	37
5.5.6	Information och kännedom	38
5.5.7	Algblomning.....	38
5.6	Scenario 1 – Normal sommar 2020-talet	39
5.7	Scenario 2 – Sommar med längre algblomning 2020-talet	39
5.8	Scenario 3 – Varm sommar 2020-talet	39
5.9	Ökad turism till Öland	40
6	Turismens utveckling i Europa till 2020-talet.....	41
7	Ölandsturismens utveckling till 2020-talet.....	43
7.1	Antalet övernattningar/besökare 1997–2025	43
7.2	Turistomsättning 1997–2020-talet	46

7.3	Omsättning och sysselsättning – prognos för 2020-talet.....	46
7.4	Sammanfattning av Ölandsturismens utvecklingen till 2020-talet	47
8	Turismen i Sverige 2005 – några nyckeltal	48
8.1	Olika sätt att beräkna turismens ekonomiska effekter.....	49
8.2	Turismens ekonomiska effekter i Sverige år 2005-2025	51
8.2.1	Scenario för utvecklingen av antalet gästnätter i Sverige till år 2025.....	52
8.2.2	Scenario för utvecklingen av total turistomsättning i Sverige till år 2025.....	52
8.2.3	Utvecklingen av turistomsättningen i olika branscher till år 2025	53
8.2.4	Turismens effekter på sysselsättningen i Sverige till år 2025.....	53
8.3	Sommarturismen i Sverige år 2005.....	54
8.3.1	Västra Götalands län.....	56
8.3.2	Stockholms län.....	56
8.3.3	Skåne län.....	57
8.3.4	Kalmar län	57
8.3.5	Hallands län.....	58
8.3.6	Dalarnas län.....	58
8.3.7	Värmlands län	58
8.3.8	Norrbottnens län	59
8.3.9	Gotland.....	59
8.3.10	Årefjällen.....	59
8.4	Camping i förändring	59
8.5	Vägen till framtiden börjar nu	60
	Referenser	61
	Övriga ej refererade källor	61
	Definitioner	62

Bilaga 1 – Klimatmodeller, scenarier, förutsättningar och avgränsningar	64
Bilaga 2 – Scenario 1 Normal sommar 2020-talet.....	66
Bilaga 3 – Scenario 2 2020-talet sommar med längre algbloomning	67
Bilaga 4 – Scenario 3 Varm sommar 2020-talet	68
Bilaga 5:1 Samlingstabell med statistiska underlag Öland 1990–1993	69
Bilaga 5:2 Samlingstabell med statistiska underlag Öland 1994–1996	70
Bilaga 5:3 Samlingstabell med statistiska underlag Öland 1997–2001	71
Bilaga 5:4 Samlingstabell med statistiska underlag Öland 2002–2006	72

Sammanfattning

Turismen är en av Ölands viktigaste näringar. Rese- och turistindustrin på Öland omsatte mer än en miljard (1 026 miljoner) kronor och gav arbete åt nästan 1 000 personer (970 årssysselsatta) under år 2005.

Som en delrapport till Klimat- och sårbarhetsutredningen redovisar vi här en fallstudie om algbloomingens tänkbara effekter för Ölandsturismen. Studien visar också hur klimatförändringar enligt 3 olika scenarier kan påverka utvecklingen av turismen på Öland till 2020-talet.

Fallstudien består av en kvantitativ analys av statistik som kombineras med en kvalitativ belysning i två fokusgrupper av Ölandsresenärers attityder, åsikter, förväntningar och föreställningar.

Vi har samkört och sammanställt uppgifter och statistik om inkvartering, besöksantal och turism med rapporter om algblooming från SMHI, samt väderdata om luft- och vattentemperatur, antal soldagar etc.

SMHI har övervakat algsituationen via satellit i Östersjön regelbundet sedan år 2002. Det statistiska underlaget är därför begränsat. Satellitövervakning ger en förenklad bild utan detaljer och fungerar inte när det är molnigt. Hela 46 % av perioden rapporterades som ej mätbart på grund av moln.

Sommaren 2005 dominerades media av otaliga larmrapporter om algblooming. Turistnäringsenheten hävdade att Öland förlorade uppåt 200 miljoner kronor på grund av en felaktig mediabild.

År 2006 startade därför projektet "Fröken Alg". Lokala algrapportörer tar dagligen prover för att ge en riktig bild av algbloomingen. "Fröken Alg" är tillgänglig via hemsida, SMS och telefon.

Varken tillgänglig statistik eller fokusgrupperna ger något säkert belägg för att algblooming ännu har haft några direkt hämmande effekter på turismen till Öland. Den senaste TEM-rapporten visar tvärtom en ökning av såväl övernattningar som turistintäkter sommaren 2005 jämfört med år 2004.

Fokusgrupperna fick ta ställning till 3 olika klimatscenarier för 2020-talet. Endast scenario 3 ansågs ha någon signifikant påverkan och effekt för deras resande. Detta scenario visar en dygnsmedeltemperatur på 21°C, högsta eftermiddagstemperatur på 25°C, samt en medeltemperatur i vattnet på 21°C grader i juli månad. Dessa temperaturer uppmättes för övrigt redan i juli år 2006.

Denna temperaturökning skulle för de allra flesta innebära att man skulle öka sitt resande till Öland. Både antalet resor per sommar samt antalet nätter per resa antogs öka.

Scenario 3 är grunden för vår prognos för utvecklingen av Ölandsturismen till 2020-talet. Vi har utgått från UNWTO:s prognos *"Tourism 2020 Vision"* för Europa, vilken har anpassats till Ölands marknadsposition och förutsättningar.

Medeltemperaturen ökar. Säsongen blir längre. Ölands attraktionskraft ökar också när klimatet i Medelhavsområdet blir alltför hett och torrt sommarmånaderna. Antalet besök per år antas öka såväl genom säsongsförlängning som att antalet övernattningar per resa ökar.

Detta skulle kunna ge följande ekonomiska effekter för besöksnäringen och Öland.

- Antalet övernattningar ökar med omkring 60 % till nära 5,6 miljoner.
- Den totala turistomsättningen ökar med nära 620 Mkr till över 1,6 Mdr.
- Sysselsättningen ökar med över 57 % till totalt över 1 500 års-sysselsatta.

Rapporten visar på stora utvecklingsmöjligheter för Ölands besöksnäring, men vi behöver också få en tydligare bild av algbloomingens och klimatförändringens effekter på turismen.

Förord

Enligt en överenskommelse mellan Klimat- och sårbarhetsutredningen och Resurs AB i april 2007, skall Resurs AB ta fram underlag för bedömningen av algbloomingens nuvarande effekter och klimatförändringars inverkan på turismen på Öland.

Rapporten inleds med en genomgång av tillgängligt statistiskt underlag som relateras till turism, väder, algblooming och klimat. Därefter redovisas kompletterande kvalitativa fokusgrupper.

Som avslutning presenterar vi resultatet, beräknar turismens ekonomiska utveckling till 2020-talet, samt diskuterar och lämnar en del frågeställningar. Vi gör också en kort beskrivning av sommarturismen i Sverige år 2005.

Underlagsrapporten har finansierats av Klimat- och sårbarhetsutredningen. Resurs AB har ställt alla statistiska uppgifter och ekonomiska beräkningsmodeller i TDB (Rese- & Turistdatabasen) och i TEM (Turismekonomisk Modell), till utredningens förfogande.

Rapportförfattare
Lennart Ågren
Hans Remvig

1 Inledning

Klimat- och sårbarhetsutredningen ska kartlägga det svenska samhällets sårbarhet för klimatförändringar, bedöma kostnader som dessa kan ge upphov till samt hur samhället kan anpassas. Berörda myndigheters beredskap och förebyggande arbete ska studeras. Utredningen ska föreslå åtgärder som minskar samhällets sårbarhet för såväl successiva klimatförändringar som enstaka extrema väderhändelser. Ett slutbetänkande ska lämnas senast den 1 oktober 2007.

Utredningen utgår i sitt arbete från klimatscenarier från FN:s klimatpanel, *IPCC*, samt de regionala klimatmodeller som har tagits fram av SMHI:s forskningsenhet *Rosby center*. Utredningen ska också se över forskningsbehoven.

1.1 Uppdraget

Som en del av arbetet, vill utredningen också undersöka effekterna och konsekvenserna för den allt mer ökande och betydelsefulla turismen. Detta görs i detta första skede i några fallstudier. En av dessa fallstudier är denna. Den samlar fakta om och belyser algbloomingens tänkbara effekter på Ölands turistnäring. Fallstudien ska också ge en bild av hur klimatförändringar kan påverka utvecklingen av turismen på Öland med utgångspunkt från 3 olika klimatscenarier till 2020-talet, som har tagits fram av Klimat- och sårbarhetsutredningen med underlag från bl.a. SMHI.

Vårt uppdrag är därför enbart att försöka uppskatta och bedöma algbloomingens och klimatförändringens effekter på Ölandsturismen. Vi vill också ge en fingervisning om turismens utveckling i Sveriges till 2020-talet, samt beskriva Sveriges främsta semesterområden sommartid.

Resurs AB deltar vid ett seminarium om Turism och klimatförändring den 16 april i Östersund.

Resurs AB sammanställer och presenterar en skriftlig underlagsrapport i maj 2007.

1.2 Syfte

Syftet med denna underlagsrapport är att se hur turismen på Öland påverkas i scenarier med två olika faktorer, nämligen algbloomingen och klimatförändring med temperaturökning. Rapporten ska även exemplifiera hur turismen i Sverige kan utvecklas till 2020-talet.

1.3 Förutsättningar och antaganden

För att skapa scenarier för det framtida klimatet i en region krävs resultat från en global klimatmodell och en regional tolkning av dessa.

1.3.1 Klimatmodeller

Klimat- och sårbarhetsutredningens klimatscenarier för Öland bygger på regionala klimatmodeller, framtagna av Rossby Centre vid SMHI:s forskningsavdelning. Dessa har i sin tur utnyttjat två globala klimatberäkningar, en från *Max-Planck Institute for Meteorology* (MPI-M) i Tyskland och en från The Met Office *Hadley Centre* i England.

För att ytterligare belysa osäkerheten i scenarierna har de globala klimatmodellerna körts med två olika antaganden om hur framtidens utsläpp av växthusgaser kommer att utvecklas. Dessa scenarier har tolkats till regional skala med hjälp av regionala klimatmodeller från Rossby Centre (*RCAO- resp. RCA3*). För vidare studier av klimatmodellerna hänvisar vi till utredningen.

1.3.2 Effekter av klimatscenierna

På längre sikt visar klimatscenierna för Sverige en temperaturhöjning på ca 2,5–4,5 grader för perioden 2071–2100 i jämförelse med 1961–1990. Störst är temperaturhöjningen vintertid, där de riktigt låga temperaturerna förväntas stiga mest. Nederbörden beräknas öka framförallt på hösten, vintern och våren. Speciellt mycket ökar nederbörden i norra Sverige samt i de västra delarna av Svealand och Götaland.

Påverkan av den globala uppvärmningen i Sverige, visar likheter med vad som kan förväntas i övriga Norden, men skiljer sig markant från övriga Europa. Speciellt i södra Europa kan stora problem förväntas på grund av mycket höga sommartemperaturer, samt minskad nederbörd som kan leda till vattenbrist.

Med ökad temperatur i Sydeuropa så kommer klimatet vid Medelhavet sommartid att upplevas för torrt och varmt. Men temperaturökningen i Nordeuropa, Östersjön och Öland innebär snarast en förstärkning av attraktionskraften.

1.4 Avgränsningar

Vår rapport berör endast klimatförändring och algblomningens ekonomiska effekter på Ölandsturismen enligt de följande tre scenarier för 2020-talet som presenteras.

Klimat- och sårbarhetsutredningens har också scenarier till år 2050 och år 2080. Dessa har dock fokusgrupperna ansett alltför avlägsna för att kunna bedömas utifrån nuvarande resenärers referensramar. De flesta av deltagarna i fokusgrupperna sa sig inte ens kunna föreställas sig så långt fram, när de själva inte längre var vid liv. Fokus har således fallit på de 3 scenarier som sträcker sig till 2020-talet. Detta är en begränsning, i synnerhet när klimatförändringar bör ses i ett längre perspektiv. Men utan fokusgruppsdeltagarnas referenser, så blir en sådan prognos ett alltför stort teoretiskt spekulerande.

Vi utreder inte och presenterar heller inga orsaker eller lösningar på algblomnings- och klimatproblem. Vi behandlar också algblomning och klimatförändringar endast enligt de förutsättningar som ges i direktiven. Vi förutsätter också att eventuella negativa miljöeffekter minimeras eller kan hanteras så att de inte hämmar turismens utveckling.

När det gäller algblomningen så avgränsas studien till juli månad under mätperioden. När vi däremot beskriver turismens ekonomiska effekter, så gäller såväl nulägesbeskrivningen som prognosen turismens ekonomiska effekter på årsbasis.

För utveckling i Sveriges andra betydande semesterområden sommartid har vi enbart beräknat antal gästnätter och logiomsättning för kommersiellt boende besökare. Det saknas relevanta uppgifter om övriga kategorier.

1.4.1 Scenarier för utveckling av klimat och algbloomning till 2020-talet

Klimat- och sårbarhetsutredningen har tagit fram tre olika scenarier för algbloomningen och klimatförändring för Öland till 2020-talet. Det är endast dessa tre scenarier som kommer att behandlas i denna rapport:

1. Normalsommar som nu med algbloomning under 6 dagar i juli
2. Normalsommar som nu, men med tidigare och längre algbloomningen under 10 dagar i juli
3. Varm sommar med algbloomning under 6 dagar i juli

Scenariernas klimatdata presenteras i bilagorna 2–4.

2 Metoder och källor

Fallstudien kombinerar en kvantitativ analys av statistik med en kvalitativ belysning av Ölandsresenärers attityder, åsikter, förväntningar och föreställningar

2.1 Kvantitativa källor och metoder

Resurs AB har samlat in och genomlyst tillgänglig statistiskt material gällande fritidsresor till Öland under en 15 års period. Följande tillgänglig statistik och information har genomlysts och bearbetats:

- Inkvarteringsstatistik
- Omsättningsstatistik
- Sysselsättningsstatistik
- Campingstatistik
- Rese- och TuristDataBasen
- TEM-rapporter
- SMHI
- Solligan

Vi har samkört och sammanställt uppgifter/statistik om övernattningar, besöksantal och turism med uppgifter om algbloomning

från SMHI samt uppgifter om temperatur, vattentemp, antal soldagar etc.

SMHI har mätt och rapporterat algblomning via satellit sedan år 2002.

Vi har intervjuat och samtalat med 2 fokusgrupper. Dessa belyser hur allmänhetens uppfattning och förväntningar om väder, algblomning och klimat påverkar turismen.

SCB inkvarteringsstatistik/Nutek

Statistiska Centralbyrån (SCB) tar, på uppdrag av Nutek, in inkvarteringsstatistik för hotell, stugbyar och vandrarhem. Anläggningarna rapporterar varje för varje natt antal sålda rum, antal gäster, gästernas nationalitet, samt vilken målgrupp som gästerna tillhör. Svarsfrekvensen från anläggningarna ligger på över 90 %. De som inte svarar vägs i förhållande till likvärdiga anläggningar.

SCB Handelsstatistik

Omsättningsstatistik finns för varje bransch, t.ex. restauranger, bensinstationer och hotell. I statistiken redovisas bland annat antal företag, omsättning och sysselsättning. Resurs har statistik på detta för alla branscher som påverkas av turismen och för alla kommuner i Sverige, år för år de senaste 10 åren.

Rese- och TuristDataBasen, TDB®

Boende i privata fritidshus, hos släkt/vänner, vild camping och andra boendeformer kommer från TDB, liksom även dagbesök avseende resor över 10 mil.

TDB beräknar också besökarnas utlägg och utläggsmönster. Observera att samtliga utlägg och omsättningstal redovisas inklusive moms.

TDB startades i full skala 1989 av Sveriges Turistråd. Från 1999 drivs TDB av Resurs AB och är ett registrerat varumärke. TDB är en marknadsundersökning där 24 000 svenskar (minst 2 000 per månad) tillfrågas om sitt resande. Totalt finns data på 400 000 resor i databasen.

TDB redovisar uppgifter för olika boendekategorier i svenska län, vilket ger en bra regional statistik för de flesta länen. I TDB finns uppgifter på svenskarnas resor, övernattningar, boendeformer vid övernattningar, vad de spenderar och på vad, hur de reser, m.m.

TuristEkonomisk Modell, TEM®

Samtliga uppgifter från statistik och TDB databehandlas i ett data-program, TEM, speciellt anpassat för ändamålet att mäta turismens ekonomiska effekter. TEM introducerades av Turistrådet 1988 och ägs numera som ett registrerat varumärke av Resurs AB.

Campingstatistik

Sveriges Campingvärdars Riksförbund för, på uppdrag av Nutek, statistik över antalet gästnätter och övernattningar på camping i husvagn, tält och campingstuga.

Trafikmätningar

Vägverket utför trafikflödesmätningar kontinuerligt till/från Öland vid mätpunkt på Ölandsbron.

Övernattningar/besök

De kommersiella övernattningarna, hotell, stugbyar och vandrarhem kommer från SCB/Nutek och campingstatistik från SCR. Utnyttjande av privata fritidshus, släkt/vänbesök, vild camping och andra boendeformer kommer från TDB, liksom även dagbesök avseende resor över 10 mil.

Utlägg/utläggsmönster

Besökarnas utlägg och utläggsmönster är taget från TDB. Observera att samtliga utlägg och omsättningstal är inklusive moms.

Sysselsättning/Skatteintäkter

För att få fram sysselsättning har omsättningen för varje bransch dividerats med omsättning/anställd i respektive bransch. Här har Resurs AB unika fakta för varje enskild kommun i Sverige. Skatteintäkterna bygger på kommunens egna skatteintäkter i förhållande till skatteutjämning och invånarantal, samt utdebitering av kommunal- och landstingsskatt, alla uppgifter kommer från SCB.

Solligan

Solligan är en topplista som visar antalet soltimmar under sommaren på olika platser i Sverige. Den får mycket utrymme i media och kan därför antas spela en roll för valet av semesterdestination. Denna fallstudies uppgifter om antalet soltimmar har hämtats från SVT Väder.

2.2 Kvalitativa källor och metoder – Fokusgrupper

Resurs AB har genomfört två stycken fokusgrupper med "Ölandsturister" i Stockholm. Fokusgrupperna har tillfört kvalitativa och mjuka data som kompletterar statistik och fakta, då frågeställningarna har bedömts som mycket komplexa.

Klimat- och sårbarhetsutredningen har tagit fram och försett Resurs AB med statistik och material för samma tidsperiod om medeltemperatur, antal regndagar, antal soldagar, mulna dagar, torrperioders längd, vattentemperatur, algbloomingars sannolikhet, frekvens, blomningsperiod och startdatum.

2.3 Rapporten

Utifrån de två fokusgrupperna och insamlad statistik har vi gjort bedömningar av förändringar i turismströmmar och hur dessa kan påverkas av klimatförändringar och ge effekter på omsättning, sysselsättning och beläggning inom turistnäringen.

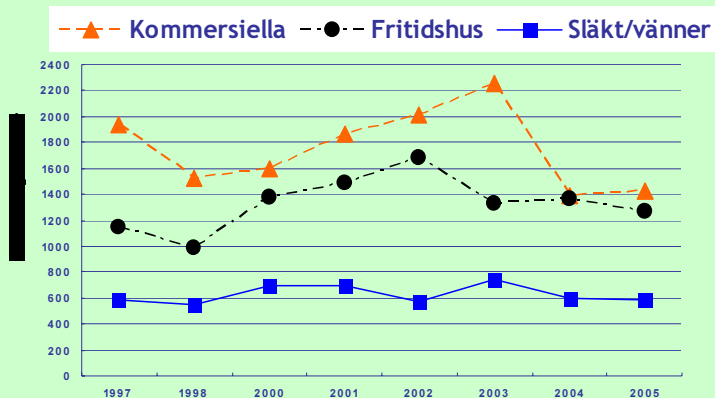
3 Turismen på Öland nuläge och utveckling

Turismen är en av Ölands viktigaste näringar. Resurs AB har, på uppdrag av Ölands Turist AB, beräknat turismens ekonomiska effekter (TEM) för Öland sedan 1997, med undantag av år 1999. TEM mäter och beräknar antalet besökare, övernattningar, omsättning samt sysselsättning och skatteeffekter. Följande uppgifter är hämtade från TEM 2005.

Rese- och turistindustrin i på Öland omsatte mer än en miljard (1 026 miljoner) kronor och gav arbete åt nästan 1 000 personer (970 årssysselsatta) under år 2005. Antalet sysselsatta under den korta och intensiva sommarsäsongen är dock betydligt fler.

Följande diagram visar utvecklingen av antal övernattningar under perioden 1997–2005. Sommaren 2003 var ett rekordår för framförallt camping. Trots detta så minskade antalet övernattningar i eget eller lånat fritidshus enligt TDB jämfört med år 2002. Totalt så genererade Ölandsturismen år 2003 över 4,2 miljoner övernattningar/gästnätter.

Figur 1 Antal övernattningar på Öland i 1 000-tal gästnätter 1997–1998; 2000–2005.

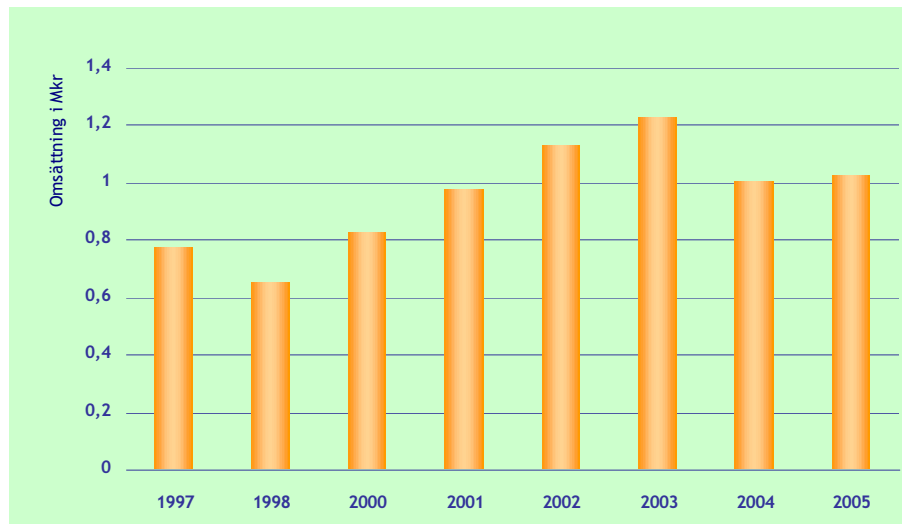


Källa: Resurs AB/TEM®.

Det stora antalet övernattningar innebär ett betydande ekonomiskt tillskott för Öland. Turismen är tillsammans med jordbruket öns största näringar.

Nästa tabell visar hur den turistomsättningen har utvecklats på Öland under perioden 1997–2005. Intäkterna följer antalet övernattningar, så toppåret 2003 omsatte turismen över 1,2 Mdr kronor.

Figur 2 Total turistomsättning på Öland under perioden 1997–2005.



Källa: Resurs AB/TEM®.

Den totala turistomsättningen ökade år 2005 med 19 miljoner kronor eller 1,9 % jämfört med 2004. Utvecklingen visar dock stora variationer under hela perioden. Toppåret 2003 visar också att det finns en stor outnyttjad kapacitet och potential för turismen att växa utan alltför stora investeringar. Antalet övernattningar visar därför också stora svängningar under perioden.

3.1 Antalet övernattningar

Ölandsturisterna gjorde mer än 3,2 miljoner övernattningar år 2005. Turismen är koncentrerad till sommaren och framförallt perioden från Midsommar till början av augusti. Detta innebär att Öland är ett av Sveriges främsta turistområden sommartid.

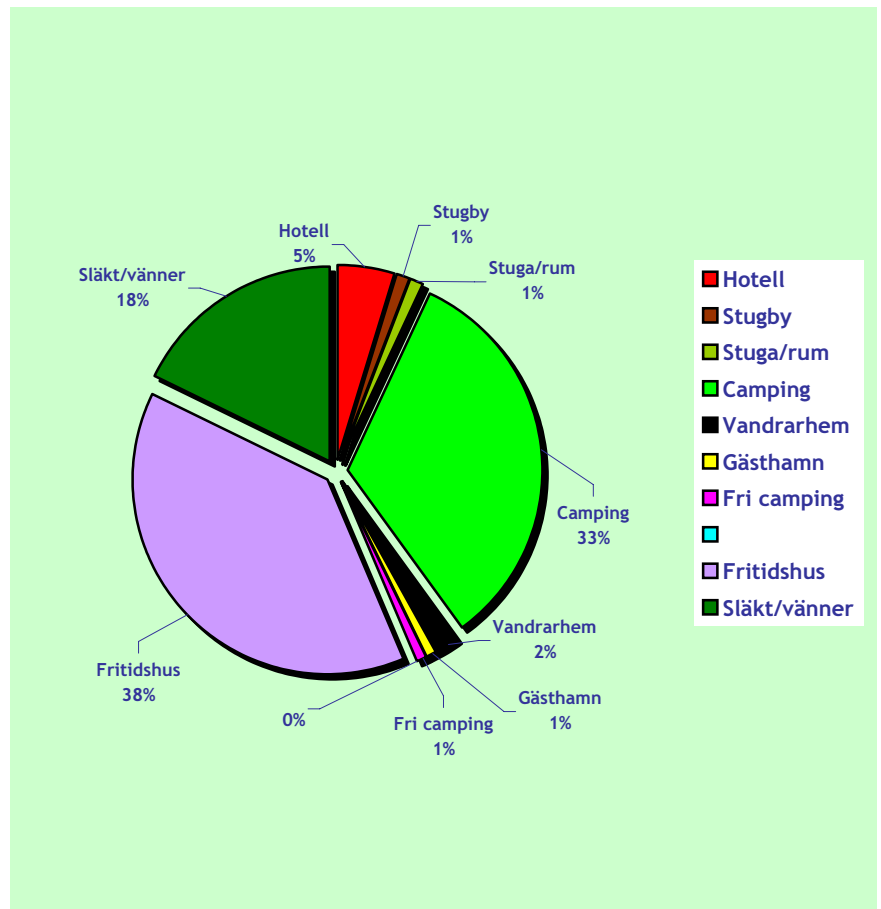
På följande sidor visar vi tabeller och diagram som visar antalet övernattningar fördelat på olika boendeformer år 1997–2005.

Tabell 1 **Antal övernattningar/gästnätter på Öland under perioden 1997–2005.**

ÖVERNATTNINGAR/ BESÖK	1997	1998	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Hotell	153 364	146 299	153 364	166 598	153 699	167 243	160 951	155 500
Stugby	44 891	50 491	39 503	28 754	39 199	33 206	31 137	33 246
Stuga/rum	66 280	75 366	48 716	54 956	54 143	61 223	45 650	42 521
Camping	1 561 999	1 161 243	1 259 918	1 497 299	1 638 615	1 838 425	1 030 674	1 084 339
Vandrarhem	38 263	38 743	41 480	36 148	51 183	50 127	52 535	55 834
Grupplagi	7 986	8 924	9 972	0	0	0	0	0
Gästhamn	14 335	10 991	37 492	31 970	30 256	33 825	31 067	33 882
Fri camping	48 000	31 200	10 375	46 475	38 110	68 600	37 730	24 145
Kommersiella	1 935 118	1 523 257	1 600 820	1 862 200	2 005 205	2 252 649	1 389 744	1 429 467
Fritidshus	1 143 300	990 860	1 371 960	1 486 290	1 676 840	1 333 850	1 364 338	1 265 252
Släkt/vänner	583 188	552 684	694 596	692 440	566 674	737 760	601 080	583 957
Övriga	1 726 488	1 543 544	2 066 556	2 178 730	2 243 514	2 071 610	1 965 418	1 849 209
TOTALT	3 661 606	3 066 801	3 667 376	4 040 930	4 248 719	4 324 259	3 355 162	3 278 676
ÖVERNATTNINGAR								
Dagbesök	337 000	280 000	179 000	235 000	292 000	302 000	197 000	233 000

Källa: Resurs AB/TEM®.

Figur 3 **Fördelningen av antalet övernattningar på olika boendeformer på Öland 2005**



Källa: Resurs AB/TEM®.

Diagrammet visar tydligt att Camping är den största kommersiella boendeformen med hela 31 % av alla övernattningar. Boende i eget eller lånat fritidshus är dock det absolut vanligaste sättet att bo på Ölandssemestern. Inte mindre än 37 % av övernattningarna sker i fritidshus.

3.2 Kapacitetsutnyttjande

Kapacitetsutnyttjande är ett relativt och ibland missvisande begrepp om det anges i procent av disponibel kapacitet. Helårsöppna anläggningar är svåra att jämföra med säsongöppna.

Campingplatserna på Öland var nära fullbelagda nästan två månader under de solrika somrarna 1997, 2002 samt 2003. De ”sämre” somrarna 1998 och 2000 sjönk kapacitetsutnyttjandet till knappt sex veckor. Den regniga sommaren 2004 resulterade i ett ännu lägre utnyttjande. En mindre ökning uppvisas 2005. Detta visar på en intensiv och relativt kort säsong för camping.

Trots den korta och intensiva högsäsongen visar kapacitetsutnyttjandet att det finns möjligheter till utveckling och ökning av turismen inom den befintliga kapaciteten, utan stora investeringar. Mycket tyder på att det snarare är utveckling av serviceutbudet som krävs för att öka turismen.

3.3 Turismens omsättning totalt och per boendeform

Följande tabell visar turismens omsättning på Öland i kkr fördelat per boendeform under perioden 1997–2005.

Tabell 2 Turistomsättningen i kkr på Öland per boendeform under perioden 1997–2005.

Boendeform	1997	1998	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Hotell	89 897	92 413	142 459	139 825	152 978	183 002	190 471	190 379
Vandrarhem	10 522	10 654	12 859	11 206	29 942	30 076	34 936	36 571
Stugby	14 590	16 410	15 209	11 502	16 072	16 437	21 485	23 106
Stuga/rum	16 239	18 465	14 371	16 762	18 950	21 428	16 434	15 520
Camping	300 319	213 203	244 785	361 116	430 071	499 116	291 276	311 865
Grupplagi	1 597	1 785	3 191	0	0	0	0	0
Gästhamn	1 433	1 099	4 124	3 996	3 933	4 566	4 660	5 421
Fri camping	8 640	5 616	1 971	8 830	8 003	15 092	8 678	6 036
Dagbesök	69 085	57 400	39 380	55 225	74 460	84 560	61 070	76 890
Summa	512 322	417 045	478 349	608 462	734 409	854 277	629 010	665 788
Kommersiellt								
Fritidshus	154 345	133 766	205 794	222 943	268 294	206 747	231 937	221 419
Släkt/vänner	104 974	105 010	145 865	145 412	128 635	167 472	146 062	138 982
Summa övriga	259 319	238 776	351 659	368 355	396 929	374 219	377 999	360 401
TOTALT	771 642	655 820	830 008	976 817	1 131 338	1 228 496	1 007 008	1 026 190
Ölands andel i länet	38,10%	36,30%	30,90%	36,30%	31,10%	41,70%	34,40%	44,70%
Ölands andel i riket	1,44%	1,22%	1,60%	1,63%	1,46%	1,62%	1,28%	1,35%

Källa: Resurs AB/TEM®.

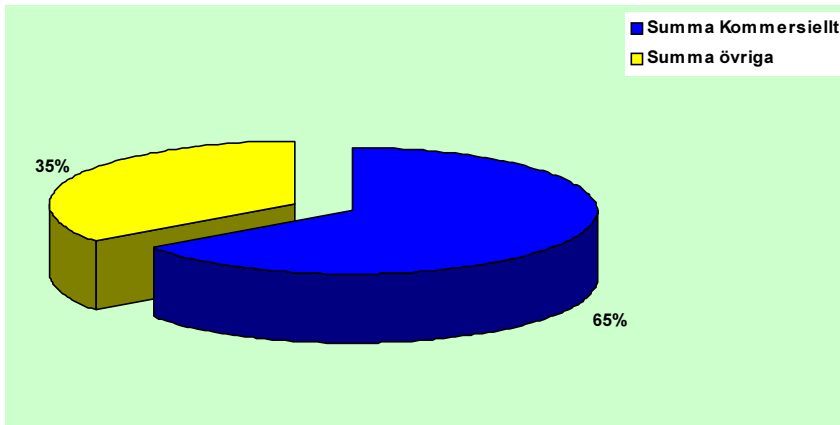
Omsättningen från kommersiella övernattningar 2005 har ökat med 37 miljoner kronor eller 5,8 % jämfört med 2004. Det totala antalet kommersiella övernattningar har ökat med ca 40 000 gästnätter eller 2,9 % medan omsättningen har ökat med 21 miljoner kronor eller 3,7 % 2005 jämfört med 2004.

Med kommersiell avses de boendeformer som redovisar statistik över antal gäster och omsättning. Besökarna betalar en logiavgift för sitt boende och de påverkas av traditionell marknadsföring att besöka kommunen. Med övriga eller icke kommersiella avses de tre kategorierna:

1. Boende/besök hos släkt/vänner
2. Boende och nyttjande av eget eller lånat fritidshus samt
3. Dagbesök/genomfartsresenärer

Dessa kategorier kan naturligtvis påverkas på samma sätt som den som väljer kommersiellt boende, men det finns, av praktiska skäl, ingen offentlig tillgänglig statistik.

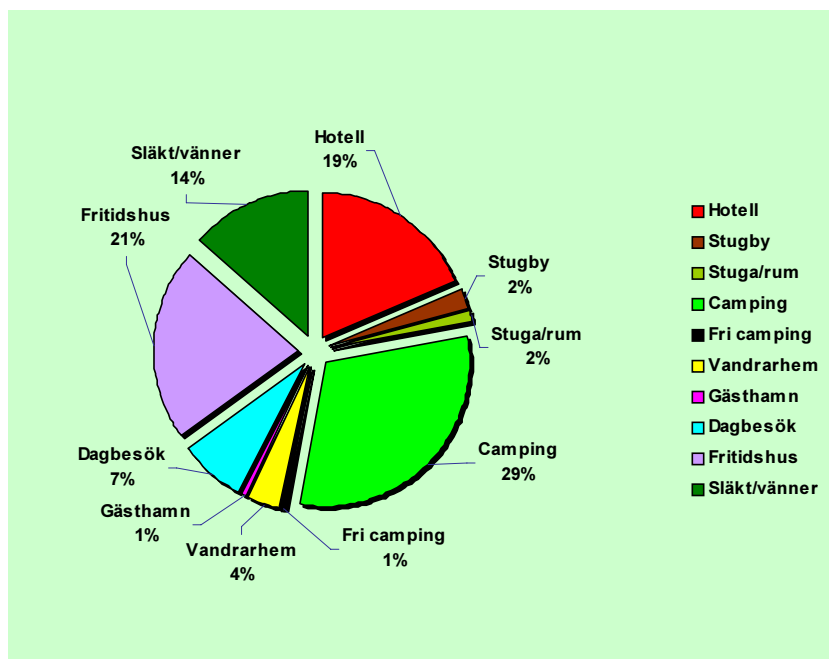
Figur 4 Turistomsättningens fördelningen på kommersiellt- och övrigt boende på Öland år 2005



Källa: Resurs AB/TEM®.

Cirkeldiagrammet visar att de övriga (icke kommersiella) boendeformerna står för hela 35 % av den totala turistomsättningen på Öland år 2005. Detta är en mycket hög andel. Öland har en stor andel av fritidshus jämfört med riksgenomsnittet.

Figur 5 Fördelningen av turistomstättningen per boendeform på Öland år 2005



Källa: Resurs AB/TEM®.

3.3.1 Camping

Camping (inkl campingstugor) är den viktigaste boendeformen med 29 % av samtliga kommersiella övernattningar 2005. Antalet övernattningar 2005 ökade med ca 54 000 eller 5,2 % jämfört med 2004. Campingen genererar också 30 % av den totala turismomsättningen och 53 % av omsättningen för samtliga kommersiella övernattningar 2005. SCR redovisar camping i form av campingnätter, dvs. antal husvagnar/husbilar/tält per dygn. För att beräkna övernattningar använder SCR ett nyckeltal på 3,134 personer per husvagn/husbil/tält, ett tal som nyttjats i drygt 15 år. Analyser i TDB visar att Öland har många större campingstugor som rymmer betydligt fler personer än nyckeltalet. Dessutom har Öland en överrepresentation av barnfamiljer som gör att 3,134 personer ofta blir för lågt. Om varje enhet i stället nyttjas av 3,8 personer innebär

detta en ökning med omkring 70 000 gästnätter i tält/husvagn och campingstugor 2005 jämfört med SCR:s redovisning.

3.3.2 Hotell & vandrarhem

Kategorin hotell svarar för nästan 19 % av den totala omsättningen och 32 % av omsättningen för samtliga kommersiella övernattningar 2005. Det lägre antalet övernattningar 2002 berodde på förändringar i SCB:s inkvarteringsstatistik där ett betydande antal turisthotell "flyttades" till kategorin vandrarhem som icke STF-anslutna vandrarhem. Det innebär då att övernattningar i vandrarhem ökade markant.

3.3.3 Boende i fritidshus, hos släkt och vänner

Boende i fritidshus är beräknade enligt TDB. Trots minskningen, är detta den vanligaste övernattningsformen med 39 % av samtliga övernattningar 2005. De "icke kommersiella" övernattningsformerna, fritidshus samt släkt/vänner, svarar tillsammans för 56 % av samtliga övernattningar och 38 % av den totala turismomsättningen 2005.

3.3.4 Dagbesökare

Antalet dagbesökare är beräknade enligt TDB, men även relaterad till redovisade besöksantal på ett flertal besöksmål. Antalet dagbesök tenderar att öka sol- och badvänliga somrar på Öland. Dessutom är det sannolikt ett betydande antal övernattande "Ölandsturister" genererar dagbesök till fastlandet, t.ex. Kalmar och Glasriket, vid t.ex. dåligt väder samt resan till/från Öland. År 2005 ökade antalet beräknade dagbesök med 18 % och omsättningen ökade med nära 16 miljoner kronor.

3.4 Turistomsättning i olika branscher

Turistomsättningen påverkar inte bara de traditionella turistnäringarna som hotell och restaurang, utan hela näringslivet. Följande tabell visar turismens omsättning fördelat på olika branscher:

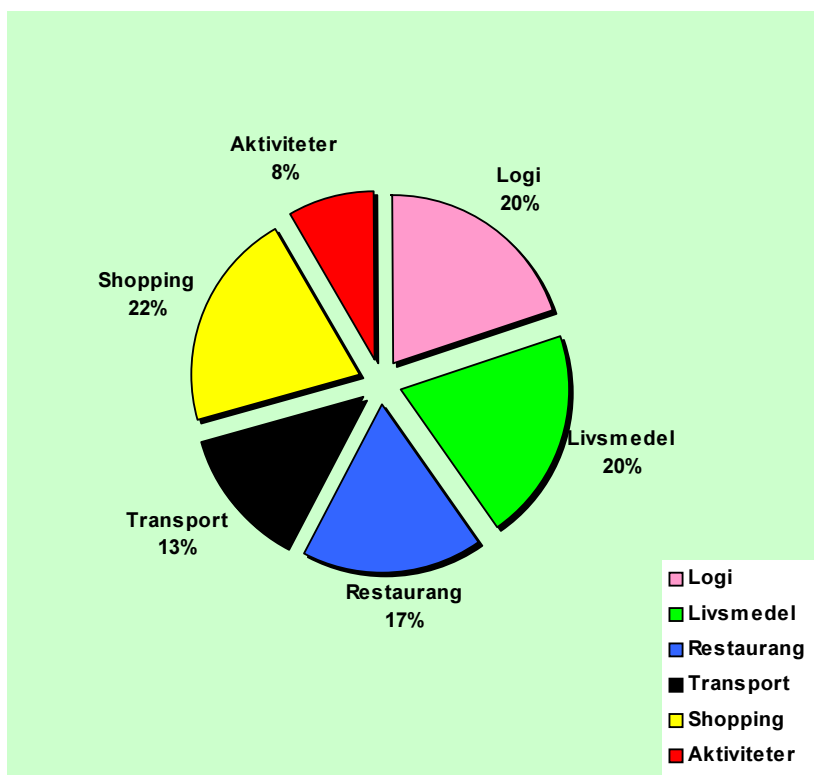
Tabell 3 Turistomsättningens fördelning i olika branscher på Öland år 1997–2005.

(kkr)	1997	1998	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Logi	132 433	114 561	163 926	173 509	193 977	226 162	189 146	204 615
Livsmedel	194 090	154 061	179 679	205 117	250 483	288 303	200 038	208 355
Restaurang	127 357	111 371	149 848	174 087	199 920	232 075	192 726	177 934
Transport inkl bensin	111 531	95 784	121 211	129 508	141 898	137 281	125 024	133 784
Shopping	137 942	133 167	148 360	211 528	249 135	222 562	211 293	214 881
Aktiviteter	68 288	46 877	66 985	83 068	95 925	112 112	88 783	86 621

Källa: Resurs AB/TEM®.

Omsättningens fördelning på olika branscher kan också visas med den s k "Turistkronan". Den visar hur stor andel i % av varje krona som turisterna spenderar i olika branscher. Logi och restaurang får ofta högst andel av turistomsättningen. Men under den senaste 10-årsperioden har stora förändringar skett, oftast för restauranger, transport och shopping. Den höga omsättningsandelen för livsmedel på Öland beror på den stora andelen av boende med självhushåll – fritidshus, camping och boende hos släkt/vänner. Dessa boendeformer samt dagbesök genererar också en relativt hög omsättningsandel för shopping.

Figur 6 Turistkronan visar turistomsättningens fördelning på olika branscher på Öland år 2005



Källa: Resurs AB/TEM®.

Turistkronan för Öland 2005 visar tydligt att de traditionella turistnäringarna logi och restaurang endast får 37 % av den totala turistomsättningen. Handel med livsmedel och shopping samt transport står för hela 55 % av den totala turistomsättningen. Detta betyder mycket för att dessa näringar ska kunna verka året runt på ön.

3.5 Sysselsättning

Från 2002 utvecklade Resurs AB, i samarbete med SCB, en ny metod som kan redovisa sysselsättningen i form av antal anställda. Detta innebär också att vi kan redovisa sysselsättning med regionalt och ibland lokalt anpassade tal för Öland. Av detta skäl finns dubbel redovisning för 2002.

Tabell 4 Turistnäringens bidrag till sysselsättningen på Öland under perioden 1997–2005

BRANSCH	1997	1998	2000	2001	2002	ny2002	2003	2004	2005
Livsmedel	108,1	81,7	87,9	97,4	116,0	103,4	115,5	78,0	78,7
Restaurang	143,1	119,1	148,4	164,2	183,7	275,0	309,8	250,6	224,1
Transport	40,7	33,3	38,8	39,7	42,4	53,2	49,9	44,3	45,9
Shopping	80,0	73,6	75,7	105,0	120,5	154,9	134,2	124,2	122,3
Aktivitet	105,1	68,9	91,1	107,9	121,4	152,3	172,5	133,1	125,7
Logi	251,1	202,9	270,8	273,2	301,1	361,3	459,7	351,7	361,7
Administration	14,0	15,0	13,0	13,0	14,0	14,0	14,0	13,0	13,0
TOTALT	742	595	726	800	899				
Årssysselsatta, ny metod						1 114	1 256	995	971
Beräknat antal	890	715	870	960	1 080				
årsanställda									

Källa: Resurs AB/TEM®.

Observera att ovanstående siffror ej anger ett faktiskt resultat av sysselsättningen utan enbart vilka volymer inom sysselsättningen som omsättningen ger underlag till. Med tanke på att Öland är ett utpräglat ensäsongsområde, så är dock antalet sysselsatta under sommarperioden betydligt högre.

3.6 Regional Handelsstatistik (SCB)

Följande fakta avser år 2004. Statistiken bygger på företagens omsättningsredovisning till Skatteverket och är exklusive moms. Omsättning per invånare över rikssnittet är markerat i **fet stil**.

Tabell 5 Omsättning per bransch och invånare på Öland år 2004 jämfört med riket.

Kommun	Bransch	Inrikes oms exkl. moms Mkr	Antal anställda	Antal enheter	Oms per invånare	Oms per invånare rikssnitt	Oms jmf rikssnitt +/- Mkr
MÖRBYLÅNGA	505 Bensinstationer	71	14	7	5 327	8 462	-42,0
	521 Butiker, varuhus och stormarknader	298	102	13	22 202	18 356	51,6
	522 Specialiserad livsm, sprit & tobak	31	18	6	2 318	3 449	-15,2
	524 Övriga special- butiker med nya varor	206	148	41	15 386	17 797	-32,3
	551 Hotell	16	14	6	1 219	2 395	-15,7
	552 Camping, vandrar- hem, stugbyar m.m.	32	24	10	2 369	201	29,1
	553 Restauranger	37	65	22	2 774	4 764	-26,7
BORGHOLM	505 Bensinstationer	51	15	5	4 559	8 462	-43,5
	521 Butiker, varuhus och stormarknader	278	117	21	24 945	18 356	73,4
	522 Specialiserad livsm, sprit & tobak	34	14	14	3 026	3 449	-4,7
	524 Övriga special- butiker med nya varor	125	82	50	11 243	17 797	-73,0
	551 Hotell	119	160	15	10 689	2 395	92,3
	552 Camping, vandrar- hem, stugbyar m.m.	80	69	26	7 221	201	78,2
	553 Restauranger	88	119	48	7 900	4 764	34,9

Källa: Resurs AB/TEM®.

Tyvärr förekommer olika former av registerförändringar, avgränsningar, sättet att redovisa moms etc. Uppgifterna bör därför användas försiktigt för att belysa förändringar mellan närliggande år. Av sekretesskäl har uppgifter från branscher med färre än tre enheter slagits samman med den bransch med näst minst enheter inom samma huvudbransch. Omsättning och antal anställda redovisas för dessa branscher sammanslaget. För varje separat bransch redovisas endast antal arbetsställen.

Butiker, varuhus och stormarknader (livsmedel) innefattar oftast mycket mer än livsmedel vilket försvårar gränsdragningen mellan dagligvaru- och sällanköpshandel. Detsamma gäller övriga

specialbutiker med nya varor (shopping) inräknade i sällanköps-handeln vilka kan ha ett bredare sortiment innefattande produkter tillhörande dagligvaruhandeln.

Observera att i hotellens redovisade omsättning till SCB ingår ofta även omsättning för restaurangverksamhet, dans och andra säljintäkter (garage, garderob, hygienartiklar, etc.).

3.7 Skatteintäkter

Skatteintäkterna delas in i två delar:

- DIREKTA** avser de skatteintäkter som kommer från sysselsättningen i de företag som direkt påverkas av besökarens utlägg.
- TOTALA** avser alla företag som påverkas, ex tvätteriet som tvättar hotellets linne. Totala skatteintäkten är densamma som den samhällsekonomiska effekten.

Skatteintäkten avser bruttobelopp utan hänsyn taget till skatteutjämningsbidraget.

Tabell 6 Ölandsturismens direkta och totala skatteintäkter perioden 1997–2005.

(kkr)	1997	1998	2000	2001	2002	2003	2004	2005
DIREKTA								
Kommun	27 502	23 374	29 894	38 182	40 748	45 423	37 233	37 943
Landsting	13 718	11 659	14 429	16 982	20 248	21 987	18 023	18 366
TOTALA								
Kommun	49 361	41 511	58 223	69 018	81 508	113 687	90 251	91 331
Landsting	24 621	20 706	28 103	33 314	40 502	55 030	43 687	44 208

Källa: Resurs AB/TEM®.

En ökad skatteintäkt för kommunen innebär motsvarande minskning av skatteutjämningsbidraget. Kommunens "vinst" vid ökad sysselsättning innebär alltså inte direkt mer pengar i kommunkassan i form av skatteintäkter utan istället minskade kostnader för arbetsmarknadsåtgärder och olika former av bidrag. Den viktigaste effekten är dock att en ökad sysselsättning också kan innebära en

inflyttning och därmed ökat skatteunderlag eller förhindra utflyttning och därmed bibehållit skatteunderlag.

4 Genomförande

Det statistiska underlaget har granskats. Olika uppgifter har kontrollerats och samkörts/matchats mot varandra, för att se om några samband orsak-verkan finns eller är sannolika.

Turiststatistiken från SCB, TEM och TDB har kombinerats med väderrapporter från SMHI, Solligan från SVT Väder, samt SMHI:s algövervakning via satellit för åren 2002–2006.

År 2005 ”upplevdes” Öland som mycket hårt drabbat av algbloomningen. Media rapporterade med katastrofrubriker. Därför har vi också gjort en analys dag för dag under juli månad 2005 år för att hitta några samband som går att belägga.

Tidningsrubriker har matchats mot algövervakningsrapporter samt Vägverkets trafikflödesmätningar för Ölandsbron.

Fokusgrupperna har använts för att komplettera och fördjupa och ge perspektiv.

5 Resultat

Resultatet av studien visar följande i korthet:

Regelbundna och metodiska bedömningar av algbloomning har gjorts kontinuerligt av SMHI sedan år 2002. Det statistiska underlaget är därför begränsat och kanske inte tillräckligt för att med säkerhet kunna indikera eller påvisa några direkta samband mellan Algbloomning (tidig, sen eller längd) och:

- Vattentemperatur
- Lufttemperatur
- Soligt
- Regnigt
- Trafik till/från Öland, dvs. minskad eller ökad turism

Metoden att mäta algbloomning med satellit har två begränsningar:

- Bilden blir förenklad, utan detaljer i för stor skala

- Går inte att mäta när det är molnigt. Ger ett stort bortfall och osäkerhet

Vid en genomgång av samtliga satellitbilder, dag för dag under hela perioden 2002–2006 så har himlen rapporterats molntäckt hela 72 dagar av 155 dagar. Totalt så har algbloomningen vid hela 46 % av samtliga dagar ej kunnat mätas på grund av moln.

Detaljinformation om lokal algsituation/förhållande är också bristfällig pga. den stora skalan. Det är svårt att få en klar bild av den faktiska algbloomningen vid badstränderna. Det verkar dock som om västra kusten i Kalmarsund mot fastlandet inte har drabbats riktigt lika ofta och hårt som östra kusten.

5.1 Algbloomning temperatur i luft och vatten i juli månad

Underlaget ger viss information om algbloomningens samband temperatur i luft och vatten. Att undersöka detta samband faller dock utanför ramen för denna fallstudie. Vi har tittat på detta utan att dra några egna slutsatser. I tabell bilaga 1 kan finns dock information om detta.

5.2 Algbloomning och antal soldagar i juli månad

Antalet soldagar anses ha stor betydelse för turismen generellt. Vi har dock inte kunna belägga något säkert och direkt samband mellan antalet soltimmar och algbloomning. Somrar med många soltimmar verkar inte har drabbats av kraftigare och besvärligare algbloomning.

5.3 Algbloomning och antal regndagar i juli månad

Precis som med antalet soldagar så har vi inte kunna se något klart och direkt samband mellan antal regndagar och algbloomningens utbredning.

5.4 Algblooming och trafik till/från Öland över Ölandsbron

Medias larmrapporter har ansetts ha stor betydelse för att bromsa, hejda och till och med minska turisttrafiken till Öland. Vi har dock inte kunnat påvisa något direkt samband mellan algblooming, algrapporter från SMHI och/eller medias larm om algblooming. Trafiken till/från Öland verkar vare sig ha ökat eller minskat pga. algrapporter eller tidningsrubriker. Vägverkets statistik säger däremot inget om att trafiken skulle kunna ha ökat om inte algblooming och larmrapporter dominerat mediabilden.

Denna bild stöds av turiststatistiken i TEM 2005 i kapitel 3. Den visar en liten ökning från år 2004. En komplett och grundlig undersökning av medias faller utanför ramarna för denna fallstudie, men borde kanske utredas vidare.

5.4.1 Vägverket jmf med algblooming

En samkörning mellan vägverkets trafikflödesmätning och SMHI:s samt medias rapporter och nyhetsförmedling om algblooming visar följande för perioden år 2002–2006.

År	Samband
2002	Algblooming rapporteras omkring den 15 juli. Månadens period med tätaste trafik till/från Öland infaller den 12–18 juli.
2003	Algblooming rapporteras omkring den 21–24 juli. Månadens period med tätaste trafik till/från Öland infaller den 14–25 juli.
2004	Algblooming rapporteras omkring den 29–30 juli. Inga mätningar från VV.
2005	Algblooming rapporteras omkring den 8–14 juli. Trafiken till/från Öland avviker från tidigare år med att inte ha mer än enstaka toppdagar, i e den 15 juli.
2006	Algblooming rapporteras omkring den 10–15 juli. Vägverkets mätningar visar på en trafik på något över medeltrafiken.

5.5 Fokusgrupper

Fokusgrupp är en typ av gruppintervju, där en specifik frågeställning ställs i fokus för en diskussion. Gruppen leds av en moderator som introducerar ämnet och kommer med följdfrågor om det behövs.

Fokusgruppen används ofta som komplement till kvantitativa metoder för att få fram fördjupade perspektiv på ett ämne.

Fokusgrupper kan eliminera en del av det som brukar kallas för intervju effekt. Intervjuaren har en tillbakadragen roll och kan därmed undvika att få svar som anpassas till forskaren.

Genom fokusgrupper kan också gruppeffekter studeras. Deltagarna både ifrågasätter och förklarar för varandra i samtalen, därför kan fokusgruppen sägas vara mer än summan av separata individuella intervjuer.

Syftet med fokusgrupperna var att belysa hur eventuella förändringar i väder och miljö påverkar respondenternas sommarsemester i allmänhet och på Öland i synnerhet. Fokusgrupperna genomfördes under april 2007 i Stockholm.

Deltagarna rekryterade via en annons i Metro. Samtliga inbjudna kom och deltog i fokusgrupperna. Två fokusgrupper hölls med nio deltagare i den första gruppen och tio i den andra. Respondenterna hade samtliga semestrat på Öland minst två gånger under de senaste fem åren, dvs. under samma period som SMHI har rapporterat om algbloomning.

Diskussionerna följde en intervjuguide och spelades in på DVD och band. Direkta citat från deltagarna redovisas därför i kursiv stil.

SMHI:s tre scenarier för 2020-talet presenterades och diskuterades i grupperna.

- Scenario 1 – Normal sommar 2020-talet.
- Scenario 2 – Sommar med längre algbloomning 2020-talet
- Scenario 3 – Varm sommar 2020-talet.

5.5.1 Sammanfattning

- Respondenterna oroar sig inte för väder- och klimatförändringar i sin vardag.
- Man upplever inte förekomsten av en ökad algbloomning särskilt alarmerande.

- Massmedia anses ha en tendens att överdriva klimat- och miljöproblem.
- Deltagarna ändrar inte sina semesterplaner såvida inte ett väder- eller miljöproblem förekommer flera år i rad.

5.5.2 Semestervanor

Deltagarna representerar ett tvärsnitt av Ölandsbesökarna. Många är frekventa sommargäster på Öland och reser dit i stort sett varje sommar. Ungefär hälften har vänner eller familjer med anknytning till Öland och semestrar hos släkt och vänner eller i lånad stuga. Camping var väl representerad. Även hotell-/pensionatsgäster samt endagsbesökare från Kalmar län är representerade.

Förutom att hälsa på släkt och vänner anges vädret vara av betydelse för valet av Öland som resmål. De flesta upplever Öland som solsäkert och man vet att Öland och Gotland ofta har flest soltimmar i Sverige. Öland är framförallt sol och bad samt annorlunda och exotisk natur. Semesterperioden är koncentrerad till juli. Någon nämnde också Öland utanför sommarperioden och hade gästtat Ölands skördefest.

Man är överens om att den svenska sommaren är fantastisk och de flesta väljer att lägga eventuella utlandsresor under andra delar av året.

De flesta väljer att semestra på Öland i juli eller början på augusti. Vädret upplevs bra och det har hunnit bli varmt i vattnet. Väder med sol och värme är viktiga skäl till att man väljer just Öland. Dåligt väder enstaka dagar med regn verkar inte oroa eller avskräcka dessa besökare. Flera tröstar sig med att om det regnar på Öland, så är det värre på annat håll.

Andra aspekter som gör att man väljer att semestra i Sverige är ekonomin och att det känns tryggare när man har barn.

Boendet varierar beroende på omständigheter och familjesituation. Man bor hos släkt och vänner, i hyrd stuga, på camping, på hotell eller sover i bilen.

När man väl har bestämt att vara på Öland under en speciell period åker man inte därifrån även om vädret inte är bra. Har man bokat boende stannar man perioden ut. Man åker på utflykter och hoppas på bättre väder. Enstaka dagar med regn eller dåligt väder stör inte. Perioder med långvarigt dåligt väder kan dock få deltagarna att ändra sina semesterplaner helt.

Endast ett par av deltagarna har lämnat Öland när vädret inte varit bra.

5.5.3 Orosmoment

Deltagarna kan i nuläget inte se något som skulle göra att de inte skulle semestra på Öland i framtiden. Man diskuterar kring den korta säsongen och att man måste boka boende ett halvår i förväg. Att det är mycket folk under högsäsong innebär en del olägenheter i form av t.ex. långa köer på restauranger och liknande.

De som har möjlighet väntar gärna med att boka för att se hur vädret blir. Några påpekar att om vädret är dåligt på Öland är det ännu sämre på övriga platser i Sverige.

En deltagare som sportdyker nämner att algbloomingen har blivit värre överallt, men värst på östkusten. De övriga deltagarna håller med om att den ökande förekomsten av algblooming inte är trevlig, men man upplever det inte som ett direkt hot. Är det för sörjigt, så badar man inte, helt enkelt.

Deltagarna tycker att rapporterna om algblooming i media är överdrivna och att det man läser sällan stämmer överens med verkligheten.

Medias bevakning beskrevs som lösnummerförsäljning med sensationsrubriker som "nakenchock" och "algchock", utan större trovärdighet. Ingen hade avbokat, avstått från att boka eller resa, eller rest från ön trots medias rapportering. De allra flesta bokar i så god tid, eller har inga val, att de åker ändå.

Flera hade också upptäckt öns möjligheter att åka och bada på östra- eller västra sidan, beroende på algsituationen.

5.5.4 Begreppet "Normalsommar"

Deltagarna får uppskatta hur vädret och temperaturen brukar vara under en normal sjudagarsperiod i juli- början av augusti.

- | | |
|-----------------------------|--------------|
| • Antal soldagar | 5–6 dagar |
| • Antal regndagar | 0–2 dagar |
| • Medeltemperatur i luften | 22–25 grader |
| • Medeltemperatur i vattnet | 17–24 grader |
| • Antal badbara dagar | 5–7 dagar |

Man är överens om att det i allmänhet är soligt, varmt och torrt. Vattentemperaturen är det som varierar mest beroende på att man befinner sig på olika platser på Öland. De flesta säger sig kunna bada varje dag, medan några få tycker att vattnet är för kallt att bada i över huvudtaget.

Deltagarna tenderar dock att överskatta temperatur och antal soldagar, medan antalet regndagar underskattas jämfört med SMHI:s statistik. Minnet kan svika och försköna ibland.

5.5.5 Förändringar i väder och temperatur

Deltagarna har givetvis noterat att det skett förändringar i väder och temperatur. Man är dock osäker på vad som är normala svängningar i vädret och vad som är tecken på en mer bestående förändring. Den första spontana reaktionen är att det är skönt att det blivit varmare. Tänker man efter finns det naturligtvis skäl till oro sett ur ett längre och mer globalt perspektiv.

Man skall inte tänka i dom termerna – viktigt att inte dra paralleller mellan global miljöförstöring och semester – jag njuter av min semester – vad som kommer att hända om 350 år – det kan man oroa sig för på vintern.

Speciellt genom massmedia bjuder man in orosmomentet i vardagsrummet – TV är det största hotet som finns för familjen.

Nästan fel att inte ha dåligt samvete för någonting – jag tycker att man skall jobba med att få bort det – njuta av livet i stället.

Fågelinfluensan siktades på Öland – förstörde upp allting – var ju inga smittade fåglar där – de mindre barnen var jätterädda – det enda de pratade om på dagis.

Matad med det hela tiden – ja ha nu skall man oroa sig för det också.... tänker på något annat när man äter sina kroppkakor – njuter av det i stället.

Har inte nått den nivån i Sverige när man ser effekterna av förändringarna.

Kommer inte märka någon större förändring under vår livstid.

Om det blir varmare vill man inte åka till Medelhavet.

5.5.6 Information och kännedom

Det man känner till om väder- och miljöförändringar är det man läst i tidningar och sett på TV. Morgontidningarna upplevs mer trovärdiga än kvällspressen. Någon påpekar att morgontidningarna kan ha väldigt bra och djuplodande serier om t.ex. miljön. Kvällstidningarnas miljöbevakning upplevs överdriven.

5.5.7 Algblomning

Deltagarna har noterat en ökad förekomst av algblomning de senaste åren. Dock upplever man medias rapportering om algblomningen på Öland överdriven.

De lokala tidningarna ger en mer sanningsenlig bild av situationen. Om det är mycket alger på en plats kan man alltid åka någon annanstans för att bada. Eftersom det blåser mycket på Öland blåser algerna ofta bort.

Man känner till att barn kan bli sjuka av vattnet, men tycker inte att det är så stort problem eftersom barnen inte vill bada i alla fall när det är mycket alger i vattnet.

Om det var väldigt mycket alger flera år i rad skulle det kanske påverka semesterplanerna negativt. Man påverkas också mer av vad tidningarna skriver om det gäller ett resmål man inte känner till.

Har funnits ganska länge – men nu har det blivit värre – kanske för att temperaturen har stigit – men jag vet inte...

Nu har jag ju stora barn och då behöver man ju inte bekymra sig längre.

Vet inte mer än det jag ser – sörjan – skrivs att det kan ge utslag och feber.

Mindre barn kan bli jättesjuka.

Om det blir mycket algblomning försvinner barnfamiljerna – men då blir det något annat – golfbanor – konstnärer.

Om det är mycket alger flera år i sträck skulle Öland tappa som turistmål.

5.6 Scenario 1 – Normal sommar 2020-talet

14 av 19 respondenter upplever scenariot trovärdigt.

Man tycker inte att förändringarna är så stora och alltså fullt sannolikt enligt många. De som inte tycker det verkar trovärdigt tror att en grads ökning är för mycket under en så pass kort tidsperiod. Några tror också att det kommer att bli ännu varmare och vara fler soldagar än vad man uppger.

Om detta scenario var verklighet skulle det inte påverka resandet till Öland.

5.7 Scenario 2 – Sommar med längre algbloomning 2020-talet

16 av 19 respondenter upplever scenariot trovärdigt.

Några tycker att antalet dagar med algbloomning stämmer bättre överens med verkligheten i dag. Man tror att om temperaturen stiger blir det ännu mer algbloomning än vad som anges i scenariot.

En återkommande ökad algbloomning i enlighet med scenariot skulle påverka resandet till Öland. Några skulle kanske åka till Västkusten i stället. Man tror också att barnfamiljer skulle välja bort Öland som turistmål. Andra skulle dock föredra Öland framför andra resmål, t.ex. Stockholms Skärgård, eftersom det blåser mer på Öland.

Det är ändå äckligare” att bada i en insjö.

Hela ön är ju inte täckt av alger! Det är ofta värre i t.ex. Stockholms skärgård.

5.8 Scenario 3 – Varm sommar 2020-talet

10 av 19 respondenter upplever scenariot trovärdigt.

Detta scenario väcker en del tankar om väder och miljö. Varför har det blivit så mycket varmare? Hur påverkar det miljön? Det är inte alla deltagare som upplever scenario 3 särskilt alarmerande eftersom siffrorna påminner om förra årets sommar.

Om det var så här varmt och fint väder skulle man säkert åka till Öland. Några tror att de skulle resa oftare om vädret var bättre och mer stabilt.

Skulle nog fundera lite varför det blivit så varmt – mycket avgaser – växthuseffekt.
(Flera håller med)

Drömsemester – fast lite oroväckande.

Verkar som det skulle bli väldigt torrt.

Mer jämt klimat.

Palmer på väg.

Helt osannolikt – från 17,5 till 21 grader.

Hela Ölands alvar skulle nog övergå till någon form av öken.

Fullständigt osannolikt – skulle nog vara ännu mer alger i så fall.

Vad har hänt med ozonskiktet?

Scenario 3 visar ungefär samma klimat- och temperaturdata som sommaren 2006! Om detta skulle inträffa, så skulle de flesta klart överväga att semestra mera på Öland. Att det också skulle attrahera och locka till sig betydligt flera européer från ff a Nordeuropa (Tyskland, Polen) sågs inte som något stort problem. Någon ansåg att detta skulle kunna betyda mycket för utvecklingen av Öland som turistmål.

Scenario 3 upplevs som både positivt och negativt. Oroväckande är vad det skulle kunna innebära för miljön och klimatet i stort. Positivt är att det blir varmare och skönare, mera solsäkert och badvänligt. Ökad internationell turism upplevs också av de flesta som något positivt. Fokusgrupperna indikerar också att algblomningen, i sig, inte är ett tillräckligt stort problem eller hinder från att avstå från att resa till Öland. Ingen hade tagit något avgörande beslut på grund av algblomning eller rapporter om algblomning.

5.9 Ökad turism till Öland

Flera av deltagarna tror inte att en höjning av temperaturen runt Medelhavet skulle märkas så tydligt på grund av det fuktigare klimatet.

Deltagarna ser positivt på en ökad turism till Öland från Nord- och Centraleuropa. Det är bra för ekonomin och kan ge fler arbetstillfällen. Man tror inte heller att det skulle påverka den egna semestern i så stor utsträckning eftersom européerna ofta har

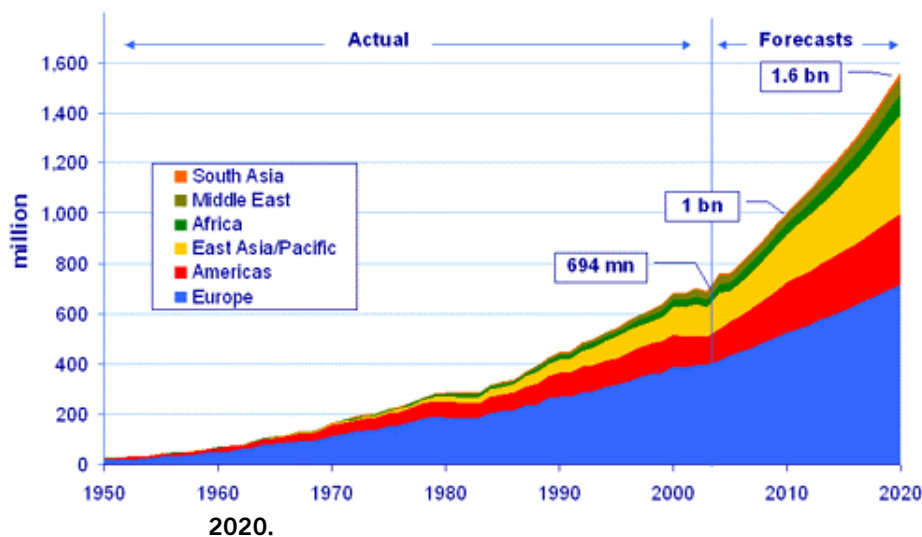
semester senare på året. Om temperaturen stiger och vädret blir bättre måste säsongen på Öland bli längre.

6 Turismens utveckling i Europa till 2020-talet

World Tourism Organization (UNWTO) har gjort en långtidsprognos och bedömning av turismens utveckling fram till år 2020. Tourism 2020 Vision gör en kvantitativ prognos för en 25-årsperiod, med 1995 som basår och prognoser för år 2010 och år 2020.

Trots att turismen har utvecklats oregelbundet och ryckvis senare år, så bedöms de bakomliggande och drivande faktorerna och trenderna inte förändras nämnvärt. Erfarenheter visar att korta perioder av snabb utveckling följs av korta perioder av långsam utveckling. På lång sikt kan man därför räkna med en någorlunda kontinuerlig utveckling. En genomsnittlig utveckling per år kan därför ge en god bild av hela perioden.

Figur 7 Prognos för den internationella turismens utveckling till år



Källa: UNWTO, *Tourism 2020 Vision*.

Tourism 2020 Vision beräknar att internationell turism gör nära 1.6 miljarder resor år 2020. Av dessa beräknas 1.2 miljarder vara intraregionala medan 378 millioner är långdistansresor.

De populäraste regionerna år 2020 är Europa med 717 millioner turister, Sydostasien och the Stilla Havsområdet (397 millioner) samt Nord- och Sydamerika (282 millioner).

Tabell 7 Utvecklingen av den internationella turismen under perioden 1995–2020

	Base Year	Forecasts		Market share (5)		Average annual growth rate (%)
		2010	2020	1995	2020	
		(Million)				1995–2020
<i>World</i>	565	1006	1561	100	100	4.1
Africa	20	47	77	3.6	5.0	5.5
Americas	110	190	282	19.3	18.1	3.8
East Asia and the Pacific	81	195	397	14.4	25.4	6.5
Europe	336	527	717	59.8	45.9	3.1
Middle East	14	36	69	2.2	4.4	6.7
South Asia	4	11	19	0.7	1.2	6.2

Källa: UNWTO, *Tourism 2020 Vision*.

Tillväxten Europa förväntas öka långsammare än i nya tillväxtområden som Asien, Mellanöstern och Afrika. Europa behåller den högsta marknadsandelen av den globala turismen, men andelen beräknas minska från 60 % år 1995 till 46 % år 2020.

Långdistansresor förväntas öka med 5,4 % per år under perioden 1995–2020. Intra-regionala resor beräknas öka mindre med 3,8 % under perioden. Förhållandet mellan intra-regionalt resande och långdistansresor kommer därav att förändras från 82:18 år 1995 till nära 76:24 år 2020.

Denna beräkning och prognos visar att det kan vara mycket stora regionala och lokala variationer. Dessa kan bero på en mängd olika omvärldsfaktorer som infrastruktur, miljö, väder och marknadsföring.

Att här ta hänsyn till och väga in eventuella positiva effekter av högre temperatur i luft och vatten är inte helt lätt.

Även om klimatet under högsommar i Medelhavsområdet blir mycket varmt och torrt, så kan man även där räkna med att säsongen förändras från idag en utpräglad topp till att bli ett

flersäsongsområde med säsongsförlängning till två toppar och kanske nedgång och rentav nedstängning under den allra varmaste och torraste högsommaren.

Under denna varmaste period, så borde rimligen turismen söka sig till andra mera attraktiva destinationer i Europa, däribland Norra Europa.

Att därför säga att Norra Europa, Östersjön och Öland vinner ökad attraktionskraft mot Medelhavsområdet är kanske inte helt rätt. Båda turistområdena får någon form av säsongsförlängning. Det kan hända att det blir ett slags nollsummespel. Ökningar, möjligheter och eventuella hot slår lika i slutändan. Klimatfrågan är i högsta grad global.

7 Ölandsturismens utveckling till 2020-talet

Översätter vi Tourism 2020 Vision till Öland, så utgår vi från den genomsnittliga årliga ökningen av turismen i Europa med 3,1 %. Europa tar emot såväl intra-regionala resenärer som långdistansresor.

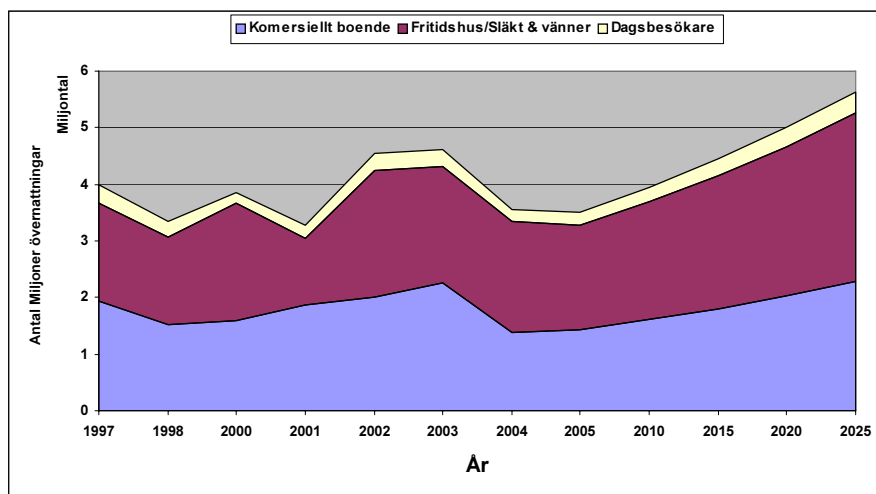
Öland, Östersjön och Norden har i allmänhet en låg marknadsandel av turismen i Europa. Öland kan med nuvarande struktur och resemonster rimligen inte heller förväntas ta emot några långdistansresor. Ökningstakten för intra-regionala resor är lägre än för långdistansresor. Vi kan därför anta att utvecklingen för Öland är lägre än för Europa. Ökningstakten för Öland är i detta scenario sänkt till en genomsnittlig ökning på 2,5 % med basår 2005.

Med tanke på att fokusgrupperna och de faktiska klimatförändringarna enligt scenario 1 eller 2 inte ansågs påverka resandet till Öland, så har vi här valt att fokusera på och resonera om effekterna av scenario 3.

7.1 Antalet övernattningar/besökare 1997–2025

En genomsnittlig ökning av antalet övernattningar på 2,5 % per år innebär att Öland år 2025 kan ha uppemot totalt 5,6 miljoner besökare!

Figur 8 Utvecklingen av antalet miljoner övernattningar år 1997–2005 med prognos till år 2025.



Källa: Resurs AB.

För år 2025 kan detta tyckas vara anmärkningsvärt höga siffror, men tittar vi på några historiska toppår för turismen på Öland, så är ökningen inte lika anmärkningsvärd.

År 2003 så redovisade kommersiella boendeanläggningar nära 2,25 miljoner övernattningar. År 2025 beräknas dessa uppgå till uppåt 2,28 miljoner gästnätter. Den totala ökningen från toppåret blir då bara ca 30 000 gästnätter. Denna ökning borde kunna klara med en liten utveckling av kapaciteten.

Boende i eget fritidshus samt hos släkt och vänner nådde år 2002 en topp med över 2,2 miljoner gästnätter. Prognosen för år 2025 är ca 2,9 miljoner gästnätter. Detta ger en avsevärd ökning på över 700 000 gästnätter.

I båda fallen så är det troligt att kapaciteten inte behöver utökas särskilt mycket för att klara ökningen. Säsongsförlängning, tack vare ett varmare klimat bidrar till att öka turismen totals och därmed också stärka de ekonomiska effekterna både besöksnäringen och övriga branscher. Precis som UNWTO, så kommer enstaka år att avvika kraftigt såväl uppåt som nedåt från en genomsnittlig ökningstakt, men enstaka kraftiga avvikelser påverkar inte den långsiktiga trenden.

Vi menar att klimatutvecklingen enligt scenario tre innebär följande möjligheter, förutsatt att den potentiella miljömässiga hoten kan hanteras.

Antalet resenärer ökar. Nuvarande områden som genererar resor till Öland kommer även i framtiden att svara för majoriteten av resorna. Öland har en mycket stor andel svenska resenärer. Vi kommer även i fortsättningen att resa till Öland.

Svenska resenärer kommer att kunna öka sitt resande på två olika sätt.

Under högsäsong kan antalet övernattningar/resa öka

Stora möjligheter att man går flera resor per år pga. säsongsförlängningen

Tillgängligheten och närheten är fortfarande störst för svenskar.

Det blir inte någon invasion av Sydeuropéer som flytt från den torra och heta Medelhavsområdet. Här är tillgängligheten förmodligen för dåligt genom långa avstånd och bristfälliga kommunikationer.

Däremot så kan vi räkna med en ökning av turister från länder som redan visar ett stort intresse för Sverige. Andelen turister från Tyskland, Holland, Danmark och Norge borde rimligen kunna öka. De väljer bort hettan och torkan vid Medelhavet och semestrar på betydligt närmare håll.

Kapacitet på boende kan vara en trång sektor. Öland är ett av Sveriges mest campingtäta turistområden. Goda campingår är campingplatserna i stort sett fullbelagda på Öland under högsommaren.

En ökning av campingturismen kan åstadkommas genom säsongsförlängning tack vare ett varmare klimat. För detta behöver befintlig kapacitet inte utvecklas.

För att klara ett ökat tryck under högsommaren, så behöver kapaciteten utökas. Campingen är den boendeform som allra snabbast och mest kostnadseffektivt kan utökas. Investeringarna i nya campingenheter kan snabbare och lättare göras.

Det ökande antalet besökare betyder naturligtvis mycket för de ekonomiska effekterna för Öland.

7.2 Turistomsättning 1997–2020-talet

Turistomsättningen har beräknats utifrån samma tankegångar och förutsättningar som prognosen för antalet övernattningar. Omsättningen baseras på 2005 års prisnivå. Vi har inte justerat omsättningen för sedvanliga prisökningar eller inflation.

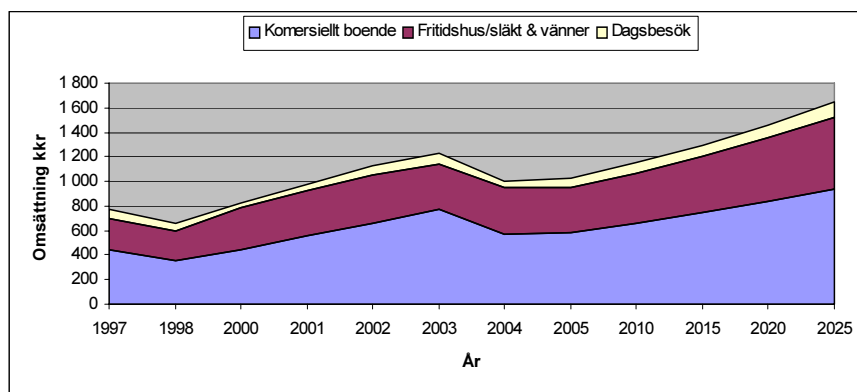
Vi antar också att den totala turistomsättningen fördelas enligt "Turistkronan" med samma relationer som år 2005.

Den totala turistomsättningen kommer då att öka med ca 600 Mkr från ca 1 Mdr år 2005 till över 1,6 Mdr år 2025.

Kommersiellt boende på hotell, vandrarhem, camping och stugbyar skulle då omsätta över 900 Mkr. Boende i fritidshus samt hos släkt och vänner skulle svara för nära 600 Mkr i omsättning. Dagbesökare skulle generera en omsättning på över 100 Mkr.

Omsättningsutvecklingen visas i diagrammet på nästa sida

Figur 9 Utvecklingen av turistomsättningen i kkr år 1997–2005 med prognos till år 2025



Källa: Resurs AB.

7.3 Omsättning och sysselsättning – prognos för 2020-talet

Med utgångspunkt i TEM 2005 års beräkningar av sysselsättningen för olika branscher, så har vi beräknat turismens effekter för sysselsättningen till 2020-talet efter samma fördelning av "Turistkronan". Denna ger då en omsättning som fördelas på olika branscher enligt följande tabell:

Tabell 8 Prognos för utvecklingen av turistomsättningen på Öland till 2020-talet.

Bransch	% andel av Turistkronan	Omsättning år 2005 kkkr	Omsättning 2020- talet kkr
TOT TURIST-OMSÄTTNING	100 %	1 026 189	1 643 756
Logi	20 %	204 615	328 751
Restaurang	17 %	177 934	279 439
Livsmedel	20 %	208 355	328 752
Transport inkl drivmedel	13 %	133 784	213 688
Shopping	22 %	214 881	361 626
Aktiviteter	8 %	86 621	131 500

Källa: Resurs AB.

Sysselsättningen inom de olika branscherna kan då beräknas till följande antal årssysselsatta jämfört med år 2005.

Tabell 9 Prognos för turismens effekter på sysselsättningen på Öland till 2020-talet.

Bransch	Sysselsatta år 2005	Nyckeltal kkr/anställd	Sysselsatta 2020-talet
Logi	361,7	567	580
Restaurang	224,1	794	352
Livsmedel	78,7	2 647	124
Transport inkl drivmedel	45,9	2 915	73
Shopping	122,3	1 757	206
Aktiviteter	125,7	689	191
TOTALT	971	1 057	1 526

Källa: Resurs AB.

7.4 Sammanfattning av Ölandsturismens utvecklingen till 2020-talet

Helhetsbilden enligt våra antaganden och beräkningar för 2020-talet framgår av nedanstående tabell.

Tabell 10 Utvecklingen av turismens totala ekonomiska effekter på Öland till 2020-talet

	Utfall År 2005	Prognos 2020-talet	Ökning	Ökning i %
Antal övernattningar (1000-tal)	3.511	5.625	2.114	60,2
Total turistomsättning (Mkr)	1.026	1.644	618	60,2
Sysselsättning (årssysselsatta)	971	1.526	555	57,1

Källa: Resurs AB.

Turismen har goda utvecklingsmöjligheter och Öland kan växa som turistdestination. Som avslutning gör vi i nästa kapitel en summarisk beskrivning av turismen i Sverige.

8 Turismen i Sverige 2005 – några nyckeltal

Vi vill här också lyfta fokus från klimatförändringar och algblooming och ge en kort översikt av svensk turismnäring idag.

Turismen är idag en betydande näring, inte bara på Öland, utan i hela Sverige. Nutek konstaterar följande i Årsbokslut för svensk turismnäring 2005 att:

Turismen i Sverige år 2005 genererade totalt:

- 190,9 miljarder kronor i total omsättning
- 2,79 procent av Sveriges totala BNP.
- 62,3 miljarder kronor i exportintäkter/utländsk konsumtion i Sverige.
- 138 166 sysselsatta (årsverken).

Andelen av Sveriges totala BNP är i nivå med energisektorn och betydligt större än jordbruk, skogsbruk och fiske.

Exportvärdet, som är utländska turisternas konsumtion i Sverige, uppgick till 62 miljarder kronor. Detta är något mer än exportvärdet av svenska personbilar. Turismens exportintäkter är också den enda exportnäring som genererar direkta momsintäkter till statskassan.

Sysselsättningen inom många traditionella basnäringar i Sverige minskar. Turismnäringen har dock vuxit med drygt 35 000 nya

heltidsarbeten sedan 1995. Under 2005 sysselsatte turistnäringen hela 138 000 årsverken. Det är flera än i de nio största svenska storföretagen. Det är också fler än inom till exempel jordbruk, skogsbruk och fiske.

Turismens utgifter gynnar hela det svenska näringslivet. Varuhandel omsätter drygt 74 miljarder kronor, eller 39 % av den totala turistomsättningen. Därefter kommer boende och restaurang, med 57 miljarder kronor, eller nära 30 % av omsättningen. Transportsektorn med intäkter från exempelvis tågbiljetter, flygstolar och hyrbilar står för 44,5 miljarder kronor eller drygt 23 %.

8.1 Olika sätt att beräkna turismens ekonomiska effekter

Nutek använder ett s.k. satellitkonto, TSA (Tourism Satellite Account), för att mäta turismens effekter på ekonomi och sysselsättning. TSA-modellen är framtagen av World Tourism Organization (UNWTO) i nära samarbete med OECD och turistnäringens organisationer. Metoden är på väg att bli en etablerad standard i hela världen för att mäta turismens effekter. TSA-beräkningarna görs från år 2006 på Nuteks uppdrag av SCB i Nationalräkenskaperna.

I Sverige används också, sedan 1988, TEM för att beräkna turismens ekonomiska effekter, framförallt på lokal och regional nivå. Dessutom tillför TDB ett värdefull information om turisternas utlägg.

Satellitkontot visar en total turistomsättning på 190,9 miljarder kronor. TEM Sverige 2005 redovisar en omsättning på 78,9 miljarder kronor för 2005. Det är 112,1 miljarder lägre än Nuteks siffror! Varför skiljer det hela 112,1 miljarder kronor mellan TEM och Nuteks TSA?

TEM redovisar enbart den konsumtion som sker direkt på respektive destination. Men besökarna spenderar också mycket på själva resan till sitt resmål, både inköp före resan, reskostnader samt utlägg under resan till resmålet. Utlägg för detta kartläggs för svenska resenärer i TDB, men kan inte särredovisas per område.

Detta ger följande omsättningsstruktur:

- Konsumtion på svenska destinationer 78,9 miljarder

- Utlägg före och under resa till svenska destinationer 26,0 miljarder
- ÖVRIGT 86,1 miljarder
- TOTAL TURISMOMSÄTTNING SVERIGE 191,0 miljarder kronor

Posten "Övrigt" svarar för hela 45 % av turismomsättningen. Här ingår främst följande konsumtion:

- Utländska besökares utlägg för resor i Sverige
- Svenska resenärers resor till utlandet genererar omsättning i Sverige hos researrangörer, resebyråer, transportörer och många andra i form av provisioner, bokningsavgifter, försäkringar och pålägg.
- Gränshandel, främst norska inköp i län som gränsar till Norge
- Utländska dagbesök i Sverige, främst affärsresenärer
- Utländska övernattningar i fritidshus som ägs av utländska medborgare, framförallt danska och tyska i södra Sverige, samt norska i västra och norra Sverige.

Turistnäringen är inte *en* bransch i traditionell mening. Den ingår som en naturlig och självklar del i många andra branscher som handel och transportsektor. Men vem är turist och vem är lokal kund?

Det är ibland mycket svårt att urskilja turister från vanliga ortens "vanliga" kunder, gäster och besökare. Det finns idag inga praktiska kassasystem som kategoriserar kunderna.

Vi kan knappast heller ha separata entréer till muséer, evenemang och attraktioner för turister. Här talas det om besökare, som ofta är kommunens egna invånare.

Det är därför svårt att få fram statistik för turisternas inverkan på ekonomi och sysselsättning på samma sätt som för andra näringar.

Många turister kommer heller inte ihåg var eller i vilket område eller län de stannade för att tanka eller fika.

Definitionen av ordet "turist" är inte heller självklar och kan skapa svårigheter när det gäller avgränsningar och beräkningar.

Våra kommande räkneexempel använder uppgifterna i TEM som utgångspunkt och beräknar därför enbart turismens direkta effekter. De bör närmast ses mera som räkneövningar än som beräkningar och prognoser över framtiden.

Som tidigare är detta ett räkneexempel för Sverige, en återhållsam prognos som svarar mot lågt ställda förväntningar med en ökningstakt på en blygsam nivå. Det finns ett otal faktorer som skulle kunna påverka utvecklingen positivt. Det är lätt att överskatta dessa faktorerers påverkan. Vi har dock valt att inte spekulera över eller räkna med politiska beslut, turismens övergripande organisation, marknadsföring och regleringar eller statliga övergripande turistiska initiativ.

Vår bedömning är ett exempel på ett scenario över en låg ökningstakt, som inte förväntas innehålla några extraordinära, stora regionala och nationella satsningar på turismen.

Våra exempel indikerar dock att turismen har stora möjligheter att få en starkare ställning och betydelse för svensk ekonomi i framtiden.

8.2 Turismens ekonomiska effekter i Sverige år 2005-2025

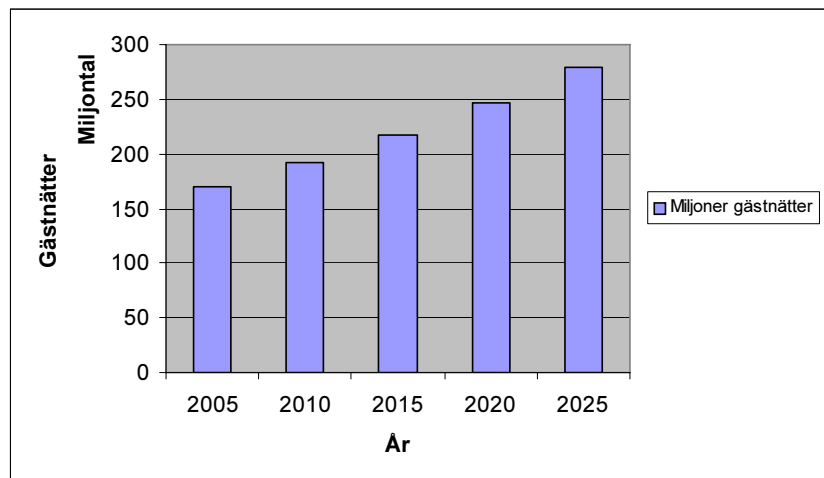
Med TEM Sverige 2005 som grund kan vi göra samma beräkningar för Sverige som vi gjorde för Öland. Nyckeltalen skiljer beroende på att Sverige består av många olika län, med sinsemellan mycket olika utläggs- och omsättningsmönster.

Observera att för Sverige gör vi beräkningarna av de ekonomiska effekterna per helår, inte som på Öland enbart för sommaren.

Vi låter diagram och tabeller tala för sig själva.

8.2.1 Scenario för utvecklingen av antalet gästnätter i Sverige till år 2025

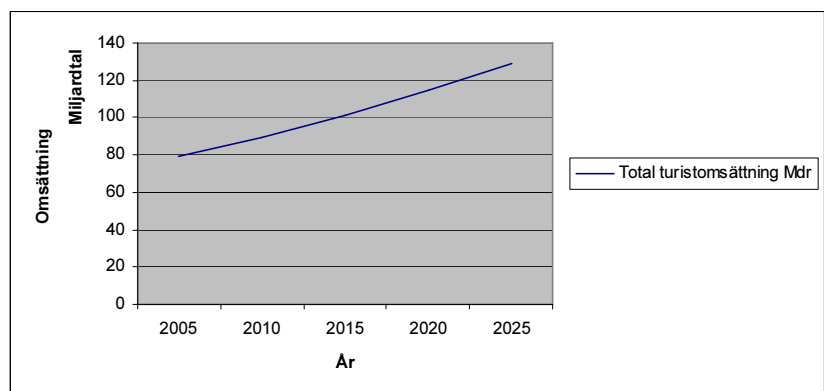
Figur 10 Antalet miljoner gästnätter i Sverige år 2005 med prognos till år 2025



Källa: Resurs AB.

8.2.2 Scenario för utvecklingen av total turistsättning i Sverige till år 2025

Figur 11 Total turistsättning i Mdr SEK för Sverige år 2005 med prognos till år 2025



Källa: Resurs AB.

8.2.3 Utvecklingen av turistomsättningen i olika branscher till år 2025

Tabell 11 Prognos för utvecklingen av turistomsättningen i Sverige till år 2025

Bransch	% andel av Turistkronan	Omsättning År 2005 Mkr SEK	Omsättning År 2025 Mkr SEK
Logi	28%	22 098 440	36 210 867
Restaurang	19%	14 995 370	24 571 660
Livsmedel	12%	9 470 760	15 518 943
Shopping	20%	15 784 600	25 864 905
Aktivitet	7%	5 524 610	9 052 717
Transport	14%	11 049 220	18 105 433
TOTAL TURISTOMSÄTTNING	100%	78 923 000	129 324 525

Källa: Resurs AB.

8.2.4 Turismens effekter på sysselsättningen i Sverige till år 2025

Tabell 12 Prognos för turismens effekter på sysselsättningen i Sverige till år 2025

Bransch	Sysselsatta År 2005	Nyckeltal Kkr/anställd	Sysselsatta 2020-talet
Logi	30 800	717	50 469
Restaurang	18 300	819	29 987
Livsmedel	3 900	2 428	6 391
Shopping	8 100	1 149	13 273
Aktivitet	8 100	682	13 273
Transport	3 700	2 986	6 063
TOTALT	72 900		119 455

Källa: Resurs AB.

Notera att vi har gjort dessa exempel med antagande att inga stora politiska beslut förändrar villkoren för svensk turism, eller att inga stora och betydande nationella eller regionala satsningar sker.

8.3 Sommarturismen i Sverige år 2005

Det är naturligtvis inte bara turismen på Öland som påverkas av utvecklingen och förändringar i klimat och resemonster. Vi kan på goda grunder anta att Sverige kommer att gynnas och öka sin andel av den europeiska sommarturismen, under förutsättning att vi klarar att hantera de negativa effekter som klimatförändringen i sig innebär. Men vi måste också klara de högre krav och belastningar som en ökande turism ställer på såväl infrastruktur som miljö.

Att belysa den totala sommarturismen i Sverige faller utanför ramen för detta uppdrag, och skulle ta bort fokus från huvuduppgiften. Vi beskriver därför kortfattat, som exempel, några av de mest välbesökta destinationerna och turistlänen under sommarperioden juni-augusti. Vi redovisar däremot inte några beräkningar av ekonomiska effekter.

Denna beskrivningen av sommarturismen i Sverige, har vi begränsat till de besökare som använder sig av någon form av kommersiellt boende på hotell, vandrarhem, stugby eller camping. För övernattningar på hotell, vandrarhem och stugbyar gäller uppgifterna juni-augusti. Statistiken för camping gäller dock för hela året. Ett rimligt antagande är dock att: en överväldigande majoritet av campingnätterna sker under sommaren, med undantag av fjällvärldens relativt få vintercampare.

Uppgifter om gästnätter och omsättning från boende i eget/lånat fritidshus, hos läkt/vänner och övriga boendekategorier saknas i vissa län/områden eller är osäkra på grund av olika metoder och modeller för beräkningar.

De län och områden som idag har de största turistströmmarna sommartid i Sverige, är framförallt kustlän med goda möjligheter till sol och bad. Undantag är Dalarna och Värmland. Dalarna erbjuder sommartid såväl tradition, natur och kultur som bad i Siljan. Värmland har också en rik turistisk tradition och en betydande gränshandel. Stockholm har också en särställning. Här lockar ett enormt utbud av aktiviteter av alla olika slag. Men Stockholm har också en stor attraktionskraft i Skärgården, som ofta betraktas som något helt unikt, men som idag inte riktigt har en kommersiell boendekapacitet att ta emot en betydande turistström.

Sommarturismens vanligaste kommersiella boendeform i Sverige är camping, förutom i Stockholms län där hotellövernattningar dominerar. Campingen förknippas med sol och bad vid kusten. Vi

har här nedan sorterat ut de största och mest besökta länen under sommaren, perioden juni-augusti.

Dessa är i tur och ordning, sorterade efter antalet gästnätter på kommersiella boendeanläggningar under perioden juni-augusti år 2005:

1.	17,6 %	Västra Götalands län, framförallt Göteborg och Bohuslän
2.	12,4 %	Stockholms län
3.	9,7 %	Skåne län
4.	8,5 %	Kalmar län med Öland
5.	6,5 %	Hallands län
6.	6,5 %	Dalarnas län
7.	4,5 %	Värmlands län
8.	1,9 %	Norrbottens län

Dessa åtta län står för ungefär 68 % av det totala antalet övernattningar på kommersiella boendeanläggningar som hotell, vandrarhem, stugbyar och camping i Sverige under perioden juni-augusti. Omkring 75% av logiintäkterna för kommersiellt boende i Sverige skapas i dessa åtta län!

Som en liten tankeställare beskriver också mycket vi kort några destinationer som anses vara stora, men som i verkligheten sommartid endast tar emot en liten andel av turistströmmarna, nämligen:

- Gotland
- Åre
- Sälen

Turismen i Sverige visar också på stora skillnader mellan närliggande områden som kan väcka frågor. Kronobergs län i "mörkaste Småland" har nära 35 % utländska gästnätter av inkommande turism, medan typiska badområden som Kalmar län knappt når 14 % och Hallands län en ännu lägre andel med knappt 9 % utländska övernattningar. Utländska turister kanske i dag efterfrågar annat än sol och bad.

Skåne, Halland och Västra Götaland har alla mycket god tillgänglighet med goda kommunikationer, väl utbyggd infrastruktur och en närhet till stora befolkningscentra. De har således nära

till sina besökare. Närheten till stora befolkningscentra är både geografisk och ekonomisk.

Norrbottens län ligger mycket avsides och kan naturligtvis inte räkna med någon större turistinvasion från Europa. Norrbotten har dock en mycket stor andel norska gästnätter. Vi tror också att andelen norska turister kommer att öka.

Kalmar och Öland ligger avsides i sydost och har därför hinder i tillgänglighet och kommunikationer. E 22:an är en betydligt ”sämre” väg än t ex Skånes och västkustens E 6:a.

8.3.1 Västra Götalands län

Västra Götalands län ligger i topp med nära 18 % av antalet gästnätter på kommersiellt boende i Sverige under sommaren. Framförallt Göteborg och Bohuslän ligger mycket väl till med goda kommunikationer och en väl utbyggd infrastruktur och förbindelser med vägar, järnvägar, flyg och båt. En vacker skärgård med klippor, många campingplatser, fiskelägen, badorter och hållristningar är naturliga fördelar. Utbudet av boende är också komplett med väl utbyggd hotellkapacitet i städerna, samt ett pärlband av många campingplatser längs kusten. Kommunikationerna är goda och tillgängligheten hög. Sträckan Oslo-Göteborg-Malmö-Köpenhamn har mycket goda kommunikationer med motorväg och järnväg. Här finns en stor marknad på relativt nära håll. Avståndet till Mälardalen och Storstockholm är också inte längre än ca 500 km, d v s ungefär samma avstånd som det är från Norra Öland till Mälardalen. Västra Götaland ligger klart i topp som största turistområde sommartid för såväl svenskar som utländska besökare, framförallt norrmän.

8.3.2 Stockholms län

Stockholms län med huvudstadens aktiviteter, shopping, restauranger, evenemang och näringsliv genererar ett resande året runt av alla såväl affärsgäster som fritidsresenärer. Stockholm har ungefär 12 % av de kommersiellt boende sommarturisterna i Sverige. Goda kommunikationer med flyg och tåg gör att Stockholm har den största andelen besökare som inte kommer med bil. På senare år

har också en internationell kryssningstrafik vuxit sig stark med otalig anlöp till Stockholm.

Infrastrukturen framställs ofta som ett stort hinder för utveckling i regionen. Regeringen har nyligen tagit beslut om den s k Citybanan. Den är beräknad att tas i drift successivt år 2013-2016. Detta ökar tillgängligheten. Många europavägar som E4, E18, E20 bär alla till Stockholm, men huvudstaden saknar fortfarande effektiva kringleder, så stora trafikstockningar är vanliga. En trängsel-skatt införs i augusti år 2006.

8.3.3 Skåne län

Skåne har såväl god hotellkapacitet som ett antal betydande campingområden. Hotell dominerar i Malmö och Helsingborg, medan Camping är helt dominerande i områden som Ystad, Åhus, Landskrona och Höganäs. Skåne bjuder också på slott, herrgårdar och gästgiverier. Några stora betydande sommarevenemang lockar stor publik, t ex Kiviks- och Sjöbo marknader. Närheten till Danmark och Europa ger också goda förutsättningar för turismen. Kommunikationerna är goda. I Skåne är det nära till allt.

8.3.4 Kalmar län

Kalmar län saknar de goda kommunikationerna och närheten till stora marknader. Med tanke på läget som en avkrok i sydost, är det närmast uppseendeväckande att Kalmar län har en tätposition i Sommarsverige när det gäller camping. Endast Västra Götaland är större. Detta säger något om den verkliga potentialen och möjligheterna för Kalmar och Öland. Campingen är hårt koncentrerade till Öland, men några starka orter är också Västervik, Oskarshamn och Vimmerby.

Satsningar på infrastruktur, kommunikationer och tillgänglighet planeras. Flygplatsen förväntas få ett uppsving i samband med den omtalade Kina-satsningen, där det kinesiska företaget Fanerdun bygger ett stort utställningsexpo, där europeiska köpare kan möta kinesiska produkter. De mest optimistiska gissar på nära 2 miljoner besökare per år när centrat är väl etablerat. Flygplatsen klarar idag en utökning av flygtrafiken till ca 500 000 passagerare årligen. Satsningen gynnar inte bara Kinacentrat. En utökad flygtrafik,

tätare linjenät och en byggnad av flygplatsen ökar också möjligheten för lågprisflyg och charter till Kalmar och Öland.

E 22:an håller, framförallt i Bleking och Kalmar län, en alltför låg standard. Vägverket har tillsammans med berörda kommuner och intressenter startat ett s.k. PPP/OPS-projekt (Public Private Partnership/Offentlig Privat Samverkan) med planer att uppgradera och bygga ut E 22:an till en betydligt bättre framkomlighet. Planerna räknar med att E 22 ska vara full utbyggd till minst 2+1 väg senast till år 2016.

8.3.5 Hallands län

Halland saknar något av hotellkapacitet, men har en mycket väl utbyggd campingkapacitet med tätt mellan campingplatserna. Här bytts Bohusläns klippor mot långa sandstränder. Tillgängligheten är god med såväl E 6:an som järnväg.

8.3.6 Dalarnas län

Dalarna har ofta framställts som själva sinnebilden av svensk sommar med lövad midsommarstång och folkdans. Dalarna är ett av Sveriges få tvåsäsongsområden. Här finns såväl camping som annat kommersiellt boende vid Siljan och Sälenfjällen. Camping dominerar sommartid, medan hotell och stugor vintersäsongen. En betydande andel (nära 82 %) av intäkterna från hotell och stugor skapas vintertid. Siljan är också, inte att förglömma, ett av få turistområden som, i dag, fungera både vinter och sommar. Vintersäsongen kan dock komma att hotas på sikt av klimatförändringarna.

8.3.7 Värmlands län

Värmland ligger i topp när det gäller andel utländska turister. Hela 40% av turisterna kommer från utlandet, framförallt från Norge. Gränshandeln är betydande. Även camping har en stor andel. Värmland har också en kuststräcka vid Sveriges största insjö, Vänern, men det är snarare älvarna, bruksbygderna och skogarna som präglar turistbilden. Värmland står också för svensk turisttradition. Värmland är också det län som har störst andel

inkommande utländsk turism med över 40 % i huvudsak norrmän. Även Norrbottens län har 35 % inkommande turism från Norge.

8.3.8 Norrbottens län

Norrbotten har vid kusten Piteå Nordens Riviera. Luleå, Haparanda och Kalix. Här är huvuddelen av sommarturismen lokaliserad. Fjällen med Gällivare och Dundret samt Jokkmokk med marknaden, samt skogar och älvar, orörd vildmark och naturupplevelser lockar inte några betydande skaror av besökare. En betydande del av turismen i Norrbotten kommer från Norge.

8.3.9 Gotland

Gotland anses allmänt som en sommarö. Här är det betydligt färre antal besökare än man kan tro. Tillgängligheten är ett stort hinder. Färja och flyg är de enda alternativen. Det gör att det krävs enorma satsningar för att nå upp till de områden som idag är mera lättillgängliga. Gotland ligger faktiskt på näst sista plats av Sveriges län när det gäller kommersiella gästnätter juni-augusti. Endast Västmanlands län har färre övernattningar på kommersiellt boende. Andelen som bor hos släkt/vänner eller i eget/lånat fritidshus är dock relativt hög. Gotland har också en relativt liten andel som väljer camping.

8.3.10 Årefjällen

Åre har en mycket liten andel sommarturism, men arbetar med att bredda sitt utbud för att öka attraktionskraften sommartid med aktiviteter av olika slag.

8.4 Camping i förändring

Försäljningen av husbilar och husvagnar slår nya rekord. Denna trend har hållit i sig under några år. De senaste tio åren har försäljningen av nya husbilar och husvagnar ökat med hela 350%. Campingen har förändrats. Campare är inte längre familjerna i matchande träningsoveraller och träskor. Töntstämpeln tvättas

bort. Standarden ökar och allt fler väljer camping sommartid. Formerna för camping och camparnas resemönster förändras. Utvecklingen av campingen är både nödvändig och viktig för utvecklingen av svensk sommarturism.

8.5 Vägen till framtiden börjar nu

Som avslutning kan det vara på sin plats att diskutera rimligheten av dessa beräkningar. Som alla prognoser så rymmer de ett antal antaganden. Prognosen stämmer så länge förutsättningarna inte ändras utanför de ramar som avgränsar. Precis som alla tankar om framtiden, så kan de aldrig tas för absoluta sanningar.

Rapporten visar på stora utvecklingsmöjligheter för Ölands besöksnäring. Men studien väcker också en del nya frågor som kanske behöver belysas närmare, för att vi ska få en skarpare bild av algbloomningens och klimatförändringens effekter på turismen.

Hur påverkar algbloomning uppfattningen om Öland och öns image som turistområde?

Om sambandet mellan algbloomning och högre vattentemp beläggs, så kanske detta rimligen motverkar den långsiktliga ökningen av attraktionskraften.

Redan idag kan Öland sommartid drabbas av vattenbrist med bevattningsförbud. Hur bli och utvecklas tillgången på rent och tjänligt dricksvatten i framtiden?

Transporterna till/från Öland står för stora koldioxidutsläpp. Utvecklingen av oljepriset är osäker. Hur påverkar och begränsar energiskatter och ökade oljepriser tillgängligheten, framförallt transporterna.

Vad gör besöksnäringen på Öland? Hur kommer turistnäringen att arbeta för att utveckla och stärka Ölands attraktionskraft, image och varumärkesvärde? Hur kommer kapaciteten och infrastrukturen att utvecklas för att klara och möjliggöra en ökad turism?

Medias roll och påverkan kan granskas ytterligare, så att sambanden mellan medias larmrapporter och antalet avbokningar, inställda resor eller avvaktan tydligare beläggs.

Således finns det en hel del spännande frågor att jobba med. Framtiden må medföra stora utmaningar för att klara klimatförändringar, men här finns också möjligheter till utveckling för turistnäringen som kan gå hand i hand med aktiv miljövard, ansvarsfull resurshantering och klimathänsyn.

Referenser

Resurs AB, TEM, TuristEkonomisk Modell, Öland 2005, Resurs AB, Malmö 2006
 Sveriges Television SVT, Solligan
 [www] <<http://www.svt.se/>>, Stockholm 2006
 Resurs AB, TDB, Rese- & TuristDataBasen, Resurs AB, Åre 2007
 Vägverket, Holmgren Poul, Trafikflöden Ölandsbron 1995–2006
 [e-post]poul.holmgren@vv.se E-brev med bifogade statistikfiler för traikflöden över Ölandsbron 1995–2006
 UNWTO, Tourism 2020 Vision [www]
 <<http://www.world-tourism.org/>
 SMHI, Algsituationen 2002–2006
 [www] http://www.smhi.se/weather/baws_ext/balt/
 Klimat- och sårbarhetsutredningen
 [www] <<http://www.sou.se/klimatsarbarhet/>
 Statistiska Centralbyrån, SCB, Inkvarteringsstatistik
 [www] <www.scb.se>
 Nutek
 Högsolan i Kalmar, Fröken Alg [www] <<http://www.hik.se/alg/>

Övriga ej refererade källor

IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change,
 [www]<http://www.ipcc.ch/>
 HELCOM, Helsingforskommissionen
 [www] <<http://www.helcom.fi/>
 Svenska Naturskyddsföreningen, Algblomning
 [www] <www.snf.se/
 Planbleu UNEP Mediterranean
 Tourism[www] <<http://www.planbleu.org/>
 WWF, Tourism threats in the Mediterranean
 WWF, Living Planet Report 2006
 Hamilton, Jaqueline M m fl, Climate change and international tourism: a simulation study, University of Hamburg,
 Viner, David & Agnew, Maureen, Climate Change and Its Impact on Tourism, Report perpared for WWF, UK, Norwich juli 1999
 Giannakopoulus, C m fl, Climate change impact in the Mediterranean resulting from a 2°C global temperature rise, WWF, juli 2005

Definitioner

Algblomning	Algblomning kallas fenomenet när planktonalger tillväxer kraftigt och på kort tid bildar mycket stora populationer, i Östersjön av ff a blågröna alger (cyanobakterier).
Algövervakning	SMHI driver sedan 2002 "Baltic Algae Watch System", ett satellitbaserad övervakningssystem för blågröna (cyanobakterie) algblomningar i Östersjön. Tolkade satellitbilder presenteras dagligen under hela sommaren
Avgränsningar	Rapporten avgränsas till tillgänglig turiststatistik och de mätningar som gjorts om/av väder, klimat och algblomning till huvudsak juli månad, år 2002-2006 (Källor:SMHI, samt SCB, TDB och TEM år 1997-2006).
Dagbesök	Besökande på Öland som inte övernattar på ön.
Fröken Alg	Ett pilotprojekt för lokal algövervakning i Kalmar och på Öland. Lokala algspanare rapporterar dagligen algförekomst från ett femtotal stränder till Högskolan i Kalmar. Informationen finns tillgänglig för allmänheten via internet: www.hik.se/alg , mobil: mobil.hik.se och telefon: 0480-44 60 10.
Gästnätter	Antalet nätter som en gäst övernattar. Synonymt med övernattningar.
Hadley Centre	The Met Office Hadley Centre är Storbritanniens officiella centrum för forskning om klimatförändring.
HELCOM	Helsingforskommissionen arbetar för att skydda den marina miljön i Östersjön från alla källor till miljöförstöring genom mellanstatligt samarbete mellan Danmark, Estland, EU, Finland, Tyskland, Lettland, Litauen, Polen, Ryssland and Sverige

IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change, FN:s vetenskapliga klimatpanel, grundades 1988 av United Nations Environment Programme (UNEP) och World Meteorological Organization (WMO). IPCC publicerade sin 4:e stora utvärdering den 6 april 2007
Klimatförändring	Ett omdebatterat fenomen, där forskarvärlden genom IPCC idag är enig om människans och samhällsutvecklingens påverkan på klimatet.
Klimatmodeller	Regionala klimatmodeller har utvecklats av SMHI/Rossby Center med utgångspunkt i globala modeller från IPCC.
Klimatscenarier	Regionala klimatscenarier baseras på antaganden enligt de 3 scenarier som SMHI gjort.
Max Planck Institite	Max Planck Institute for Meterology i Hamburg (MPI-M).
RCAO-modellen	Rossby Centre regional Atmosphere-Ocean model (Döscher et al. 2002), en regional klimatmodell speciellt utvecklad för norra Europa. Den kombinerar Rossby Centre Regional Atmosphere Model, RCA (Rummukainen et al. 2001, Jones et al. 2004), och Rossby Centre Regional Ocean Model, RCO (Meier et al. 2003).
Rossby center	SMHI:s forskningsenhet som arbetar med regionala klimatmodeller.

Bilaga 1 – Klatmodeller, scenarier, förutsättningar och avgränsningar

Normal medeltemp för resp tidspär i Ölands södra udda, juli

medel msk									
Medelt tempo		regndag		anta		anta		vattentemp	
(tempermidag)		regndag		kara		anta		(Kalm)	
Medelt tempo		regndag		kara		anta		vattentemp	
15,7 ?		10,9		14		5		7	
1990		15,7		18,9		14		5	
1961-1980									
1991									
1992									
1993									
1994									
1995									
1996									
1997									
1998									
1999									
2000									
2001									
2002									
2003									
2004									
2005									
2006									
medel 1961-2006									
2020-talet									
2050-talet									
2080-talet									

Strärlängd:

Medeltärbarn väntat år avskiljer från barnodens medeltärbarn. Jäsa mycket som under 1961-1990

Maxtemp 4kar 11ka mycket som medeltemp

Antal nederbördsdagar ändras enligt ECHAM A2, RCA3

Valtteri m = mädelt varm luft

Scenarier för klara resp mullna dagar inför en gissning (se deteterbart i Halmkartor)

Stemmer for klare resp. uklare og/eller ubesvarede spørgsmål (EPA-Q data skulle det være historiske data)

Commentary

kommentar: Medelvärden beräknade på tillgångarna i Klara resp. mjuka dagar (från endast tom 1995, från 1996 och framåt används 1-barns- och 2-barns-familjer) i dessa data är

सर्वोपयोगी न्यायः

År	modelmax			model-			Solstens-			Solstens-			algbønning			algbønning		
	Medstemp	(ferm)ldags- temp)	antel regndager	antel klare dager	antel mulne dager	vættentemp (Kalmr)	ldag	ldag	start	stop	antel dagar	start	stop	antel dagar				
model 196 -1990	16,7	18,2	19,2	20	5	18 saknas												
1991	18,5	22,7	22,7	5	15	1 saknas												
1992	18,4	22,7	22,7	5	8	4	20,5											
1993	16,1	18,4	18,4	14	0	11 saknas												
1994	20,4	24,5	24,5	2	22	1 saknas												
1995	17,1	20,6	20,6	5	9	6	17,9											
1996	14,9	18,7	18,7	13	8	9 saknas												
1997	18,5	21,4	21,4	5	11	6	18,9											
1998	16,3	20,2	20,2	11	7	8	15,7											
1999	19	23,5	23,5	4	13	6	18,7											
2000	15,8	19,2	19,2	15	5	15	15,8											
2001	19,5	23,3	23,3	12	12	8	18,3											
2002	18,1	21,8	21,8	12	7	14	18,1											
2003	18,8	22,7	22,7	15	10	13	18,9											
2004	16,4	20,4	20,4	15	6	12	15,8											
2005	19,1	23,3	23,3	11	11	10	18,6											
2006	21,2	25,9	25,9	5	11	4	21,1											
model 1990-2006	17,9	21,7	21,7	10	9	9	18	31,6	10	16	20	16	20	16	20	5		
20 20-talet	18	23	23	5	8	8	19	27,0	8,7	16	21	16	21	16	21	5		
	19	23	23	5	9	8,7	19	27,0	8,7	16	26	16	26	16	26	10		
	22	26	26	5	15	3	22	35,0	11,3	5	15	5	15	5	15	10		
20 50-talet	20	24	24	5	10	8	20	27,5	8,9	16	21	16	21	16	21	5		
	20	24	24	5	10	8	20	27,5	8,9	16	26	16	26	16	26	10		
	23	27	27	4	17	3	23	35,5	11,5	1	11	1	11	1	11	10		
20 80-talet	21	25	25	7	11	7	21	28,0	9,0	18	21	18	21	18	21	5		
	21	25	25	7	11	7	21	28,0	9,0	16	26	16	26	16	26	10		
	24	28	28	5	19	2	24	36,0	11,6	25jun	5 juli	25jun	5 juli	25jun	5 juli	10		

Important notes:

Normal medeltemp för resp tidsperiod och andra klimatsparametrar ändras enligt ECHAM A2, RCA3, avläsning i klimatkartor

Medeltämperament är avviket från periodens medeltämperatur mycket som under 1980-2008

Maxtemp ökar lika mycket som medeltemp

Antal nedertörda dagar ändras enligt ECHAM A2, RCAS

Vatten temperatursystem

Scenariet för klorer, klorer, klorer (ej defekt, klorer i klorer)

Solomon Islands

Solsten sålde anläggningen om som i öknings utifrån observationsdata (ER A40 data skulle gälla högre historiska data)

Kommentar:

med världen berknade på tillgängliga år
klara resp muna dagar finns endast tom 1995, från 1998 och framåt används Hoburgs värden (okänt hur pass rättvisande dessa data är)

Bilaga 2 – Scenario 1

Normal sommar 2020-talet

Juli	Normal sommar 1991–2006	Normal sommar 2020-talet
Dygnsmedeltemperatur	17,5	18,5
Högsta eftermiddagstemperatur	21	22
Regndagar	10	9
Soldagar	10	10
Vattentemperatur	18	19
Antal dagar med algbloomning	5	6

Bilaga 3 – Scenario 2**2020-talet sommar med längre algblooming****Juli**

	Normal sommar 1991–2006	Normal sommar med längre algblooming
Dygnsnedeltemperatur	17,5	18,5
Högsta eftermiddagstemperatur	21	22
Regndagar	10	9
Soldagar	10	10
Vattentemperatur	18	19
Antal dagar med algblooming	5	10

Bilaga 4 – Scenario 3**Varm sommar 2020-talet**

Juli	Normal sommar 1991–2006	Varm sommar 2020-talet
Dygnsmedeltemperatur	17,5	21
Högsta eftermiddagstemperatur	21	25
Regndagar	10	5
Soldagar	10	15
Vattentemperatur	18	21
Antal dagar med algblomning	5	6

Bilaga 5:1

Samlingstabell med statistiska underlag Öland 1990–1993				
Mätenhet	1990	1991	1992	1993
Övernattningar/besök Gästnätter 1000-tal	1464	1693	1417	1529
Hotell\pensionat	0	10	35	72
Stuga\gh hyrd/förmedlad	0	143	163	137
Camping	0	564	495	395
Stuga\gh hyrd privat	0	221	191	139
Summa Kommersiella övernattningar	0	938	884	743
Summa släkt & vänner samt vild camping	0	381	180	347
Eget\lånat fritidshus\lägenhet	0	345	313	390
Antal fordon				
Trafik Ölandsbron juli månad	N/A	N/A	N/A	N/A
Trafik pendlare Ölandsbron okt mån -2004/nov 2004-	N/A	N/A	N/A	N/A
Trafik Turister/Besökare	N/A	N/A	N/A	N/A
Väderdata: SMHI, SVT Väder				
Dygnsmedeltemp i luft	N/A	N/A	N/A	N/A
Antal regniga dagar	20	5	8	14
Antal soliga dagar	5	15	8	0
Antal mulna dagar	18	1	4	11
Medel vattentemp	N/A	N/A	N/A	N/A
Algblooming start	N/A	N/A	N/A	N/A
Algblooming stopp	N/A	N/A	N/A	N/A
Algblooming antal dagar	N/A	N/A	N/A	N/A
Solligan: antal soltimmar Öland Södra/Norra	342	410	508	227
Väder allmän omdöme sommar	N/A	N/A	N/A	N/A
TuristEkomisk Modell TEM				
TEM Gästnätter komersiellt boende Öland helår	N/A	N/A	N/A	N/A
TEM Gästnätter övriga boendeformer helår	N/A	N/A	N/A	N/A
TEM TOTALT ÖVERNATTNINGAR helår	N/A	N/A	N/A	N/A

Bilaga 5:2

Samlingstabell med statistiska underlag Öland 1994–1996			
Mätenhet	1994	1995	1996
Övernattningar/besök i gästnätter 1000-tal	1648	2060	1243
Hotell\pensionat	85	33	16
Stuga\gh hyrd/förmedlad	183	234	190
Camping	535	821	495
Stuga\gh hyrd privat	285	282	92
Summa Kommersiella övernattningar	1088	1370	793
Summa släkt & vänner samt vild camping	256	417	198
Eget\lånat fritidshus\lägenhet	221	233	196
Trafikmätning Vägverket: Antal fordon			
Trafik Ölandsbron juli månad		776411	738557
Trafik pendlare Ölandsbron okt mån -2004/nov 2004-		378089	376434
Trafik Turister/Besökare		398322	362123
Väderdata: SMHI, SVT Väder			
Dygnsmedeltemp i luft	N/A	N/A	N/A
Antal regniga dagar	2	9	13
Antal soliga dagar	22	9	8
Antal mulna dagar	1	6	9
Medel vattentemp	N/A	N/A	N/A
Algblooming start	N/A	N/A	N/A
Algblooming stopp	N/A	N/A	N/A
Algblooming antal dagar	N/A	N/A	N/A
Solligan: antal soltimmar Öland Södra/Norra	522	422	293
Väder allmän omdöme sommar	N/A	N/A	N/A
TuristEkonomisk Modell TEM			
TEM Gästnätter komersiellt boende Öland helår	N/A	N/A	N/A
TEM Gästnätter övriga boendeformer helår	N/A	N/A	N/A
TEM TOTALT ÖVERNATTNINGAR helår	N/A	N/A	N/A

Bilaga 5:3

Samlingstabell med statistiska underlag Öland 1997–2001					
Mätenhet	1997	1998	1999	2000	2001
Övernattningar/besök i gästnätter 1000-tal	1317	1272	1689	1120	1870
Hotell/pensionat	0	116	8	23	72
Stuga\gh hyrd/förmedlad	69	37	60	68	227
Camping	587	433	753	397	786
Stuga\gh hyrd privat	45	242	220	195	64
Summa Kommersiella övernattningar	701	828	1041	683	1149
Summa släkt & vänner samt vild camping	275	188	191	152	368
Eget\lånat fritidshus\lägenhet	332	114	401	259	275
Trafikmätning Vägverket: Antal fordon					
Trafik Ölandsbron juli månad	770179	752077	819136	775942	839697
Trafik pendlare Ölandsbron okt mån	380132	382657	396378	387185	399744
Trafik Turister/Besökare	390047	369420	422758	388757	439953
Väderdata: SMHI, SVT Väder					
Dygnsmedeltemp i luft	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Antal regniga dagar	5	11	4	15	12
Antal soliga dagar	11	7	13	5	12
Antal mulna dagar	6	8	6	15	8
Medel vattentemp	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Algblooming start	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Algblooming stopp	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Algblooming antal dagar	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Solligan: antal soltimmar Öland Södra/Norra	435	363	425	327	447
Väder allmän omdöme sommar	Sol/lite r	Regnigt!	Sol/lite r!	Regnigt!	Sol/lite r!
TuristEkonomisk Modell TEM					
TEM Gästnätter komersiellt boende Öland helår	1935118	1523257	N/A	1600820	1862200
TEM Gästnätter övriga boendeformer helår	1726488	1543544	N/A	2066556	2178730
TEM TOTAL ÖVERNATTNINGAR helår	3661606	3066801	N/A	3667376	4040930

Bilaga 5:4

Samlingstabell med statistiska underlag Öland 2002–2006					
Mätenhet	2002	2003	2004	2005	2006
Övernattningar i gästnätter 1000-tal	1592	2353	1665	1593	1913
Hotell\pensionat	109	59	59	148	24
Stuga\gh hyrd/förmedlad	72	40	205	39	103
Camping	434	1295	527	447	672
Stuga\gh hyrd privat	261	190	161	243	418
Summa Kommersiella övernattningar	876	1584	952	877	1217
Summa släkt & vänner samt vild camping	141	434	192	109	181
Eget\lånat fritidshus\lägenhet	508	163	472	451	359
Trafikmätning Vägverket: Antal fordon					
Trafik Ölandsbron juli månad	854181	850363		795965	812507
Trafik pendlare Ölandsbron okt mån	410811	433201	373475	387321	402888
Trafik Turister/Besökare	443370	417162		408644	409619
Väderdata: SMHI, SVT Väder					
Dygsmedeltemp i luft	18,1	18,8	16,4	19,1	21,2
Antal regniga dagar	12	15	16	11	6
Antal soliga dagar	7	10	6	11	11
Antal mulna dagar	14	13	12	10	4
Medel vattentemp	18,1	18,9	15,8	18,6	21,1
Algblooming start	15	18	29	6	10
Algblooming stopp	17	24	30	14	15
Algblooming antal dagar	3	6	3	8	6
Solligan: antal soltimmar Öland Södra/Norra	489	410	414	497	680
Väder allmän omdöme sommar	Sol/lite r!	Sol!!!	Mkt regn!	Växlande!	N/A
TuristEkonomisk Modell TEM					
TEM Gästnätter komersiellt boende Öland helår	2005205	2252649	1389744	1429647	N/A
TEM Gästnätter övriga boendeformer helår	2243514	2071610	1965418	1849209	N/A
TEM TOTAL ÖVERNATTNINGAR helår	4248719	4324259	3355162	3278856	N/A



Biologisk mångfald och klimatförändringar

Vad vet vi?
Vad behöver vi veta?
Vad kan vi göra?



Centrum för Biologisk Mångfald
Tommy Lennartsson och Louise Simonsson

Underlagsrapport utarbetad för Klimat- och sårbarhetsutredningen,
april 2007

Innehåll

Förord.....	9
Om denna rapport.....	11
Sammanfattning	11
Varför diskutera biologisk mångfald i relation till klimatförändringar?	13
Biologisk mångfald, en del av klimatproblemet	13
Modellstudier	14
Tolkningar av faktiska observationer.....	15
FN:s sammanfattning	16
Biologisk mångfald och ekosystemens stabilitet.....	16
Klimatförändringar – dagens kunskapsläge och utgångspunkter.....	17
Vad behöver vi veta, vad vet vi, och hur kan vi ta reda på mer?	18
Rapportens slutsatser beträffande kunskapsläget	19
Vad är biologisk mångfald i naturvårdssammanhang?.....	20
Klimatförändringar och människans nyttjande av naturen.....	21
Nyttjande av naturresurser är det största hotet mot biologisk mångfald idag och i framtiden	21
Två effekter av nyttjande	22
Klimat effekter kan maskeras av mark- och resurs- användningen.....	24
Stor eller liten climateffekt – en fråga om vald referensnivå.....	25
Klimat effekter kan förstärkas av markanvändningen	25
Nya bruksformer: biobränsleproduktion.....	26

Få enkla orsak-verkan-samband mellan nyttjande och klimatförändringar –därför få enkla samband mellan klimatförändringar och biologisk mångfald	29
Är climateffekter på biologisk mångfald alltid negativa?	31
Direkta och indirekta effekter av klimatförändringar på markanvändningen	32
Sammanfattning: att bedöma effekter av klimatförändringar respektive människans nyttjande av naturen	33

Att kombinera olika slags kunskap för att bedöma effekter av klimatförändringar på biologisk mångfald 35

Biologisk mångfald – en kombination av rumsliga skalor.....	35
Nedskalning av klimatdata, uppskalning av ekologiska data	36
Kunskap om populationer.....	37
Kunskap om naturtyper	39
Kunskap om utbredningsgränser.....	45
Ekologisk kunskap i större skala	47
Experimentbaserad kunskap	47
Långa tidsserier.....	47

Effekter av klimatförändringar på enskilda djur- och växtarter 48

Hur svarar arter på klimatförändringar?	48
Problem med konkurrensstarka arter.....	49
Vilka arter flyttar norrut/uppåt och vad blir resultatet?	51
Migrerande arter	51
Nyckelarter	52
Starkt klimatberoende arter	53
Arter med ”stationära krav”	53
Värmekrävande arter	53
Nya hot, nya ansvar.....	54

Effekter av klimatförändringar på ekosystem och naturtyper.... 56

Alpina biotoper och subalpin björkskog.....	56
Hot mot biologisk mångfald i alpina och subalpina miljöer idag.....	56
Allmänt om climateffekter på biologisk mångfald i alpina och subarktiska områden.....	57
Förändring av skogsgräns och vegetation	59
Klimat, markanvändning och biologisk mångfald	60

Tjäle och permafrost	60
Snötäckning och vinterförhållanden på fjällhed	61
Klimatets respektive markanvändningens betydelse för alpina skogsgränser.....	62
Snötäckning och renbete.....	63
Snötäckning och gnagarbete	64
Renbete som naturvårdsåtgärd?	64
Klättrar alla vegetationsbälten uppåt?	64
Vandrar alla vegetationszoner norrut?	64
Humiditet och öst-västgradienten	65
Biologisk mångfald och glaciärer.....	65
Alpina och subalpina myrar	65
Skogskapet.....	66
Hot mot skogens biologiska mångfald idag	66
Effekter av klimat på skogsbruk.....	66
Ändrad produktionspotential och ekonomiska för- hållanden	69
Ändrad produktion skapar nya produktionsproblem.....	69
Biobränsleproduktion	70
Hotas boreala arter av invasion söderifrån?	70
Mer eller mindre död ved i skogen?	70
Kortare omloppstider?	71
Ökad användning av främmande träslag?	72
Ökade behov av skogsgödsling.....	72
Skogsbruk i nya områden?	72
Mer skogsbränder?	72
Ändrad nedbrytning av ved?	73
Ändrad livsmiljö för epifyter och markkryptogamer?	73
I vilken mån är bristen på exponering en temperaturfråga?.....	73
Nya skogsbiotoper	74
Tydligare uppdelning mellan produktions- och natur- skog?.....	74
Problem med konkurrensstarka invasionsarter?	75
Ökat behov av våtmarker?	75
Jordbruksskapet	75
Hot mot den biologiska mångfalden i jordbruks- skapet idag.....	75
Jordbruksskapet är skapat av markanvändningen	76

Ändrad produktionspotential och ekonomiska förhållanden.....	76
Ändrad produktion skapar nya problem	77
Biologisk mångfald förekommer mest i de naturtyper som producerar minst.....	78
Biobränsleproduktion.....	79
Förändrad fuktighet i jordbruksmark.....	79
Torrare i vissa områden	79
Ändrad fenologi i gräsmarker	80
Ändrad livsmiljö för epifyter och markkryptogamer?	80
Problem med konkurrensstarka invasionsarter?	80
Ökat behov av våtmarker?	80
Våtmarker, havs- och sötvattenstränder	81
Hot mot biologisk mångfald i våtmarker, havs- och sötvattenstränder idag	81
Havsyntans höjning	81
Storm och is	82
Våtmarker och stränder vid sjöar och vattendrag.....	83
Havsyntans stigning vid olika kusttyper	84
Högvattenflöden.....	85
Ökat behov av våtmarker?	85
Sjöar, vattendrag och hav	86
Hot mot biologisk mångfald i akvatiska miljöer idag.....	86
Biogeokemiska och fysiska förändringar.....	87
Isförhållanden	88
Klimat effekter respektive effekter av vår användning hushållning av vatten	89
Konsekvenser för fisk i marina ekosystem.....	90
Större sjöar och vattendrag	90
Vattenmiljöer vid landhöjningskust	91
Salthaltens betydelse för särskilt viktiga kustbiotoper	92
Ökad produktivitet och strandnära miljöer	92
Minskad minimivattenföring i vattendrag?	93
Ekosystemtjänster	94
Ökade behov av ekosystemtjänster, men kommer behoven att tillgodoses?	94
Ekosystemtjänster i klimatdiskussionerna.....	94
Ekosystemtjänster och biologisk mångfald	95

Åtgärder för biologisk mångfald i ett klimatsammanhang	97
Styrmedel och instrument för beslutsfattande	97
Naturresevat, korridorer och förflyttning av arter.....	99
Kan vi bygga naturvårdsstrategier på modellbaserade framtidsscenarioer?	99
Att vänta och se.....	100
Att kombinera förutsägelser med övervakning.....	100
Direkt tillämpbara kunskaper saknas	101
Referenser	109
Muntliga referenser	116

Förord

Centrum för Biologisk Mångfald har arbetat med bevarande av biologisk mångfald sedan 1995, bl.a. genom att stödja kunskapsuppbyggnad och förbättrad tillämpning av kunskap. Under den tiden har klimatförändringar blivit en allt viktigare fråga för vårt arbete. Det har blivit uppenbart att arbetet med biologisk mångfald måste bedrivas i ett klimatförändringsperspektiv om vi skall kunna bevara jordens organismer, deras genetiska kapital och de ekosystem de bygger upp. Lika uppenbart är det att biologisk mångfald är av avgörande betydelse för både klimatförändringarna i sig och effekterna av dem. Det är biologisk mångfald som skapar jordens ekosystem och det är genom förändringar i ekosystemen människan mer än på något annat sätt kommer att drabbas av klimatförändringarna. FN varnar för massvält och enorma folkförflyttningar när ekosystem inte längre kan brukas eller bebos av de samhällen som finns där idag. I Sverige kommer ekosystemens buffrande och producerande förmåga att behövas när klimatet förändras, exempelvis fångst av näring och kol eller produktion av bioenergi. Det är därför mycket positivt att Sverige nu ökar insatserna på att motverka klimatförändringar och att anpassa samhället till de förändringar vi inte kan undvika.

Samtidigt är det oroande att insikten om sambanden mellan klimatförändringar och biologisk mångfald ibland tycks vara svag, så att klimatsatsningar och satsningar på biologisk mångfald stundom t.o.m. ställs mot varandra. I skrivande stund diskuteras i Sverige dels att finansiera klimatsatsningar med bl.a. minskade anslag till bevarande av biologisk mångfald, dels att vi måste offra biologisk mångfald när vi motarbetar klimatförändringar eller genomför anpassningsåtgärder. Exempel på det senare är utbyggnad av de sista orörda älvarna och ersättning av storm- och barkborrekänslig gran med främmande trädslag, exempelvis sitka-gran. I Sverige är vi ännu på diskussionsstadiet, men på andra håll på jorden har sådana missriktade åtgärder redan genomförts, exempelvis avverkning av regnskog för att i bioenergisyfte odla sockerrör (Latinamerika) eller oljepalmer (Sydostasien). I dessa exempel saknas insikt om att minskad skogsareal till inte obetydlig del bidrar till växthuseffekten och att oljepalmsodling därtill ofta sker på torvmark vilket frigör ytterligare bundet kol till atmosfären.

Förhoppningsvis är emellertid farhågor av detta slag ogrundade, så att vi framöver kan arbeta med bevarande av biologisk mångfald

som en del av klimatsatsningarna. Denna rapport blir då ett viktigt steg i det arbetet.

Urban Emanuelsson,

Föreståndare, Centrum för Biologisk Mångfald

Om denna rapport

Rapporten har tagits fram under våren 2007 av Centrum för Biologisk mångfald på uppdrag av Naturvårdsverket, som en underlagsrapport till Klimat- och sårbarhetsutredningen.

Rapporten behandlar olika klimataspekter på biologisk mångfald och bygger dels på publicerad kunskap, dels på opublicerade expertsynpunkter. De senare är resultat av intervjuer och diskussioner under 2006–2007 med ett stort antal experter, exempelvis forskare, tjänstemän och praktiker inom naturvårdsområdet. Samtliga tackas härmed, ingen nämnd, ingen glömd. Muntliga källor anges bara i enstaka fall eftersom de allra flesta resonemang som inte är direkta litteraturciteringar är synteser av många olika expertsynpunkter och publicerade data.

En första version av rapporten har kommenterats av Per Rosenqvist, Miljödepartementet, Ola Inghe, Naturvårdsverket, Jan Gustavsson, Jordbruksverket och Ulf Gärdenfors och Hjalmar Croneborg, ArtDatabanken.

Sammanfattning

Förändringar i klimatet det sista århundradet har redan visat sig ge effekter på växters och djurs reproduktion, växtsäsongens längd, fördelning och storlek hos populationer och utbrott och förekomst av skadeorganismer och sjukdomar. Klimatförändringar har således blivit ytterligare en faktor genom vilken människan påverkar biologisk mångfald, ekosystem och dess tjänster. Gedigna kunskapsbaserade rapporter och organisationer som IPCC (2007), *Millennium Ecosystem Assessment* (2005), EEA (2005) och IUCN (2005) framhåller klimatförändringar som en av de viktigaste orsakerna till förlust av biologisk mångfald och förändringar av ekosystemtjänster.

Effekter av klimat på biologisk mångfald måste bedömas i relation till effekterna av andra omgivningsfaktorer, framförallt människans nyttjande och hushållning av natur och naturresurser.

Nyttjandet av naturresurser innefattar areella näringars markanvändning, reglering av sjöar och vattendrag, nyttjande av havens resurser, utsläpp till vatten och luft etc. En stor andel av Sveriges naturtyper och geografiska områden är påverkade av människan. Det är viktigt att inse att människans påverkan på biologisk

mångfald även framgent kommer att vara ytterst stark. Markanvändning som idag är negativ för biologisk mångfald kommer att vara det även i ett förändrat klimat. Vill vi bevara biologisk mångfald får vi därför inte flytta fokus från nyttjande till klimat, men vi måste däremot vara medvetna om och förberedda på eventuella *ytterligare* problem, orsakade av klimatförändringarna.

Vi måste också vara medvetna om att när vi förändrar vårt resursutnyttjande för att anpassa det till klimatförändringar, kan anpassningarna många gånger få större konsekvenser för biologisk mångfald och ekosystemtjänster än klimatförändringarna i sig. Vi kan välja styrmedel och markanvändning som minimerar eller aktivt motverkar climateffekter på biologisk mångfald eller landskap. Vi behöver därför metoder för att rutinmässigt bedöma ekosystemeffekter av planerade anpassningsåtgärder. Innan anpassningsåtgärder utförs bör vi ha preciserat olika alternativa åtgärder och värderat dem med avseende på bl.a. ekonomi, sociala konsekvenser och biologisk mångfald.

För att kunna göra rimliga förutsägelser om hur klimatförändringar kommer att påverka biologisk mångfald måste effekter av klimat och nyttjande analyseras integrerat. Scenarier för ändrat nyttjande måste i sin tur tas fram genom samarbete mellan olika samhälls- och forskningssektorer, och genom att beakta hur olika regioner kommer att påverkas av klimatförändringarna.

För att ta hänsyn till biologisk mångfald i ett klimatsammanhang krävs ett antal åtgärder omfattande bl.a. policies/lagstiftning/styrmedel, naturvårdsstrategi, praktisk naturvård, forskning, myndighets- och verksamhetssamordning m.m. En utvärdering och revision av regelverk, riktlinjer och stödsystem i internationella konventioner, nationella miljömål och strategier, nationell och europeisk lagstiftning m.m. bör utföras för att säkerställa att klimatpolicy och klimatförändringar tas hänsyn till. Naturvård blir därför ett gränsöverskridande problem mellan sektorer, regioner och nationer när klimatförändringar beaktas.

Denna rapport som baseras på en genomgång av kunskapsläget visar att vi idag saknar nödvändig kunskap om biologisk mångfald i ett klimatsammanhang men mycket av den önskade kunskapen relativt enkelt kan tas fram, genom nya analyser och sammanställningar av befintlig kunskap eller genom enklare undersökningar. För vissa kunskapsluckor krävs dock mer omfattande forskning, teoretisk eller empirisk. Rapporten ger förslag till åtgärder för

kunskapsuppbyggnad som vore önskvärd för anpassningsstrategier och åtgärder.

Varför diskutera biologisk mångfald i relation till klimatförändringar?

Biologisk mångfald, en del av klimatproblemet



Biologisk mångfald är nära kopplad till klimat: förändringar i klimatet påverkar biologisk mångfald och förändringar i naturliga ekosystem påverkar klimatet (t.ex. Reid m.fl. 2004). Biologisk mångfald bygger upp jordens ekosystem och klimatförändringarnas effekter på dessa eko-

systemtjänster kommer att påverka människor och samhällen. FN:s klimatpanel förutspår exempelvis stora folkförflyttningar till följd av att ekosystem blir obrukbara för de samhällen som idag nyttjar och bebor dem. Tillgång till biologisk mångfald är även en viktig resurs för att hantera och klara av klimatrelaterade kriser. Kunskap om biologisk mångfald är således avgörande för att kunna förutse förändringar i nyttjandepotential och förbereda anpassningar till förändringarna.

Förändringar i klimatet det sista århundradet har redan satt sina spår. De observerade förändringarna som t.ex. ökade växthusgaskoncentrationer, ökade temperaturer på land och i hav, förändringar i nederbörd och havsytans nivå, har haft effekter på växters och djurs reproduktion, växtsäsongens längd, fördelning och storlek hos populationer och utbrott och förekomst av skadeorganismer och sjukdomar (IPCC 2007). Klimatförhållanden bestämmer i stor utsträckning om en art kan leva i ett område, både genom direkta effekter på arterna och genom effekter på de ekosystem i vilka de lever. Mänskligt inducerade klimatförändringar har därför blivit ytterligare en faktor genom vilken människan påverkar ekosystem och dess tjänster. I *Millennium Ecosystem Assessment* (2005) framhålls klimatförändringar som en av de viktigaste orsakerna till förlust av biologisk mångfald och föränd-

ringar av ekosystemstjänster. IUCN (2005) anser att de beräknade framtida klimatförändringarna under 2000-talet, tillsammans med markanvändningsförändringar och spridning av främmande arter, förväntas begränsa arters förmåga att förflytta sig och att överleva i fragmenterade habitat. För Europa bedömer IPCC (2007) att den stora majoriteten av organismer och ekosystem kommer att ha svårigheter att anpassa sig till klimatförändringarna.

Modellstudier

Flera studier har modellerat, globalt och regionalt, arters förmåga att överleva med de förväntade klimatförändringarna (t.ex. Thomas m.fl. 2004; Leemans & Eickhout 2004; Thuiller m.fl. 2005; Schröter m.fl. 2004). De nämnda studierna har använt olika klimatscenarier men det förefaller som om även relativt små förändringar (även mindre än 1°C i global medeltemperatur) får effekter i särskilt artrika områden, s.k. ekologiska *hotspots*. Betydande effekter på många platser och regioner i världen kan väntas om uppvärmningen överstiger 2°C. Ett särskilt artrikt område blir särskilt känsligt genom att där finns många krävande och specialiserade arter, vilka utnyttjar mycket specifika livsmiljö. I regel har sådana områden lång kontinuitet, d.v.s. de har fått utvecklas ostört under lång tid. I områden som genomgått kraftiga förändringar har redan de specialiserade arterna slagits ut, endast generalisterna finns kvar, och sådana platser blir därför mindre känsliga för klimatförändringar. Leemans & Eickhout (2004) gjorde en integrerad bedömning där konsekvenser för arter, ekosystem och landskap modellerades med flera troliga framtida temperatur- och nederbördsmonster. Analysen visade att även om stora regionala skillnader föreligger kan även små förändringar i global medeltemperatur (1–2°C) få stora konsekvenser. I en europeisk studie (Thuiller m.fl. 2005) användes IUCN:s rödlistningskrav för att beräkna hur arter kommer att hotas under 2000-talet med de förväntade klimatförändringarna. Mer än hälften av de 1 350 arter som studerades visades då vara hotade år 2080. Schröter m.fl. (2004) modeller visar att år 2050 kan hela 80 % av 2000 undersökta arter i Europa ha försvunnit om de värsta klimatscenarierna och växthusgasutsläppen blir verklighet.

EEA (2005) har sammanställt några möjliga konsekvenser för ekosystem och biologisk mångfald vid temperaturökningar som visas i tabell 1 nedan.

Tabell 1 Konsekvenser för ekosystem och biologisk mångfald vid medeltemperaturökning

Global medeltemperaturökning jämfört med en pre-industriell nivå)	Exempel på möjliga konsekvenser
< 1 °C	• Begränsade förändringar i ekosystems utbredning • Hot mot, och förluster av, hotspots som t.ex. våtmarker • Hot mot, och förluster av, flora och fauna i den arktiska regionen
1–2 °C	• Allvarliga förluster av områden och arter i vissa bergsområden • Svår påverkan på vilda djur i de arktiska ekosystemen • Stora konsekvenser för våtmarksekosystem • Upptining av permafrost med varierande konsekvenser på miljö och samhällen
> 2 °C	• > 20 % förändringar av ekosystem • > 10 % förlust av kustnära våtmarker • Storskaliga förluster av arter, t.ex. på bergstoppar

Tolkningar av faktiska observationer

Det finns också flera studier och vetenskapliga teorier som pekar på att de klimatförändringar som redan har observerats (temperaturer och nederbörd) redan har påverkat arter och ekosystem i Europa, vilket indikerar att ekosystem är sårbara för klimatförändringar (se t.ex. Smith & Hitz, 2003). En studie utförd i Storbritannien och Irland av Berry m.fl. (2003) visade att flera av de 50 arter som testades direkt uppvisade respons på förändringar i klimat. Deras studie visade också att om man beaktade förmågan att anpassa sig till ändrade klimatförhållanden, var det arter och habitat i bergsområden (följt av mossar, tallnaturskog och vissa gräsmarkstyper) som var mest sårbara. WBGU (2003) har identifierat tre europeiska regioner med särskilt sårbara ekosystem: den arktiska regionen (som även innefattar delar av Skandinavien och Grönland), bergsområden, samt flera kustområden över hela Europa, särskilt i Östersjön och vissa delar av Medelhavet. Även Thuiller m.fl.'s (2005) europeiska studie visade att bergsområden

var särskilt känsliga (60 % av arterna beräknades försvinna till år 2080). Den boreala regionen beräknades förlora endast ett fåtal arter, men däremot få ett stort tillskott av inflyttade nya arter.

FN:s sammanfattning

FN:s sekretariat för konventionen om biologisk mångfald (2003) har summerat följande generella konsekvenser för biologisk mångfald till följd av framtida förändringar i medeltemperatur, extrema vädertillfällen och variabilitet i klimat:

1. *Flera arter kommer att flytta norrut eller till en högre höjd än deras nuvarande utbredningsområde. Deras möjlighet till förflyttning beror av landskapets fragmentering.*
2. *Flera arter som är sårbara idag kan komma att utrotas. Detta gäller särskilt de arter som är specialiserade till vissa klimatologiska förhållanden, de som begränsas geografiskt (t.ex. de som befinner sig på en bergstopp, på öar eller halvöar, eller de arter som mest består av små populationer).*
3. *Naturliga och antropogena störningsregimer i ekosystemen kommer att förändras i termer av frekvens, intensitet, omfattning och plats, och det kommer att påverka på vilket sätt och med vilken hastighet ekosystem förändras. Alla arter i ett ekosystem kommer inte migrera på samma sätt. Ekosystem som påverkas av störningar av hög intensitet och frekvens kan komma att domineras av opportunistiska "ogräsarter".*
4. *Vissa ekosystem är särskilt sårbara för klimatförändringar. Exempel på sådana i Skandinavien är kalfjället, lämningar av naturlig fodermark (halvnaturlig gräsmark) och ekosystem på permafrost.*

Biologisk mångfald och ekosystemens stabilitet

Ett argument som ofta i internationella sammanhang framhålls för bevarandet av en rik biologisk mångfald är mångfaldens buffrande förmåga när ett ekosystem är på väg att förändras. En rik biologisk mångfald kan alltså vara en faktor som kan dämpa oönskade effekter av en klimatförändring. Då vi redan upplever en klimatförändring som sker snabbt kommer biologisk mångfald att påverkas negativt och flera ekosystemstjänster bli mindre före-

kommande. Då klimatförändringar förväntas ha denna ökade effekt på distributionen och funktionen hos arter och ekosystem ter det sig uppenbart att naturvård, i praktik och policy, måste beakta och hantera problemet.

Klimatförändringar – dagens kunskapsläge och utgångspunkter



Användande av olika utsläppsscenarioer och klimatmodeller leder till en spridning i resultaten över klimatförändringen framåt i tiden. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) bedömer i sin senaste kunskapssammanställning (2007) att den globala temperaturökningen kan komma

att ligga mellan 1,8–4,0° C för perioden 2090–2099 jämfört med 1980–1999 (för att därefter fortsätta). Dessa beräkningar bygger inte på antaganden om direkta beslut om minskade utsläpp. Det totala osäkerhetsintervallet bedöms vara 1,1–6,4° C. Det är dock viktigt att poängtera att olika regioner påverkas något olika och kontinenterna och Arktis uppvisar snabbare och större uppvärmning än haven. Vid Rossby Centre (SMHI) görs regionala modellberäkningar av Europa, det nordiska området och Sverige. En sammanställning av fyra scenarier pekar på en höjning av årsmedeltemperaturen på mellan 2,5 och 4° C i Sverige för perioden 2071–2100 i jämförelse med 1961–1990. Temperaturen förväntas stiga något mer på vintern än på sommaren. Uppvärmningen leder också till att vegetationsperioden förlängs. Generellt sett för Sveriges del kan sägas att klimatscenerierna visar en minskning av antalet frostdagar. Andelen riktigt kalla dagar minskar främst i norra Sverige, medan antalet dagar med högsommarvärme och förekomsten av tropiska nätter ökar för kustområdena i södra Sverige.

En klimatförändring innebär också förändringar i nederbörd. Liksom för temperaturen påverkas olika regioner olika mycket. I Sverige så beräknas årsmängderna av nederbörd öka mer på hösten, vintern och våren. Förändringarna sommartid är små i norra

Sverige men södra delarna av landet ser ut att få klart mindre mängder. Nederbörden blir dock intensivare även på sommaren. Samtliga scenarier tyder på en ökad avrinning från Sverige som helhet på årsbasis, men med stora regionala och säsongsvisa skillnader.

Snö och isförhållanden påverkas givetvis vid en uppvärmning. Detta är en viktig del av den svenska naturmiljön som direkt påverkar ekosystemen och förutsättningarna för turism och friluftsliv. Svenska glaciärer kan befaras försvinna liksom de små områden med permafrost som finns i Sverige.

Klimatstudier vid SMHI tyder på att den storskaliga regionala cirkulationen i Östersjön kan komma att bli påverkad av den globala uppvärmningen. Detta och en del andra faktorer förändrar de nederbörds- och vindförhållanden som styr färskvatten- och saltvatteninflödena till Östersjön.

Klimatet består inte enbart av medelvärden och säsongsmässiga variationer. Klimatextremer kan definieras utifrån att de förekommer sällan (klimatologiskt är extrema) eller utifrån att de påverkar samhälle, miljö och biologisk mångfald på ett kännbart sätt. Extremer är ofta lokala även om t.ex. kraftiga stormar, värmeböljor, torkor och köldknäppar kan täcka stora arealer och även sträcka ut sig över tiden. En ökad risk för översvämningar verkar troligt, särskilt i Västsverige. Studierna hittills visar inte entydigt stora förändringar i kraftiga vindar för Sverige.

Vad behöver vi veta, vad vet vi, och hur kan vi ta reda på mer?



Det finns utan tvekan många skäl att beakta biologisk mångfald i ett klimatsammanhang: bevarande av buffrande förmåga, bevarande av andra ekosystemtjänster, internationella konventioner, nationella miljömål och strategier, nationell och europeisk lagstiftning m.m.

För att ta hänsyn till biologisk mångfald i ett klimatsammanhang krävs ett antal åtgärder omfattande bl.a. policies/lagstiftning/styr-

medel, naturvårdsstrategi, praktisk naturvård, forskning, myndighets- och verksamhetssamordning m.m.

Några exempel är:

- Utforma målsättning, strategi och rutiner för att beakta biologisk mångfald när vi anpassar samhället och markanvändningen till ett förändrat klimat eftersom, vilket diskuteras närmare nedan, anpassningarna mycket väl kan ge större negativa effekter på biologisk mångfald än klimatförändringarna i sig.
- Bedöma olika ekosystems sårbarhet för olika sannolika anpassningsåtgärder inom samhälle och areella näringar, dels till stöd för arbetet i föregående punkt, dels i syfte att utpeka ekosystem och markanvändning för vilka en dialog mellan anpassning och naturvård är särskilt angelägen.
- Utforma klimatanpassade bevarande- och skötselstrategier för områden och naturtyper i syfte att i god tid skapa en beredskap för pågående och kommande sannolika förändringar. Beredskapen innefattar bl.a. åtgärder som behöver lång tid innan de får effekt, exempelvis anläggning av skogs- och vegetations typer, ökad spridning av vissa organismer, och utveckling nya skötselmetoder.
- Utforma övervakning av biologisk mångfald som detekterar klimatrelaterade förändringar i så god tid att anpassningsåtgärder kan sättas in.

Den första punkten, och liknande policyrelaterade åtgärder, kan utföras redan idag. Övriga punkter kräver däremot kunskap om hur biologisk mångfald förväntas påverkas av klimatförändringar och anpassningsåtgärder. För att bedöma effekter av anpassningsåtgärder krävs dessutom att kunskap om biologisk mångfald analyseras tillsammans med socioekonomisk kunskap i vid mening. Denna rapport begränsas till kunskap om biologisk mångfald.

Rapportens slutsatser beträffande kunskapsläget

Under arbetets gång har det blivit uppenbart att vi *idag saknar nödvändig kunskap om biologisk mångfald i ett klimatsammanhang*. Det har också blivit uppenbart att *mycket av den önskade kunskapen relativt enkelt kan tas fram, genom nya analyser och sammanställ-*

ningar av befintlig kunskap eller genom enklare undersökningar. För vissa kunskapsluckor krävs dock mer omfattande forskning. Rapporten redovisar därför inte nämnvärt många svar, men däremot åtskilliga förslag till åtgärder för kunskapsuppbyggnad (se sammanställning i tabell 2 samt i respektive kapitel där området diskuteras).

Vad är biologisk mångfald i naturvårdssammanhang?



Av konventionens för biologisk mångfald (CBD) definitioner framgår att biologisk mångfald innefattar alla arter och deras genetiska variation, deras livsmiljöer och de förhållanden och ekologiska processer som är grunden för livsmiljöerna. Alla arter är principiellt lika mycket värda, men i

ett naturvårdssammanhang prioriterar man ändå ofta "skyddsvärda arter", "nyckelararter", "signalarter" etc. Sådana prioriteringar har praktiska orsaker och uttrycker inte någon värdering. Exempelvis är vanliga och ovanliga arter lika viktiga för naturvården, men naturvårdsbudgeten används främst till att rädda arter som utan åtgärder löper risk att försvinna, exempelvis rödlistade arter. På motsvarande sätt prioriteras ibland nyckelararter vilka skapar förutsättningar för flera andra arter, och signalarter vilka med viss sannolikhet indikerar förekomsten av flera andra arter.

Begreppet "hög biologisk mångfald" innebär vanligen att ett område eller en naturtyp fungerar ekologiskt, och har alla typiska livsmiljöer och arter knutna till livsmiljöerna. En artfattig mosse som uppfyller dessa kriterier anses vanligen ha högre biologisk mångfald och högre skyddsvärde än en söndergödslad f.d. naturbetesmark, även om den senare kan ha fler arter totalt sett.

Ovanstående resonemang har betydelse för hur vi värderar effekter av klimatförändringar på biologisk mångfald. Eftersom antalet arter per ytenhet, per naturtyp etc. ökar söderut i Sverige och Europa skulle ökat artantal i vissa naturtyper kunna vara en förväntad effekt av ett varmare klimat. Detta kunde tolkas som att

klimateffekter kan bli positiva för biologisk mångfald i Sverige. En ökning av det totala artantalet är dock i naturvårdssammanhang ingen kompensation för eventuell förlust av nordliga arter och arter från nordliga biotoper. På motsvarande sätt kompenseras inte förlust av krävande biotopspecifika arter av ökat antal vanliga generalistarter.

Klimatförändringar och människans nyttjande av naturen



Effekter av klimat på biologisk mångfald måste bedömas i relation till effekterna av andra omgivningsfaktorer, fr.a. människans nyttjande av natur och naturresurser. Det innefattar areella näringars markanvändning, reglering av sjöar och vattendrag, nyttjande av havens resurser, utsläpp till vatten och

luft etc. En stor andel av Sveriges naturtyper och geografiska områden är påverkade av människan och nyttjande har stor betydelse för vilka effekterna blir av ett förändrat klimateffekterna blir, och för hur vi kan prediktera effekterna.

Nyttjande av naturresurser är det största hotet mot biologisk mångfald idag och i framtiden

I så gott som alla ekosystem på jorden ser vi negativa trender för biologisk mångfald och de kan vanligen hänföras till överutnyttjande eller olämpligt nyttjande av naturresurser. Detta gäller även i Sverige. Även i många ekosystem där trenderna tycks någorlunda stabila är nivåerna för biologisk mångfald låga genom tidigare negativa förändringar.

Exempel

Biologisk mångfald i skog går tillbaka genom att arealen naturskog (i vid mening) fortfarande minskar genom avverkning, och genom att få skogsarter kan ha livskraftiga populationer i den produktionsskog som skapas. Därtill påverkas biologisk mångfald negativt av fragmentering,

dvs. av att en stor del av resterande naturskogsfragment är små och isolerade från varandra.

Biologisk mångfald i jordbrukslandskapet går tillbaka främst genom igenväxning i övergivna slätter- och betesmarker, felaktig skötsel i ännu hävdade marker och genom den fragmentering som orsakas av igenväxningen och av tidigare rationaliseringar av jordbruksmarken.

Biologisk mångfald i sjöar och vattendrag är redan kraftigt förändrad av eutrofiering, reglering, introduktion av främmande arter.

Biologisk mångfald i våtmarker är i södra Sverige kraftigt förändrad av reglering av vattendrag, markavvattning och upphörd traditionell hävd.

Det är viktigt att inse att människans påverkan på biologisk mångfald även framgent kommer att vara ytterst stark. Markanvändning som idag är negativ för biologisk mångfald kommer att vara det även i ett förändrat klimat. Vill vi bevara biologisk mångfald måste vi vara medvetna om, och förberedda på eventuella *ytterligare* problem, orsakade av klimatförändringarna.

Två effekter av nyttjande

I ett klimatsammanhang får nyttjande av naturresurser två huvudsakliga effekter.

1. "Motorn" i naturtyper är olika slags ekologiska processer vilka dels skapar livsmiljöer för arter, dels påverkar populationerna direkt. Många av processerna är tydligt klimatrelaterade, medan andra inte är det. Människans aktiviteter utgör ofta mycket kraftfulla ekologiska processer, mot vilka klimatrelaterade processer måste vägas när man bedömer nettoeffekten på biologisk mångfald.

Exempel

Ändrad temperatur och humiditet kan antas påverka tidpunkten för och omfattningen av blomning i naturbetesmarker. Blomrikedomen och blomningstiden har i sin tur stor betydelse för växt-, frö-, pollen- och nektarätande insekter, i sin tur föda för predatorer. För växter och insekter i betesmarker är emellertid *avbetningen* den överlägset viktigaste faktorn (Wissman 2006). Det innebär att smärre klimatbetingade förändringar i blomproduktion och blomningstidpunkt kan antas få liten ekologisk betydelse jämfört med markanvändningen, fr.a. tidpunkten för bete och betesintensiteten.



Tidpunkten för bete påverkar blomrikedomen i gräsmarker betydligt mer än klimatbetingade förändringar i blomningstidpunkt. Bete från mitten av juli i fållan bakom stängslet, från maj i förgrunden.

2. Nyttjande av naturen har stor betydelse för det globala klimatet, exempelvis genom frigörande respektive bindning av koldioxid och metanutsläpp från djurproduktion, har diskuterats i klimatrapporter. Nyttjande av naturen kan bidra direkt och mycket starkt även till lokal- och mikroklimatet genom påverkan på vegetationen, både på träd-, busk-, fält-, och bottenskikt. Vegetationsstrukturen påverkar i sin tur temperatur, solexponering, vindförhållanden, vattentillförsel och avdunstning, d.v.s. sådana faktorer som kommer att förändras med ett förändrat klimat.

Exempel

I sedan tre år ohävdad gräsmark med hög vegetation och tjock förna är dygnsmedeltemperaturen vid markytan i maj och juni minst fem grader lägre än i hävdad gräsmark (Clapperton m fl.. 2002). Detta leder till halverad och närmare tre veckor försenad frögroning (Lennartsson opubl.).

På samma sätt leder skillnad i dygnsmedeltemperatur mellan lövdominerad och grandominerad skog till två veckor senare kläckning av grön aspvedbock i grandominerad skog (Lennartsson m.fl. opubl.).

Abundans av flygande fjärilar i kustnära betesmark i juni varierar avsevärt mellan år, bl.a. beroende på vår- och försommarvädret. En nästan lika stor variation finns mellan betesmarker, beroende på innehåll av buskar som ger lä i den blåsiga kustmiljön (Lennartsson m.fl. opubl.).

Fuktigheten har stor betydelse för epifytiska lavar på gamla lövträd, och kust- och sjönära lokaler är ofta artrikare än lokaler längre från vatten. Om sly får växa upp bland gammelträden blir artsammansättningen "torrpräglad", beroende på att slyet stoppar dimma, nattdagg och i viss mån regn (S. Hultengren, muntl.).

Tidpunkten för och omfattningen av högvatten, exempelvis vårflood, har stor betydelse för biologisk mångfald längs sjöar och vattendrag. Vattenföringen förutsägs påverkas av ett ändrat klimat, men alla aspekter på vattenföring påverkas också mycket kraftigt av reglering (L. Tranvik, muntl.; Upplandsstiftelsen, opubl. data).

Vegetationszoneringen på strandängar avgörs till stor del av var medelvattenlinjen ligger på strandängen, i sin tur en effekt av variationerna i vattennivå i vattendrag, sjöar och hav. Vissa slags hävd kan också förskjuta vegetationszonerna många tiotals meter, bl.a. genom att marken kompakteras av betesdjur (Lennartsson & Vessby 1996).

Klimateffekter kan maskeras av mark- och resursanvändningen

Många naturtyper är mycket starkt påverkade eller rentav skapade av människans markutnyttjande, och stora områden kan betraktas som rena kulturlandskap. I sådana fall kan effekterna av klimat vara små jämfört med effekterna av markanvändningen (Jfr Skogsstyrelsen 2001, s. 49 ff.). Även mark som skyddas från markanvändning, som skogsreservat, är ofta föremål för skötselinsatser, dvs. en slags markanvändning med naturvårdssyfte.

Exempel

Om en naturskogsbiotop avverkas och omförs till produktionsskog innebär det en närmast total omvandling av biotopens biologiska mångfald. Eventuella effekter av klimatförändringar blir marginella i förhållande till effekter av markanvändningen. I Sverige står skogsbruk för den huvudsakliga påverkan på biologisk mångfald på mer än 90 % av den produktiva skogsmarksarealen.

Motsvarande gäller för biologisk mångfald i hävdskapade naturtyper: även måttliga hävdförändringar får så stora effekter på biologisk mångfald att effekter av klimaförändringar blir små relativt sett.

I havsekosystemen utgör bl.a. fiske en så stor påverkan på ekosystemen att klimateffekter ofta är svåra att modellera (Ojaveer & Lehtonen 2001).

Stor eller liten klimateffekt – en fråga om vald referensnivå

Av ovanstående resonemang framgår att en effektbedömning kan ge mycket olika resultat beroende på vilken referensnivå vi väljer när vi mäter förändring.

Exempel

Tar vi naturskogens biologiska mångfald som utgångspunkt skulle de flesta direkta effekter av ändrat klimat vara närmast försumbara jämfört med effekterna av en slutavverkning. Tar vi däremot som referensnivå biologisk mångfald på hygget kan klimateffekten tänkas bli relativt stor, exempelvis genom att ökad avdunstning kan slå ut de sista restförekomsterna av torkkänsliga skogsarter under hyggesfasen.



Klimateffekter kan förstärkas av markanvändningen

Klimatförändringar kommer med säkerhet att leda till modifierade bruksmetoder och till nya former av nyttjande. Dessa förändringar i markanvändningen kan i sin tur få stora konsekvenser för biologisk mångfald, betydligt större än effekterna av klimatförändringen i sig. Detta har kallats ”tertiära effekter” av klimatförändringar (efter: primära – effekter på växt- och djurindivider, och sekundära – effekter på populationer och arter, se t.ex. Würsig m.fl. 2002).

Exempel

Minskad tjäle och ökad stormfrekvens kan komma att framtvinga ökad användning av lövträd på granens bekostnad, vilket kan antas ge stora, huvudsakligen positiva, effekter på biologisk mångfald i produktions-skog. Om skogsbruket å andra sidan väljer andra rotfasta trädslag som sitka-gran, får det stora negativa effekter på biologisk mångfald. I båda fallen är effekterna av klimatbetingade trädslagsbyten större än av klimatförändringarna i sig.

Nya bruksformer: biobränsleproduktion

Bland förväntade nya bruksformer kan särskilt nämnas ökad framställning av biobränsle, både på skogs- och jordbruksmark. Effekter på biologisk mångfald av biobränsleproduktion kan variera från positiva till negativa dels beroende på hur (vilka metoder) och var (vilka naturtyper och landskap som tas i anspråk) produktionen sker, dels beroende på i vilken rumslig skala man gör bedömningen.

När biologisk mångfald diskuteras i biobränslesammanhang handlar det ofta om att minimera de negativa effekterna av biobränsleuttag. Även om det till dags dato finns få exempel på produktionsmetoder med otvetydigt positiva effekter på biologisk mångfald skulle det förmodligen gå att skapa både nya och traditionella naturtyper där exempelvis ljus- och värmekrävande biologisk mångfald gynnas av regelbunden skörd av biomassa.

Exempel

- Skottskog. Skottskogsbruk med traditionella skottskogsträdslag (ask, lind, bok, hassel etc).
- Glesa bestånd av gammelträd där djur saknas för hagmarksbete. Öppethållande med regelbunden röjning av föryngring i ädellöv-hagar och glesa gammeltallbestånd.
- Strandäng. Slätter av vass och annan vegetation.
- Vidmakthållen öppenhet i gammal fåbodskog. Regelbunden skörd av föryngring i exempelvis fåbodpräglad fjällbjörkskog (inkl. f.d. slättermyr).
- Vidmakthållen skogsgräns i fjällen. Regelbunden skörd av fjällbjörk där biologisk mångfald hotas av att trädgränsen höjs.

Att göra: Det är angeläget att se över ekonomiska, praktiska och ekologiska förutsättningar för olika bruksformer som kombinerar biobränsleproduktion med naturvård.

Om skogsmark tas i anspråk för biobränsleproduktion kan det vara fråga om ökat uttag i samband med skogsbruk, exempelvis uttag av grot. Detta extra uttag har någorlunda begränsade effekter på biologisk mångfald utom i vissa regioner som östra Kalmar län, där det finns en rik insektsfauna knuten till lövgrot (Skogsstyrelsen 2001). Allt ökat uttag av biomassa ökar behovet av återföring av näring till skogsmarken. Gödslingen påverkar exempelvis mossor och mykorrhizasvampar negativt, men effekterna varierar beroende på gödselmedel. Det finns alltid risk för negativa effekter på näringsfattiga våtmarker, sjöar och vattendrag, även utanför det gödslade området.

Om biobränsleproduktion på skogsmark innebär att nya naturtyper, tidigare olönsamma för skogsbruk, tas i anspråk, torde produktionen i de flesta fall få starkt negativa konsekvenser för biologisk mångfald. Undantag är metoder som skapar värdefulla naturtyper, exempelvis av det slag som diskuteras ovan.

Att göra: Effekter av biobränsleproduktion på skogens biologiska mångfald har behandlats av Skogsstyrelsen (2001), men det är angeläget att dels fördjupa utvärderingen regionvis (bl.a. baserat på de värdetrakter som utpekats i regionvisa strategier för skogsskydd), dels genomföra regionvis bedömning av effekter av produktionsformer som tillkommit sedan 2001.



GROT, grenar och toppar, ett av skogens biobränslesortiment

Om åkermark tas i anspråk torde effekterna på biologisk mångfald bli neutrala eller positiva vad gäller själva produktionsområdet. Detta eftersom åkermark idag har mycket låg biologisk mångfald, med undantag för vissa speciella åkerjordar (fr.a. sand) och brukningsformer (t.ex. långliggande träd). Ligger produktionsområdet i helåkersbygd kan biobränsleproduktion sannolikt vara positiv för biologisk mångfald även i produktionsområdets närmaste omgivning, genom att det skapar nya landskapsstrukturer och därigenom ökar variationen. I skogsbygd blir däremot effekterna i närområdet ofta negativa, genom att gamla bryn mellan åker och skog försvinner vid exempelvis energiskogsodling. Påverkan ännu längre från produktionsområdet kan tänkas bli svagt positiva genom minskat läckage av näring och bekämpningsmedel till vattendrag, sjöar och hav jämfört med åkerbruk.

Biobränsleproduktion i semi-naturliga naturtyper, exempelvis naturbetesmark, torde vanligen vara starkt negativ för biologisk mångfald, såvida den inte skapar värdefulla naturtyper av det slag som diskuterats ovan.

Att göra: Sammanställ troliga effekter på biologisk mångfald av olika slags biobränsleproduktion i olika naturtyper i olika jordbrukslandskap. Väg effekterna mot andra värderingskriterier, som lönsamhet i biobränsleproduktion och jordbruk och eventuella andra alternativa nyttjandeformer.

Få enkla orsak-verkan-samband mellan nyttjande och klimatförändringar –därför få enkla samband mellan klimatförändringar och biologisk mångfald

Även om klimatförändringar utan tvekan kommer att på många sätt förändra vårt nyttjande av landskapet, finns det få enkla orsak-verkan-mekanismer. Nyttjande av naturresurser är inte bara resultat av naturförutsättningarna utan också i hög grad av politik, attityder och styrmedel. Särskilt uppenbart är det i jordbrukslandskapet där markanvändningen regleras av ett omfattande ersättnings- och regelsystem på europeisk nivå. Även i skogslandskapet är markanvändningen i hög grad ett resultat av nuvarande och tidigare styrmedel, exempelvis bidrag till skogsbilvägar, markavvattning och skogsbruksplaner, skogsvårslagstiftning, beskattningsregler för virkesuttag och avsättning till naturvård etc. Nyttjande av havens resurser är i stor utsträckning styrt av politiska beslut om uttagskvoter, handelsavtal och stöd till fiskenäringarna.

Vi kan med andra ord i stor utsträckning välja hur vi låter klimatförändringar förändra nyttjandet av naturen, exempelvis markanvändningen. Eftersom nyttjandet har så stor betydelse för biologisk mångfald innebär det att vi i viss utsträckning kan välja hur vi låter klimatförändringar påverka biologisk mångfald.

Exempel

Högre nederbörd och flöden i vattendrag kan leda till att lågt liggande skogs- och jordbruksmark, exempelvis i gamla dikningsföretag, blir svåra eller omöjliga att bruka. Vi kan därvid välja att låta sådan mark tas ur traditionell skogs- eller jordbruksproduktion, kanske delvis i avsikt att binda kol och näringsämnen. Detta skulle ge starkt positiva effekter på biologisk mångfald genom ökade arealer våtmark och sumpskog. Vi kan också välja att kompensera ökad fuktighet med nya tröskelsänkningar och dikningsföretag (jfr pågående diskussioner betr. Helgeån), generösare markavvattningsslagstiftning etc. Detta skulle kunna skapa ett ännu torrare landskap än vi har idag, med starkt negativa konsekvenser för biologisk mångfald.



Våtmark på sedan länge övergiven försumpad åkermark

Minskad tjäle och ökad stormfrekvens kan försvåra sågtimmerproduktion baserad på gran. Vi kan välja ökad plantering av lövträd och andra mer rotfasta trädslag, vilket kan antas ge positiva effekter på biologisk mångfald i produktionsskog. Vi kan också välja att arbeta med granproduktion i kortare omloppstider, vilket troligen skulle påverka biologisk mångfald negativt genom ökad avverkningsfrekvens och minskad areal äldre skog. Ytterligare en väg är att välja främmande trädslag, vilket skulle ge starkt negativ effekt på biologisk mångfald.

Minskad tjäle och ökad stormfrekvens kan förväntas öka frekvensen av vindfällen och barkborredödade träd i produktionsskog. Vi kan välja att låta antalet döda träd per hektar öka, vilket skulle öka mängden död ved och ge positiva effekter på biologisk mångfald. Vi kan också välja juridiska eller ekonomiska styrmedel för att "städa skogen", vilket skulle ge neutral eller, om det leder till minskad mängd död ved, negativ effekt på biologisk mångfald. F.n. är det den sistnämnda vägen vi valt i de stormdrabbade områdena i Götaland, och där diskuteras även uttag av död ved från skyddade områden för att undvika "smitta" på produktionsskog (Skogseko nr 1 2007).

Valet av styrmedel kan, som i exemplen ovan, baseras på prioriteringar beträffande produktionen. Vi kan också välja styrmedel och markanvändning i syfte att *aktivt motverka climateffekter på biologisk mångfald eller landskap*.

Exempel

Försvårade vinterbetesförhållanden för ren till följd av mildperioder kan leda till minskat renantal och renbetestryck i fjällen. Vi kan å andra sidan välja att med styrmedel gynna rennäringen, generellt eller i vissa områden, om vi tror att ett ökat renbetestryck kan motverka igenväxning på kalfjället.

Är climateffekter på biologisk mångfald alltid negativa?

Utvärdering av effekter på biologisk mångfald görs lämpligen värdeneutral, dvs. man letar efter en effekt oavsett om den förväntas vara positiv eller negativ. I ett naturvårds- eller åtgärds-sammanhang kommer däremot troligen negativa effekter att prioriteras eftersom det är de som innebär problem för biologisk mångfald och som därmed måste åtgärdas. Det finns dock i vissa sammanhang anledning att särskilt leta efter positiva effekter av klimatförändringar på biologisk mångfald. Särskilt i två sammanhang kan biologisk mångfald antas påverkas positivt av klimatförändringar.

- Arter, naturtyper etc. som idag huvudsakligen hotas av det nuvarande klimatet. Det gäller sådana som så starkt begränsas av klimatfaktorer, exempelvis temperatur och nederbörd, att de riskerar att försvinna. För vissa av dessa kan de förväntade klimatförändringarna innebära att de på sikt kan avföras från hotlistorna (medan för andra kan situationen givetvis komma att förvärras).

Exempel

Minst tretton svenska fjärilsarter lever på krissla i Sverige. Av dessa når endast fyra så långt norrut som Uppland, trots att krisslan är mycket vanlig där. Det är troligt att åtminstone några av de mer sydliga arterna har sin utbredning begränsad av klimatet.

- Situationer där klimatförändringar, beroende på vilka styrmedel vi väljer, erbjuder möjligheter att förbättra förhållandena för biologisk mångfald.

Exempel

Växter blir generellt mer beteskänsliga under torra somrar (Lennartsson 2000). Därför kan torrare klimat i delar av Sverige leda negativa trender för många växtarter och deras associerade insekter i betesmarker, om betestrycket i förhållande till produktiviteten hålls konstant. Om vi å andra sidan med styrmedel gynnar restaurering av igenväxande betesmarker kan vi med samma antal betesdjur hävda större arealer, vilket ger positiva effekter på biologisk mångfald.



Krissla

Direkta och indirekta effekter av klimatförändringar på markanvändningen

Klimatförändringar kan, som ovan diskuterats, direkt föranleda förändringar i markanvändningen, eventuellt via förändringar i styrmedel. Det är också möjligt att markanvändningen påverkas indirekt, genom på sikt ökad eller minskad lönsamhet.

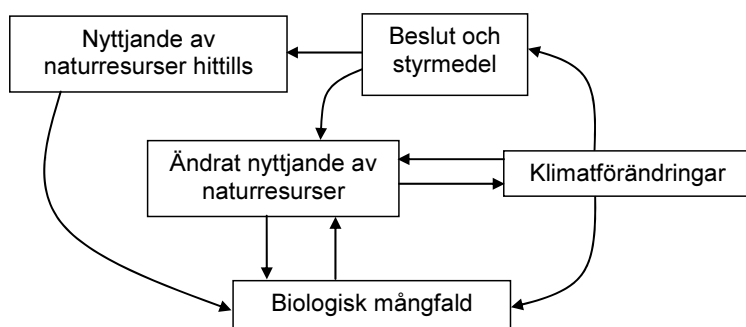
Exempel

Renbetet och dess påverkan på olika fjällbiotoper kan antas förändras genom ändrad fördelning av betet i fjällen sommartid. Försvårat bete vintertid kan på sikt leda till minskad lönsamhet i rennäringen, minskat renantal och ett svagare bete generellt.

Globala förändringar i jordbruksmarkens produktionsförmåga, exempelvis torrare klimat i delar av Europa, kan på sikt leda till ökad lönsamhet i livsmedelsproduktion i fuktigare områden, som Skandinavien, särskilt mot bakgrund av längre växtsäsong. Detta kan radikalt förändra markanvändningen i exempelvis jordbruksbygder med idag låg lönsamhet i jordbruksproduktion.

Sammanfattning: att bedöma effekter av klimatförändringar respektive människans nyttjande av naturen

För att kunna göra rimliga förutsägelser om hur klimatförändringar kommer att påverka biologisk mångfald måste effekter av klimat och nyttjande analyseras integrerat, se figuren nedan. Scenarier för ändrat nyttjande måste i sin tur tas fram genom samarbete mellan olika samhälls- och forskningssektorer, och genom att beakta hur olika regioner kommer att påverkas av klimatförändringarna. Det är viktigt att, innan anpassningsåtgärder utförs, ha preciserat olika alternativa åtgärder och värderat dem med avseende på bl.a. ekonomi, sociala konsekvenser och biologisk mångfald.



Samband mellan klimatförändringar, nyttjande av naturresurser och biologisk mångfald

Nyttjande av naturresurser hittills bestämmer i stor utsträckning dagens status för biologisk mångfald. Ändrat nyttjande anpassat till ett förändrat klimat, har diskuterats i det föregående. Notera att vårt val av framtida nyttjande har stor betydelse för vilka klimatförändringarna blir, och att våra möjligheter till olika framtida nyttjandeformer till stor del beror av hur vi hanterar ekosystemens biologiska mångfald.

Att göra: Det är angeläget att kategorisera olika aspekter på biologisk mångfald i termer av hur de påverkas av klimatförändringar och nyttjande av naturresurser:

1. Påverkas starkt av klimatförändringar oavsett val av nyttjande (pil klimatförändringar → biologisk mångfald).
2. Påverkas förhållandevis lite av klimatförändringar jämfört med nyttjande och nyttjandet förväntas inte förändras (pil nyttjande hittills → biologisk mångfald).
3. Klimatpåverkan förstärks av förväntade förändringar i nyttjande (pil ändrat nyttjande → biologisk mångfald).
4. Klimatpåverkan motverkas av förväntade förändringar i nyttjande (pil ändrat nyttjande → biologisk mångfald)
5. Klimatpåverkan kan motverkas genom val av viss markanvändning (pil ändrat nyttjande → biologisk mångfald)
6. Klimatpåverkan erbjuder möjligheter att med rätt skötsel/markanvändning förbättra situationen för viss hotad biologisk mångfald (pil ändrat nyttjande → biologisk mångfald)

Den första kategorin innehåller aspekter på biologisk mångfald för vilka vi inte kan välja/påverka climateffekterna, medan kategorierna 3 till 5 omfattar aspekter för vilka vi kan det. Den andra kategorin omfattar biologisk mångfald för vilken klimatförändringar kan förväntas få mindre betydelse. Med aspekter avses här exempelvis biotoper, strukturer, processer och arter. Utvärderingen kan göras exempelvis organismgruppsvis, biotopvis eller regionvis. Hotad (idag och förväntat i framtiden) biologisk mångfald prioriteras.

Att kombinera olika slags kunskap för att bedöma effekter av klimatförändringar på biologisk mångfald



Biologisk mångfald – en kombination av rumsliga skalor

Biologisk mångfald i ett landskap består, förenklat, av:

1. Mosaiken av biotoper i landskapet
2. Biotopernas innehåll av strukturer (livsmiljöer för arter inom biotopen)
3. Landskapets innehåll av icke-biotopknutna strukturer (ut-spridda livsmiljöer)
4. De populationer som utnyttjar strukturerna i biotoperna och i landskapet
5. De populationer som utnyttjar biotoper som helhet (eller komplex av biotoper), dvs. utan att vara knutna till specifika biotopstrukturer
6. De populationer som utnyttjar landskapet som helhet, dvs. utan att vara knutna till specifika biotoper
7. De grundläggande förhållanden som tillsammans med 8 skapar förutsättningar för 1–6 ovan, exempelvis temperatur, humiditet, topografi, jordmån/berggrund, biogeografiskt läge (bestämmer bl.a. "tillgänglig artpool").

8. Ekologiska processer som tillsammans med 7 skapar förutsättningar för 1–6 ovan, både abiotiska (t.ex. torka, översvämning, vind, skred, brand, markanvändning) och biotiska (t.ex. herbivori, predation, nedbrytning, symbios, konkurrens).

Punkterna 1–3 innefattar således de element som en stor del av landskapets populationer lever på. Punkterna 4–6 innefattar landskapets innehåll av populationer, vilka vanligtvis kan hänföras till arter, men ibland till lägre taxa eller ekotyper (utöver sådan inomartsvariation har genetisk variation utelämnats i beskrivningen). Vilka arter som faller under respektive punkt 4–6 beror till största delen av arternas storlek och rörlighet. En avsevärd del av ett landskaps biologiska mångfald kan dock sägas vara uppbyggd, så att säga, underifrån, av små arter som utnyttjar småskaliga livsmiljöer; dessa arter och livsmiljöer bygger i sin tur upp biotoper och mosaiken av biotoper bygger upp landskapet. Punkterna 7–8 innefattar ”motorn” i ekosystemen och härvid är klimatet relaterat både till förhållanden (7) och processer (8). Det är här vi måste kunna koppla småskaliga processer och förhållanden till processer och förhållanden på biotopnivå, landskapsnivå och regional nivå. Först då kan vi använda regionala klimatdata för att förutsäga effekter på landskap, biotoper, biotopstrukturer och arter, d.v.s. på biologisk mångfald.

Nedskalning av klimatdata, uppskalning av ekologiska data

Globala klimatförändringar är en rumsligt storskalig process och det finns givetvis begränsningar för hur långt klimatmodeller kan skalas ned för att beskriva regionalt och lokalt klimat. Ur ekologisk synvinkel är det däremot ofta mycket lokala klimatförhållanden som påverkar arter och biotoper, för enskilda arter rentav mikroklimatet i en skala av någon kvadratmeter. För att kunna användas i biologisk mångfald-sammanhang måste alltså klimatmodeller i möjligaste mån skalas ned beskriva vilka effekter mer storskaliga klimatförhållanden får för regional-, lokal- och mikroklimatet. Ekologens uppgift är att definiera sådana klimatrelaterade förhållanden och processer som är av avgörande betydelse för biologisk mångfald, dvs. att formulera behovet av klimatdata. Detta arbete är till stor del en fråga om att skala upp ekologisk kunskap.

Att göra: Utan tvekan finns för vissa ekosystem åtskillig kunskap som skulle kunna bearbetas för att bli användbara i en dialog med klimatmodeller. Det är angeläget att komma igång med sådan bearbetning för att se hur långt den räcker och vilka typer av ny kunskap som behövs. Bearbetningsbehovet belyses närmare under följande punkter.

Kunskap om populationer

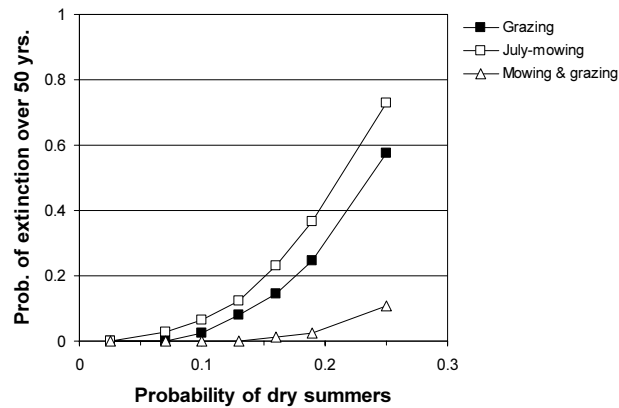
Populationsdata finns för en rad organismer, även om det finns stora brister för många taxonomiska grupper och ekosystem (t.ex. Menges 2000). Populationsmodeller beskriver hur en populations tillväxt, utdöenderisk etc. påverkas av olika studerade faktorer, exempelvis genetiska, demografiska, och faktorer relaterade till populationens omgivning, som mellanartsförhållanden, hävd, och klimatiska faktorer. Modellerna möjliggör analys av slumpmässig eller regelbunden variation i omgivningen. De kan ofta identifiera kritiska nyckelfaktorer och kvantitativa tröskelvärden.

Ibland har populationernas omgivning manipulerats experimentellt, medan man i andra fall har låtit variationen infinna sig spontant. När man väl har sett effekter av vissa förhållanden, kan populationstillväxt eller utdöenderisk modelleras under olika frekvens av dessa förhållanden. Olika parametrar kan studeras i förhållanden till varandra, exempelvis lokalklimatiska förhållanden i relation till hävd.

Få populationsstudier har direkt analyserat klimatrelaterade faktorer, men i många fall skulle det kunna göras baserat på befintlig kunskap. Exempel på klimatrelaterade faktorer som förekommer i populationsstudier är torka, översvämning, brand, vinterklimat/övervintring och frekvens av exempelvis vindfällan (Menges 2000). Populationsstudier är sannolikt den typ av ekologiska studier som oftast behandlar effekter av klimatrelaterade förhållanden och processer. Detta är möjligt genom att populationsstudierna bygger på så detaljerade data över livsmiljöer och processer. Den lilla skalan är samtidigt ett problem vad gäller att dra generella slutsatser. Avgörande för att kunna använda populationsdata i klimatsammanhang är (1) att kunna bedöma populationens/artens generella relevans för sin biotop och (2) att kunna relatera förhållanden och processer i populationens närmaste omgivning till förhållanden och processer i biotopen. Vidare uppskalning till landskap och region behandlas under nästa punkt, kunskap om naturtyper.

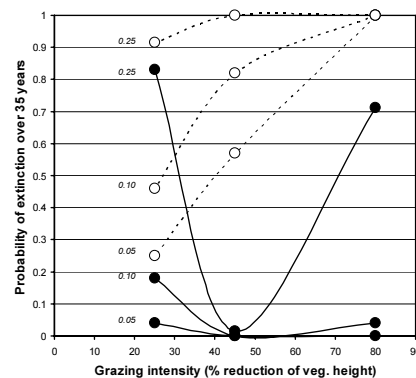
Exempel

Effekten av frekvens av olika väderleksförhållanden kan uppskattas, i exemplet nedan i en slumpmässig modell som visar betydelsen av sommartorka i förhållande till hävdmetoden.



Utdöenderisk under 50 år för fältgentiana i betesmark, under tre hävdformer och i relation till sannolikheten för sommar(juli)torka. Från Lennartsson & Oostermeijer 2001.

Ett annat sätt att indirekt bedöma effekter av klimatförändringar är att studera populationer i olika miljöer, i exemplet nedan på växtplatser med olika markfuktighet. Ett torrare klimat kan antas öka täckningen av torra växtplatser.



Utdöenderisk under 35 år för fältgentiana i betesmark, under tre sannolikheter för sommartorka (0,05, 0,1, 0,25) i relation till betestrycket. Streckade linjer visar torr, heldragna frisk växtplats. Från Lennartsson 2000.

Att göra: Gå igenom befintliga publicerade populationsstudier relevanta för svenska naturtyper och bedöm översiktligt studiernas generaliserbarhet. Sammanställ vilka klimatrelaterade parametrar som studerats och utvärdera möjligheterna att relatera parametrarna till biotopprocesser och klimatförändringar.

Kunskap om naturtyper

Som nämnts drivs och definieras varje naturtyp (biotop) till stor del av vissa avgörande förhållanden och processer. Dessa skapar förutsättningar för arter vilka genom återkoppling i sin tur påverkar förhållanden och processer i biotopen. Även om många populationer reagerar på förhållanden och processer i mycket liten rumslig skala (någon kvadratmeter mark, enstaka träd, grenar, lågor, stenar etc.) är denna småskaliga påverkan vanligen resultatet av förhållanden och processer i större skala. Vissa processer försiggår inom biotoper relativt oberoende av förhållandena i landskapet som helhet (exempelvis bete i en betesmark). Andra beror tydligt av förhållanden, ofta relaterade till klimat, i hela landskapet. I vissa fall kan man också se hur förhållanden i en biotop påverkar en annan (exempelvis renbete, där betestillgången i en biotop påverkar betetrycket i en annan).

Förhållandet mellan processer, strukturer och arter i naturtyper har inte sammanställts annat än i enstaka fall (t.ex. Lennartsson m.fl. 2005), och det rör sig då vanligen om kvalitativa förhållanden, d.v.s. vilka faktorer som påverkar biologisk mångfald i en biotop och i vilken riktning. Storleksordningen av påverkan är troligen svår att bedöma, men en kvalitativ bedömning ger ett bra underlag för att påvisa kunskapsbehov beträffande exempelvis kritiska tröskelvärden för vissa klimatrelaterade parametrar. Kvalitativ beskrivning av olika naturtyper är också nödvändig för att kunna utnyttja populationsdata på det sätt som diskuterats ovan.

Exempel: Fjällhed

Fjällheden är fjällens vanligaste biotop och förekommer överallt där det är tillräckligt vindexponerat och tillräckligt små snömängder för att en ojämn snöfördelning skall uppkomma, alltså en mosaik av vindblottor, läsidor och snölegor. Fjällhed finns därför från lågalpint och ett gott stycke upp i mellanalpint bälte. På silikatmark är den en av fjällens artfattigaste biotoper, medan den på kalkmark blir en av de artrikaste. En typisk art i kalkhed är fjällsippa, *Dryas octopetala*, och

kalkfjällheden kallas ofta Dryas-hed. Artsammansättningen på båda jordarterna varierar med altituden.

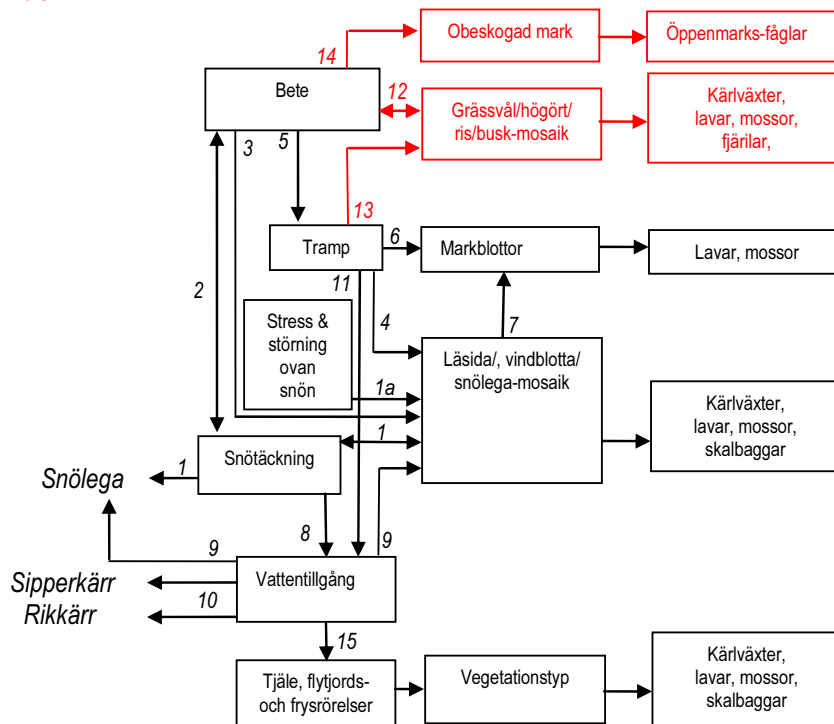
Vindblotte-läside-snölege-mosaiken beror på snöns fördelning vintertid (från Lennartsson m.fl. under publicering) (pil 1 i schemat nedan) i kombination med kyla, isdrev etc. ovan snön vintertid (1a). Vindblottor finns främst på små höjder på fjällheden, där snön lätt blåser av. Större snölegor betraktas ofta som en egen biotop (1). Snötäckningen och graden av fastfrysning påverkar betet av gnagare vintertid (2), vilket har stor betydelse för fördelningen mellan olika ris och örter. Omvänt påverkas snötäckningen i viss mån av betet, eftersom nerbetad vegetation inte kan hålla kvar snön (2). Vindblottor skapas också av att läsidornas risvegetation direkt skadas och trängs tillbaka av bete (3) och tramp (4). Tramp är en störningsfaktor som alltid följer med renbete (5), men inte med gnagarbete. Hårt tramp bidrar till att skapa markblottor utan vegetation av kärlväxter (6), men markblottor på kalk är ofta rika på lavar och mossor. Markblottor är ett naturligt inslag i vindblotte-läsidemosaiken (7), och kan i princip ses som en särskilt utpräglad vindblotta. Snötäckningen påverkar inte bara hur skyddad vegetationen är för det bistra vinterklimatet, utan även vattentillgången (8). Vattentillgången är i sin tur en viktig faktor för fjällhedens vegetation, framför allt för vindblottor (torra) och snölegor (fuktiga, 9). På vissa jordar, nedanför snölegor etc, kan sipperkärr bildas om vattentillgången är god (10). Sipperkärr är en slags våtmarksbiotop utan torvbildning, och den är ofta ett karaktäristiskt inslag i fjällheden. Längst ner i lågalpint bälte förekommer även torvbildande våtmarker (myrar), i kalkområden i form av rikkärr (10). Kraftigt tramp kan i enstaka fall orsaka att vatten leds bort från våtmarksbiotoper, exempelvis genom att stigar fungerar som diken (11). Vattentillgången har betydelse för flytjords- och frysrorelser i markytan, i sin tur en viktig vegetationstypbildande process (15).

Biotop

Process

Struktur/
SubstratViktigaste
artgrupper

(Kalk)fjällhed &
(Kalk)gräsmark



Processer, strukturer och artgrupper i fjällhed (svart text) och fjällgräsmark (svart + röd text).

Exempel: Gräsmark i fjällen

Till skillnad från fjällheden är fjällgräsmarken, som vi definierar den, till största delen snötäckt under vintern. Vi avser alltså gräsmark som biotop, inte som vegetationstyp (både vindblottor och läsidor kan vara gräsdominerade). Ofta finns inslag av vindblottor och vindblotte-snölege-läside-mosaik på högre partier. Där sådana inslag av fjällhed förekommer, fungerar den som tidigare beskrivits och illustrerats i schemat ovan.

Eftersom gräsmarken är snöskyddad vintertid kan högrörter och buskar utan vidare överleva där. I fjällgräsmarken tillkommer därför ett par

tydliga strukturer relaterade till igenväxning (rött i schemat ovan). Balansen mellan grässvål (lågörtvegetation), högörtvegetation och busksnår bestäms troligen till stor del av betet, samtidigt som vegetationen i sin tur styr var renarna främst betar (12). Vid tillräckligt hårt bete, eller efter perioder med mycket hårt bete, bildas en artrik grässvål, särskilt på kalk. Biotopen liknar låglandets naturbetesmarker. Vid svagare bete eller den första tiden utan bete, ersätts grässvålen på fuktig mark med högorter, som så småningom i sin tur ersätts av videsnår. På torrare eller fattigare mark är högörtvegetation ovanlig och där ersätts grässvålen vid svagt bete av risvegetation (exempelvis fjällen och dvärgbjörk) som med tiden kan utvecklas till enbusksnår. Även gnagarbetet påverkar vegetationen och snöförhållandena vintertid, exempelvis förekomsten av subnival rum, är viktiga för betet under snön (2). Även trampet har stor betydelse för denna mosaik, kanske särskilt för fördelningen mellan ris och grässvål (13). När en ung fjällbjörk når över det skyddande snötäcket skadas knoppar och kvistar av isdrev och kyla. Om den å andra sidan lyckas överleva denna kritiska höjd och få kronan över isdrevet, kan fjällbjörken många gånger etablera sig långt ovanför skogsgränsen. Det är därför möjligt att betet är en avgörande faktor för att hålla fjällgräsmarken trädfri (14). Snötäcket gör också att gräsmarken blir betydligt fuktigare än heden, med ett större inslag av kärr, och till fuktigheten bidrar också ofta stora snölegor (10).

Exempel: Fjällbjörkskog

Även fjällbjörkskogen (se figur 5) är snöskyddad vintertid och betet bidrar, på samma sätt som beskrivits för gräsmarken, till att påverka skogsgränsen (1) och förhållandet mellan grässvål, högörtvegetation, ris- och buskvegetation (2). Betet utgörs av renbete sommartid och gnagarbete sommar- och vintertid. Betet påverkar således vegetationen, men vegetationen påverkar samtidigt betet (2). Exempelvis blir renbetestrycket svagare när videbusksnår breder ut sig genom att renarna söker sig till andra marker. Förr i tiden hade också det traditionella fåbodbruket stor betydelse för vegetationens sammansättning och vice versa i fjällbjörkskogen (2a). Lokalt har fåbodbruket också påverkat skogsgränsen (2b). Fåbodbruket hade förr stor utbredning i många fjälldalar men saknas idag nästan helt (grå pilar och boxar).

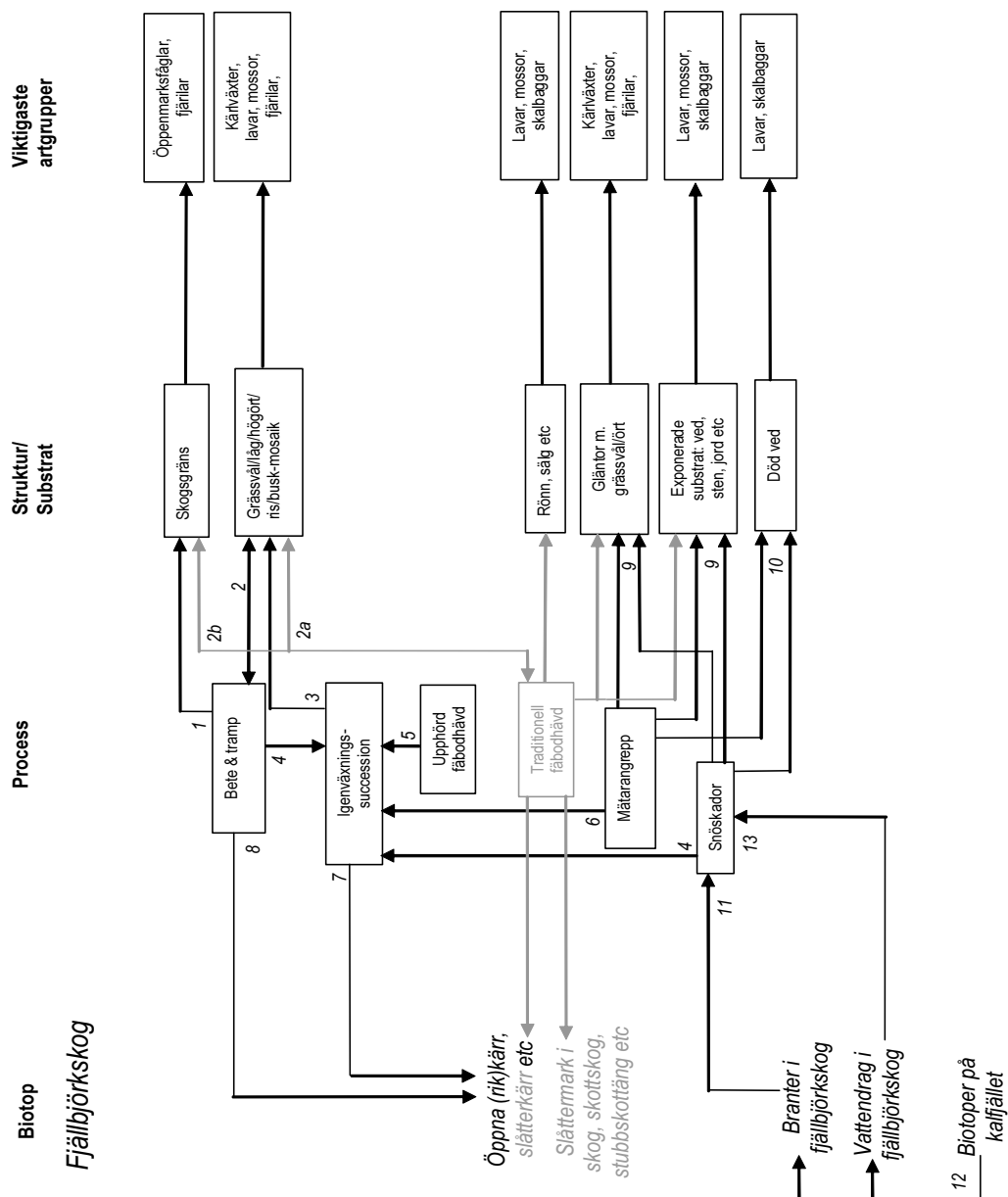
Betet i fjällbjörkskog är, och har varit dynamiskt och samspelar därmed med naturliga successionsprocesser. Idag består vegetationen i stora områden av olika igenväxningssuccessioner (3). Vid svagt bete i öppna ytor i ängsbjörkskog övergår grässvål i låg- eller högörtvegetation som i sin tur ersätts av videbusksnår och slutligen slutna ängsbjörkskog. I hedbjörkskog går successionen via risvegetation och enbusksnår. Bete kan inte på egen hand öppna fjällbjörkskogen men bete påverkar igenväxningen när gläntorna (eller skogsgränsen) väl finns där (4). Hårt ren- eller boskapsbete kan däremot trycka tillbaka videbusksnår. En vanlig orsak till dagens igenväxning i odlingsdalarnas

närhet är upphört fåbodusbruk (5). Igenväxning i fjällbjörkskog är också en helt naturlig process, till följd av tidigare fjällbjörkmätarangrepp eller snöskador (6).

Det traditionella fåbodusbruket skapade således öppningar i skogen, vilket i sin tur gav ett antal viktiga biotopstrukturer (grå pilar). Vissa av dessa strukturer, som slåtterkärr, slagen björkskog, skottskog etc., kan betraktas som egna biotoper. Slåttermarken är idag försvunnen, och även i naturliga rikkärr märks en tydlig igenväxning (7) som i viss mån hålls emot av renbete (8). Idag skapas gläntor i fjällbjörkskogen nästan enbart av naturliga processer, som snöskred och liknande samt fjällbjörkmätarangrepp (9). Dessa processer är också viktiga för skapandet av död ved (10). Skredprocesser drivs av tyngdlagen (11) i kombination med snöförhållanden och avblåsning på högre belägna fjällhedar (12). Därför blir skredskador särskilt vanliga under branter i trädgränsen (11), längs fjällbäckar med snöslasklaviner etc. (13).

Till schemat kunde också läggas olika slags modern mänsklig påverkan, vilken lokalt har påverkat fjällbjörkskogen. Exempelvis skapas gläntor i fjällbjörkskog genom skidturismen. Den orsakar också, tillsammans med terrängkörning, dränering av kärr. Det är dåligt känt hur sådana antropogena biotopstrukturer utnyttjas av arter. Exempelvis är spår och nerfarter vanligen alltför störda för att utveckla naturlig vegetation, men det har inte studerats i vad mån sådana öppningar gynnar exempelvis vissa exponeringskrävande artgrupper knutna till ved, eller kan fungera som ersättningsmiljöer för exempelvis fåglar som behöver öppna ytor i fjällbjörkskogen.

Figur nästa sida: Processer strukturer och artgrupper i fjällbjörkskog



Att göra: Gå igenom svenska naturtyper, exempelvis enligt klassificeringen i Natura 2000, på liknande sätt som beskrivits ovan för tre fjällbiotoper. Identifiera de avgörande processerna och förhållandena och bedöm deras relation till klimat och klimatförändringar, exempelvis genom att formulera frågor till klimatforskare. Bedöm även biotopers eventuella beroende av varandra samt identifiera behov av ny kunskap, kvalitativ och kvantitativ. Analysen görs lämpligen genom att kombinera biotopkunskap med kunskap om biototypiska arters krav.

Kunskap om utbredningsgränser

Flera studier har påvisat en förväntad spridning av arter norrut och uppåt i altitud. Utbredningsgränser för arter i nord-sydlig, oceanisk-kontinental, kustnära-alpin etc. riktning ger allmänt en möjlighet till deskriptiva studier som kan användas till att förutsäga förändringar. En svårighet med sådana analyser är att jämföra kolonisationsmöjligheter i dagens landskap med kolonisationsmöjligheterna då dagens utbredningsgränser en gång etablerades. (Linkowski & Lennartsson 2002, Edenhamn m.fl. 1999). Sannolikt måste också spridningsvägar (funktionella och strukturella) jämföras på samma sätt. Man kan lätt överskatta arters spridningsförmåga om man baserar bedömningen på deras idag fragmenterade utbredning.

Exempel

Exempel: Det är möjligt att många av jordbrukslandskapets arter spritt sig till sina nuvarande områden med människans hjälp i det traditionella jordbrukslandskapet. Isåfall har de inte heller idag möjlighet att själva sprida sig i nödvändig omfattning.

Omvänt torde många skogsarter haft helt andra spridningsmöjligheter innan produktionsskogsbruket omvandlade skogslandskapet. Många arter som idag skulle behöva kapacitet till långdistansspridning mellan naturskogsfragment kunde i det naturliga skogslandskapet sprida sig meter för meter under långa stabila perioder.



Vilka möjligheter har arter att sprida sig i fragmenterade landskap; vilka möjligheter hade de förr?

Även om utbredningsbegränsningar kan studeras deskriptivt finns få studier som påvisar orsaker (Hoffmann & Blows 1994). Vi vet exempelvis mycket lite om vad som begränsar sydliga arter norrut: är det sommartemperatur, växtsäsongens längd, vintertemperatur/övervintringsförhållanden, temperatursummor, extremtemperaturer etc.?

Att göra: Sammanställ kunskap om ekologiska effekter av medelvärden resp. extremvärden. Koppla sammanställningen till utveckling av biotopmodeller som föreslagits ovan.

Ännu mindre vet vi om vad som begränsar nordliga arters utbredning söderut: Ökad konkurrens brukar framhållas, men vi vet egentligen inte hur sådana begränsningar ser ut. Sannolikt skulle en analys av biotopstrukturer och biotopprocesser, som föreslagits ovan, kunna påvisa mekanismer för några utbredningsbegränsningar, relaterade till brist på livsmiljöer.

Att göra: Starta ett försök med reciprok transplantation av ett antal växter och eventuellt insekter längs gradienter för vilka vi kan förvänta oss förskjutningar (t.ex. sydliga populationer flyttas till nordgränsen, nordliga till utbredningscentrum). Följ dessa med populationsmodeller kombinerat med biotopmodeller för att hitta begränsningsmekanismer.

Ekologisk kunskap i större skala

Flera studier där arters förmåga att överleva med de förväntade klimatförändringarna har som tidigare påpekats modellerats globalt och regionalt (t.ex. Thomas m.fl. 2004; Leemans & Eickhout 2004; Thuiller m.fl. 2005; Schröter m.fl. 2004). Generellt brottas emellertid storskalig modellering av ekosystem med samma problem som storskalig modellering av klimat, bl.a. att val av modell och scenario betyder mycket för resultatet, och att det är svårt att förutsäga förändringar och mekanismer i den skala som naturvården kan arbeta med (enskilda biotoper, markägare, populationer etc.).

Experimentbaserad kunskap

I princip är det möjligt att experimentellt i liten skala efterlikna vissa aspekter på förväntade klimatförändringar. Det har gjorts bl.a. i alpin/arkiskt miljö i Abisko och Alaska (van Wijk m.fl. 2003) och påvisat stora effekter av högre temperatur. I Abisko har experimenten baserats på tält för att öka temperaturen och pågått sedan 1990 (se www.ans.kiruna.se). Både effekter på enstaka arter och på vegetationen i stort har analyserats.

Svårigheter med experiment av detta slag är att verkligen efterlikna de förändringar vi förväntar oss, dvs. rätt kombinationer av temperatur, nederbörd, solinstrålning etc., och utan att skapa andra oönskade mikroklimatförändringar. Det finns också en risk att experimentförhållandena påverkar frekvensen av extremer, vilka kan ha stor betydelse för biologisk mångfald.

Långa tidsserier

Utan tvekan finns flera äldre studier, antingen avslutade eller igång (i det senare fallet som långliggande försök) som skulle kunna användas för att se förändringar hittills och framöver. Avslutade serier kunde återupptas. Det är givetvis inte alltid lätt att frikoppla klimateffekter från exempelvis ändrad markanvändning, men studiernas potential bör utvärderas.

Att göra: Sammanställ potentiella data av den typ som diskuteras ovan och utvärdera deras möjligheter i ett klimatsammanhang.

Effekter av klimatförändringar på enskilda djur- och växtarter



Gustafsson (2006) presenterar en genomgång av olika artgruppers tänkbara respons på klimatförändringar. Genomgången belyser viktiga faktorer för olika grupper och ger artexempel. Som tidigare diskuterats kommer dock klimat-effekter på enskilda arter, liksom på ekosystem, i hög grad

att bero på förändrad markanvändning, vilket gör det svårt att bedöma effekter på arter och artgrupper baserat på deras ekologi. De flesta arter kommer att påverkas genom påverkan på naturtyper och effektbedömningar görs troligen lättast genom utvärdering av naturtyperna. Det finns dock ett antal kategorier av arter som förtjänar diskuteras separat.

Hur svarar arter på klimatförändringar?

UNEP (2006) definierar tre sätt på vilket arter kan svara på klimatförändringar:

- De kan byta utbredningsområde.
- De kan stanna och anpassa sig, genom evolutionär eller beteendemässig respons.
- De kan bli utrotade.

Till dessa punkter måste rimligen läggas en fjärde, nämligen att arten redan är så tolerant mot skilda miljöförhållanden (för växter exempelvis genom hög plasticitet) att den överlever utan vidare.

Problem med konkurrensstarka arter

En ofta anförd effekt av klimatförändringar är att främmande konkurrensstarka eller på annat sätt skadliga arter kan komma att hota inhemsk biologisk mångfald. I själva verket kan dessa arter delas upp i fyra kategorier:

1. Invasiva arter, dvs. främmande arter som hotar biologisk mångfald om de introduceras utanför sitt nuvarande eller historiska utbredningsområde (definition enl. CBD).
 - a. För Sverige nya arter
 - b. För regionen nya arter, som tidigare funnits på annat håll i Sverige.
2. Spontan invandrande främmande arter som hotar biologisk mångfald där de nyetablerar sig.
 - a. För Sverige nya arter
 - b. För regionen nya arter, som tidigare funnits på annat håll i Sverige.
3. För regionen naturliga arter som inte tidigare skapat problem, men som blir konkurrensstarka eller på annat sätt problematiska vid ett ändrat klimat.
4. Redan introducerade och etablerade arter som hittills inte spridit sig nämnvärt utöver den aktiva planteringen, men som blir konkurrens- och spridningsstarka vid ett ändrat klimat

I ett klimatsammanhang kan problem med kategori 1a uppstå genom att avsiktligt eller oavsiktligt införda arter allt oftare klarar att etablera sig på våra breddgrader, för att slutligen ha etablerat starka populationer som hotar inhemsk flora och fauna, exempelvis genom konkurrens eller genetisk förorening (CBM 2004). Exempel är akvatiska arter (exempelvis införda med ballastvatten) som kan komma att etablera sig om vattnet blir varmare. Motsvarande gäller för regioner beträffande kategori 1b-arter.

Kategori 2-arter förutspås bli vanliga i takt med att växt- och djursamhällen förflyttar sig norrut (2a och b) och mot högre höjd (2b). Vad gäller 2a, dvs. för landet främmande arter, finns dock få konkreta uppgifter om vilka arter det kan röra sig om.

Kategori 3-arter är vanliga arter som idag hålls tillbaka i många regioner av torka eller temperatur, men som vid ändrat klimat kan komma att ändra vegetationens sammansättning så att vissa arter slås ut. Exempel kan vara starkväxande gräs och halvgräs, och hit

hör också skadeorganismer som granbarkborre och eventuellt även vissa av de svampar som f.n. dödar flera av ädellövträden i Sverige.

Kategori 4-arter blir ett problem när klimatet allt oftare liknar det i arternas ursprungsområden, exempelvis främmande trädslag i produktionsskog som contortatall och cembratall (Gustafsson 2006).

Arter inom kategorierna 2, 3 och 4 behandlas inom Nordiska Ministerrådets nätverk North European and Baltic network on invasive alien species (NOBANIS, www.nobanis.org).

Vad gäller oönskade arter generellt är det angeläget att diskutera både motverkande åtgärder och anpassningsåtgärder. Till de förra hör att motverka införsel, motverka frisläppande/etablering, och i sista hand utrota etablerade arter, (T. Ebenhard, muntl.). Anpassningsåtgärder innebär åtgärder för att minimera negativa konsekvenser av arter vi inte kan undvika.

Vad gäller oönskade arter och klimatförändringar är det viktigt att identifiera klimatförändringarnas del i problemet. Några särskilt viktiga aspekter är:

- Många invasiva arter har rätt nyligen fått fotfäste i landet eller regionen och deras spridning idag kan många gånger tänkas försiggå oberoende av klimatförändringarna. Svenska troliga exempel är jättebjörnloka, jättebalsamin och hårvastmossa. Dessutom är det viktigt att komma ihåg att även inhemska arter helt naturligt kan vara stadda i spridning, helt enkelt för att deras hela kolonisationspotential ännu inte realiserats på grund av att spridning är en långsam process. Dagens utbredningsgränser skulle m.a.o. inte ligga fast även om klimatet var oförändrat.
- Många invasiva arter är aktivt införda och ofta aktivt nyttjade av exempelvis skogs- och jordbruket. I sådana fall är det således markanvändningen som främst orsakar problemet, även om anpassningsåtgärder till ändrat klimat kan förstärka det (exempelvis plantering av sitka-gran, se skogsmark nedan). Exempel på arter som orsakar omfattande ekosystemförändringar är contortatall, blågranar, sykomorlön och jättegroe.
- Många nya arter kan givetvis tänkas etablera sig i Sverige utan att det uppenbart hotar biologisk mångfald. Troliga exempel på det i Sverige är etableringen av nya fjärilsarter, exempelvis sälgskimmerfjäril och kartfjäril (J-O Björklund, muntl.).

Att göra: Sammanställ, bl.a. med hjälp av NOBANIS, potentiella problematiska arter enligt kategorierna ovan, bedöm deras relation till klimatiförändringarna samt föreslå motverkande åtgärder eller anpassningsåtgärder. Sammanställningen bör inkludera att utvärdera olika arters påverkan på sin miljö i andra klimatregioner, detta för att exempelvis bedöma eventuellt ändrad potens hos skadeorganismer och konkurrensstarka vegetationsbildare, samt lista potentiella invasionsarter från andra klimatzoner.

Vilka arter flyttar norrut/uppåt och vad blir resultatet?

Vid ett varmare klimat kommer många arter att kunna leva längre norrut/högre än idag vilket gäller både för konkurrensstarka och andra arter. De konkurrensstarka arterna kan hota biologisk mångfald dit de kommer och ersätta ett antal utkonkurrerade arter. Följden blir ett lägre artantal totalt sett. Arter som inte blir dominerande på detta sätt kan i stället tänkas fylla på artpoolen dit de kommer, med ökat artantal som följd. Det är i princip denna mekanism som gör att naturtypernas artantal vanligen ökar söderut i landet och Europa.

Vilka arter som flyttar beror dels på spridningsförmågan, dels på förmågan att etablera sig på den nya platsen. Alla arter i exempelvis ett växtsamhälle har inte samma potential vilket gör att endast vissa arter i samhället flyttar. Vi kommer således inte att se en förskjutning av hela samhällen, utan i stället att nya artsammansättningar uppstår.

Migrerande arter

Flyttande arter är i vissa avseenden särskilt känsliga för klimatiförändringar genom att de är beroende av många olika områden och naturtyper (UNEP 2006). Svenska flyttfåglar kan alltså drabbas genom att viktiga miljöer längs flyttvägar och på övervintringsområden förändras, även om själva häckningsområdena i Sverige är oförändrade. Flyttande arter som ändrar flyttidpunkt kan också påverkas negativt genom att de kommer i otakt med exempelvis sin födoresurs. Å andra sidan är flyttförmåga i sig en egenskap som buffrar för klimatiförändringar genom att migrerande arter har potential att hitta nya områden.

UNEP (2006) framhåller att migrerande arter finns inom många fler artgrupper än som vanligen uppmärksammas, men att kunskapen om många grupper är bristfällig. Exempel på ofta glömda

grupper är fladdermöss, landdäggdjur och marina ryggradslösa djur, fiskar och däggdjur inklusive arter som sälar och isbjörn.

Nyckelarter

Nyckelarter betecknar arter som på något sätt är av stor betydelse för andra arter, exempelvis genom att utgöra födoresurs (smågnagare, olika slags myggor), skapa särskilda livsmiljöer (vednedbrytande svampar, torvbildande mossor och våtmarksväxter), tillgängliggöra föda (stora rovdjur, barkborrar och andra insekter som



dödar träd), eller skapa särskilda biotopstrukturer (hålbyggande hackspettar). Många arter utgör i sig livsmiljö för många andra, antingen på individnivå (gamla hagmarks-ekar) eller samhällsnivå, (vass, tång, skogstypsbildande träd), och även sådana arter brukar ibland räknas till nyckelarterna.

Tallticka, en nyckelart i boreal skog eftersom den rötar tall och på det sättet gör tallen tillgänglig som boträd åt hackspettar

Med tanke på nyckelarternas stora betydelse finns anledning att särskilt uppmärksamma dem, både i klimat- och markanvändningssammanhang. Det finns indikationer på att nyckelarter kan komma att drabbas av klimatförändringar, exempelvis har minskning av smågnagarstammar i Västerbottens skogsland kopplats till frånvaro av skyddande snötäcke (Ecke & Hörnfeldt 2005).

Att göra: Utred särskilt tänkbara effekter på nyckelarter, med avseende på befintlig kunskap och kunskapsluckor. Initiera forskningsprojekt där kunskapsluckor redan är kända, särskilt i fall där miljöövervakningsdata och andra fältdata redan finns.

Starkt klimatberoende arter

De flesta arter kommer förmodligen att påverkas av klimatförändringar huvudsakligen genom att arternas livsmiljöer och naturtyper förändras. Sådana effekter behandlas under följande rubrik och effekterna på arter bedöms lämpligen genom att bedöma hur naturtyperna förändras. Vissa arter är dock direkt beroende av vissa klimatrelaterade förhållande och livsmiljöer och torde därför kunna bedömas separat. Exempel är skogsharen som är beroende av ett visst snödjup för att nå knoppar och kvistar under vintern, sälar och andra arter som är beroende av is, smågnagare, beroende av ett skyddande snötäcke vintertid, och utpräglade vindblottearter i fjällen, beroende av hårda vinterförhållanden.

Att göra: Utpeka, på basis av expertkunskap om arter (exempelvis genom ArtDatabankens expertkommittéer), starkt klimatberoende arter av det slag som diskuterats ovan, ange hur de kan antas påverkas av klimatförändringar samt föreslå åtgärder.

Arter med "stationära krav"

Om klimatzonerna gradvis förskjuts har många arter i princip möjlighet att följa med, givet att de klarar att sprida och etablera sig. Det finns dock ett stort antal arter som utöver vissa klimatförhållanden kräver livsmiljöer som inte förskjuts i takt med klimatförändringarna (Gustafsson 2006). Till de mest utpräglade stationära livsmiljöerna hör geologiska (exempelvis kalkkrävande eller sandkrävande arter) och topografiska krav (exempelvis arter i branter). Arter i sådana miljöer måste kunna långdistanssprida sig till närmaste lämpliga lokal.

Att göra: Utpeka, på basis av expertkunskap om arter (exempelvis genom ArtDatabankens expertkommittéer), arter med stationära krav av det slag som diskuterats ovan, ange hur de kan antas påverkas av klimatförändringar samt föreslå åtgärder.

Värmekrävande arter

Många arter är växelvarma och blir därför starkt beroende av temperaturen. Eftersom deras ämnesomsättning är proportionell mot temperaturen gäller temperaturberoendet särskilt starkt för

ettåriga arter, som insekter, som måste hinna fullborda sin reproduktion under exempelvis en sommar. För exempelvis de flesta fjärilar är troligen sommartemperaturen en större begränsningsfaktor än vintertemperaturen, d.v.s. fler arter klarar att övervintra i kalla klimat än som klarar att fullborda sin sommar-livscykel (J-O. Björklund, muntl.). Även om man således kunde anta att många insekter och andra artgrupper som idag begränsas av sommartemperaturen skulle gynnas av förväntade klimatförändringar, är bilden inte entydig. Det kan nämligen tänkas att lufttemperaturen har mindre betydelse jämfört med de riktigt höga temperaturer som skapas av solexponering i skyddade lägen. I ett varmare men molnigare klimat minskar sådana solbetingade varma miljöer och klimatförändringar av det slaget kan alltså komma att missgynna snarare än gynna ett antal särskilt värmekrävande arter.



Solexponerad tall med reliktböck (skalbaggen t.v.) och åttafläckig praktbagge (t.h.).

Nya hot, nya ansvar

Befintliga rödlistor inkluderar endast till mindre del hot orsakade av klimatförändringar och i princip inte alls förväntade hot (rödlistan är huvudsakligen retrospektiv, dvs. baseras på förändringar vi redan kunnat registrera). Även om man skulle kunna utforma modifierade hotlistor som inkluderar prospektiva bedömningar av

förväntade klimatförändringar, skulle bedömningarna sannolikt vara osäkra så länge de inte inkluderar även markanvändningsförändringar (klimatbetingade och andra). Detta eftersom markanvändning och annat nyttjande av naturen i de flesta ekosystem utgör den största delen av hotbilden. Den svenska rödlistan, baserad på IUCNs kriterier, beaktar dessutom endast i mindre grad att arter försvinner från delar av landet, så länge de är livskraftiga i någon region. Det innebär att kriterierna kan visa sig vara ett trubbigt instrument för att fånga in arter som hotas av klimatförändringar (eller andra faktorer) i delar av Sverige.

Många arter kan komma att försvinna från länder och regioner där de idag är vanliga. Det medför ökat ansvar för de områden där arterna fortsättningsvis kommer att finnas, exempelvis Sverige som helhet eller vissa regioner.

Att göra: Sätt samman listor över

- Hotade arter regionalt i Sverige, i syfte att stödja 16:e miljömålet (arter skall förekomma livskraftigt i sina naturliga utbredningsområden i Sverige) och att täcka in arter som hotas av ändrade utbredningsområden till följd av klimatförändringar.
- Ansvarsarter för Sverige (arter som är eller kan förväntas bli starkt hotade i andra länder) och för regioner (arter som är eller kan förväntas bli hotade i andra regioner).

Effekter av klimatförändringar på ekosystem och naturtyper



Alpina biotoper och subalpin björkskog

I fjällen är klimaterelaterade processer mer tydliga än i något annat ekosystem och därför har fjällen diskuterats särskilt mycket i samband med klimatförändringar. Bl.a. har man för fjällen med hjälp av pollen- och makrofossilanalys undersökt vegetation under tidigare varma perioder (postglacial värmetid), och den kunskapen skulle i viss mån kunna användas för att förutsäga effekter av kommande uppvärmning.

Hot mot biologisk mångfald i alpina och subalpina miljöer idag

I fjällen har trädgränsen höjts 100–150 m de senaste 100 åren (Kullman 2003), vilket medfört även en höjning av skogsgränsen. Det pågår således en igenväxning i den biologiskt rika skogsgränsen vilket är ett hot mot många artgrupper (Linkowski & Lennartsson 2006b, Linkowski m.fl. 2006). Till igenväxningen bidrar emellertid också fördröjda effekter av upphörd hävd, vilka är särskilt märkbara i fjällbjörkskog och i myrar i fjällbjörkskogen (Linkowski & Lennartsson 2006b).

Under de senaste decennierna har det blivit en spridd uppfattning att överbete av ren är ett hot mot fjällen och dess biologiska mångfald. Det finns dock inga belägg för överbete, ekologiskt sett, i fjällen eller för att för hårt bete skulle hota biologisk mångfald. Forskare i FjällMISTRA har avfärdat problembeskrivningen som en myt (Fjällfokus 2003). Bilden lever dock ännu kvar i många nationella sammanhang (Björklund m.fl. in press). Tvärtom är det lika troligt att ett för svagt renbete hotar biologisk mångfald i många områden och fjällbiotoper, och att det problemet kan komma att öka med ett varmare klimat (Linkowski & Lennartsson 2006a).

Det är viktigt att notera att fjällområdet har blivit den sista tillflyktsorten för en rad arter som tidigare var vanliga i jordbrukslandskapet långt söderut. Exempel är stenskvätta, kattfot och norrlandslav.

Allmänt om climateffekter på biologisk mångfald i alpina och subarktiska områden

Det största hotet mot biologisk mångfald i de svenska fjällområdet är inte en lokal minskning av antal arter, utan förlusten av arktiska och alpina arter i ett regionalt och globalt perspektiv då flera är unika och kommer att förlora en betydande del av deras habitat på grund av de förväntade klimatförändringarna. Mest hotade är arter på mellan- och högalpina zoner samt de som behöver ett visst rumsligt utrymme (Nordic Council of Ministers. 2005). Som tidigare nämnts förväntas medeltemperaturen stiga mer på de nordliga latituderna, och dessutom kommer de att stiga förhållandevis ännu mer i nordliga bergsområden än i bergsområden i tempererade och tropiska områden (Nogues-Bravo m.fl. 2007). Uppvärmningshastigheten i bergsområden förväntas bli två till tre gånger än den som uppmätts under 1900-talet. Detta kommer mycket sannolikt ha effekter på biologisk mångfald, vattenresurser (förändringar i glaciärer och snötäcken), och naturkatastrofer (t.ex. översvämningar och massrörelser). Permafrostområden i norra Europa förväntas också försvinna gradvis med stigande temperaturer (Haeberli & Burn 2002). Förändringar i snötäckningsmönster till följd av förändringar i nederbörd vintertid kan dock komma att minska takten på förändringarna (Harris m.fl. 2003; Stieglitz m.fl. 2003).



Efter fåbodbrukets upphörande i fjällbjörkskog hotas biologisk mångfald på många håll av igenväxning

Flera artiska och alpina växter har egenskaper som gör att de kan överleva korta snöfria växtsäsonger, lite ljus, permafrost och låga marktemperaturer, låg näringstillgång och fysiska störningar. Dessa växter kan antas ha en låg konkurrensförmåga mot immigrerande arter då klimatet ändras. Terrestra djur i Arktis är också särskilt anpassade till stora temperaturskillnader men då de hittills har varit relativt besparade från konkurrenter, sjukdomar, parasiter och fiender kommer de troligen att vara sårbara om somrarna blir varmare och torrare samtidigt som migrationsvägar, snö- och töförhållanden ändras, och nya konkurrenter och predatorer, parasiter och sjukdomar kommer till området. Arktiska växt- och djurarter kommer sannolikt att ändra sin utbredning snarare än att snabbt anpassa sig till ett förändrat klimat (Callaghan m.fl. 2004).

Förändring av skogsgräns och vegetation

Skogsgränsen i fjällen och förhållandet mellan kalfjäll och den boreala zonen kommer troligen att förändras på grund av framtida förändringar i klimat och markanvändning. Moen m.fl. (2004) har beräknat att skogsgränsen till följd av förändringar i temperatur kommer att förskjutas uppåt med 233–667 meter beroende på vilket klimatscenario som används och det geografiska läget i fjällkedjan. Fjärranalysstudier av Arktis visar på att den pågående uppvärmningen redan har lett till förändringar i trädgränsen och en minskning av tundra (Wang & Overland 2004). Skogsgränsen bestäms dock även till stor del av markanvändning och betestryck. En studie gjord i norra Sverige visar att där en hög population av renar finns återfinns också mycket färre träd, varför trädgränsen inte enbart kan beräknas utifrån klimatologiska parametrar (Cairns & Moen 2004).



Naturtyper i skogsgränsen hör till de artrikaste miljöerna i fjällen.

Klimat, markanvändning och biologisk mångfald

Avgörande för bedömning av climateffekter på biologisk mångfald i arktiska och alpina ekosystem är rent allmänt att förstå vilka processer och förhållanden som skapar biotoper och förutsättningar för arter, och vilka av dessa processer och förhållanden som är klimatrelaterade respektive relaterade till exempelvis markanvändning (Linkowski & Lennartsson 2006a, b, Linkowski m.fl. 2006).

Markanvändning och sektorer i fjällen som direkt påverkas av dessa förändringar är bl.a. rennäringen och turismen. Eftersom vinterturismen i Europas alper kan komma att minska till följd av klimatförändringarna (t.ex. Elsasser & Burki 2002) kan en ökad efterfrågan på skidorter i Sverige och Skandinavien bli verklighet. Detta i sin tur kommer att öka och förändra användningen av naturresurser (bl.a. vatten för produktion av konstsnö) och den fysiska planeringen i fjällområden. Det finns anledning att närmare undersöka positiva och negativa effekter av olika slags turismrelaterad markanvändning i fjällen, för att skapa underlag för prediktion och planering inför en eventuellt intensifierad vinterturism. Till exempelvis biotopschemat för fjällbjörkskog kunde läggas olika slags modern mänsklig påverkan, vilken lokalt har påverkat fjällbjörkskogen.

Rennäringen och tillgång till föda för renar påverkas direkt av förändringar i snö- och isförhållanden. Studier har även visat att varmare och blötare vintrar och hög variabilitet i vinterklimatet ger färre kalvar och en lägre födslovikt. (Lee, m.fl. 2000; Weladji & Holand 2003). Detta har betydelse för bedömningen av hur ekosystem i fjällområden kommer att påverkas av klimatförändringar. Snöförhållanden, vårtemperaturer och topografi visade sig vara de viktigaste faktorerna för vegetationen (Pettorelli m.fl. 2005) som också påverkar rennäringens (och andra gräsätarens) möjligheter att expandera, reduceras eller stanna kvar på dagens nivå av betestryck.

Tjäle och permafrost

Tjäle är en viktig process i fjällen genom att den skapar rörelser i markskiktet, vilket i sin tur skapar flytjords- och andra sluttningsprocesser samt uppfrysningsspolygoner och andra strukturmarker. Denna dynamik i markskiktet är viktig för att skapa fjällens

vegetationstyper och har även utpekats som en viktig evolutionär process för Skandinavien flora efter istiden (Jonsell 1990).

En extrem aspekt på tjäle är permafrost. Permafrostområden beräknas minska drastiskt till följd av den globala uppvärmningen. Detta kan också påverka och bidra till en nordlig expansion av busk- och skogsmark (Lawrence & Slater 2005). I norra Sverige är det främst fysiska parametrar som styr permafrostutbredningen och även om mänskliga aktiviteter har pågått i dessa områden under lång tid är de försumbara på avrinningsområdesnivå. Klimatförändringar i dessa områden med ökad nederbörd i form av snö kommer troligen att leda till att permafrosten försvinner inom några årtionden, åtminstone i lägre liggande områden. (Johansson m.fl. 2006). I Sverige förekommer palsar (permafroststrukturer i torvmark) i den sydliga gränzonen för permafrost och dessa ingår som ett prioriterat skyddat habitat i EU:s *Habitat Directive*. Palsar och den associerade myrmarken är områden som karakteriseras av en hög diversitet av fåglar och även unika geomorfologiska processer. Dessa områden är klimatberoende och påverkas nu negativt av den regionala uppvärmningen. Modellering av dessa områdens utbredning för flera olika klimatscenarier visar att en liten förändring (1°C och 10 % nederbörd) får stora effekter på utbredningen av palsar. Alla övriga testade scenarier predikterar en total förlust av områden som är lämpliga för palsmyrmarker till slutet av 2000-talet. Detta skulle bl. a. få konsekvenser för bl.a. migrerande fåglar (Fronzek m.fl. 2006).

Snötäckning och vinterförhållanden på fjällhed

Av biotopschemana ovan framgår att minskat snötäcke (genom snöfattigare eller blåsigare klimat) skulle leda till att vegetationen blir mer utsatt vintertid, under förutsättning att vintertemperatur, snö- och isdrev är tillräckliga för att skada icke snöskyddad vegetation. Detta skulle i sin tur leda till ökad utbredning av vindblottor, dvs mer utpräglat kalfjäll. Om, å andra sidan, vinterförhållandena blir alltför milda, innebär minskat snötäcke bara en längre vegetationsperiod, vilket skulle ge ökad tillväxt av ris, buskar och annan snöhållande vegetation, på vindblottornas bekostnad. För att förutsäga hur det blir behöver vi således från klimatforskarna information om vintertemperaturer och från ekologerna

information om vilka vinterförhållanden, exempelvis extremer, som behövs för att skada uppstickande vegetation vintertid.



Mosaik av vindblottor, läsidor och snölegor.

Av detta resonemang framgår att medelvärden i snödjup, temperatur etc. knappast är tillräckliga. För temperatur behöver vi veta extremer, för snötäckning värden för själva kalvfjället, inte bara medel för olika fjällregioner (O. Inghe, muntl.).

Snömängd i kombination med avblåsning är också avgörande för biologisk mångfald knuten till snölegor, både små snölegor i vindblotte-läside-snölegemosaiken och stora hängdrivor nedanför fjällhedarna. De senare är i sin tur motorn i en rad alpina biotoper, exempelvis sippervattenkärr (se biotopschema), alpina vattendrag och biotoper präglade av flyjordsrörelser. Generellt innebär förekomsten av stora snölegor att vatten från vinternederbörden blir tillgängligt inte bara under vårsnösmältningen, utan även långt in på sommaren, dvs. under vegetationsperioden. Minskade snölegor, exempelvis genom att mer vinternederbörd kommer som regn eller att snön inte blåser av från fjällheden (t.ex. genom mer vegetation), skulle innebära torrare förhållanden i många sluttningar.

Klimatets respektive markanvändningens betydelse för alpina skogsgränser

Under senare år har man inom centraleuropeisk naturvård alltmer diskuterat vad som egentligen skapar skogsgränser i bergstrakter. Traditionellt har trädfria vegetationstäckta bergsområden ansetts naturliga, men ökad uppmärksamhet mot markanvändningshistoria har väckt frågan om hur många av Europas vegetationstäckta

kalfjäll som egentligen skulle bestå utan fortsatt nyttjande. I exempelvis Karpaterna verkar bergtall kunna kolonisera så gott som all mark med tillräckligt tjock jord. I Skandinaviska fjäll är skogsgränsen otvivelaktigt starkt påverkad av klimatet, men frågan är om inte markanvändningens (rennäringens) betydelse även här har underskattats (Linkowski & Lennartsson 2006, 2006a).

Snötäckning och renbete

Kortare vinter ger längre betessäsong för renarna, vilket i viss mån skulle kunna kompensera för ökad tillväxt. Vi skulle även behöva bättre kunskap om vilken betydelse renbetet (i samspel med gnagarbete) har för vindblotte-läside-snölegemosaikens i relation till betydelsen av vinterförhållanden (föregående punkt). Betet kan antas påverka den dels genom tramp och bete sommartid, dels genom att minska täckningen av snöhållande vegetation.



I brist på renbete (till vänster om stängslet) tar busksnår över vegetationen i artrik alpin kalkgreäsmark. Mittåklappen, Härjedalen.

Snötäckning och gnagarbete

Frekvensen av milda dagar vintertid avgör hur snön fryser fast på marken, i sin tur avgörande för gnagarbete (och gnagarcykler?) vintertid, vilket starkt påverkar fördelningen mellan olika ris och örter, samt risens utbredning totalt sett. Risens utbredning påverkar i sin tur hur mycket snö som "fastnar" på fjällheden. Vi vet inte vilken frekvens av milddagar som ger effekt på gnagarpopulationer och gnagarbete.

Renbete som naturvårdsåtgärd?

Vi kommer inte att kunna påverka klimatet i fjällen, men rennäringen kan däremot i viss mån påverka vilka effekterna på fjällens biotoper blir. Det är angeläget att utvärdera markanvändningens respektive klimatrelaterade processers påverkan på biologisk mångfald, för att hitta eventuella möjligheter att kompensera oönskade climateffekter med ändrad markanvändning.

Klättrar alla vegetationsbälten uppåt?

Det kan antas att vegetationsbältena förskjuts uppåt (mot en högre altitud) i alpin och subalpin miljö vid förväntade klimatförändringar. Vi vet dock inte ifall denna förskjutning inträffar på alla nivåer (vilket skulle slå ut högalpin biologisk mångfald som inte kan klättra uppåt), eller om förhållande i exempelvis högalpint bälte även framgent blir tillräckligt "högalpina" (vilket skulle slå ut biologisk mångfald i lägre bälten genom att den trängs både nerifrån och uppifrån). Här behövs kunskap om eventuella kritiska gränsvärden i exempelvis snötäckning och vintertemperatur, samt om hur vegetationsbälten fördelar sig i fjällen. För den senare kunskapen torde det vara möjligt att studera befintliga gradienter i fjällen, både nord-sydliga och öst-västliga.

Vandrar alla vegetationszoner norrut?

I många avseenden förändras biologisk mångfald på samma sätt längs en nord-syd-gradient som längs en höjdgradient. De frågor som ovan ställts om klättring uppåt måste på motsvarande sätt

diskuteras för vandrigen norrut. I vilka avseenden kan vi, exempelvis, förvänta oss avbrott i migrationspotentialen, och i vilka avseenden kan vi förvänta oss att vår biologiska mångfald kommer att klara sig i arktiska områden i Norge? Ett exempel på avbrott är norra Sveriges palsmyrar (se ovan) vilka saknar potential längre norrut genom avsaknad av myrmarker. Generellt utgör Skandinaviska halvön tillsammans med Kolahalvön en återvändsgränd för åtskilliga arktiska och subarktiska naturtyper (O. Inghe, muntl.).

Humiditet och öst-västgradienten

Fjällens vegetation påverkas i hög grad av fuktigheten under vegetationsperioden, vilken idag varierar från väster (hög humiditet) till öster (låg) i fjällkedjan. Med fuktigare somrar kan ren-lavar antas bli mer konkurrenskraftiga och få potential att dominera vegetationen vid svagt renbete. Samma sak gäller med varmare vårar och höstar eftersom lavarna har potential att tillväxa vid lägre temperatur än kärleväxter.

Biologisk mångfald och glaciärer

Glaciärer är resultat av hög vinternederbörd i kombination med låg sommaravsmältning. Kraftigt ökade snömängder kan alltså i princip leda till att glaciärer växer även i ett mildare klimat. Sveriges få glaciärer minskar dock f.n. och den vanligaste åsikten är att de kommer att försvinna. Det borde vara möjligt att med befintlig kunskap utvärdera vilka effekter det skulle få på biologisk mångfald knuten till exempelvis jökelälvar, sippervatten och glaciärernas närområde.

Alpina och subalpina myrar

Torvbildning i södra Sverige är till stor del betingad av syrefattiga förhållanden genom stillastående vatten. I kalla områden bildas torv också genom att låg temperatur minskar nedbrytningen av växtmaterial. Alpina myrar bildas och vidmakthålls därför av en balans mellan produktion (ökar med högre temperatur och till en viss gräns större vattentillgång) och nedbrytning (ökar med högre

temperatur). Vattentillgången är i sin tur en kombination av tillflöde och avdunstning, där det senare ökar med högre temperatur. Många alpina och subalpina myrmarker anses ha börjat bildas i samband med ett kallare och därför mer fuktigt klimat omkring 500 B.C (Elven 1990).

Hur balansen kommer att ändras i de svenska fjällen vet vi inte, men eftersom särskilt kalkrika myrmarker hör till fjällens artrikaste biotoper finns anledning att särskilt belysa problemet, exempelvis genom modellering baserat på fältdata och övervakning. Ändrad torvbildning i ett varmare klimat kan antas ha relativt stor betydelse för fjällens biologiska mångfald totalt sett.

Även upphörd traditionell hävd av gamla slåttermyrar bidrar starkt till pågående förändringar i dessa biotoper.

Skoglandskapet

Hot mot skogens biologiska mångfald idag

Totalt sett minskar biologisk mångfald i Sveriges skogsekosystem, genom att arealen naturskog (i vid mening) fortfarande minskar genom avverkning, och genom att få skogsarter kan ha livskraftiga populationer i den produktionsskog som skapas. Idag finns så lite naturskog kvar att biologisk mångfald sannolikt påverkas negativt av fragmentering, dvs. av att en stor del av resterande naturskogsfragment är små och isolerade från varandra. Fragmenteringen gör även att naturliga processer, t.ex. brand, saknas och även att de blir svåra att införa genom skötsel. I många skyddade skogsbiotoper hotas biologisk mångfald av bristen på störningsregimer, exempelvis brand i boreal skog och skogsbeta i byarnas närhet.

Effekter av klimat på skogsbruk

I Sverige är skogsbruk pågående markanvändning på mer än 90 % av arealen av de produktiva skogsbiotoperna. Dagens produktionssystem, med slutavverkning (föryngringsavverkning), beståndsanläggning och beståndsvård för volym- och kvalitetsproduktion har så genomgripande effekt på skogsbiotopernas biologiska mångfald att man vanligtvis skiljer mellan produktionsskog och skog där naturliga processer ännu är påtagliga (naturskog, konti-

nuitetsskog, skog med höga naturvärden, nyckelbiotop och liknande begrepp). Vid bedömning av klimateffekter på biologisk mångfald är det därför nödvändigt att skilja mellan produktionsskog (där effekterna till största delen kommer att bero på markanvändningen) och icke-produktionsskog, exempelvis i skyddade områden.



Naturskog

Det är ett pågående arbete att skydda vissa kvarvarande naturskogsfragment från skogsbruk, i princip genom naturreservat (större områden) och biotopskydd (mindre). Sedan 1990-talet tas hänsyn till biologisk mångfald vid avverkning, även om variationen är stor mellan olika delar av Sverige och mellan avverkningsytor. Hänsynen utgörs av exempelvis sparade högstubbar, evighetsträd och hänsynsytor. För att bedöma hur klimatförändringar kan

tänkas påverka mer krävande biologisk mångfald, t.ex. rödlistade arter, i skogen, måste vi först veta hur olika slags skydd och hänsyn idag påverkar biologisk mångfald. Naturreservat och nyckelbiotoper är definierade av att ha hög biologisk mångfald, och skydd av sådana områden har därför i de flesta fall stor positiv effekt. Eftersom skyddade områden i viss mån präglas av naturliga processer kan klimatförändringar tänkas få stor betydelse i vissa skogstyper. Vilka skogstyper det rör sig om torde gå att uppskatta genom att sammanfatta olika skogsbiotopers ekologi som föreslagits under 'klimatförändringar och nyttjande'.

Effekten av hänsyn vid avverkning är däremot förvånansvärt dåligt känd med tanke på hur stora resurser som satsas på hänsynen (K. Perhans, muntl.). Studier pågår och medan många anser att hänsynen har stor betydelse indikerar vissa studier att hänsyn i produktionsskog knappast kan hysa livskraftiga populationer av mer krävande arter såvida inte landskapet innehåller relativt stor andel icke-produktionsskog i vilken arterna kan överleva under de långa ogynnsamma perioderna (exempelvis ungskogsfasen) i produktionsbestånden (O. Kindvall, muntl., Ranius & Kindvall 2006). Effekter av klimatförändringar på biologisk mångfald relaterad till hänsyn i produktionsskog kan därför antas vara mycket begränsade jämfört med landskapets innehåll och kontinuitet av livsmiljöer för skogsarter, i sin tur en effekt av hur skogsbruket bedrivs.

En förväntad climateffekt i skyddade områden hänger samman med att utbredningen av de flesta inhemska trädarter i Europa vid ett varmare klimat antas expandera norrut. I Sverige förutspås gran att naturligt dra sig tillbaks från kustområdena i sydöstra och centrala Sverige men kvarstå i de inre delarna av Skandinavien (Bradshaw m.fl. 2000). Även skogsbränder och extrema väderhändelser, angrepp av skadedjur, svampar etc. kan förändra sammansättning och utbredning av skogsbiotoper och arter där dessa tillåts utvecklas fritt (t.ex. Linder 2000).

I produktionsskog väljer vi själva trädslag. J. Bergh (under publicering inom ramen för utredningen) menar att granen även fortsättningsvis kommer att vara gångbar i södra Sveriges produktionsskog. Därtill diskuteras ökad användning av främmande trädslag, exempelvis sitka-gran, som anpassningsåtgärd till ökad risk för barkborreangrepp i ett varmare klimat (t.ex. Skogseko 1:2007).

Ändrad produktionspotential och ekonomiska förhållanden

Både jord- och skogsbruk kommer att direkt påverkas av förändringar i medeltemperatur och variation i klimatet i norra och södra delarna av Europa. I Skandinavien och norra Europa förväntas klimatförändringarna få positiva effekter genom en längre växtsäsong/högre tillväxt, nya områden som lämpar sig för odling samt möjligheter för nya grödor/trädslag.

På andra sidan kan många aspekter på klimatförändringarna, exempelvis ökad nederbörd, minskat snötäcke, frost och tjäle få negativa effekter på de nuvarande produktionsbestånden vilket kan leda till att de behöver avvecklas i förtid med minskat ekonomiskt utfall som följd (Maracchi m.fl. 2005). Vindskador och ökad frekvens av extrema vindtillfällen (stormar och orkaner) diskuteras givetvis i relation till skog. Det finns dock ännu inget entydigt scenario för huruvida dessa kommer att öka i styrka och/eller antal i Sverige i framtiden.

Då jord- och skogsbruk i de södra delarna av Europa kan komma att påverkas negativt av exempelvis torrare förhållanden, kan ekonomiska konkurrensförhållanden, behov av mat-, energi- och fiberproduktion leda till en intensifiering och förändring av de areller näringarna i de norra regionerna (Olesen & Bindi 2002). Biologisk mångfald i Sveriges skogar kommer således att påverkas starkt av nationella och internationella förhållanden och policies.

Ändrad produktion skapar nya produktionsproblem

Ett ändrat klimat kan antas leda till ökat behov av pesticider mot sjukdomar, parasiter och skadeorganismer till följd av längre växtsäsong, minskad begränsning av kalla vintrar, inflyttning av nya arter, plantering av nya trädslag osv. Effekterna på biologisk mångfald och miljön av dessa förändringar bestäms till stor del av hur vi väljer att hantera detta ökande behov, samt vilka typer av produktion vi väljer.

På motsvarande sätt kan vi förvänta oss ökat behov av närings- tillförsel inom skogsbruket, både genom ökad urlakning och genom nya produktionsformer, exempelvis produktion av bio-bränsle (t.ex. Skogsstyrelsen 2001).

Så länge skogspolitiken jämför produktions- och miljömål är säkerställande av biologisk mångfald en fråga för både skogsbruket

och naturvården. Noss (2001) argumenterar att ett skogsbruk som idag tar tillräckliga hänsyn till biologisk mångfald har goda förutsättningar att klara biologisk mångfald även under ett snabbt förändrat klimat. Mer omsorg bör dock ägnas åt att säkerställa skydd för klimatrefuger och spridningskorridorer (Noss 2001).

Biobränsleproduktion

Biobränsleproduktion i skogen diskuteras under rubriken klimatförändringar och nyttjande.

Hotas boreala arter av invasion söderifrån?

Potentialen för sydliga skogsarter att förekomma längre norrut kan antas öka, men vi vet inte (1) om potentialen kommer förverkligas genom spontan spridning, eller (2) om sådan kolonisation innebär att nordliga skogsarter slås ut och därmed skulle behöva sprida sig ännu längre norrut eller till högre altitud. Där skogsbruk är den dominerande störningsfaktorn påverkas konkurrensförhållanden mellan arter fr.a. av markanvändningen, och eventuella ytterligare effekter av klimatförändringar kan antas få begränsad betydelse för skogsarter (se tidigare resonemang om val av referensnivå). I skyddade områden skulle invandring av sydliga arter dock kunna bli ett hot mot biologisk mångfald, exempelvis mot rödlistade arter.

Mer eller mindre död ved i skogen?

Vissa klimatmodeller förutsäger ökad stormfrekvens, och även med konstanta vindförhållanden kan vi antagligen förvänta oss ökade stormskador på skog genom sämre rotfäste i mildare klimat. Detta skulle kunna leda till mer och jämnare flöde av död ved i skogen, med stora positiva effekter på biologisk mångfald. Även kraftigare och mer frekventa barkborreangrepp skulle kunna ge samma resultat. I produktionsskogen är det dock inte självklart att volymen död ved ökar eftersom det är troligt att ökade storm- och insektsskador leder till hårdare krav på bortforsling av veden. I Götaland har högsta tillåtna volym nydöd gran redan sänkts från fem till tre kubikmeter per hektar, och restriktionen kan komma att följas upp med krav på "sök-och-plock-åtgärder".

Resultatet kan således bli minskad volym död ved, särskilt som alla grövre stormfällen vanligtvis tas ut när man väl söker igenom ett bestånd, inte bara volymen överstigande tre kubikmeter (andelen genomsökta bestånd är därför en viktig faktor, vilken i sin tur beror av gränsvärdet för högsta tillåtna volym). I skyddade områden är det mer troligt att vedvolymen ökar, men även i skyddade områden har bortforsling genomförts för att undvika smitta på intilliggande produktionsskog.



Kortare omloppstider?

En effekt av ökad tillväxt i kombination med ökad risk för storm- och insektsskador vid ett varmare klimat är att omloppstiderna kan komma att sänkas. Detta skulle ytterligare missgynna biologisk mångfald i produktionsskog genom bl.a. klenare och yngre träd, ökad störningsfrekvens och minskad beståndskontinuitet.

Ökad användning av främmande trädslag?

Ett alternativ till kortare omloppstider är att använda trädslag som är mer resistent mot storm och insektsangrepp och som bättre utnyttjar den ökade tillväxtpotentialen. Contortatall används redan i stor skala och för södra Sverige diskuteras bl.a. sitka-gran. Eftersom få av våra svenska skogsarter kan utnyttja de främmande trädslagen får plantering av sådana nästan alltid kraftigt negativa konsekvenser för biologisk mångfald.

Ökade behov av skogsgödsling.

Ökad produktion i kombination med ökad urlakning och ökat uttag av grot, stubbar etc. för biobränsle kommer att öka kravet på skogsgödsling. Effekterna av skogsgödsling på skogens biologiska mångfald varierar beroende på gödseltyp och gödslingsmetod, men har nästan alltid negativa effekter. Fr.a. mykorrhizasvampar drabbas av de höjda näringsnivåerna efter gödsling, dvs. relativt oberoende av metod och substans.

Skogsbruk i nya områden?

Trots att produktionsskogen redan omfattar mer än 90 % av den produktiva skogsmarksarealen expanderar produktionsskogen fortfarande på naturskogens bekostnad. Vissa skogstyper är dock någorlunda fredade från skogsbruk, exempelvis impediment (alltför lågproduktiv skog) och fjällbjörkskog. I den senaste skogsutredningen (SOU 2005:39) diskuteras emellertid möjligheten att i ett annat klimat expandera skogsbruket även till sådana områden. Även om sådana biotoper bara delvis fungerar som förstärkningsområden för biologisk mångfald i mer produktiva skogstyper, skulle sådan expansion bli negativ för biologisk mångfald.

Mer skogsbränder?

Ökad risk för skogsbränder nämns ofta som en förväntad klimateffekt i de delar av Sverige som antas bli torrare sommartid. Detta skulle i så fall ge positiva effekter på de artgrupper som idag är hotade av bristen på bränder och efterföljande succession i

skogsbestånd (arter som klarar sig på brända hyggen har redan börjat visa positiva trender). Vi har emellertid dålig kunskap om framtida brandfrekvens, inte minst mot bakgrund av framtida val av skogsproduktion. Det bör också betonas att effekterna av brand på biologisk mångfald i hög grad beror på hur de brunna bestånden hanteras. Exempelvis har flertalet av dagens naturvårdsbränningar effekt enbart på arter knutna till själva brandfältet, eftersom brandområdena planteras och beståndsvårdas som vanliga ungskogar.

Ändrad nedbrytning av ved?

Vedlevande organismer utgör en avsevärd andel av de minskande skogsarterna. Relativt små förändringar i mängden, flödet av och kvalitén hos den döda veden kan därför antas få stora effekter på skogens biologiska mångfald. Till de viktigaste förutsättningarna för denna grupp är vedens nedbrytningsförhållanden, exempelvis vilken svamp som står för nedbrytningen av cellulosa och lignin. Temperatur och humiditet kan antas påverka nedbrytningsförhållandena men det är dåligt utrett vilken effekt det kan antas få på vedorganismer, relativt andra faktorer.

Ändrad livsmiljö för epifyter och markkryptogamer?

En annan artrik grupp med stor andel hotade arter är epifyter på gamla träd. Särskilt ädellövträd och asp är artrika, men även gran. Många av de mer krävande arterna är utpräglad konkurrenssvaga och utnyttjar t.ex. långsam tillväxt av trädkronan hos gamla träd, nybildningen av hård skorp bark på grovstammiga lövträd, samt näringsbrist och torkstress. Vid fuktigare klimat och mera nederbörd kan konkurrensförhållandena antas ändras. Liknande effekt kan förväntas i bottenskiktet, där snabbt växande väggmossa och husmossa under fuktiga milda höstar kan konkurrera ut både andra mossor, lavar och många kärlväxter.

I vilken mån är bristen på exponering en temperaturfråga?

En lika stor brist i svensk skog som död ved är bristen på sol-exponering (t.ex. de Jong & Almstedt 2004). I produktionsskog eftersträvas täta bestånd, både för hög volymtillväxt och hög

kvalité. I täta bestånd blir livsmiljön både för kall och för mörk för många organismer. Frågan är i vad mån förhållandena i produktionsskog kan antas förbättras i ett varmare klimat, eller kanske försämrats genom ökad molnighet (http://www.smhi.se/sgn0106/leveranser/Utreddningen_diff/index.htm). En viss förtätning av skogen förutspås (Eriksson & Wallin 2005), men i produktionskog bestäms beståndens täthet till allra största delen av markanvändningen, dvs. stamtäthet och trädslagsval vid beståndsanläggningen, samt röjning och gallring därefter. I Naturskog kan klimatbetingad accelererad förtätning däremot bli ett hot mot biologisk mångfald, särskilt med tanke på pågående förtätning/förgraning till följd av brist på brand. Det är angeläget att i naturskog studera mikroklimat och biologisk mångfald längs befintliga temperatur-, exponerings- och soltimme-gradienter, i syfte att identifiera viktiga mekanismer som underlag för prediktion.

Nya skogsbiotoper

I de delar av Sverige som blir blötare kan en ökad potential för sumpskogsbiotoper förväntas, både genom att skogsmark rent allmänt blir fuktigare, genom ökad översvämning i strandmiljöer och genom att skog inom vissa dikningsföretag blir svårbrukad. Som tidigare nämnts är det emellertid upp till skogsbruket om den potentialen resulterar i ökad areal sumpskog eller om den kompenseras genom ökad markavvattning.

Tydligare uppdelning mellan produktions- och naturskog?

Många av de förändringar i skogsbruk som diskuteras ovan (t.ex. ökad gödsling, användande av främmande trädslag, bortforsling av död ved, kortare omloppstider) skulle kraftigt minska skogsarternas redan dåliga möjligheter att överleva i produktionsskog. Idag minskar därtill andelen icke-produktionsskog kontinuerligt genom avverkning och om den minskningen fortsätter kommer förändringarna sammantaget att bli starkt negativa för biologisk mångfald och för skogsbrukets möjligheter att jämställa produktions- och miljömål. Troligen skulle flera generalistarter som idag klarar sig i produktionslandskapet hamna på rödlistan.

Frågan är hur biologisk mångfald skulle påverkas om intensifiering i produktionsskogen kompenseras med ökad areal icke-produktionsskog. Detta kunde åstadkommas exempelvis genom omgående stopp för avverkning av naturskog och andra värdekärnor för biologisk mångfald, samt av kontinuitetsskog (www.svo.se) med hög potential att snabbt utvecklas till värdekärnor. En sådan tydligare uppdelning mellan intensivodlad produktionsskog och en större areal skyddad skog är vanlig globalt sett. I Sverige bedrivs skogsbruk på en mycket hög andel av skogsmarksarealen (på mer än 90 % av den produktiva skogsmarken, i många regioner på mer än 95 %). Denna modell försvaras med att skogsbruket tar så stora hänsyn till biologisk mångfald att rimliga överlevnadschanser för krävande arter förhoppningsvis skapas även i produktionsskog. Mot bakgrund av förväntade klimatförändringar skulle en utvärdering av olika modeller vara önskvärd, inte minst med tanke på skogsbrukets svårigheter att nå uppsatta miljökvalitetsmål idag..

Problem med konkurrensstarka invasionsarter?

Invasionsarter behandlas under rubriken effekter på enskilda arter.

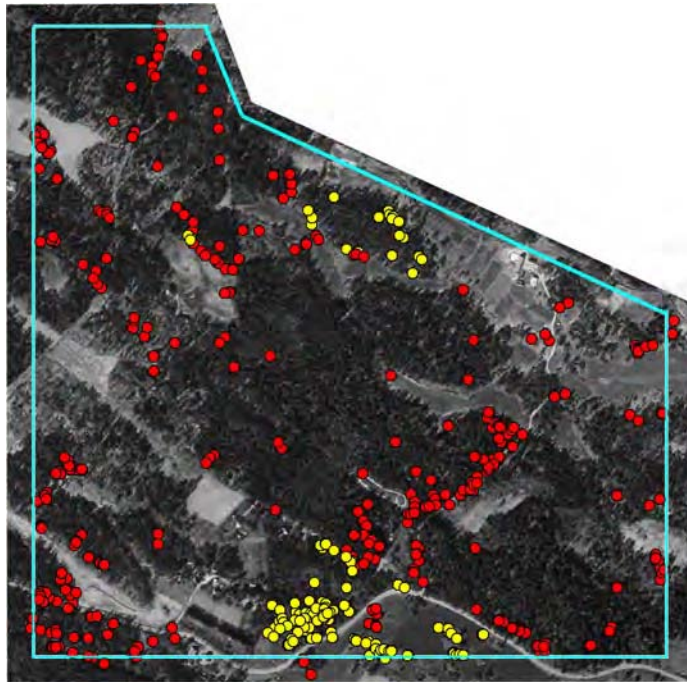
Ökat behov av våtmarker?

Se motsvarande rubrik under våtmarker.

Jordbrukslandskapet

Hot mot den biologiska mångfalden i jordbrukslandskapet idag

Biologisk mångfald i jordbrukslandskapet går tillbaka främst genom igenväxning i övergivna slätter- och betesmarker, brist på hävdad mark av vissa typer (exempelvis torra, sandiga utmarksbeten), brist på våtmarker, felaktig skötsel i ännu hävdade marker och genom den fragmentering som orsakas av igenväxningen och av tidigare rationaliseringar av jordbruksmarken.



Skötselberoende gräsmarks-kärlväxter i ett Uppländskt odlingslandskap. Varje punkt markerar en förekomst; gula punkter är förekomster i hävdad gräsmark, röda i ohävdad f.d. gräsmark. I de senare pågår igenväxning och de röda förekomsterna kommer därför att försvinna om inte igenväxningen hejdas.

Jordbrukslandskapet är skapat av markanvändningen

Som diskuterats för skogslandskapet har markanvändningen avgörande betydelse för biologisk mångfald, och climateffekter måste bedömas i relation till markanvändningen. I jordbrukslandskapet finns inga ursprungsbiotoper där man strävar efter att minimera markanvändningen, utan man diskuterar i stället att återinföra eller imitera traditionella hävdformer, till vilka hotad biologisk mångfald är knuten.

Ändrad produktionspotential och ekonomiska förhållanden

Liksom för skogsbruket förväntas jordbruket i Skandinavien och norra Europa i viss mån påverkas positivt av klimatförändringarna genom längre växtsäsong, möjligheter för nya grödor, samt ökad

efterfrågan till följd av minskad produktion i torra områden i Europa (Olesen & Bindi 2002).

Å andra sidan förutspås också många negativa effekter på jordbruksproduktionen. Exempelvis kan ökade vattenflöden under framför allt vinterhalvåret i delar av Sverige försvåra nyttjandet av lågt liggande åkermark. Detta skapar potential för större areal våtmark (positivt för biologisk mångfald), men huruvida potentialen utnyttjas beror på hur man inom jordbruket väljer att möta förändringarna. En viktig skillnad mot skogsproduktionen är att valet av gröda och produktionsform snabbt kan ändras, i princip från ett år till ett annat, vilket innebär att man inte behöver särskilt lång framförhållning för att anpassa markanvändningen till klimatförändringarna.

Ändrad produktion skapar nya problem

Ett ändrat klimat kan antas leda till ökat behov av pesticider mot sjukdomar, parasiter och skadeorganismer till följd av längre växtsäsong, minskad begränsning av kalla vintrar, inflyttning av nya arter, nya grödor osv. På motsvarande sätt kan vi förvänta oss ökat behov av näringstillförsel bl.a. genom ökad urlakning och nya produktionsformer. Effekterna på biologisk mångfald och miljön av dessa förändringar bestäms till stor del av hur vi väljer att hantera detta ökande behov, samt vilka typer av produktion vi väljer.

Kravet på hållbar produktion och sektoransvar för miljön säkerställer att frågor om bevarande av biologisk mångfald i odlingslandskapet blir beaktade (J. Gustavsson, muntl.). En pågående överföring av resurser från produktions- till miljöåtgärder inom EU:s gemensamma jordbrukspolitik utgör en stor ekonomisk potential för att gynna miljöanpassad jordbruksproduktion. Förändringar i produktionspotential och produktionsproblem behandlas utförligt i Eckersten m.fl. (underlagsrapport inom klimat och sårbarhetsutredningen).

Biologisk mångfald förekommer mest i de naturtyper som producerar minst

Medan CAP:s (EU:s gemensamma jordbrukspolitik) stödformer, budget och politik huvudsakligen gäller jordbruksmark (åkermark) och djurproduktion förekommer nästan all biologisk mångfald i jordbrukslandskapet i sådana biotoper som, så att säga, blir över. Viktigast är en stor grupp av halvnaturliga biotoper, vilka till skillnad från åkermarken inte helt och hållet skapats av människan utan av människans nyttjande av mer naturliga växt- och djursamhällen. Den areellt viktigaste halvnaturliga biotopgruppen är naturlig fodermark (semi-natural grassland), dvs. slätter- eller betesmark utan nämnvärd gödsling, insådd eller kultivering.



CAP:s hantering av åkermarkens påverkar inte direkt biologisk mångfald i sådana biotoper, men har givetvis stor betydelse för jordbrukets villkor i stort och därmed indirekt för nyttjandet och skötselpotentialen i de halvnaturliga biotoperna. Jordbrukets framtida struktur och djurhållning kommer med andra ord att ha stor betydelse för möjligheterna att upprätthålla hävden i biologiskt värdefulla marker (J. Gustafsson, muntl.).

Biobränsleproduktion

Nya former av produktion för biobränsle har tidigare berörts. Globalt diskuteras sådan omläggning i termer av konkurrens och matproduktionssäkerhet, men i Sverige finns anledning att även utvärdera olika produktionsformer från biologisk mångfaldsynpunkt.

Förändrad fuktighet i jordbruksmark

Som nämnts kan åkerbruk försvåras i lågt liggande områden. Det kan, särskilt mot bakgrund av behovet av kol- och näringsfångst, leda till att vi satsar på att öka arealen våtmark. Om våtmarken hävdas genom exempelvis slätter eller bete skapas olika slags fuktängar, om de lämnas utan åtgärd skapas sumpskog. Båda vägarna skulle gynna biologisk mångfald kraftigt.

I halvnaturlig gräsmark kommer tillväxten att öka vid ökad fuktighet, särskilt som ökad nederbörd kan antas öka depositionen av luftburet kväve. Detta ökar behovet av hävd för att inte lågväxta och exponeringskrävande arter skall konkurreras ut. Samtidigt blir det svårare att hitta ett hävdtryck som för bort tillräckligt mycket biomassa och näring utan att alltför mycket skada känsliga växter. Det är viktigt att undersöka sådana effekter och prova alternativa hävdformer, exempelvis sådana som innebär ettåriga hävduppehåll.

Torrare i vissa områden

Torkstress är en viktig faktor i alla torra till friska gräsmarker, som samverkar med hävden till att skapa gräsmarksbiotoperna. Mest utpräglad är detta i stäppbiotoper, där hävden står för relativt liten del av påverkan på vegetationen. Dessa biotoper hör till de artrikaste i jordbrukslandskapet och med högst andel rödlistade arter. Med torrare klimat i sydöstra Sverige kan utbredningen av stäppartade biotoper förväntas öka, liksom torra betesmarker med markblottor. Naturvården bör ha en beredskap för detta, dels genom att lära sig bättre hur stäppartade gräsmarker skall skötas, dels genom att hitta nya marker och avsätta restaurerings- och stängselmedel för dem, när betesdjuren räcker till större areal.

Samtidigt ökar utbredningen av torra småmiljöer även i andra torra-friska gräsmarker. Det innebär dels att behovet av årlig hävd

minskar, dels att många nyckelarter i gräsmarkerna blir känsligare för bete. I båda fallen ger detta en potential att beta större arealer, att ha betesfria år etc., vilket skulle gynna biologisk mångfald.

Båda aspekterna på torrare klimat torde kunna modelleras genom att extrapolera nuvarande fuktighetsmönster inom och mellan gräsmarker.

Ändrad fenologi i gräsmarker

Tiden för reproduktion hos växter och djur är en mycket viktig faktor för biologisk mångfald i slätter- och betesmarker, eftersom den avgör chansen att reproducera sig innan exempelvis avbetning. Ett varmare klimat kan antas tidigarelägga reproduktionen, vilket skulle gynna biologisk mångfald så länge hävden infaller på samma tidpunkt, vilket är en fråga om val och prioritering.

Ändrad livsmiljö för epifyter och markkryptogamer?

En annan artrik grupp med stor andel hotade arter är epifyter på gamla träd. Särskilt hagmarks-ädellövträd är artrika. Många av de mer krävande arterna är utpräglade konkurrenssvaga och utnyttjar t.ex. nybildningen av hård skorpbark på grovstammiga lövträd, samt näringsbrist och torkstress. Vid fuktigare klimat och mera nederbörd kan konkurrensförhållandena antas ändras. Liknande effekt kan förväntas i bottenskiktet, där snabbt växande hakmossa redan är ett problem för kärlväxter i vissa gräsmarker.

Problem med konkurrensstarka invasionsarter?

Invasionsarter behandlas under rubriken effekter på enskilda arter.

Ökat behov av våtmarker?

Se motsvarande rubrik under våtmarker.

Våtmarker, havs- och sötvattenstränder

Hot mot biologisk mångfald i våtmarker, havs- och sötvattenstränder idag

Som övriga ekosystem är stränder och våtmarker i hög grad påverkade av människans nyttjande, vilket måste vägas in i bedömningar av climateffekter. Sjöar och vattendrag är starkt påverkade av reglering, särskilt i vattendrag lämpliga för kraftproduktion och i jordbrukslandskapet. Stränderna i starkt reglerade vattendrag kan i princip bli ekologiska öknar, och även måttlig reglering orsakar stora förändringar av biologisk mångfald. Många av dessa förändringar är ännu dåligt kända, exempelvis bristen på naturlig vattenförlösning i slättsjöar och på högvattenflöden vid naturlig tidpunkt i svämskogar och deltan. Många våtmarker är negativt påverkade av markavvattning och i jordbrukslandskapet har vissa våtmarkstyper nästan helt försvunnit. Våtmarker och produktiva stränder har traditionellt hävdats och bristen på hävd i våta miljöer är idag ett stort hot mot biologisk mångfald. I slättbygden har hävdberoende biologisk mångfald redan försvunnit på de flesta övergivna marker, men i norra Sveriges ränningar pågår tillbakagången fortfarande. I många sanddynområden är de naturliga vindgenererade successionsprocesserna starkt begränsade genom att sanden fixerats av planteringar.

Havsyttans höjning

Effekter av havsyttahöjning har främst diskuterats för exploaterade kuststräckor där vi kan förvänta oss att kustekosystemen kommer att trängas samman mellan hav och bebyggelse (Fankhauser, 1999). I Sverige gäller detta endast lokalt, men däremot är det relativt vanligt att jordbruksmark går nära inpå havet.

I landhöjningsområden runt norra och mellersta Östersjön kommer vi att se stora effekter på biologisk mångfald även vid en högst måttlig (så att landhöjningen stoppas) havsyttstigning. Längs norra bottenvikskusten har netto-landhöjningen halverats till ca 5 mm/år (Johansson m.fl. 2004) vilket skulle innebära att upphörd eller reverserad landhöjning redan föreligger längre söderut. Effekter har förutsagts för havsstrandängar (Rautiainen 2006), men förändringarna kommer att påverka ett helt system av artrika biotoper.



Artrik varierad landhöjningskust

Storm och is

Isförhållanden på Östersjön förväntas förändras till följd av klimatförändringarna (t ex Meier m.fl. 2004). Förekomsten av is har även betydelse för strandbiotoperna, exempelvis genom nötning under islossningen (Lennartsson m.fl. 2005) och fastfrysning av vegetation.

Även om ändrad storm- och isfrekvens antas bli effekten av klimatförändringar, vet vi ännu mycket lite om hur sådana förändringar kan tänkas påverka ekosystemen. I stort sett saknas sammanställningar av de ekologiska effekterna av vatten- och isbetingade störningsförhållanden, exempelvis om effekter av enstaka högvatten visavi medelvattenstånd, och av isnötning. Sannolikt kunde vi komma en bra bit på väg med befintlig kunskap kombinerat med enklare fältstudier (se åtgärder).

Ett allmänt problem är att bedöma effekterna av exempelvis is i södra änden av ispåverkan-området, där effekterna redan är sporadiska. I exempelvis norra Bottenviken, där iseffekter är tydliga, kommer kanske isbeläggningen även framgent att vara tillräcklig.



Våtmarker och stränder vid sjöar och vattendrag

Sambanden mellan produktion och nedbrytning i torvbildande våtmarker har berörts under alpina miljöer. För sydligare delar av landet har tidpunkten för vattentillförsel stor betydelse. Klimatmodellerna förutsäger dels mer regn på snöns bekostnad vintertid, dels mer varierande flöden sommartid. Den förstnämnda förändringen innebär minskad vårfloed vilket sannolikt kommer att minska de strandnära våtmarkernas utbredning (Nilsson m.fl. 2005). Ökad variation sommartid innebär mer instabila förhållanden under vegetationsperioden, vilket troligen kommer att missgynna många arter som är anpassade till att variationen vanligen kommer under viloperioden, t.ex. under våren eller senhösten. Andra arter kan å andra sidan komma att gynnas. Rent allmänt behöver vi bättre kunskap om hur biologisk mångfald reagerar på tidpunkten för vattentillförseln, för att kunna modellera effekter av klimatförändringar.

I många tidigare öppna våtmarker har en accelererande igenväxning uppmärksamats. Olika förklaringar har föreslagits, fr.a. (1) eutrofiering genom kvävenedfall, (2) ett varmare klimat som exempelvis skulle kunna orsaka ökad nedbrytning av torv, (3) för-

dröjd respons på upphörd hävd, (4) grundvattensänkning och andra effekter av omfattande markavvattning.

Biologisk mångfald i alla ekosystem knutna till vattendrag är särskilt hotad genom att vattendragen riskerar ytterligare utbyggnad när vi idag försöker motverka klimatförändringarna. T.o.m. utbyggnad av de orörda nationalälvarna diskuteras, vilket skulle få internationella konsekvenser för biologisk mångfald genom att dessa utgör Europas i särklass största outbyggda vattensystem.

Havsytans stigning vid olika kusttyper

Även om erosionen kommer att öka synbart kommer en långsam havsnivåhöjning vid en stabil "vanlig" kust sannolikt att få rätt begränsade effekter på biologisk mångfald, utom på mycket flacka stränder, exempelvis havsstrandängar. Effekterna på mindre flacka stränder torde framför allt vara att befintliga erosionshak, driftvallar etc. flyttar uppåt och med dem vegetationszoneringen.

Vid kust som idag har landsänkning kommer denna att påskyndas, vilket i de flesta fall torde ha neutral eller svagt positiv effekt på biologisk mångfald. Ett undantag kan vara vissa sanddynområden där balansen mellan vattendriven till- och bortförsel av sand kan innebära att de naturliga sanddynprocesserna stoppar. Problemen måste bedömas i relation till befintliga problem med plantering och fixering av sand. Ett annat undantag är marskland där ackumulering av finst slam idag håller jämna steg med en svag landsänkning. Troligen kan många marskland komma att helt försvinna vid en havsytehöjning, medan utbredningen som sådan av naturtypen kan antas öka när nya landsänkningsområden bildas.

Vid landhöjningskust får en havsytehöjning stora konsekvenser eftersom den innebär att den viktigaste processen upphör. Här finns alltså inga möjligheter för naturliga vegetationszoner att vandra uppåt med havsytan, eftersom zoneringen och växtsamhällena kräver en relativ sänkning av havsytan. För landhöjningskust måste därför anpassningsåtgärder diskuteras. Även om inte själva havsytehöjningen kan påverkas kan vi antagligen mildra effekterna av den genom förutseende skötselåtgärder i god tid. Genom att studera olika strandbiotoper längs en gradient längs kusten från områden med hög landhöjning till områden med landsänkning, borde vi kunna ha goda möjligheter att förutsäga effekter.

Högvattenflöden

Vattenföringen är en avgörande faktor för alla strandbiotoper, eventuellt i kombination med hävden, och brist på högvatten i reglerade slättsjöar har utpekats som ett allvarligt problem för biologisk mångfald på strandängar (Lennartsson & Hoflin 2005). För att kunna bedöma effekter av klimatförändringar är det emellertid nödvändigt att i utreda betydelsen av tidpunkt för högvatten. Vilken betydelse har exempelvis högvatten som infaller utanför vegetationsperioden och utanför den tid då islyftning är möjlig?

Framtida högvattenflöden är i stor utsträckning resultat av hur vi framöver reglerar vattendrag. Med åtgärder för att kapa högvattentoppar kan det tänkas att normalflödena snarare blir lägre än idag i de vattendrag där sådan reglering är möjlig.

Ökat behov av våtmarker?

Våtmarker har stor betydelse för klimatförändringar och deras effekter. Våtmarker tillhandahåller flera av de ekosystemtjänster som kommer att bli särskilt viktiga vid ett förändrat klimat, bl.a. för:

- *Näringsfångst i vattendrag.* Avsevärt ökat växtnäringsläckage (se Lewan i Eckersten m fl..) kommer att bli en stor belastning på vattendrag, sjöar och hav. Våtmarker är effektiva näringsfällor och kan visa sig bli det mest kostnadseffektiva sättet att fånga näring. I detta syfte är det troligen främst våtmarker långt ner i avrinningsområdena, dvs. i jordbrukslandskapet som kommer att behövas. Behovet av våtmarker skulle kunna tillgodoses genom att bygga på befintliga och potentiella strandvåtmarker och genom att skapa nya på blöt jordbruksmark. Särskilt den första kategorin skulle få stor positiv effekt på biologisk mångfald.
- *Buffring av vattenflöden.* Mer frekventa högvattenflöden kan buffras genom att vattnet måste passera ett antal våtmarker innan det når problemområden, exempelvis bebyggelse. Möjligen är mossar högre upp i avrinningsområdena härvid särskilt viktiga.
- *Kolsänkor.* I våtmarker med ofullständig nedbrytning av organiskt material lagras kol. Samtidigt avgår dock växthusgaser,

exempelvis lustgas, vilket dels komplicerar bilden av våtmarkerna generellt, dels indikerar betydelsen av typ av våtmark eftersom exempelvis lustgasavgången beror på våtmarkens kolkvävekvot (LUSTRA årsrapport 2005).



Vid Hjälstaviken i Uppland höjs vattenståndet på konstald väg varje vår för att efterlikna den genom regleringar uteblivna vårflo den

Sjöar, vattendrag och hav

Hot mot biologisk mångfald i akvatiska miljöer idag

Få organismgrupper i akvatiska miljöer är ordentligt utvärderade vad gäller hot. Havens biologiska mångfald är på många håll starkt förändrad genom överutnyttjande, vilket med stor sannolikhet innebär att många fler arter är hotade än vad som visas av rödlistorna. Lokalt, exempelvis i Östersjön, bidrar även eutrofiering, syrefria botten etc. mycket starkt till hotbilden.

Även svenska sötvattensmiljöer är starkt förändrade genom regleringar (fr.a. vattendrag och slättsjöar), eutrofiering (fr.a. vatten långt ner i avrinningsområdena), försurning (fr.a. oligotrofa vatten), ändrad markanvändning (vatten i skogs- och jordbruks-

mark) och introduktion av främmande organismer. De större regleringarna för vattenkraft innebär mycket stor påverkan på vattendragen, både genom förändringar av vattenkvalitén i vid mening och genom att dammarna utgör vandringshinder. Även i mindre vattendrag är vandringshinder vanliga och i dessa saknas dessutom i regel vattendomar beträffande bl.a. minsta vattenföring. I jordbrukslandskapet har småvatten i stor utsträckning försvunnit genom utdikning.



Hålldammar utgör vandringshinder för vattenorganismer och orsakar ofta för låga lågvattenflöden nedströms dammen.

Biogeokemiska och fysiska förändringar

Vattenresurser kommer mycket tydligt att påverkas av klimatförändringarna, både till följd av ökad nederbörd och av förändrade avrinningsmönster i tid och rum (t.ex. minskad salthalt och ökad eutrofiering i Östersjön). Förändringar i vattenmiljöer beror i hög grad på hur vi anpassar jord- och skogsbruk till klimatförändringar.

Vattenkvalité i vid mening påverkar biologisk mångfald både direkt, genom effekter på individer och arter, och indirekt, genom förändringar i näringskedjor. Exempel på direkt påverkan är salthalt vilken genom osmotisk påverkan dödar organismer anpassade till annan salthalt.

Effekter på organismsamhällen genom påverkan på näringskedjor är betydligt svårare att modellera, eftersom det på varje nivå i näringskedjan finns olika alternativa förändringar. Till de parametrar som studerats hör transporter av närsalter och toxiska ämnen men även fysiska omblandningsprocesser av vatten. Exempelvis kan sammansättningen av växtplankton påverkas av ett ändrat klimat och studier har gjorts på kiselalger och grönalger (Huisman m.fl. 2004). Växtplankton står för primärproduktionen i vatten och är således basen för alla högre nivåer i näringskedjan. Andra fysiska parametrar som ökad temperatur och kortare isfria perioder har modellerats för att studera ekologiska effekter. Blenckner m.fl. (2002) studie visar att konsekvenser av ett varmare klimat skulle kunna leda till ökad näringsomsättning och produktivitet i sjöar. Sjöar på höga latituder och oligotrofa sjöar allmänt förväntas också påverkas också av en ändrad tillgång på organiskt kol och oorganiska näringsämnen vilket i sin tur beror av den omgivande vegetationen. Resultat från Karlsson m.fl. studie (2005) pekar på att en uppvärmning kan ha snabb effekt på produktiviteten i sjöar på höga latituder till följd av längre isfria perioder, i samband med en förändrad omgivande landmiljö som ger en ökad tillgång på ämnen och som stimulerar produktion i sjöar.

Det förefaller som om långsiktiga prognoser och bedömningar av hur klimatförändringar påverkar artsammansättning och kvantiteter av flora och fauna i havet kräver mer forskning och studier då dagens akuta problem inte ännu förstås till fullo. Studier från Norra Ishavet på fastsittande makrofauna och nematoder (Renaud m.fl. 2006) har visat på mönster och trender som möjligtvis skulle kunna fungera som en bas för design av studier om klimatförändringars påverkan på biologisk mångfald i svenska havsvatten. Generellt kan sägas att antal arter minskar med lägre salthalt, ökad koncentration av näringsämnen och minskat ljusgenomsläpp.

Isförhållanden

Isförhållanden på Östersjön förväntas förändras till följd av klimatförändringarna. Detta påverkar bl.a. Bottnisk vikare (*Phoca hispida botnica*) och samtliga sydliga populationer hotas då endast Bottniska viken kommer ha tillräckligt goda förutsättningar för havsis under vintern (Meier m.fl. 2004). Under rubriken effekter på

enskilda arter diskuteras kunskapsbehov för bl.a. arter beroende av is.



Klimateffekter respektive effekter av vår användning hushållning av vatten

Av det ovanstående framgår att samhällets utveckling, hantering och behov av vatten, både som livsmedel och för produktion, får stora konsekvenser för ekologiska processer och biologisk mångfald. Som för terrestra ekosystem kan vi förvänta oss stora förändringar i detta nyttjande till följd av klimatförändringarna, vilket kan komma att få större konsekvenser än klimatförändringarna i sig. I det anpassningsarbete som nu påbörjas bör därför en tydlig dialog mellan naturvårdens och samhällsplaneringens intressen inledas.

Eftersom all slags utsläpp, urlakning, erosion etc. slutligen hamnar i vattenmiljöer är förhållandena i vattendrag, sjöar och hav dessutom starkt beroende av terrester markanvändning. Det är därför nödvändigt att förändringar i exempelvis jord- och skogsbruk till följd av klimatförändringar planeras på ett sätt som innefattar påverkan på akvatiska miljöer.

Konsekvenser för fisk i marina ekosystem

Miljöförändringar som eutrofiering och klimatförändringar påverkar reproduktion och tillväxt av flera fiskarter och populationer i Östersjön. Dessa förändringar samverkar även med andra processer och aktiviteter som exploatering av vissa arter, syrefattiga bottenar och inflyttning av nya arter (Ojaveer & Lehtonen 2001). En ökad temperatur och förändrad salthalt kan få allvarliga konsekvenser för fiskar i havet. Följande övergripande trender kan förväntas (Nordic Council of Ministers 2005):

- Överlevnad, tillväxt och reproduktion kommer att ändras där vissa arter gynnas och andra missgynnas. En förändrad artsammansättning är därför att vänta.
- Nya arter kommer att tillkomma genom migration från söder vilket kan innebära en ökad konkurrens för dagens arter
- Nya arter av flora och fauna som introduceras genom sjöfarten kan få en konkurrensfördel mot de inhemska arterna
- En ändring av de trofiska lagren påverkar bl.a. förhållandet mellan olika ekologiska grupper av fiskarter. Primärproduktionssäsongen förlängs vilket gynnar algätande arter.

Större sjöar och vattendrag

För de stora sjöarna i Sverige kommer olika effekter att uppkomma till följd av klimatförändringarna. Översvämningar och höga flöden i vattendrag och dess konsekvenser beror till stor del på reglering, geografiskt område (särskilt om det förekommer landhöjning), bebyggelse osv. Väner och Mälarens vattensystem har utretts särskilt av SMHI (Bergström m.fl. 2006). Vänerns vattenstånd kan stiga mycket högt under långvarig hög tillrinning beroende på de reglerings- och tappningsbestämmelser som gäller enligt vattenlagen. Höga flöden runt Vänerns stränder förekommer dock trots regleringar vid vissa tillfällen. Klimatscenarier pekar mot en ökad variabilitet i Vänerns vattenstånd, beroende på blötare vintrar och torrare somrar, men Vänerns vattenstånd är mycket känsligt för ändrad tappningsstrategi vilket i sin tur är avgörande för att bedöma påverkan på biologisk mångfald i dess avrinningsområde. Även Mälaren och Hjälmaren kan förväntas få högre vintertillrinning och lägre tillrinning sommartid än idag.

Ökade flöden vintertid kan tänkas få negativa konsekvenser för arter som genom låg temperatur och ämnesomsättning då har sin viloperiod, exempelvis fisk (L. Tranvik, muntl.).

Höga flöden i sjöar och vattendrag kommer att vara ett mycket påtagligt sätt på vilket människan påverkas av klimatförändringarna, och anpassningar till dessa förändringar har diskuterats mycket. De lösningar som därvid föreslagits är i stor utsträckning tekniska och riskerar att minska snarare än ta vara på ekosystemens naturliga buffrande förmåga. ArtDatabanken (L. Tranvik, muntl.) menar att klimateffekterna kommer att påverka möjligheten att upprätthålla och återskapa landskapets ekologiska och vattenhushållande funktion. Ambitionerna att minska de negativa effekterna av översvämningar genom till exempel invallning, rensning eller muddring kan direkt motverka möjligheten att bevara värdefulla livsmiljöer och naturliga processer såsom vattenståndsfluktuationer, erosion och sedimentation.

Förutom att förvärpa problemen för samhällen kan biologisk mångfald drabbas direkt av åtgärderna. I bland annat Klarälven vill man bygga erosionsskydd vilket riskerar att ta bort unika erosionspåverkade miljöer och den speciella insektfauna som är beroende av dessa miljöer (L. Tranvik, muntl.).

Vattenmiljöer vid landhöjningkust

I princip skulle landhöjningen kunna vidmakthålla successionsbiotoper även under vattenytan, men hur vanligt det är beror på successionsprocessernas hastighet (t.ex. vegetationsetablering och slamdeposition) relativt uppgrundningen. Denna kunskap är bristfällig idag. Flador, glon och successionshällkar är kända exempel på landhöjningsbetingade akvatiska miljöer, men vi vet lite om landhöjningens betydelse för exempelvis grunda vikar, i förhållande till andra processer som högvatten och islyftning (G. Johansson, J. Persson, muntl.). Som för terrestra landhöjningsbiotoper skulle de akvatiska vara möjliga att utvärdera genom fältstudier i en nord-sydgradient.

Salthaltens betydelse för särskilt viktiga kustbiotoper

För att kunna bedöma utsötningens betydelse i Östersjön är det nödvändigt med bättre kunskap om var salthaltsgränserna för olika organismer går idag. Särskilt i kustnära miljöer tycks många arter, både djur och makrofyter idag vara utbredda längs en stor del av saltgradienterna (G. Johansson, muntl.). Det skulle kunna innebära begränsade effekter av utsötning längs långa kuststräckor, men stora effekter i utbredningsgränserna.

Ökad produktivitet och strandnära miljöer

Effekter av ökad produktivitet modelleras, som ovan nämnts, för primärproduktion och näringsvävar i hav och sjöar. Ökad produktivitet kan också få stor betydelse för biologiskt rika miljöer där den ökade produktionen s.a.s. ackumuleras, dels genom ökad tillväxt i miljöerna (av exempelvis vass och alger), dels genom ökad sedimentation av organiskt material, dels genom ökad frekvens av tillfälliga produktivitsutbrott, som algbloomningar.

Även minskad islyftning kan tänkas få stor betydelse genom att exempelvis vass inte längre förs bort vintertid, men det är tänkbart att detta kan komma att kompenseras av ökade vinterhögvatten (G. Johansson, J. Persson, muntl.). Betydelsen av sådana processer är dåligt känd, men det kan antas att många grunda miljöer är resultat av en relativt skör balans mellan uppgrundning/igenväxning och bortförsel.



Produktion av bl.a. vass fyller snabbt upp grunda havsvikar om det inte sker en årlig bortförsel genom is, vinterstormar eller (som här) bete.

Minskad minimivattenföring i vattendrag?

Ökad flödesvariation sommartid kan antas ge fler och längre perioder med mycket låg sommarvattenföring i vattendrag, särskilt om de är reglerade med hålldammar utan krav på minimivattenföring. Detta kommer sannolikt att drabba en lång rad organismer som redan idag lever på marginalen i reglerade vattendrag (J. Berglund, muntl.).

Till minskade sommarvattenflöden kommer troligen också ökat behov av bevattning i jordbruket att bidra, och även denna verksamhet bedrivs vanligen utan vattendom (L. Tranvik, muntl.).

Ekosystemtjänster



Ekosystemtjänster beskriver i princip den antropocentriska aspekten på biologisk mångfald, dvs. att ekosystemen tillhandahåller flera viktiga tjänster och produkter för människan och samhället. Exempel på sådana är tillgången på arter och genetiskt material, mat, fiber, vattenresurser, nedbrytning, pollination, närings- och kolupplagring och rekreation.

Ökade behov av ekosystemtjänster, men kommer behoven att tillgodoses?

Bristen på och nya behov av ekosystemtjänster kan förväntas öka med klimatförändringarna. Dels är det genom förändringar i befintliga ekosystem människan mer än på något annat sätt kommer att globalt drabbas av klimatförändringarna, dels kommer vi att i högre grad behöva tjänster som närings- och kolfångst, erosionsskydd, buffring mot höga vattenflöden etc.

Paradoxalt nog kommer många av de anpassnings- och motverkande-åtgärder som idag diskuteras sannolikt att försvaga ekosystemens förmåga att tillhandahålla önskade tjänster. Det diskuteras i samband med den ekosystemvisa genomgången ovan. Problemen beror dels på okunskap om ekosystemens funktion och känslighet, dels på att biologisk mångfald hittills inte i tillräcklig grad ingått i anpassningsdiskussioner, dels sannolikt på ett starkt fokus på tekniska, snarare än ekologiska lösningar.

Ekosystemtjänster i klimattediskussionerna

Kapaciteten hos ekosystem att i framtiden erbjuda ekosystemtjänster bestäms av förändringar i socioekonomi, markanvändning, biologisk mångfald och klimat. Bedömningar av sårbarheten hos regioner bör inkludera dessa förändringar då Metzger m.fl. (2006) hävdar att även om en ekonomisk tillväxt kan öka anpassnings-

kapaciteten hänger den också samman med de största negativa konsekvenserna för miljön. I en europeisk studie bedömdes hur ekosystemtjänster förväntas påverkas av klimat- och markanvändningsförändringar under 2000-talet (Forbes m.fl. 2005). Resultat från denna studie visar att vissa negativa effekter är en minskning av soil fertility, minskad tillgång till vatten, ökad risk för skogsbränder särskilt kan förväntas i Medelhavsregionen och i bergsområden.

Skandinavien anses generellt ha en god kapacitet för att möta klimatförändringarna och den institutionella kontexten påverkar också hur ekosystemtjänster kan fungera som en buffert (upprätthålla resiliens) mot negativa miljöförändringar (Forbes m.fl. 2004). Bevarandet av biologisk mångfald och upprätthållandet av ekosystemsfunktioner är en viktig anpassningsstrategi eftersom genetiskt diversifierade populationer och artrika ekosystem har en större potential att anpassa sig till klimatförändringar. Att bevara biologisk mångfald ger också människor och samhällen fler möjligheter att anpassa sig då t.ex. vissa naturliga kontrollmekanismer för skadeorganismer, markstabiliserande och vattenreningsprocesser och funktioner kan vara svåra och kostsamma att ersätta med tekniska lösningar.

Ekosystemtjänster och biologisk mångfald

Ofta görs en direkt koppling mellan ekosystemtjänst och biologisk mångfald, men utan att sambanden närmare redovisas. Det anses råda samstämmighet om att ett visst minimum av arter behövs för att en ekosystemtjänst skall vara funktionell, men frågan är var detta minimum ligger för olika ekosystem, i förhållande till de minima som krävs för att bevara exempelvis hotad biologisk mångfald. Från biologisk mångfald-synpunkt finns det därför, enligt vår bedömning, fr.a. två aspekter på ekosystemtjänster som behöver belysas betydligt mer ingående än vad som hittills gjorts:

- *Vilka av de önskade ekosystemtjänsterna idag och i framtiden innefattar en diversitet av arter, dvs. rik biologisk mångfald, inte bara grundläggande ekosystemfunktioner?* En analys av detta kan lämpligen göras ekosystemvis. Behöver vi exempelvis våtmarksbiotoper med typisk artuppsättning, eller klarar vi oss med kvävefällande monokulturer? Kan vi, för att undvika erosionsproblem när torra biotoper breder ut sig, fixera marken med

monokulturer eller behöver marken koloniseras av torkanpassade arter som bygger upp stabiliserande naturliga växtsamhällen?

- *Vilka av de önskade ekosystemtjänsterna innebär att vi enkelt (t.ex. med ringa merkostnad) kan bevara diversitetsaspekten på biologisk mångfald även om diversitet inte är helt nödvändig för den önskade tjänsten? Kan vi exempelvis, om vi behöver kvävefällande våtmarksbiotoper, lika gärna skapa/bevara/låta utvecklas våtmarksbiotoper med typisk artuppsättning?*



Åtgärder för biologisk mångfald i ett klimatsammanhang

Styrmedel och instrument för beslutsfattande



En utvärdering och revision av regelverk, riktlinjer och stödssystem bör utföras för att säkerställa att klimatpolicy och klimatförändringar tas hänsyn till. De flesta anpassningsaktiviteter kan optimeras om de implementeras på regional nivå. Naturvård blir dock snabbt ett gränsöverskridande problem mellan regioner och nationer när klimatförändringar beaktas, eftersom arter kommer att förflytta sig mellan länder och regioner. Bakkenes m.fl. 2006 visar i en studie att länder i norra Europa

generellt kommer att få ett tillskott av arter (lokalt kan det dock bli en minskning på vissa ställen) medan de sydligare områdena i Europa kommer att få en reduktion av antal arter om klimatförändringarna förväntas bli två graders ökning. Detta innebär bl.a. att Sverige och Norden kan behöva ta ett internationellt ansvar för bevarandet av vissa arter. Det är därför också viktigt att se över hur mål om biologisk mångfald efter 2010 samverkar med andra miljömål, särskilt klimatpolicy post-Kyoto. Även Harrison m.fl. (2006) påpekar att eftersom olika arter kommer att påverkas på olika sätt av klimatförändringar är det viktigt att se över EU:s biologiska mångfalds policies för framtida bevarande av arter och habitat.

Det bör finnas flera möjligheter att implementera aktiviteter som drar nytta av synergier mellan Kyoto protokollet, konventionen om biologisk mångfald och bredare uthålliga utvecklingsmål (se t ex Kim 2004). Detta pågår internationellt, t ex inom UNEP, men man bör studera dessa möjligheter närmare för Sverige.

Resultat från det europeiska forskningsprogrammet ACCELERATES visar vikten av att markanvändning och biologisk mångfald behandlas gemensamt i policies och strategier för att

minska sårbarheten inför klimatförändringar. Förändringar i naturvård eller inom jordbruket kan påverka varandra både positivt och negativt (Rounsevell m.fl. 2006) varför det är viktigt att studera effekter mellan sektorer. Tvärsektoriellt och gränsöverskridande arbete kommer att krävas även för hanteringen av naturresurser där anpassningsarbete och implementering karakteriseras av institutionell samarbete och koordinering.

Då biologisk mångfald har analyserats utifrån antaganden om klimatförändringar, markanvändningsförändringar, fragmentering, kvävedeposition och förändrat skogsbruk visar resultaten att biologisk mångfald kommer att minska i samtliga EU-länder till 2030 (Verboom m.fl. 2007). De största bidragande faktorerna till denna minskning är urbanisering och ökade stressfaktorer vilket visar på vikten av noga genomtänkta naturvårdsstrategier som anpassas till framtida förhållanden på flera olika områden i samhället, lokalt, regional och globalt. Möjligheter och plattformar för flera olika aktörer inom fysiskt planering, ekologer, energisektorn, de areella näringarna, beslutsfattare och många andra bör skapas och vara en del av det institutionella anpassningsarbetet (jfr t.ex. resonemanget i Delbaere 2005).

Som exempel på redan existerande praktiska verktyg som skulle kunna användas är bl.a. miljökonsekvensbeskrivningar och strategiska miljöbedömningar. De är instrument och processer som redan har utvecklats för att inkorporera flera olika tekniker för beslutsfattande, värderingar, kriterier, indikatorer och uppföljning för miljöförändringar.

Nordiska ministerrådet (2005) föreslår följande fyra prioriterade områden för att möjliggöra klimatanpassning inom naturvården:

- 1) Forskning och kunskapsbyggande som noggrant övervakar utvecklingen av klimatförändringar och dess effekter och på så sätt bidrar till anpassningsinitiativ
- 2) Förslag till praktiska åtgärder som direkt eller indirekt stödjer utvecklingen av ekosystems resiliens, buffrande förmåga och anpassning.
- 3) Anpassning av lagar och regelverk som möjliggör ett mer önskvärt beteende och hantering som minskar klimatförändringar och dess negativa konsekvenser.
- 4) Etablerande av regionalt samarbete för att koordinera anpassningsarbete i strategier och övervakningssystem av klimatförändringar.

Naturreservat, korridorer och förflyttning av arter

Vissa naturvårdsåtgärder för att anpassa biologisk mångfald till klimatförändringar har diskuterats mer än andra. En förändring i klimat kommer att påverka artrikedom och utbredning vilket kan förändra värdet hos en viss yta för bevarande av arter och ekosystem (Burns & al, 2003; Rodrigues & Gaston, 2001). Därför krävs en diskussion om mer dynamisk, flexibel och interaktiv form av naturvård. Exempel på delar att beakta när naturreservat och lokala och regionala naturvårdsinitiativ utvecklas är: framtida klimat- och naturgeografiskgradients; storleken hos naturreservat; den topografiska representationen av området; och korridorer längs klimatgradients på mark som är lämplig och möjliggör för arter att migrera. Olika arter och organismer har olika krav på korridorer beroende på deras biologi och förmåga till förflyttning (jfr t.ex. teorier om biogeografi på öar Opdam & Wascher, 2004; Hannah & al., 2002).

För att uppnå ett godtagbart och fungerande bevarande av arter och habitat i ett förändrat klimat är det därför också viktigt att förvissa sig om "ekologiska kopplingar", internationellt samarbete och samordning för att bl.a. kunna etablera ekologiska korridorer mellan länder. Fuktig, lågt liggande mark skulle exempelvis kunna utformas och användas till korridorer. Att aktivt flytta arter och artificiell spridning kan också vara en strategi för att bevara vissa hotade arter i ett förändrat klimat. Det krävs dock mer forskning och en diskussion om riskerna med en sådan strategi.

Kan vi bygga naturvårdsstrategier på modellbaserade framtidsscenarioer?

Vissa forskare anser att de projektioner och modelleringar av framtida konsekvenser för biologisk mångfald är så varierande att de inte direkt går att använda som policyunderlag (Araujo & New 2006, Brooker m.fl. 2007). Andra, liksom vanligen beslutsfattare, menar att anpassning är nödvändig inte enbart för framtiden utan även för de negativa effekter som påverkar ekosystem idag. Ofta framhålls därtill att de anpassningsstrategier och åtgärder för att minska utsläpp och öka upptag av växthusgaser (*mitigation*) som tar hänsyn till miljö (inklusive biologisk mångfald), ekonomi och

sociala faktorer, är de som har den största potentialen för positiva synergier.

Rent allmänt torde det emellertid vara en högst befogad fråga, huruvida förutsägelser om klimateffekter på biologisk mångfald är tillräckligt säkra för att motivera anpassningsåtgärder för biologisk mångfald och nya naturvårdsstrategier idag.

Att vänta och se

Alternativet till att arbeta med förutsägelser är att övervaka förändringar i naturen och sätta in åtgärder när vi anser oss veta vad som håller på att hända, dvs. arbeta med adaptiv förvaltning. På många håll i Europa ser vi ökade insatser för miljöövervakning, vilka i Sverige delvis kommer till uttryck genom utveckling av miljömålsuppföljning. Fördelen med att bygga åtgärder på observerade förändringar är att vi undviker felsatsningar, nackdelen att vi inte alltid hinner komma igång i tid för att motverka oönskade effekter.

Att kombinera förutsägelser med övervakning

En tredje väg skulle kunna vara att redan idag försöka förutsäga effekter av klimatförändringar på biologisk mångfald för att genom det arbetet påvisa vilka aspekter av biologisk mångfald-förändringar som sannolikt kan förutsägas och vilka som troligen inte kan det. För de senare kan det vara lämpligt att invänta observerade förändringar, men modelleringsresultaten bör då ligga till grund för målinriktad övervakning, dvs. övervakning där man särskilt tittar efter vissa indikationer på klimateffekter. Utan sådan frågeställningsbaserad övervakning i klimatsammanhang är det stor risk att man missar de första indikationerna på förändringar.

Även säkerhetstänkande motiverar att man i många fall börjar anpassningsarbete baserat på förutsägelser, även om man lämpligen kompletterar med övervakning av i vilken utsträckning förutsägelseorna var korrekta.

Direkt tillämpbara kunskaper saknas

Denna studie har tydligt visat att det råder stor brist på direkt tillämpbar kunskap om sambanden mellan klimatförändringar och biologisk mångfald. Samtidigt har det blivit uppenbart att vi behöver relativt ingående kunskap om arter och deras miljöer för att kunna bedriva framgångsrik naturvård. Översiktliga antaganden räcker inte.

Vad gäller biologisk mångfald och markanvändning har sådan kunskap byggts upp sedan början av 1990-talet, men vad gäller klimat återstår det, som sagt, att göra. Det är dock vår bedömning att man i stor utsträckning kan bygga på befintlig kunskap, grundforskning, tillämpad forskning och praktisk naturvårdserfarenhet, analyserad och sammanställd i ett klimatsammanhang.

I det föregående har presenterats ett antal förslag till kunskapsuppbyggnad om biologisk mångfald och klimatförändringar. En stor del av förslagen (se sammanställning i tabell 2 nedan) går ut på att sammanställa befintlig kunskap och utvärdera/analysera den i specifika klimatsammanhang. Sådan utvärdering kommer utan tvivel i många fall att ge ett bra underlag för förutsägelser, medan den i andra fall kommer att påvisa allvarlig kunskapsbrist och behov av fältundersökningar. Följande förslag som presenteras i tabell 2 är exempel på utvärdering av befintlig kunskap som antagits ha stor betydelse för vår hantering av biologisk mångfald i ett klimatsammanhang.

Tabell 2 Sammanfattning av i rapporten föreslagna åtgärder

Förslag	Ekosystem/Sektor	Typ av åtgärd	Tidsomfattning			
			<1 år	1–3 år	3–10 år	>10 år
Huvudsakligen baserade på befintlig kunskap						
Se över ekonomiska, praktiska och ekologiska förutsättningar för olika bruksformer som kombinerar biobränsleproduktion med naturvård.	Jordbrukslandskapet; jordbruk; skogsbruk; naturvård; energi; forskning.	Utredning/kunskaps-sammanställning baserad på empiriska och teoretiska fallstudier.		√		
Effekter av biobränsleproduktion på skogens biologiska mångfald har behandlats av Skogsstyrelsen (2001), men det är angeläget att dels fördjupa utvärderingen regionvis (bl.a. baserat på de värdetrakter som utpekats i regionvisa strategier för skogsskydd), dels genomföra regionvis bedömning av effekter av produktionsformer som tillkommit sedan 2001.	Skog; skogsbruk; naturvård; energi; forskning.	Utredning baserad på empiriska och teoretiska fallstudier i kombination med tänkbara produktionsförändringar	√			
Sammanställ troliga effekter på biologisk mångfald av olika slags biobränsleproduktion i olika naturtyper i olika jordbrukslandskap. Väg effekterna mot andra värderingskriterier, som lönsamhet i biobränsleproduktion och jordbruk och eventuella andra alternativa nyttjandeformer.	Jordbrukslandskapet; jordbruk; naturvård; energi; forskning.	Utredning baserad på empiriska och teoretiska fallstudier i kombination med tänkbara produktionsförändringar.	√			
Kategorisera olika aspekter på biologisk mångfald i termer av hur de påverkas av klimatförändringar och nyttjande av naturresurser: 1. Påverkas starkt av klimatförändringar oavsett val av nytt. 2. Påverkas förhållandevis lite av klimatförändringar jämfört med nyttjande och nyttjandet förväntas inte förändras. 3. Klimatpåverkan förstärks av förväntade förändringar i nyttjande. 4. Klimatpåverkan motverkas av förväntade förändringar i nyttjande. 5. Klimatpåverkan kan motverkas genom val av viss markanvändning. 6. Klimatpåverkan erbjuder möjligheter att med rätt skötsel/markanvändning förbättra situationen för viss hotad biologisk mångfald.	Samtliga ekosystem; jordbruk; skogsbruk; rennäring; naturvård; forskning.	Utredning/kunskaps-sammanställning i samverkan med forskning.		√		

Förslag	Ekosystem/Sektor	Typ av åtgärd	Tidsomfattning			
			<1 år	1–3 år	3–10 år	>10 år
Forts. Huvudsakligen baserade på befintlig kunskap						
Gå igenom befintliga publicerade populationsstudier relevanta för svenska naturtyper och bedöm översiktligt studiernas generaliserbarhet. Sammanställ vilka klimatrelaterade parametrar som studerats och utvärdera möjligheterna att relatera parametrarna till biotopprocesser och klimatförändringar.	Samtliga ekosystem; forskning.	Kunskapssammanställning, bearbetning av befintlig kunskap.	√			
Gå igenom svenska naturtyper, exempelvis enligt klassificeringen i Natura 2000, på liknande sätt som beskrivits ovan för tre fjällbiotoper. Identifiera de avgörande processerna och förhållandena och bedöm deras relation till klimat och klimatförändringar, exempelvis genom att formulera frågor till klimatforskare. Bedöm även biotopers eventuella beroende av varandra samt identifiera behov av ny kunskap, kvalitativ och kvantitativ. Analysen görs lämpligen genom att kombinera biotopkunskap med kunskap om biotoptypiska arters krav.	Samtliga ekosystem; forskning.	Bearbetning av befintlig kunskap.		√		
Sammanställ kunskap om ekologiska effekter av medelvärden resp. extremvärden. Koppla sammanställningen till utvecklingen av biotopmodeller som föreslagits ovan. Arbetet är särskilt viktigt för vissa naturtyper.	Samtliga ekosystem (särskilt prioriterat är fjällen).	Kunskapssammanställning, bearbetning av befintlig kunskap.	√			
Sammanställ data från långliggande och potentiellt långliggande försök och utvärdera deras möjligheter i ett klimatsammanhang.	Samtliga ekosystem; forskning.	Kunskapssammanställning, bearbetning av befintlig kunskap.		√		
Sammanställ, bl.a. med hjälp av NOBANIS, potentiella problematiska arter enligt kategorierna ovan, bedöm deras relation till klimatförändringarna samt föreslå motverkande åtgärder eller anpassningsåtgärder. Sammanställningen bör inkludera att utvärdera olika arters påverkan på sin miljö i andra klimatregioner, detta för att exempelvis bedöma eventuellt ändrad potens hos skadeorganismer och konkurrensstarka vegetationsbildare, samt lista potentiella invasionsarter från andra klimatzoner.	Samtliga ekosystem; forskning.	Bearbetning av befintlig kunskap.		√		

Förslag	Ekosystem/Sektor	Typ av åtgärd	Tidsomfattning			
			<1 år	1–3 år	3–10 år	>10 år
Forts. Huvudsakligen baserade på befintlig kunskap						
Utred särskilt tänkbara effekter på nyckelarter (dvs. arter av särskild betydelse för andra arter), med avseende på befintlig kunskap och kunskapsluckor. Initiera forskningsprojekt där kunskapsluckor redan är kända, särskilt i fall där miljöövervakningsdata och andra fältdata redan finns.	Samtliga ekosystem; forskning.	Bearbetning av befintlig kunskap.		√		
Utteka, på basis av expertkunskap om arter (exempelvis genom ArtData-bankens expertkommittéer), starkt klimatberoende arter, exempelvis arter beroende av is, ange hur de kan antas påverkas av klimatförändringar samt föreslå åtgärder.	Samtliga ekosystem; forskning.	Bearbetning av befintlig kunskap.		√		
Utteka, på basis av expertkunskap om arter, arter med krav på livsmiljö som inte kan flytta sig, exempelvis kalkberoende arter, ange hur de kan antas påverkas av klimatförändringar samt föreslå åtgärder.	Samtliga ekosystem; forskning.	Bearbetning av befintlig kunskap		√		
Sammanställ kunskap om värmekrävande arters krav med avseende på medeltemperatur, vintertemperatur och solbetingad lokaltemperatur.	Samtliga ekosystem; forskning.	Bearbetning av befintlig kunskap, ev. kompletterad av fältstudier.			√	
Sätt samman listor över - Hotade arter regionalt i Sverige, i syfte att stödja 16:e miljömålet (arter skall förekomma livskraftigt i sina naturliga utredningsområden i Sverige) och att fånga in arter som hotas av ändrade utredningsområden till följd av klimatförändringar. - Ansvarsarter för Sverige (arter som är eller kan förväntas bli starkt hotade i andra länder) och för regioner (arter som är eller kan förväntas bli hotade i andra regioner).	Samtliga ekosystem; forskning	Bearbetning av befintlig kunskap			√	
Utvärdera rennärings resp. klimatrelaterade processers påverkan på biologisk mångfald, i syfte att hitta eventuella möjligheter att kompensera oönskade klimateffekter med ändrad markanvändning.	Fjällen; rennärings- naturvård; forskning.	Utredning/kunskaps-sammanställning i samverkan med forskning.			√	

Förslag	Ekosystem/Sektor	Typ av åtgärd	Tidsomfattning			
			<1 år	1–3 år	3–10 år	>10 år
Forts. Huvudsakligen baserade på befintlig kunskap						
Utvärdera, tillsammans med Norge, vilka effekter glaciärernas försvinnande/minskade utbredning skulle få på biologisk mångfald knuten till exempelvis jökälälvar, sippervatten och glaciärernas närområde.	Fjällen; naturvård; forskning.	Utreddning/kunskaps-sammanställning i sam-verkan med forskning.			√	
Undersök, genom kunskapssammanställning och fältundersökningar, positiva och negativa effekter av olika slags turismrelaterad markanvändning i fjällen, för att skapa underlag för prediktion och planering inför en eventuellt intensifierad vinterturism och mot bakgrund av ökad igen-växning i fjällbiotoper.	Fjällen; turismnäring; rennärning; naturvård; forskning.	Utreddning/kunskaps-sammanställning i sam-verkan med forskning.		√		
Sammanställ, utifrån bästa tillgängliga kunskap, vilka organism-grupper (taxonomiska och ekologiska) som kan tänkas ha naturliga spridningsvägar längs förväntade klimatgradienter, exempelvis syd-nord och mot högre altitud.	Samtliga ekosystem men fr.a. fjällen; naturvård; forskning.	Utreddning/kunskaps-sammanställning i sam-verkan med forskning.			√	
Sammanställ troliga effekter på biologisk mångfald av olika slags tänkbara anpassningar av skogsbruket till klimäförändringar, exempelvis kortare omloppstider, byte av träslag etc. Väg effekterna mot andra värderingskriterier, som lönsamhet i biobränsleproduktion och jordbruk och eventuella andra alternativa nyttjandeformer.	Skog; skogsbruk; naturvård; energi; forskning.	Utreddning baserad på befintlig kunskap i kombination med tänkbara produktionsförändringar.		√		
Utredd förutsättningslöst möjligheterna att nå uppsatta miljömål i skogen genom nuvarande skogsbruksmodell (stor andel produktionsskog och hänsyn vid skogsbruk) och en modell med större andel icke-brukad skog men högre intensitet i produktions-skogen.	Skog; skogsbruk; naturvård; forskning.	Utreddning baserad på befintlig kunskap i kombination med tänkbara produktionsförändringar		√		
Sammanställ kunskap om de detaljerade kraven hos vedlevande organismer, i första hand rödlistade arter, i syfte att förutsäga effekter av exempelvis ändrad fuktighet och temperatur.	Skog; skogsbruk; naturvård; forskning.	Kunskapssammanställning; bearbetning av befintlig kunskap.		√		
Kartlägg i vilka områden kustekosystem kan förväntas trängas mellan ett stigande hav och brukad eller bebyggd mark.	Stränder/våtmarker /kust; naturvård.	Fjärranalys, bearbetning.		√		

Förslag	Ekosystem/Sektor	Typ av åtgärd	Tidsomfattning			
			<1 år	1–3 år	3–10 år	>10 år
Forts. Huvudsakligen baserade på befintlig kunskap						
Sammanställ kunskap, eventuellt kompletterat med fältstudier, om hur extrem- och medelvärden i vattenstånd och is påverkar biologisk mångfald i strandbiotoper och akvatiska miljöer. Terrester markanvändning, exempelvis strandbete vägs in i effektbedömningen.	Stränder/våtmarker /kust; hav; naturvård; fiskerinäring; forskning.	Bearbetning av befintlig kunskap, fältstudier.			√	
Utvärdera vilka arter av havs- och kustfåglar, sälar, utter etc. som kan förväntas påverkas starkt av ändrad isläggning.	Stränder/våtmarker /kust; naturvård.	Bearbetning av befintlig kunskap.		√		
Genomför en särskild utredning om hur ett förändrat klimat direkt och indirekt förväntas påverka limnisk och marin fiskfauna.	Limniska och marina ekosystem; fiskerinäring; forskning.	Bearbetning av befintlig kunskap.			√	
Sammanställ troliga effekter på ekosystem och biologisk mångfald av tänkbara anpassningsåtgärder till högre vattenflöden, exempelvis invallning och reglering.						
Huvudsakligen baserade på ny kunskap						
Starta ett försök med reciprok transplantation av ett antal växter och eventuellt insekter längs gradienter för vilka vi kan förvänta oss förskjutningar (t.ex. sydliga populationer flyttas till nordgränsen, nordliga till utredningscentrum). Följ dessa med populationsmodeller kombinerat med biotopmodeller för att hitta begränsningsmekanismer.	I princip samtliga ekosystem, men vissa är prioriterade, t.ex. skog; naturvård; forskning.	Fältstudier.			√	
Undersök möjligheten att hitta kritiska gränsvärden i snötäckning, temperatur, fuktighet etc. genom att studera växtsamhällen längs höjd-, nord-syd- och öst-västgradienter i fjällen.	Fjällen; naturvård; forskning.	Bearbetning befintliga data (t.ex. vegetationstypskartering), fältstudier.			√	
Lägg upp försök för att undersöka vilken betydelse renbetet (i samspel med gnagarbete) har för vindblotteläside-snölegemosaiken i relation till betydelsen av vinterförhållanden. Resultatet har stor betydelse för våra möjligheter att med exempelvis ändrat renbetestryck påverka klimateffekterna på fjällhed.	Fjällen; rennäring; forskning.	Fältstudier.			√	

Förslag	Ekosystem/Sektor	Typ av åtgärd	Tidsomfattning			
			<1 år	1–3 år	3–10 år	>10 år
Forts. Huvudsakligen baserade på ny kunskap						
Undersök torvbildande våtmarker längs altitudgradienter i syfte att prediktera effekter av ändrade klimatförhållanden.	Våtmarker; fjäll; forskning.	Fältstudier.			√	
Undersök konkurrensförhållanden bland epifyter och i bottenkiktet längs fuktighetsgradienter i syfte att prediktera effekter av fuktigare /torrare klimat på kryptogamer och kärlväxter.	Fjäll; skog; jordbrukslandskap; forskning.	Fältstudier, bearbetning av befintlig kunskap.			√	
Kartlägg i några pilotområden lågt liggande skogsmark som kan förväntas bli svårbrukad vid ett blötare klimat. Undersök genom fältstudier vilka typer av sumpskog/våtmark som kan komma att bildas om de får utvecklas fritt. Använd resultatet för att planera skogsbruk och naturvård i denna typ av områden.	Skog; våtmarker; skogsbruk; naturvård; forskning.	Fältstudier kombinerade med landskapsplanering av skogsbruk.			√	
Kartlägg i några pilotområden lågt liggande jordbruksmark som kan förväntas bli svårbrukad vid ett blötare klimat. Undersök genom fältstudier vilka typer av sumpskog/våtmark som kan komma att bildas om de får utvecklas fritt. Använd resultatet för att planera jordbruk, biobränsleproduktion, vattenrening och naturvård i denna typ av områden.	Jordbrukslandskap; våtmarker; skogsmarker; naturvård; forskning.	Fältstudier kombinerade med landskapsplanering av jordbruk.			√	
Studera arter och processer i gräsmarker längs befintliga geografiska humiditetsgradienter, i syfte att prediktera framtida utbredning av gräsmarkstyper och arter samt att ge anvisningar för modifierad skötsel. Lämpligen utnyttjas även referenslandskap utomlands (t.ex. torra områden i Östeuropa) för detta arbete.	Jordbrukslandskap; jordbruk; naturvård; forskning.	Fältstudier och modellering.			√	
Studera reproduktionsfenologi i relation till hävd för gräsmarksarter längs befintliga klimatgradienter i Sverige, i syfte att prediktera effekter av tidigare vårar, varmare somrar etc.	Jordbrukslandskap; jordbruk; naturvård; forskning.	Fältstudier och modellering.			√	
Studera och beskriv arter, biotopstrukturer och processer i ett antal viktiga kustbiotoper längs en landhöjningsgradient från exempelvis södra Gästrikland till Skåne, i syfte att prediktera effekter av upphörd och reverserad strandlinjeförsjutning.	Stränder/våtmarker /kust; hav; naturvård; fiskerinäring; forskning.	Fältstudier.			√	

Förslag	Ekosystem/Sektor	Typ av åtgärd	Tidsomfattning			
			<1 år	1–3 år	3–10 år	>10 år
Miljöövervakning						
Se över och modifiera vid behov befintlig miljöövervakning, uppföljning av Natura 2000 samt miljömålsuppföljning med avseende på att riktat övervaka indikationer på klimatzändringar. Orsakssamband bör påvisas för att ligga till grund för åtgärder.	Samtliga ekosystem; naturvård; forskning.	Utredning, metodutveckling.		√		
Utveckling av nya arbetssätt och rutiner						
Ta fram rutiner för hantering av biologisk mångfald i arbete med anpassning till klimatzändringar. Arbetet innefattar bedömning av samordningsbehov mellan aktörer, regioner/nationer etc.	Myndigheter; forskning.	Utredning baserad på fallstudier.	√	√		
Ta fram rutiner för hur klimatzändringar hanteras i biologisk mångfald-sammanhang, exempelvis i existerande verktyg och riktlinjer och lagstiftning, som MKB och SMB. Arbetet innefattar bedömning av samordningsbehov mellan aktörer, regioner/nationer etc.	Myndigheter; forskning.	Utredning baserad på fallstudier.	√	√		
Utred synerier mellan Kyotoprotokollet, CBD och arbetet för uthållig utveckling.	Myndigheter; forskning.	Utredning baserad på fallstudier.		√		

Referenser

- Araujo, M.B. and New, M. 2006. Ensemble forecasting of species distributions. *Trends in Evolution and Ecology* 22(1): 42-47
- Bakkenes, M., Eickhout, B., Alkemade, R. 2006. Impacts of different climate stabilisation scenarios on plant species in Europe. *Global Environmental Change* 16: 19-28.
- Bergström, S., Hellström, S. och Andréasson, J. 2006. Nivåer och flöden i Vänerns och Mälarens vattensystem – Hydrologiskt underlag till Klimat- och sårbarhetsutredningen. SMHI Reports Hydrology No 20. SMHI, Norrköping, Sverige.
- Berry, P. M. Dawson, T. P., Harrison, P. A Pearson R. and Butt. N. 2003. The sensitivity and vulnerability of terrestrial habitats and species in Britain and Ireland to climate change. *Journal for Nature Conservation* 11(1):15-23.
- Björklund Olovsson M., Lennartsson T., Moen, J., Linkowski W. I. In press. Storslagen fjällmiljö, för vem? - En jämförelse mellan odlingslandskapets och fjällens miljömål. I Naturvårdsdjans avnämrbok, CBM)
- Blenckner, T., Omstedt A. and Rummukainen, M. 2002. A Swedish case study of contemporary and possible future consequences of climate change on lake function. *Aquatic Sciences* 64(2): 171-184
- Brooker, R.W., Travis, J.M.J., Clark, E.J. and Dytham, C. 2007. Modelling species' range shifts in a changing climate: The impacts of biotic interactions, dispersal distance and the rate of climate change. *Journal of Theoretical Biology* 245: 59-65.
- Burns, C.E. & al. 2003. Global climate change and mammalian species diversity in U.S. national parks, Proceedings of the National Academies of Sciences of the United States of America, 100: 11474-11477.
- Cairns, D.M. and Moen, J. 2004 Herbivory influences tree lines. *Journal of Ecology* 92(6):1019-1024
- Callaghan, T. V., Bjorn, L. O., Chernov, Y., Chapin, T., Christensen, T. R., Huntley, B., Ims, R. A., Johansson, M., Jolly, D., Jonasson, S., Matveyeva, N., Panikov, N., Oechel, W., Shaver, G., Elster, J., Henttonen, H., Laine, K., Taulavuori, K., Taulavuori E. and Zockler C. 2004. Biodiversity, distributions

- and adaptations of arctic species in the context of environmental change. *Ambio* 33(7), 404-417
- CBM 2004. Sveriges genomförande av konventionen för biologisk mångfald avseende främmande arter och genotyper, Centrum för biologisk mångfald, regeringsuppdrag 2002-03-21.
- Clapperton MJ, Kanashiro DA, Behan-Pelletier VM. 2002. Changes in abundance and diversity of micro-arthropods associated with Fescue Prairie grazing regimes. *Pedobiologia* 46:496-511.
- de Jong, J., Almstedt, M. (red.) 2004. Död ved i levande skogar, hur mycket behövs och hur kan målet nås? Naturvårdsverket Rapport 5413, Stockholm
- Delbaere, B. 2005. European Policy Review Biodiversity and climate change. *Journal for Nature Conservation* 13: 275—276
- Ecke, F. & Hörnfeldt, B. 2005. Vådan av varmare vintrar för sork och lämmel, Miljöforskning nr 5-6 05
- Edenhamn, P., Ekendahl, A., Lönn, M., Pamilo, P. 1999. Spridningsförmåga hos svenska växter och djur. Naturvårdsverket Rapport 4964.
- Elsasser, H. and Burki, R. 2002. Climate change as a threat to tourism in the Alps. *Climate Research* 20(3): 253-257
- Elven, R. 1990. Opublicerad fältkurstencil för Telemark och Oppdal. Oslo.
- Eriksson, H., Wallin, B. 2005. Påverkar energianvändning och biologisk mångfald – kommentar. I LUSTRA, årsrapport 2005, SLU/Repro, Uppsala
- Fankhauser & al. (1999) Weathering climate change: some simple rules to guide adaptation decisions. *Ecological Economics* 30: 67-78.
- Fjällfokus 2003. Storskaligt överbete i fjällen – en myt Fjällfokus 11:2003.
- Forbes, B. C., Fresco, N., Shvidenko, A., Danell K. and Chapin, F. S. 2004. Geographic variations in anthropogenic drivers that influence the vulnerability and resilience of social-ecological systems. *Ambio* 33(6): 377-382

- Fronzek, S., Luoto, M. and Carter, T.R. 2006. Potential effect of climate change on the distribution of palsa mires in subarctic Fennoscandia. *Climate Research* 32(1): 1-12
- Gustafsson 2006. Klimathotet och skogens biologiska mångfald. Skogsstyrelsen Rapport 6:2006
- Hannah, L. & al. (2002) Climate change-integrated conservation strategies. *Global Ecology & Biogeography*, 11(6): 485.
- Harrison, P.A, Berry, P.M. Butt N. and New, M. 2006. Modelling climate change impacts on species' distributions at the European scale: implications for conservation policy. *Environmental Science & Policy* 9: 116–128.
- Hoffmann, A.A. & Blows, M. W. 1994 Species borders: ecological and evolutionary perspectives. *Trends in Ecology and Evolution* 9: 223-227
- Huisman, J. Sharples, J., Stroom, J. M., Visser, P. M, Kardinaal, W. E. A., Verspagen J. M. H. and Sommeijer B. 2004. Changes in turbulent mixing shift competition for light between phytoplankton species. *Ecology* 85(11): 2960-2970
- IPCC WG II Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report. 2007. Climate Change 2007: Climate Change impacts, Adaptation and Vulnerability. Summary for Policymakers. Drafting Authors: Adger, N. m fl.. April 6th, 2007.
- IUCN 2005. Conserving biodiversity to cope with climate change - An overview of the issues
- Johansson, M., Christensen, T. R., Akerman H. J. and Callaghan, T. V. 2006. What determines the current presence or absence of permafrost in the Tornetrask region, a sub-arctic landscape in Northern Sweden? *Ambio* 35(4):190-197.
- Johansson, M.M., Kahma, K.K., Boman, H., Launianen, J. 2004. Scenarios for the sea level on the Finnish coast. *Boreal Env. Res.* 9:153-166
- Jonsell, B. 1990. Fjällendemism och annan endemism i Skandnaviens flora. *Blyttia* 48: 79-82.
- Karlsson, J., Jonsson A. and Jansson M. 2005. Productivity of high-latitude lakes: climate effect inferred from altitude gradient. *Global Change Biology* 11(5): 710-715

- Kim, J.A. 2004. Regime interplay: the case of biodiversity and climate change. *Global Environmental Change* 14: 315–324
- Kullman, L. 2003. Förändringar i fjällens växtvärld – effekter av ett varmare klimat. *Svensk botanisk tidskrift* 97:5)
- Lawrence, D.M. and Slater, A.G. 2005. A projection of severe near-surface permafrost degradation during the 21st century. *Geophysical Research Letters* 32(24):
- Lee, S. E., Press, M. C., Lee, J. A, Ingold T. and Kurttila, T. 2000. Regional effects of climate change on reindeer: a case study of the Muotkatunturi region in Finnish Lapland. *Polar Research* 19(1): 99-105.
- Lennartsson T. & J. Oostermeijer, J. G. B. 2001. Demographic variation and population viability in *Gentianella campestris*: effects of grassland management and environmental stochasticity. *Journal of Ecology* 89, 451-463.
- Lennartsson, T. & Vessby, K. 1996. Ledskärsområdet: naturvärden, vegetation och förslag till skötselplan. Upplandsstiftelsens stencilserie 1996:6.
- Lennartsson, T. 2000. Management and population viability of the pasture plant *Gentianella campestris*: The role of interactions between habitat factors. *Ecological Bulletins* 48: 111-121.
- Lennartsson, T. Linkowski, W. & Björklund M. In press. Biologisk mångfald i fjällbiotoper. I: Almstedt, M. & Ebenhard, T: Naturvårdskedjans AvnämARBok, Centrum för Biologisk Mångfald 2007.
- Lennartsson, T. Hoflin, M. 2005. Miljöersättningsrelaterade skötselproblem i naturbetesmarker, ett regionalt inspel om CAPs miljöeffekter. CBM och Upplandsstiftelsen.
- Lennartsson, T., Stighäll, K., Blom, G. & Mild, K. 2005. Landmiljöer i kust och skärgård. Naturvårdsverket Rapport 5482.
- Linkowski, W. Lennartsson, T. 2002. Biotopfragmentering och biologisk mångfald – en kunskapssammanställning. Jordbruksverket.
- Linkowski, W. I. & Lennartsson T. 2006. Renbete och biologisk mångfald. Dokumentation av seminarium. Länsstyrelsen i Norrbottens län, Rapport 16/2006.

- Linkowski, W. I. & Lennartsson T. 2006a. Renbete och biologisk mångfald. Kunskapssammanställning. Länsstyrelsen i Norrbottens län, Rapport 18/2006.
- Linkowski, W. I. & Lennartsson T. 2006b. Biologisk mångfald i fjällbjörkskog - en kunskapssammanställning. Länsstyrelsen i Norrbottens län, Rapport 2/2006.
- Linkowski, W. I., Lennartsson, T., Hörnberg, G., Ehnström, B. 2006. Naturvärden i fjällbjörkskog. Dokumentation av seminarium. Länsstyrelsen i Norrbottens län, Rapport 3/2006.
- Maracchi, G. Sirotenko, O. and Bindi, M. 2005. Impacts of present and future climate variability on agriculture and forestry in the temperate regions: Europe. *Climatic Change* 70(1-2):117-135.
- Meier, H. E. M., Doscher R. and Halkka A. 2004. Simulated distributions of Baltic Sea-ice in warming climate and consequences for the winter habitat of the Baltic ringed seal. *Ambio* 33(4-5): 249-256
- Menges, E. S. 2000. Applications of population viability analyses in plant conservation. *Ecological Bulletins* 48: 73-84.
- Metzger, M.J. Rounsevell, M.D.A., Acosta-Michlik, L., Leemans, , R., Schröter, D. 2006. The vulnerability of ecosystem services to land use change. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 114: 69-85
- MICE (2004) Modelling the impacts of climate extremes. EU-project.
- Millennium Ecosystem Assessment 2005. Ecosystems and human well-being. Biodiversity Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC
- Moen, J. 1, Aune1, K. Edenius,L and Angerbjoörn, A. 2004. Potential Effects of Climate Change on Treeline Position in the Swedish Mountains. *Ecology and Society* 9(1): 16
- Nilsson, C., Jansson, R., Ström, L. 2005. Våtmarkerna drabbas hårt. *Miljöforskning* 5-6 35-35
- Nogues-Bravo, D. Araujo, M.B. Erread, M.P. and Martinez-Rica . J.P. 2007. Exposure of global mountain systems to climate warming during the 21st Century. *Global Environmental Change In Press*

- Nordic Council of Ministers. 2005. Conservation of Nordic nature in a changing climate. Temanord 2005:572. Copenhagen, Denmark.
- Noss, R.F. 2001. Beyond Kyoto: Forest management in a time of rapid climate change. *Conservation Biology* 15(3): 578-590
- Ojaveer, E. and Lehtonen, H. 2001 Fish stocks in the Baltic Sea: finite or infinite resource? *Ambio* 30(4-5):217-221
- Olesen, J. E. and Bindi, M. 2002. Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy. *European Journal of Agronomy* 16(4): 239-262
- Pettorelli, N. , Weladji, R. B., Holand, O., Mysterud, A., Breie H. and Stenseth N. C. 2005. The relative role of winter and spring conditions: linking climate and landscape-scale plant phenology to alpine reindeer body mass. *Biology Letters* 1(1):24-26
- Ranius T, Kindvall O. 2006. Extinction risk of wood-living model species in forest landscapes as related to forest history and conservation strategy. *Landscape Ecology* 21: 687-698.).
- Rautiainen, P. 2006. Population biology of the *Primula sibirica* group species inhabiting frequently disturbed seashore meadows: implications for management. Thesis, Acta Universitatis Ouluensis, ASRN 453, Oulu
- Reid, H., Pisupati, B. and Baulch, H. 2004. 'How Biodiversity and Climate Change Interact' SciDev.Net BiodiversityDossier Policy Brief.
- Renaud, P.E., Ambrose, W.G., Vanreusel, A. and Clough, L.M. 2006. Nematode and macrofaunal diversity in central Arctic Ocean benthos. *Journal Of Experimental Marine Biology And Ecology* 330(1): 297-306
- Rodrigues, A.S.L. & Gaston, K.J. 2001. How large do reserve networks need to be? *Ecology Letters*, 4: 602
- Rounsevell, M. D. A., Berry, P. M. and Harrison, P. A. 2006. Future environmental change impacts on rural land use and biodiversity: a synthesis of the ACCELERATES project. *Environmental Science & Policy* 9(2):93-100
- Schröter, D. Cramer, W., Leemans, R., Prentice, I. C., Araujo, M. B., Arnell, N. W., Bondeau, A., Bugmann, H., Carter, T. R., Gracia, C. A., de la Vega-Leinert, A. C., Erhard, M. Ewert, F.,

Glendining, M., House, J. I., Kankaanpää, S., Klein, R. J. T., Lavorel, S., Lindner, M., Metzger, M. J., Meyer, J., Mitchell, T. D., Reginster, I., Rounsevell, M., Sabate, S., Sitch, S., Smith, B., Smith, J., Smith, P., Sykes, M. T., Thonicke, K., Thuiller, W., Tuck, G., Zaehle, S. and Zierl, B. 2005. Ecosystem service supply and vulnerability to global change in Europe. *Science* 310(5752):1333-1337

Secretariat on the Convention of Biological Diversity United Nations Environment Programme. Climate Change and Biodiversity Executive Summary of the report on Interlinkages Between Biological Diversity and Climate Change (CBD Technical Series no. 10 [2003]). <http://www.biodiv.org/programmes/cross-cutting/climate/interlinkages.asp?thm=bio> Accessed 2007-03-15

Skogsstyrelsen 2001. Skogsbränsle, hot eller möjlighet? – Vägledning till miljövänligt skogsbränsleuttag. Skogsstyrelsens förlag, Jönköping.

Thomas, C. D., Cameron, A., Green, R. E., Bakkenes, M., Beaumont, L. J., Collingham, Y. C., Erasmus, B. F. N., de Siqueira, M. F., Grainger, A., Hannah, L., Hughes, L., Huntley, B., van Jaarsveld, A. S., Midgley, G. F., Miles, L., Ortega-Huerta, M. A., Peterson, A. T., Phillips, O. L. and Williams, S. E. 2004. Extinction risk from climate change. *Nature* 427(6970), 145-148

Thuiller, W., Lavorel, S., Araujo, M. B., Sykes, M. T. and Prentice, I. C. 2005. Climate change threats to plant diversity in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 102(23): 8245-8250

UNEP 2006. Migratory species and climate change – Impacts of a changing environment on wild animals, United Nations Environment Programme and Convention on Migratory Species

van Wijk, M.T., Clemmensen, K.E., Shaver, G.R., Williams, M., Callaghan, T.V., Chapin III, F.S., Cornelissen, J.H., Gough, L., Hobbi, S.E., Jonasson, S., Lee, J.A., Michelsen, A., Press, M.C., Richardson, S.J., Rueth, H. 2003. Long-term ecosystem level experiments at Toolik Lake, Alaska, and at Abisko, Northern Sweden: generalizations and differences in ecosystem and plant

- type responses to global change. *Global Change Biology* 10: 105-123
- Wang, M. Y. and. Overland, J. E. 2004. Detecting arctic climate change using Koppen climate classification. *Climatic change* 67(1):43-62
- Weladji, R. B. and Holand, O. 2003 Global climate change and reindeer: effects of winter weather on the autumn weight and growth of calves. *Oecologia* 136(2):317-323
- Verboom, J., Alkemade, R., Klijna, J., Metzger, M.J., Reijnen, R. 2007. Combining biodiversity modeling with political and economic development scenarios for 25 EU countries. *Ecological Economics* In Press
- Wissman, J. 2006. Grazing Regimes and Plant Reproduction in Semi-Natural Grasslands. *Acta Universitatis Agriculturae Suecicae* 2006:40.
- Würsig, B., Reeves, R.R., Ortega-Ortiz, J.G. 2002. Global climate change and marine mammals. I: Evans, P.H.G. och Raga, J.A. (red) *Marine mammals – biology and conservation*. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York

Muntliga referenser

Joel Berglund, Upplandsstiftelsen
Jan-Olov Björklund, Naturvårdskonsult, fjärilsexpert
Torbjörn Ebenhard, Centrum för Biologisk mångfald
Urban Emanuelsson, Centrum för Biologisk mångfald
Jan Gustavsson, Jordbruksverket
Svante Hultengren, Naturcentrum AB
Ola Inghe, Naturvårdsverket
Gustav Johansson, Upplandsstiftelsen
Oskar Kindvall, ArtDatabanken
Karin Perhans, Inst. för Ekologi, SLU
Johan Persson, Upplandsstiftelsen
Lena Tranvik, ArtDatabanken och Naturvårdsverket

Klimatförändringar och resiliens –

Underlagsrapport till Klimat- och
sårbarhetsutredningen

Victor Galaz^{3,5} (koordinator), Emily Boyd^{1,5}, Anne-Sophie Crépin^{2,5}, Jon Norberg^{4,5}, Per Olsson^{3,5}

1. Environmental Change Institute, Oxford University Centre for the Environment.
2. Beijerinstitutet för ekologisk ekonomi, Kungliga Vetenskapsakademien.
3. Centrum för tvärvetenskaplig miljöforskning (CTM), Stockholms universitet.
4. Institutionen för Systemekologi, Stockholms universitet.
5. Stockholm Resilience Centre, Stockholms universitet

Underlagsrapport utarbetad för Klimat- och sårbarhetsutredningen, maj 2007

Innehåll

Sammanfattning för beslutsfattare	7
1 Från försiktighetsprincip till komplexitetsprincip	7
2 Från bevarandebiologi till förändringsbiologi	7
3 Utred en statlig innovationsfond.....	8
4 Utse en central klimatsamordnare.....	8
5 Skapa brobyggande organisationer och arenor för lärande	8
6 Genomför upprepade klimatutredningar	9
7 Överväg en partiöverbyggande kommission för globala miljöförändringar	9
8 Identifiera behovet för omställning.....	9
9 Utred effekten av traditionella ekonomiska styrmedel på dynamiska ekosystem	9
10 Utforma värderingsmetoder för ekosystemtjänster	10
Förord.....	11
Rapportens struktur	13
Tack till	13
Kapitel 1. Ekosystem, ekosystemtjänster och klimatförändringar	15
1.1 Ekosystemtjänster och klimatförändringar.....	15
1.2 Ekosystemtjänster som buffert mot klimatförändringar	17
1.3 Från ”naturen i balans” till ”naturen under förändring”	17
1.4 Vilken biologisk mångfald behövs i ett varmare klimat?	19
1.5 Östersjön och komplexitet i ljuset av klimatförändringar	21
1.6 Slutsatser.....	22

Kapitel 2. Samhällsstyrning och ekonomi under komplexitet och osäkerhet.....	24
2.1 Små förändringar kan få stora oväntade effekter.....	24
2.2 Ekonomiska styrmedel och värdering.....	25
2.3 Från samhällsstyrning under låg osäkerhet till abrupta förändringar under stor osäkerhet	27
2.4 Ekologiska överraskningar och politiska kriser.....	29
2.5 Storskaliga överraskningar med indirekta effekter för Sverige	31
 Kapitel 3. Hur förbereder vi oss? Anpassningspolitik och adaptiv styrning	32
3.1 Planerad eller oplanerad anpassning?	32
3.2 Nyckelaktörer och ansvar	34
3.3 Behovet av brobyggande organisationer	35
 Kapitel 4. Att stärka resiliens i praktiken – några praktiska metoder	38
4.1 Resiliensanalys	38
4.2 Exempel på praktiska tillämpningar	39
4.3 Snabba storskaliga överraskningar – att styra nätverk?	40
 Kapitel 5. När anpassning inte räcker till – från anpassning till omställning.....	42
5.1 Vad underlättar omställningar? Några insikter från forskningen.....	43
5.2 Omställningen i Kristianstad Vattenrike.....	44

Kapitel 6. Sammanfattande policy-rekommendationer	46
1 Från försiktighetsprincip till komplexitetsprincip	46
2 Från bevarandebiologi till förändringsbiologi	46
3 Utred en statlig innovationsfond.....	47
4 Utse en central klimatsamordnare.....	47
5 Skapa brobyggande organisationer och arenor för lärande	48
6 Genomför upprepade klimatutredningar	48
7 Överväg en partiöverbyggande kommission för globala miljöförändringar	49
8 Identifiera behovet för omställning.....	49
9 Utred effekten av traditionella ekonomiska styrmedel på komplexa ekosystem	50
10 Utforma värderingsmetoder för ekosystemtjänster	50
Referenser	51
Bilaga 1. Några viktiga definitioner.....	62
Globala miljöförändringar – inte bara klimatförändringar	62
Ekosystemtjänster – inte bara ekosystem.....	62
Social-ekologiska system	62
Resiliens	63
Adaptiv samförvaltning	63

Sammanfattning för beslutsfattare

Oavsett vad vi gör för att reducera utsläppen av växthusgaser kommer samhället under de kommande 20–50 åren att få uppleva en rad konsekvenser av klimatförändringar. Dessa kan drabba Sverige i huvudsak på tre olika sätt via: 1) direkta effekter i form av förändringar i temperatur, nederbörds mängd och extrema väderhändelser; 2) indirekta interna effekter på grund av klimatstyrda förändringar i våra ekosystem som påverkar deras förmåga att producera varor och tjänster; 3) indirekta externa effekter genom att globala miljöförändringar utlöser överraskande kriser utanför Sveriges gränser som påverkar svenska ekologiska, ekonomiska och sociala förhållanden. Klimatanpassning för minskad sårbarhet innebär således att både samhällets och ekosystemens förmåga att förbereda sig för, klara av, och återhämta sig från klimatrelaterade förändringar måste stärkas. Baserat på det senaste decenniets forskning kring globala miljöförändringar och s.k. komplexa social-ekologiska system presenterar vi följande tio konkreta förslag på hur detta kan gå till:

1 Från försiktighetsprincip till komplexitetsprincip

Komplexitetsprincipen lyfter fram behovet av en integrerad förståelse av mänskliga och ekologiska system, möjligheten för irreversibla och snabba förändringar hos ekologiska system, samt behovet av en samhällsorganisation som har en hög kapacitet att hantera hög osäkerhet och ständig förändring. Miljöpolitiskt beslutsfattande hos **Regering, Miljödepartementet samt berörda myndigheter** bör präglas av ett erkännande av denna komplexitetsprincip.

2 Från bevarandebiologi till förändringsbiologi

I ljuset av globala miljöförändringar och förväntade effekter av klimatförändringar bör tillståndet hos ekologiska system ses som i ständig förändring och som ett rörligt mål, snarare än som ett tillstånd i balans. Målet för naturvården och olika bevarandestrategier bör vara att säkra fortsatt produktion av ekosystemtjänster för mänsklig välfärd, samt att bygga resiliens för en lång-

siktigt hållbar utveckling. **Miljödepartementet** bör utreda konsekvenserna av ett sådant förändrat synsätt.

3 Utred en statlig innovationsfond

Klimatförändringar innebär inte bara en rad förutsägbara och direkta förändringar hos ekosystem, utan också en rad indirekta och svårförutsägbara effekter. Ett sätt att skapa en "kunskapsbuffert" mot dessa indirekta effekter är existensen av en mångfald av tekniska, ekologiska, sociala och administrativa initiativ för att förebygga konsekvenserna av klimatförändringar. Dessa så kallade innovationer kan skapa en kunskapsbas med viktiga erfarenheter som beslutsfattare kan använda sig av vid oväntade effekter av klimatförändringar. **Miljödepartementet** bör utreda möjligheten till en statlig innovationsfond som inkluderar en stark utvärderingsfunktion.

4 Utse en central klimatsamordnare

Den snabba vetenskapliga utvecklingen, mångfalden av initiativ från lokal till internationell nivå, samt den ökade uppmärksamheten från massmedia och allmänhet på klimatfrågan motiverar en central klimatsamordnare som kompletterar Regeringens tre initiativ i klimatfrågan. En central samordnare bör ha som uppgift att garantera en kontinuitet i klimatarbetet, identifiera långsiktiga trender, och underlätta en samordning av myndigheters arbete i ljuset av abrupta överraskande effekter av globala klimat- och miljöförändringar. **Regeringen** bör utse en central klimatsamordnare.

5 Skapa brobyggande organisationer och arenor för lärande

Internationell forskning visar att s.k. brobyggande organisationer och arenor för lärande spelar en nyckelroll för klimatanpassning och skyddet av ekosystem och ekosystemtjänster. Denna typ av organisationer och arenor saknas dock inom svensk förvaltning. **Regeringen** bör utreda hur denna typ av organisationer och arenor kan skapas och/eller stimuleras fram inom ramen för svensk förvaltning som en del av en nationell klimatanpassningspolitik.

6 Genomför upprepade klimatutredningar

Regeringen bör överväga att institutionalisera upprepade statliga utredningar om klimatförändringens direkta och indirekta effekter för Sverige. Detta motiveras av den snabba kunskapsutvecklingen i området, samt förekomsten av oväntade direkta och indirekta effekter av klimatförändringar i viktiga samhällssektorer. **Regeringen bör** överväga den modell som finns i Kalifornien med integrerade sårbarhetsutredningar, förslag på möjliga anpassningsåtgärder samt utvärdering av pågående arbete varannat år. **Miljödepartementet bör** initiera utredningar kring indirekta effekter av klimatförändringar för svensk miljö- och säkerhetspolitik då denna typ av effekter kan ha mycket stora följder för svenska intressen.

7 Överväg en partiöverbyggande kommission för globala miljöförändringar

Klimatfrågan utgör en enorm utmaning för politiskt beslutsfattande på grund av det långa tidsperspektivet och den höga graden av ekologisk, social och ekonomisk osäkerhet. **Regeringen bör** utreda möjligheterna till ett partiöverbyggande samarbete som skapar både politisk långsiktighet, men också en möjlighet att anpassa samarbetet till större ekonomiska, ekologiska och politiska förändringar.

8 Identifiera behovet för omställning

Klimatförändringar kräver inte bara en uttalad anpassningspolitik, utan även en strategi för omställning. Anledningen är att anpassning inte alltid är tillräckligt – eller möjligt – för att säkra ekonomisk, social eller ekologisk hållbarhet. **Miljödepartementet bör** utreda närmare vilka samhällssektorer och/eller regioner som kan vara i behov av omställning i ljuset av förväntade effekter av klimatförändringar.

9 Utred effekten av traditionella ekonomiska styrmedel på dynamiska ekosystem

Ekonomiska styrmedel är ett viktigt verktyg för att skydda ekosystem och ekosystemtjänster. System med tröskeeffekter innebär

dock att traditionellt beprövade styrmedel som utsläppsskatter nödvändigtvis inte fungerar som förutsett. **Miljödepartementet bör** utreda effekten av traditionella ekonomiska styrmedel på ekosystem med tröskeleffekter.

10 Utforma värderingsmetoder för ekosystemtjänster

Ekosystemtjänster är fundamentala för mänskligt välbefinnande och välfärd. En betydande del av samhällets framtida sårbarhet inför klimatförändringarna kommer att bero på minskad och mer osäker tillgång till ekosystemtjänster. Trots detta saknas idag värderingsmetoder för dessa tjänster. **Miljödepartementet bör** utreda möjligheten att göra ekonomiska värderingar av ekosystemtjänster, samt förväntade effekter på dessa i ljuset av klimatförändringar.

Förord

Klimatförändringar innebär en enorm utmaning för samhället. Hur kommer ekosystem och viktiga ekosystemtjänster att påverkas av en temperaturhöjning och andra effekter av globala miljöförändringar? Hur bygger vi en kapacitet att hantera osäkerhet, störningar, och chocker hos starkt sammankopplade och komplexa ekosystem? Och vilka praktiska ekonomiska och administrativa verktyg kan vi använda oss av för att förbereda oss för inte bara förutsägbara effekter, utan också snabba oväntade och ibland oåterkalleliga effekter? Denna rapport gör ett försök att besvara dessa frågor som är helt avgörande för att möta klimatutmaningen.

Denna underlagsrapport har tillkommit efter initiativ från forskare knutna till Centrum för tvärvetenskaplig miljöforskning (CTM) vid Stockholms universitet, och Beijerinstitutet för ekologisk ekonomi vid Kungliga Vetenskapsakademien. Samtliga arbetar dessutom inom ramen för det nybildade *Stockholm Resilience Centre*, Stockholms universitet. Texten är resultatet av ett tvärvetenskapligt arbete mellan ekologer, ekonomer, statsvetare, och forskare som befinner i gränslandet mellan samhällsvetenskap och naturvetenskap.

I denna rapport sammanfattar vi viktiga insikter från det senaste decenniets forskning kring globala miljöförändringar och vad som i litteraturen kallas komplexa social-ekologiska system. Insikter från denna forskning är fundamentala för att förstå samhällets och ekosystemens förmåga att hantera förändring och stress och fortsätta att utvecklas. Denna senare förmåga till både anpassning och förnyelse kallas inom forskarvärlden för *resiliens*.

Denna rapport skiljer sig från andra underlagsrapporter till Klimat- och sårbarhetsutredningen. Vi har tagit oss friheten att röra oss utanför utredningens direktiv för att fånga upp forskning som vi anser relevant för beslutsfattare, och den intresserade allmänheten. Detta innebär att vi ibland väljer att tala om globala miljöförändringar som är ett bredare begrepp som inte bara fångar in klimatförändringar, utan också andra globala trender som förlusten av biologisk mångfald, storskaliga förändringar i landskap, globala förändringar i vattnets kretslopp m.m. Anledningen till vår användning av detta bredare begrepp är att samhällets sårbarhet mot klimatförändringar i regel är resultatet av en rad samspelande sociala och ekologiska förändringar (se bilaga 1).

Arbetet med denna rapport har stötts av Swedish Water House genom dess klustergrupp *The Resilience and Freshwater Initiative*, Formas, Beijerinstitutet för ekologisk ekonomi, Centrum för tvärvetenskaplig miljöforskning (CTM), samt Stockholm Resilience Centre, Stockholms universitet. *Den analys och de rekommendationer som presenteras i rapporten tillhör dock de enskilda rapportförfattarna.*

Victor Galaz
Rapportkoordinator
Stockholm Resilience Centre, Stockholms universitet.
2007-06-11

Rapportens struktur

I det första kapitlet diskuterar vi vikten av de ”gratistjänster” som människan får från ekosystem, s.k. ekosystemtjänster. I denna del diskuterar vi också hur ekosystem svarar på förändring, särskilt i ljuset av globala miljöförändringar, samt hur en minskad och mer osäker tillgång till ekosystemtjänster kan bidra till ökad sårbarhet i samhället.

Kapitel 2 behandlar de utmaningar för samhällets organisering och styrning som följer av det faktum att ekosystem är dynamiska system under ständig förändring. Här diskuterar vi också vilka olika typer av förändringsprocesser samhällets institutioner måste klara av att hantera, samt några viktiga val politiska beslutsfattare ställs inför i valet av ekonomiska styrmedel och värderingsverktyg. I detta kapitel diskuterar vi också politiska och sociala utmaningar förknippade med abrupta ekologiska förändringar.

I kapitel 3 diskuterar vi möjliga centrala klimatanpassningsstrategier. Här presenteras några viktiga val samt erfarenheter från andra länder. Kapitlet analyserar också den viktiga roll som s.k. brobyggande organisationer spelar för att effektivt koppla ihop samhällsaktörer, och för att hantera osäkerhet och förändring. I kapitel 4 presenteras några konkreta strategier för att förstå och hantera resiliensen hos kopplade social-ekologiska system. Vi presenterar ett ramverk för att hantera störningar och förändring hos ekosystem, men också behovet av strategier för att hantera plötsliga negativa förändringar.

Kapitel 5 diskuterar behovet av omställning. Här diskuterar vi möjliga handlingsalternativ när anpassningsstrategier inte kan förväntas skapa social, ekonomisk eller ekologisk hållbarhet.

I rapportens sista kapitel presenterar vi tio konkreta förslag för att förbereda Sverige inför förväntade, och oväntade effekter av globala miljöförändringar.

Tack till

Ett stort tack till kollegor vid CTM, Beijerinstitutet, Albaeco, och naturresursgruppen vid institutionen för Systemekologi, Stockholms universitet. Ett särskilt tack till Elisabet Lindgren (CTM), Annette Löf (CTM) och Fredrik Moberg (Albaeco) för mycket

viktiga synpunkter och tillägg under arbetets gång. Finansiellt stöd har erhållits från Swedish Water House genom dess klustergrupp ”The Resilience and Freshwater Initiative”.

Kapitel 1. Ekosystem, ekosystemtjänster och klimatförändringar

För att säkerställa människans grundläggande behov krävs fungerande ekosystem. De tillgodoser mat- och bränsleproduktion, material för hus och förbrukningsvaror samt ger estetiska upplevelser, som förhöjer vår välfärd. Utredningen kommer i stora delar att analysera de viktigaste ekosystemtjänsterna som tillgodoses genom jord- och skogsbruk samt fiskenäringen i hav och sötvatten. Följande kapitel kommer därför inte att i detalj analysera dessa system, utan istället fokusera på hur ekosystem generellt fungerar, samt hur deras förmåga att upprätthålla processer som är viktiga för människans välfärd påverkas under förändring. Framförallt vill vi belysa hur en sådan förståelse bör påverka riktlinjer för miljöpolicy på nationell nivå.

1.1 Ekosystemtjänster och klimatförändringar

Begreppet ekosystemtjänster har fått ett mycket stort genomslag i forskarvärlden och bland beslutsfattare de senaste åren. Anledningen är att begreppet inte bara tydliggör ekosystemens fundamentala roll för mänskligt välfärd, utan också lyfter fram de ofta ignorerade men livsviktiga gratistjänster som människan får från ekosystem. Exempel på dessa "gratistjänster" är klimatreglering, vattenrening, matproduktion, kvävefixering, skydd mot jorderosion, och skydd mot extrema väderhändelser. Den globala FN-studien Millennium Ecosystem Assessment (MA) visar tydligt risken för att dessa tjänster – och därmed de samhällen som är beroende av dem – blir mer sårbara som ett resultat av globala miljöförändringar. Enligt MA kommer klimatförändringarna i slutet av århundradet att vara den enskilt viktigaste orsaken till att arter försvinner och att flödet av ekosystemtjänster till samhället minskar. Redan idag migrerar många arter från sina historiska utbredningsområden till kallare breddgrader. Den andra delen i FN:s klimatpanels (IPCC) fjärde rapport om klimatförändringar som släpptes i april 2007 förstärker den bilden och slår fast att det nu finns allt starkare vetenskapliga bevis för att den globala uppvärmningen kommer att leda till katastrofala förluster av arter världen över. Mellan 20 och 30 procent av alla arter riskerar att

utrotas om temperaturen stiger med 1,5 till 2,5 grader, vilket är den mera optimistiska prognosen för världens temperatur fram till slutet av det här århundradet.

Ett flertal andra vetenskapliga artiklar har på senare år också lyft fram klimatförändringars möjliga effekter på ekosystem och ekosystemtjänster. Leemans och Eickhouts modellanalys från 2004 visar till exempel hur även mindre temperaturförändringar (1–2 grader Celsius) får stora effekter för artsammansättning, ekosystem och landskap. Samma slutsats drar Malcolm et. al. (2006) som visar att två graders höjning av jordens medeltemperatur räcker för att tiotusentals växt- och djurarter på land ska utrotas. Resultatet blir en förlust av dessa systems kapacitet att upprätthålla viktiga ekosystemtjänster (Leemans & Eickhout 2004). Dagmar Schröter och kollegor kommer fram till en liknande slutsats för Europa (Schröter et. al. 2005). Förlust av biologisk mångfald kan dessutom göra ekosystem mer sårbara mot störningar och stress (Elmqvist et. al. 2003).

En rad studier (ex. Scheffer et. al. 2001) visar också att ekosystem sällan reagerar gradvis på successiva miljöförändringar. Ett ekosystem kan ofta verka opåverkat tills en störning får systemet att "flippa" över till ett oönskat tillstånd när vissa tröskelnivåer passeras. En klar sjö kan då plötsligt övergå till ett grumligt tillstånd med bottendöd, gräsmarker förvandlas till buskiga ökenlandskap och korallrev bli övervuxna av alger. Sådana ekosystemskiften kan vara nästan oåterkalleliga och drabba de näringar och samhällen som är beroende av de resurser och ekosystemtjänster som går förlorade hårt.

Kunskapen om förväntade effekter av klimatförändringar på ekosystem och ekosystemtjänster har följaktligen växt markant på senare år, inte minst tack vare tillgången till avancerade modeller (Clark et. al. 2001). Men en rad forskare lyfter fram de mycket stora osäkerheterna förknippade med dessa modeller. Anledningen är att dessa sällan fångar komplexa återkopplingsmekanismer, och interaktioner mellan system och olika skalnivåer. Resultatet blir att det finns en hög risk för att integrerade klimat – och ekosystemmodeller antingen innehåller stora osäkerheter vilket omöjliggör planerade anpassningsinitiativ (Higgins & Vellinga 2004, Cramer et. al. 2001) eller starkt underskattar negativa effekter på ekosystemtjänster (Schmitz et. al. 2003, Higgins et. al. 2002). Hur samhället och dess institutioner kan förbereda sig inför denna utmaning diskuterar vi i nästkommande kapitel.

1.2 Ekosystemtjänster som buffert mot klimatförändringar

Under 1990-talet drabbades fler än två miljarder människor av naturkatastrofer, till en kostnad av mer än 608 miljarder amerikanska dollar (Abramovitz, 2001). Det ökade antalet naturkatastrofer tros dels bero på att människan påverkat jordens klimat så att extrema väderfenomen blivit allt vanligare, och dels på att allt fler människor tvingas bosätta sig i sårbara områden. Men enligt Millennium Ecosystem Assessment (2005) beror en del av ökningen av antalet "naturkatastrofer" också på att vi människor försämrat ekosystemens förmåga att lindra effekten av naturkatastrofer. Det handlar t.ex. om ekosystemtjänster som att våtmarker och skogar kan buffra mot översvämningar, och mangrove-skogar, korallrev och andra kustnära ekosystem som skyddar kuster mot stora vågor i samband med stormar, orkaner och tsunamivågor. Genom att bevara ekosystemens förmåga att hantera stress och chocker (deras *resiliens*) hjälper vi dem således att skydda oss från naturkatastrofer.

1.3 Från "naturen i balans" till "naturen under förändring"

De organismer vi ser idag är resultatet av en kontinuerlig förändringsprocess av gener, arter, samhällen, hela ekosystem och biosfären som helhet. Förändringar har skett som svar på externa störningar eller interna förändringar av de ingående komponenterna av biosfären. Den enorma mångfald av gener, arter och ekosystem gör att det ofta finns flera av liknande sort som kan ta över om någon komponent, till exempel en fågelart eller en speciell gen, skulle försvinna. Man föreställer sig därför gärna att naturen är tålig och anpassningsbar, rentav motståndskraftig. Ett resultat av detta synsätt är att det kortsiktigt verkar som om de flesta ekosystem har ett "naturligt" tillstånd, mot vilket det strävar om man inte stör systemet för mycket. Det innebär att en enkel lösning på oönskade förändringar ter sig att vara att sluta med de aktiviteter som "stör" systemet för att få det att återhämta sig.

Synsättet "naturen i balans" kommer på sin höjd att vara ett rörligt mål och – i värsta fall ur policy-synpunkt – ett oförutsägbart tillstånd.

Mycket av klassisk förståelse om ekologiska system bygger på att störningar är externa, det vill säga påverkas utifrån. Den klassiska förståelsen bygger också på att det finns ett tillstånd där ekosystemet är i "balans" och att hälsa i ett ekosystem kan mätas i hur fort det återhämtar sig efter en störning. Själva benämningen "bevarandebiologi", eller "conservation ecology" som det heter inom internationell vetenskaplig terminologi, återspeglar detta synsätt. Den stora utmaningen ligger i att förändra detta synsätt till ett som återspeglar att människan är en del av ekosystemen och inte en "extern störning". Naturens "balans" kommer på sin höjd att vara ett rörligt mål och i värsta fall (ur policysynpunkt) ett oförutsägbart tillstånd.

En ytterligare svårighet ligger i det faktum att en återhämtning ibland inte sker, eftersom ekosystemet har förändrats i grunden. Det sker antingen genom förändringar i dess sammansättning eller genom att vissa processer har positiva återkopplingar, som gör att när det väl kommit igång så hjälper det inte att häva "störningen" eftersom de är självförstärkande (Folke et al 2004). Ett dramatiskt exempel på detta är Östersjöns övergång till ett övergött tillstånd, som låst sig på grund av att de genom årtiondena ackumulerade närsalterna i havsbottenarna frigörs ju mera övergödning det blir och således ytterligare förstärker övergödningen.

Den viktiga slutsatsen blir dock att det måste till en förändring av vår uppfattning av ekosystem från "naturen tillfälligt ur balans" till "naturen under förändring". Hanteringen av våra naturresurser bör inriktas på att förstå och underlätta önskvärda förändringar, medan vi identifierar och om möjligt aktivt begränsar oönskade förändringar. Att utgå från ett historiskt referenstillstånd blir ur detta perspektiv mycket svårt. Alternativet är att analysera olika potentiella framtida tillstånd och fundera över hur beslutsfattande kan bidra till att styra utvecklingen mot ett önskvärt tillstånd.



Människan är beroende av ekosystemens tillstånd för sin välfärd. Dessa system är dock inte statiska, utan befinner sig under ständig förändring.

1.4 Vilken biologisk mångfald behövs i ett varmare klimat?

Biologisk mångfald i skog uppskattas idag genom olika program och ligger sedan till grund för artlistor och kategorisering till olika hotklasser. Hotade arter påkallar ökad hänsyn inom förvaltningen samtidigt som Sveriges anslutning till den internationella konventionen om biologisk mångfald. Detta innebär att vi har förbundit oss att kontrollera, utrota eller hindra införseln av de främmande arter som hotar inhemska ekosystem, livsmiljöer eller arter.

Resultatet blir en lista över vad vi ser som den "naturliga" sammansättningen av arter och att förändringen av denna – antingen genom förlust av en art eller genom ett tillskott av en invaderande art – kräver åtgärder. Sätter man detta i relation till att vi om cirka 30–50 år kan ha ett helt annat klimat på våra breddgrader – något som mycket väl även kan medföra en i grunden ändrad markanvändning – så riskerar denna "bevarande strategi" att bli synner-

ligen ineffektiv. Med detta menas att strategin misslyckas med att uppnå målet att bevara skogens förmåga att både producera varor, i form av timmer, svamp och bär, men också att upprätthålla tjänster som vattenrening, klimatreglering och erosionskydd, samt en rad estetiska och rekreationsvärden.

Ett synsätt som baserar sig på att naturen är under förändring kräver att vi istället bör fråga oss vilka arter som "bör" försvinna, och vilka arter som "bör" tillåtas invadera. Samtidigt finns det "karaktärsarter", som är en del av vårt kulturarv och som detta resonemang alls inte ter sig optimalt för. Ett exempel på detta är att rödräv börjar invadera fjällrävens områden och tränger ut dessa (Tannerfeldt et al 2002). Trots att livsbetingelserna för fjällräven kanske inte kommer att vara optimala i Sverige inom en relativt snar framtid, så kan det vara motiverat att aktivt försöka behålla en fjällrävsstam, t.ex. genom jakt på rödräv i dessa områden.

Frågan om huruvida man skall underlätta nyetablering av icke inhemska arter eller avstå från skyddsåtgärder av hotade arter kompliceras naturligtvis ytterligare av att naturen i grunden har en komplexitet som överskrider vår förmåga att göra förutsägelser. Misslyckade försök med etablering av inhemska arter finns det många exempel på (Pimm 1989). Samtidigt ter det sig oundvikligt att klimatförändringar kommer att resultera i att många arter inte kommer att finnas kvar. Enligt konventionen om biologisk mångfald, som Sverige förbundit sig till, bör vi alltså kontrollera "främmande arter" som hotar inhemska ekosystem. För att upprätthålla biologisk mångfald som en försäkring mot framtida förändringar, krävs en debatt om huruvida begreppet "främmande arter" måste omformuleras.

Detsamma gäller vad som ska definieras som inhemska ekosystem. Är det de ekosystemen vi kan förväntas ha om 50–100 år, eller dem som vi har haft de senaste 100 åren? En annan svår fråga av moralisk art är huruvida människan aktivt bör påskynda denna förändringsprocess. Klart är i alla fall att detta kommer vara en naturlig del i den biologiska förändringsprocess under det kommande seklet då det blir lättare för "främmande arter" att etablera sig om lokala arter inte klarar det framtida klimatet.

1.5 Östersjön och komplexitet i ljuset av klimatförändringar

Östersjön har under lång tid påverkats av människan. De mest uppmärksammade effekterna har varit utsläpp av gifter, överfiske samt närsaltsutsläpp, vilka nu resulterar i algblomningar. Episoden med gifter som ackumulerades i näringskedjan och hotade att helt slå ut havsörnen på östkusten är ett exempel på en relativt enkel och linjär orsakskedja, där mängden gift man tillför med en viss tidsfördröjning hamnar hos organismer som är högst i näringskedjan och höll på att slå ut havsörnen. Det effektiva förbud som infördes mot utsläpp av PCB och DDT har gett tydliga resultat i samband med insatser för att öka överlevnaden hos ungfåglar, och en livskraftig stam av havsörn håller på att bildas igen. I detta fall verkar det ha räckt med att identifiera källan till störningen och reducera denna för att ekosystemet kunde återhämta sig, i linje med synen att naturen är i balans.

Till skillnad från miljögifter utgör övergödningen och utfiskningen av Östersjön en svårare utmaning. Anledningen är att de senare ändrar ekosystemens komplexa återkopplingar och funktion.

Betydligt värre ser det ut att vara med övergödningen och eventuellt även med fisket (Sternen et. al. 2006). Orsaken till

att dessa två miljöproblem är mera svårhanterliga är att grundproblemet – dvs. närsaltstillförsel och fiske – ändrar hur själva ekosystemen fungerar. Gifterna som slog ut havsörnen fungerar idag likadant som då. Men effekten av närsaltstillförsel är inte linjär om man ser till hela Östersjön, eftersom det idag finns betydligt mera närsalter i bottensedimenten än när övergödningen började (Carman & Wulff 1989). Majoriteten av närsalter som tillförts Östersjön har tidigare kommit från avrinning från omgivande land, och bidragit till plankton- och fiskproduktion och sedan bundits kemiskt i syrerika sediment. Idag verkar vi ha förlorat stora delar av denna ”renande” ekosystemtjänst och istället pumpar stora arealer av Östersjöns botten ut sediment i det fria vattnet och ökar därmed ytterligare övergödningen. Detta blir en självförstärkande effekt. Sedimentet binder närsalter så länge det finns syre, men friger närsalterna när syret tar slut.

En annan vanlig mekanism för sådana självförstärkande effekter är interaktioner mellan olika djur. De flesta djur är mindre när de föds än när de blir fertila och skaffar avkommor. Detta innebär att

de under en viktig period av livet är bytesdjur till djur som de eventuellt jagar som vuxna. En sådan födotriangel är inte ovanlig. I Östersjön illustreras detta av skarpsill och torsk (Harvey et. al. 2003). Skarpsillen är en del av den vuxna torskens föda. Men vuxna skarpsillar kan även äta ägg och yngel av torsk. Finns det mycket torsk (som för några årtionden sen) så kommer de att hålla nere beståndet av vuxen skarpsill, vilka då inte nämnvärt påverkar dödligheten av torskyngel. Om torsken minskar som idag, och skarpsillen växer sig stark, finns det risk att återväxten av torsk hämmas och skarpsillen därmed inte begränsas i samma grad. Här ser man alltså två tillstånd som kan förstärka sig själva, via en återkoppling.

Ovanpå detta kommer adaptiva förändringar som till exempel att ett högt fisketryck leder till att fiskarten börjar förändras genetiskt till att reproducera sig vid mindre storlekar (eftersom fisket oftast inriktar sig på de stora individerna) (Conover & Munch 2002). Detta förändrar också de inbördes relationerna mellan olika rov- och bytesdjur. Dessa förändringar är inget som nödvändigtvis återhämtar sig om man häver fisketrycket under en period. Liknande effekter har även kunnat påvisas i terrestra system. Dessa drivs ofta av specifika artinteraktioner, som mellan insekter och växter (tex. granbarkborre i Kanada och norra USA, Ludwig et. al. 1978) eller mellan betande däggdjur och trädpopulationer, vilket kan leda till indirekta effekter till exempel om betningen förändrar sammansättningen av arter från barr till löv eller från kvävefixerande till icke-fixerande (Danell et al 2003).

Konsekvenserna av detta är att det inte nödvändigtvis kommer att fungera med ett fiskestopp för torsk, eftersom det är möjligt att skarpsillen kan komma att "ta över" fisketrycket på torsk på yngelstadiet. Det viktiga är insikten att det inom ekosystem finns både fysikaliska samt biologiska återkopplingsmekanismer som gör att det inte alltid går – ens utan klimatförändring – att tro att naturen återhämtar sig om man häver den störande aktiviteten, eftersom man redan förändrat systemet i grunden.

1.6 Slutsatser

1) Fokus måste skifta från bevarande av befintlig biodiversitet till att skapa förutsättningar för lokala nyetableringar av önskade arter. Detta för att upprätthålla biodiversitet under ett scenario där vi kan förvänta oss att många lokala arter kommer att minska i antal. Att

upprätthålla biodiversitet under klimatförändringar bidrar till att öka anpassningsförmågan i ett växt/djursamhälle samtidigt som de buffrar mot framtida störningar.

2) Ett passivt sätt att underlätta nyetableringar är att se till att spridningskorridorer fungerar och att landskapet kan bilda ett effektivt nätverk av fungerande biotoper. Ett osäkerhetsmoment ligger i att det kan uppstå oförutsägbara artinteraktioner som kan vara negativa för vissa ekosystemtjänster. Med andra ord, en ökad frekvens nyetablering av arter garanterar inte att ekosystemtjänsters produktivitet och förmåga att klara störningar alltid ökar på kort sikt. Dock är det ganska väl underbyggt att biodiversitet generellt har positiv effekt både på produktivitet av ekologiska processer samt förmågan att buffra variationer i miljön. Det är viktigt att en tvärvetenskaplig grupp analyserar de etiska aspekterna på riktad och av bästa förmåga vetenskapligt underbyggd främjande av etablering av nya arter. Detta kommer naturligtvis att ske via de stora näringarna jord- och skogsbruk.

3) Det är ganska säkert att det kommer att bli fortsatt och eventuellt påskyndad förlust av lokala arter under de framtidsscenarier vi står inför. Önskade artinteraktioner kan komma att uppstå på grund av att naturlig biologisk kontroll blir mindre effektiv, till exempel om en insektsätande fågelart blir ovanlig kan vissa skadeinsekter få ökade antal epidemiska utbrott. En viktig insikt från komplexitetsforskningen och den nya förståelsen av ekosystemen är att det inte går att förutsäga alla möjliga effekter som kan uppstå inom ett system. Detta innebär att man måste vidga bredden på de framtidsscenarier man vill förbereda sig på. Till exempel så kan man skapa kontakter och utbyta erfarenheter med kunniga förvaltare och näringsidkare i närliggande länder vars klimat och ekosystem kan tänkas påminna om de förhållanden som kan komma att råda i framtiden. Detta för att bygga upp kunskap i förebyggande syfte för att på bästa sätt kunna hantera osäkerhet och överraskningar i form av t.ex. oväntade artetableringar, som ger stora negativa effekter, eller underlätta för sådana arter som kan vara till gagn i framtiden.

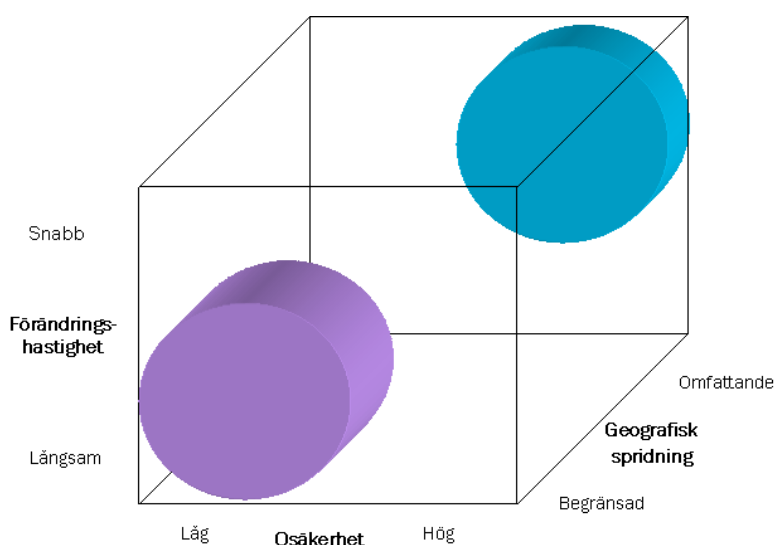
Kapitel 2. Samhällsstyrning och ekonomi under komplexitet och osäkerhet

Klimatförändringar innebär en stor utmaning för samhällets organisation på alla politiska nivåer, från lokal till internationell. Även om det globala samfundet lyckas samla sig kring kraftiga utsläppsminskningar enligt Kyotoprotokollet finns idag en konsensus om behovet av en uttalad anpassningspolitik för att hantera förväntade effekter av klimatförändringar (Pielke 1998, IPCC 2007). Denna måste klara av att hantera såväl irreversibla förändringar i klimatet som dess effekter på infrastruktur, ekosystem och samhället. I följande kapitel fokuserar vi särskilt på de organisatoriska, institutionella och ekonomiska följderna av den starka kopplingen mellan komplexa sociala och ekologiska system.

2.1 Små förändringar kan få stora oväntade effekter

Ekologiska system förändras, eller svarar inte på stress (t.ex. ökad medeltemperatur, ökade utsläpp, extrema väderhändelser) på ett linjärt eller förutsägbart sätt. Tvärtom kan även små störningar utlösa storskaliga och ibland irreversibla förändringar. Det senare är något som skapar mycket stora utmaningar för samhället och dess styrning, och är en punkt som vi kommer att återkomma till upprepade gånger i denna rapport.

Figur 2.1 illustrerar olika typer av förändringsprocesser som samhället och dess institutioner ställs inför, särskilt i ljuset av klimatförändringar. Figuren visar att det finns tre olika förändringsdimensioner att ta hänsyn till i utformningen av policy-initiativ: hastighet (snabb – långsam), geografisk spridning (begränsad – omfattande), samt graden av osäkerhet (låg – hög).

Figur 2.1 Olika former av förändringar i kopplade social-ekologiska system

Figuren illustrerar att det ofta inte bara är frågan om förändringar hos ekosystem med låg eller hög osäkerhet, utan att det även kan handla om förändringar som kan vara mycket snabba (hög förändringshastighet) och storskaliga (omfattande geografisk spridning). I vissa fall är dessa småskaliga (exempelvis en sjö), men i andra fall kan dessa förändringar vara storskaliga (ex. storskaliga landskap, sammanlänkade sjösystem). Dessa olika typer av förändringar kommer att kräva olika angreppssätt från beslutsfattare och myndigheter, något som vi diskuterar nedan.

2.2 Ekonomiska styrmedel och värdering

Två typer av åtgärder är nödvändiga för att kunna hantera klimatförändringar. Den första handlar om åtgärder för att förhindra att växthuseffekten förvärras ytterligare, och den andra för att hantera konsekvenserna av klimatförändringarna.

Åtgärder av den första typen kan underlättas genom olika typer av incitament som gynnar växthusgasneutrala aktiviteter och missgynnar aktiviteter som leder till ökade utsläpp av växthusgaser. Det kan t.ex. handla om bränsle- och utsläppsskatter, olika former

av stöd till ny teknik och till livsstilsförändringar som leder till minskad energiförbrukning. Vid val av incitament riktade mot åtgärder av typ 1 är det viktigt att man studerar eventuella biverkningar. Det kan exempelvis vara fördelaktigt med incitament som inte tvingar till användning av en specifik ny teknik som i framtiden kan visa sig ha nackdelar som nu är okända. Det finns redan en uppsjö av olika typer av incitament för att underlätta åtgärder av typ 1.

De flesta studier av ekonomiska styrmedel ignorerar dock tröskeleffekter i ekosystem. Detta innebär att traditionellt väl beprövade styrmedel som utsläppsskatter kanske inte fungerar som förväntat.

En svårighet ligger här i att hitta en politisk konsensus kring den arsenal av incitament som bäst kommer att kunna uppnå målet om att dämpa klimatuppvärmningen.

En annan svårighet är att finna stöd bland allmänheten för denna typ av incitament. På kort sikt leder de nästan enbart till ökade kostnader medan de önskade effekterna och därmed intäkterna av denna typ av åtgärder ofta inträffar först efter många år. Ytterligare en aspekt som försvårar legitimiteten hos den typen av incitament är att deras långsiktiga positiva effekter är avhängiga av att en majoritet av länder också sätter in liknande åtgärder. Uppgiften är dock inte helt omöjlig. Hanteringen på nationell och internationell nivå av utsläpp av klorfluorkarboner (CFC) och det s.k. ozonhålet, visar att det är fullt möjligt att hitta fungerande lösningar. Det finns tyvärr indikationer på att klimatförändringarna till sin natur är svårare att lösa bland annat på grund av bristen på internationell konsensus (Barrett 2003).

Åtgärder av den andra typen handlar däremot snarare om att bygga upp en lämplig beredskap för att kunna hantera både långsamma men också snabba, och ibland oväntade förändringar. Här kan det handla om så vitt skilda saker som att kunna hantera en ökad frekvens av extremväder, kompensera för förlusten av ekosystemtjänster, eller åtgärder för att hantera följderna av plötsliga översvämningar.

Valet av styrmedel är alltså avgörande för framtida möjligheter. Emellertid ignorerar de flesta studier av ekonomiska styrmedel tröskeleffekter i ekosystem trots att väl beprövade styrmedel riskerar att inte fungera som förväntat (ex. Mäler et. al. 2003). Bristen på hänsyn till tröskeleffekter gör också att möjligheten till oåterkalleliga skiften till tillstånd med lägre social välfärd, aldrig kvantifieras eller värderas. Varor och tjänster som inte är prissatta på en

marknad eller via ekonomiska incitament (skatter, subventioner, mm) blir osynliga för människor som därför tenderar att inte ta hänsyn till dem i sina dagliga beslut. Oavsett förekomsten av trösklar medför dessutom osäkerhet och brist på kunskap att ekosystemtjänster är svåra att kvantifiera och värdera. På flera håll i världen görs dock ansatser för att kvantifiera och värdera ekosystemtjänster (t.ex. studier av avrinningsområdet Goulburn Broken i Australien, och ekosystemtjänster i Stockholms län i Sverige¹), men det finns behov av mer forskning i fältet.

2.3 Från samhällsstyrning under låg osäkerhet till abrupta förändringar under stor osäkerhet

Samhället verkar i regel ha en hög förmåga att hantera långsamma förändringar med låg osäkerhet (lila cirkeln i figur 2.1). Vanliga strategier för den här typen av förändringar är ny lagstiftning, samhällsplanering och åtgärdsplaner. Exempel här är kommunala översiktsplaneringar för att hantera demografiska och ekonomiska förändringar. Klimatförändringar lägger dock på ytterligare ett lager av komplexitet genom att skapa stora osäkerheter genom indirekta, och svårförutsägbara effekter på ekosystem, samhälls-ekonomi, och säkerhet. Dessa förändringar kan hanteras med hjälp av avancerade klimatmodeller och scenarioplanering. Ett konkret exempel är användningen av integrerade hydrologiska och meteorologiska modeller (ex. Andreasson et. al. 2004) som kan bidra till kontinuerliga dialoger med intressenter samt uppdateringar av vattenplaner inom ramen för svensk vattenförvaltning.

Samhället har också rutiner för att hantera plötsliga, men delvis förutsägbara förändringar. Ett exempel på detta är krisberedskapen som finns på en rad nivåer för att mildra effekterna av större olyckor som t.ex. trafikolyckor, elavbrott eller större bränder.

Mycket pekar dock på att komplexiteten och den starka kopplingen mellan ekologiska, sociala och ekonomiska system kan leda till mycket snabba, storskaliga och oväntade och ibland också irreversibla förändringar (blåa cirkeln i figur 2.1). Den här typen av förändringar som kallas för "översraskningar" (Schneider et. al. 1998, Schneider 2004, Streets & Glantz 2000) skiljer sig från det som vanligen kallas för risk. Dessa utgör en mycket stor utmaning

¹ Se Anderies, m.fl. (2006) och <http://www.webforum.com/TWAP/home>.

för samhällsstyrningen då beslutsfattande måste ske relativt snabbt, och dessutom under stor ekologisk och social osäkerhet. En ytterligare komplikation är att samordningen mellan myndigheter och berörda intressenter måste ske innan kritiska trösklar hos ekosystem har passerats (Galaz et. al. 2007).

Exempel på överraskningar i småskaliga system saknas inte. Exempel på detta den snabba spridningen av barkborre som angripit en miljon kubikmeter stående skog (Skogsstyrelsen 2006) i efterspelet efter stormen Gudrun i Sverige. Ett annat är de förändringar i vattenkvalitet som uppmätts i områden som drabbades hårdast av Gudrun på grund av ett ökat läckage av kväve av kvicksilver från stormdrabbad mark (Skogsstyrelsen 2006b). Andra exempel är: spridning av subtropiska cyanobakterier och därmed återkommande förluster av viktiga färskvattenresurser (Great Lakes och sjösystem i norra Mississippi, se St. Armand 2002 och Chorus et. al. 2000), eller massdöd av sjögräs i Floridas kust (Gunderson 2001). Överraskningar i storskaliga system saknas inte heller i litteraturen. Några exempel här är ändringar i regionala klimatmönster på grund av jordbrukets utbredning (Ramankutty et. al. 2006); koleraepidemier och plötsliga fiskekollaps i Latinamerika som utlöses av regionala klimatförändringar (El Niño-Southern Oscillation, se Pascual et. al. 2000, Patz 2002); snabba förändringar i klimatsystemet (inom 10 år, se Taylor 1999, Schneider 2004), eller döda havsbottnar i Mexikos östkust (Kaiser 1996, Diaz 2001).²

Den starka kopplingen mellan ekologiska, sociala och ekonomiska system kan leda till snabba, oväntade och ibland också irreversibla förändringar.

Den politiska styrningsutmaningen påminner i stora drag om spridningen av epidemier som fågelinfluensan, mul- och klövsjukan och Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE eller "galna ksjukan"). Parallellen kan tyckas överdriven men likheten finns i tendensen hos epidemier att uppkomma överraskande, den höga graden av vetenskaplig osäkerhet, risken för att passera kritiska trösklar, samt i dess ekonomiska och ibland politiska återverkningar.

För en beslutsfattare som står inför abrupta förändringar är det viktigt att se till både kortsiktiga och långsiktiga effekter av olika åtgärder och balansera olika intressen. I en sådan situation är det

² För fler exempel, se Resilience Alliance internetbaserade databas: <http://www.resalliance.org/index.php?id=183>.

inte fruktbart att enbart ställa olika åtgärder mot varandra och bestämma sig för en av dem. Snabba tekniska lösningar till exempel, har ofta fördelen att de är relativt billiga och har snabba mätbara effekter. De sätts i kontrast mot mer permanenta lösningar som kan vara relativt kostsamma och vars fördelar kanske visar sig först på lång sikt. Istället för att välja mellan dessa två helt olika typer av lösningar kan ett klokt beslut vara att sätta in en mångfald av åtgärder där vissa syftar till att hantera de kortsiktiga effekterna av problemet medan andra angriper orsaken till problemet.

2.4 Ekologiska överraskningar och politiska kriser

Ekologiska kriser förblir alltmer sällan en angelägenhet för ekologer. Tvärtom visar det sig när vi tittar över längre tidsskalor, att dessa kriser ofta sprids till sociala och ekonomiska system. En plötslig och oväntad torka kan exempelvis leda till allvarliga och irreversibla förändringar i människors försörjningsmöjligheter, utlösa snabba hälsoförsämringar, leda till migration, politisk oro, konflikter och ytterligare påfrestningar för redan svaga stater (Young et. al. 2006, Duit & Galaz 2007).

Det finns starka indikationer på att fattiga länder drabbas hårdare av naturkatastrofer (Toya & Skidmore 2007, Re Munich 2006, IPCC 2007) men risken för spridning av ekologiska kriser till socioekonomiska system är inte enbart ett problem för utvecklingsländer. Modern riskforskning visar nämligen upp en rad exempel på hur kriser i utvecklade stater oväntat kan utvecklas till "megakriser" som i slutändan underminerar människors förtroende för staten som helhet (Boin et. al. 2003, Boin 2004). I värsta fall kan felaktiga beslut från nyckelaktörer i förvaltningen förvärra snarare än mildra de sociala, ekologiska, ekonomiska och politiska effekterna av en ekologisk kris (Holling & Meffe 1998, Pidgeon et. al. 2003, Waugh 2006).

I värsta fall kan felaktiga beslut från nyckelaktörer i förvaltningen förvärra snarare än mildra de sociala, ekologiska, ekonomiska och politiska effekterna av en ekologisk kris..

Mekanismen kallas bland riskforskare för "social förstärkning" av kriser. Denna innebär kortfattat att massmedia, organisationer, experter och allmänheten hamnar i en ond cirkel av bristande och kommunikation, växande missförtroende, och kännbara politiska

och ekonomiska skadeverkningar (Pidgeon et. al. 2003, Petts et. al. 2000, Smith & McCloskey 1998).

När beslutsfattare ställs inför snabba katastrofliknande förändringar som orkanen Katrina eller den plötsliga skogsdöden under 80-talet är provisoriska tekniska lösningar vanliga. Sterner et al (2006) diskuterar förutsättningarna för att den typen av lösningar ska kunna lyckas och visar exempel på mer eller mindre lyckade snabba åtgärder. Det finns många exempel på misslyckade snabba tekniska lösningar. I värsta fall kan denna typ av lösning visa sig vara så olämplig att den bara skjuter fram och kanske t.o.m. förvärrar situationen på lång sikt. Under 1900-talet reglerade man exempelvis Mississippifloden i flera omgångar. Avsikten var att förebygga återkommande översvämningar men det visade sig ha starkt bidragit till att effekterna av orkanen Katrina 2005 blev så omfattande (Barry 1998, Cutter et. al. 2006). Ett annat exempel är den intensiva debatt, och det nationella och internationella politiska efterspel som följt upptäckten av BSE (s.k. ”galna kossjukan”) i Storbritannien under 1990-talet (Eldridge & Reilly 2003, Miller 1999).

Den svenska Krisberedskapsmyndigheten och forskare vid CRISMART har stor erfarenhet och en djup förståelse för de sociala, organisatoriska och politiska processer som bidrar till stor-skaliga kriser. Det unika som det senaste decenniets tvärvetenskapliga forskning kring social-ekologiska system lyfter fram är dock att klimatförändringar riskerar att dels ytterligare underminera resiliensen hos viktiga ekosystem, dels utsätta dessa för återupprepade chocker (jmf. Nyström et. al. 2000, Paine et. al. 1998). Dessa samspelande förändringar leder till att ekosystem kan skifta irreversibelt med stora ekonomiska och sociala kostnader som följd. Till skillnad från kriser som utlöses av stora elavbrott eller översvämningar, så riskerar de skiften som sker i ekosystem att gå i ”baklås”. Exempelen på den här typen av ekosystemskiften har blivit alltfler de senaste åren (Folke m.fl. 2004). De har medfört en ökad insikt om att det är bättre och mer kostnadseffektivt att vara proaktiv än att försöka restaurera ekosystem eller ersätta ekosystemtjänster med teknik när skadan redan är skedd.

2.5 Storskaliga överraskningar med indirekta effekter för Sverige

De potentiellt snabba och irreversibla förändringar som beskrevs ovan har sitt ursprung i den starka kopplingen mellan sociala och ekologiska system längs en rad olika skalor, från lokalt till globalt (Gunderson & Holling 2002). Dessa typer av förändringar är vanliga i social-ekologiska system men mycket svåra att förutsäga exakt, även med mycket avancerade datormodeller.

Klimatförändringarna kan drabba Sverige i huvudsak på tre olika sätt via: 1) direkta effekter i form av förändringar i temperatur, nederbördsmonster och extrema väderhändelser; 2) indirekta interna effekter på grund av klimatstyrda förändringar i våra ekosystem som påverkar deras förmåga att producera varor och tjänster; 3) indirekta externa effekter genom att globala miljöförändringar utlöser överraskande kriser utanför Sveriges gränser som indirekt påverkar svenska ekologiska, ekonomiska och sociala förhållanden.

Det kan verka omöjligt att förutse exakt vilka dessa överraskningar blir, men Schneider et. al. 1998, och Stern 2007 skissar på en lista av potentiella kandidater som sträcker sig från ekologiska till säkerhetspolitiska överraskningar. Dessa senare publikationer visar på möjliga omfattande konsekvenser som sträcker sig klart bortom Klimat- och sårbarhetsutredningens direktiv, och Miljödepartementets ansvarsområde. Miljödepartementet och/eller Hållbarhetskommisionen bör trots detta initiera utredningar kring indirekta externa effekter av klimatförändringar för svensk miljö- och säkerhetspolitik då denna typ av följder kan vara mycket omfattande.

Kapitel 3. Hur förbereder vi oss? Anpassningspolitik och adaptiv styrning

Anpassning till de förväntade effekterna av klimatförändringar verkar ofrånkomligt. Oavsett vad vi gör för att reducera utsläppen av växthusgaser kommer samhället under de kommande 20–50 åren att få uppleva konsekvenserna av klimatförändringar. Trots denna kunskap finns i dagsläget ingen nationell anpassningsstrategi i Sverige (Miljödepartementet 2005:88). Anpassningsstrategier inom sektorer som skogsbruk, fysisk planering och infrastruktur, energi-produktion och konsumtion, samt turism är få, disparata och saknar central koordination (Miljödepartementet 2005). Några mindre initiativ har även gjorts i relation till översvämningskatastrofer (Swedish Climate Strategy 2004).

Situationen är dock densamma över hela Europa, något som noterades i en workshop om klimatanpassning under Storbritanniens EU-ordförandeskap: ‘... [medan] en ökande kunskap finns om de potentiella effekterna inom vissa sektorer, har få europeiska medlemsstater undersökt behovet för anpassning för att minska sin sårbarhet och för att öka sin resiliens mot effekterna av klimatförändringar (McKenzie Hedger & Corfee-Morlot 2006:iv). Det pågår dock initiativ på EU-nivå för att definiera en anpassningsstrategi inom ramen för Europasamarbetet (exempelvis det pågående arbetet med ett s.k. ”Green Paper” om klimatanpassning som presenteras under 2007).

I följande kapitel diskuterar vi vad centrala beslutsfattare och myndigheter bör tänka på i utformandet av en klimatanpassningspolitik. Vi lyfter fram några nyckelfrågor, men också konkreta exempel på nya organisatoriska lösningar som kan bidra till att skapa en högre beredskap mot de förväntade effekterna av klimatförändringar.

3.1 Planerad eller oplanerad anpassning?

Klimatanpassning innebär att förbereda sig för, klara av, och återhämta sig från klimatrelaterade förändringar (Tompkins et al. 2005b). En viktig del av klimatanpassning är att fatta politiska beslut som leder till organisationsförändringar eller förändringar i beteende hos enskilda individer eller organiserade samhällsaktörer

(Tompkins et al. 2005b). Olika typer av planer behövs för långsamma och snabba förändringar (se figur 2.1.) Den mänskliga kostnaden av att inte ha någon uttalad anpassningspolitik kan vara mycket hög. I Frankrike dog över 15 000 personer år 2003 av värmeböljan på grund av bristande förberedelse i hälsovården (WHO opublicerat, Elisabet Lindgren *pers. komm.*).

Det är viktigt att inse att en viktig del av klimatanpassningen i ett samhälle kan ske utan central planering, och dessutom utan att ha någon direkt relation till klimatförändringar.

Anpassning till klimatförändringar kan vara centralt planerad eller oplanerad. Planerade initiativ inkluderar sektorsvisa handlingsplaner och strategier som specifikt behandlar effekterna av klimat-

Det är viktigt att inse att en viktig del av klimatanpassningen i ett samhälle kan ske utan central planering, och dessutom utan att ha någon direkt relation till klimatförändringar.

förändringar, medan oplanerade anpassningar är åtgärder vilka ofta betecknas som s.k. 'no regret options'. Ett exempel på det senare är byggandet av Thames-barriären i London. Barriären byggdes inte med klimatförändringar i åtanke men har visat sig ha klar nytta i förhållande till dessa (Tompkins, Boyd et al. 2005a). Exempel på planerad anpassning är att bygga infrastruktur som är "klimatvänlig". Ett exempel i Storbritannien kallas "managed coastal realignment" som är ett försök att skydda kustområden mot en höjning av havsvattennivåer, och relaterade risker (IPCC 2001). Fördelen med planerad anpassning är den minskade risken för allvarliga effekter av klimatförändringar.

Det är dock viktigt att inse att en viktig del av klimatanpassningen i ett samhälle kan ske utan central planering, och dessutom utan att ha en direkt relation till klimatförändringar. Studier av klimatanpassning i Storbritannien visar till exempel att få anpassningar skedde enbart med klimatförändringar i åtanke utan även med ekonomiska besparingar och tvingande lagstiftning (Tompkins et al. 2005a).

Det räcker dock inte enbart med planering, utan det krävs också effektiva medel för att implementera planer (Tompkins et al. 2005b). Det är därför nödvändigt att beslutsfattare tänker på vilka slags anpassningar som behövs för att underlätta allt från ny infrastruktur, forskningsstrategier, till incitament för enskilda individer att t.ex. bygga klimatanpassade hus.

3.2 Nyckelaktörer och ansvar

Erfarenheter från andra länder visar att det är viktigt att beakta en rad strategiska frågor inom statsförvaltningen. Corfee-Morlot föreslår följande ramverk för att förstå de frågor som är viktiga för anpassningsstrategier inför klimatförändringar³. Tabellen återger information från en workshop om anpassning, förvaltning och vilka specifika roller, funktioner, och ansvar som tillförs olika nivåer av förvaltningen inom EU.

Tabell 3.1 Strategiska frågor inom statsförvaltningen med avseende på klimatanpassning (efter Corfee-Morlot 2005)

	Lokalt	Regionalt	Nationellt
<i>Vilka är nyckelaktörerna?</i>	Nyckelaktörer inom den privata sektorn samt icke-statliga organisationer som ansvarar för planering, bevarande och andra lokala miljöfrågor?	Nyckelaktörer på regional nivå	Nyckelaktörer på nationell nivå
<i>Vilka är deras roller och ansvarsområden?</i>	Vilka är de uttalat lokala ansvarsområdena, rollerna och förvaltningsstrategierna: lokala anpassningsåtgärder; handlingar; tillgänglig information?	Vilka är de uttalat regionala ansvarsområdena, rollerna och förvaltningsstrategierna?	Nationell lagstiftning och handlingsplaner som styr lokala åtgärder, nationella åtgärder, tidsramar, finansiering.
<i>Hur ser riskernas karaktär ut samt uppfattningarna om dessa?</i>	Vilka är riskernas karaktär, på lokal nivå, samt uppfattningarna om dessa?	Vilka är uppfattningarna om de regionala riskerna?	Risikaraktärisering. Riskexponering. Sårbarhet: social, ekonomisk, fysisk. Sannolikhet för att utsättas för fara. Förmåga att hantera riskerna.
<i>Vilka prioriteringar gäller för utveckling?</i>	Vilka är de lokala utvecklingsprioriteringarna?	Vilka är de regionala prioriteringarna? Möjliga vägar för integrering med andra områden?	Vilka är de nationella prioriteringarna? Vilka nationella (offentliga) förväntningar finns på utveckling på lokal och regional nivå?

³ Det finns också andra ramverk se till exempel Tompkins, Boyd et al (2005a), Grimble and Wellard (1995) eller Turnpenny et al. (2005), Plummer och Armitage (2007).

	Lokalt	Regionalt	Nationellt
Spänningar och möjligheter till samarbete (motivation för samverkan)	Vilka är de lokala spänningarna eller incitamenten för att samarbeta med andra aktörer? Vad stimulerar till privat engagemang?	Vilka är incitamenten för att samarbeta med tvärregionala sektorer? Vilka strategier och planer finns?	Vilka är spänningarna mellan nationella, regionala och lokala prioriteringar, planer eller möjligheter för incitament? T.ex. finansieringsmöjligheter.

Frågorna skildrar också hur aktörer och institutioner på olika nivåer förhåller sig till varandra och svårigheter med anpassning (Corfee Morlot 2005). Följande ramverk kan användas som bas för en diskussion för att arbeta igenom och etablera en mer detaljerad strategi som passar svenska förhållanden.

Som tabellen illustrerar finns det en rad viktiga, men svåra val att beakta i förverkligandet av en anpassningspolitik. Det första valet rör vilka samhällsområden som bör prioriteras. Bör staten exempelvis investera i reglering av byggsektorn, eller skapa ytterligare incitament för bönder att minska sina utsläpp av näringsämnen i vattendrag? En annan fråga rör övervakning och uppföljning. Forskning om anpassning visar att centrala initiativ omsätts till praktisk handling långsamt, något som kräver omfattande procedurer för övervakning och uppföljning för att försäkra sig om att anpassningsplaner förverkligas (Tompkins, Boyd et. al. 2005a).

Även om tydligt centralt ansvar är viktigt för att hantera klimatförändringar krävs dessutom ett samarbete mellan olika samhällssektorer. Såväl statliga myndigheter, som olika samhällssektorer och civilsamhälle kan, och bör bidra till att formulera egna anpassningsstrategier. Samtidigt finns det behov av överblick och integrering mellan sektorer. I denna process blir det viktigt att tydliggöra de olika roller som olika samhällsaktörer har.

3.3 Behovet av brobyggande organisationer

Boyd et al. (2006) diskuterar möjliga målkonflikter mellan olika anpassningsmöjligheter i Storbritannien, och presenterar möjliga strategier för att lösa dessa. Det som i litteraturen kallats brobyggande organisationer (eng. *bridging organisations*) har visat sig viktiga för både klimatanpassning och förmågan att identifiera och svara på tidiga varningssignaler på överraskande miljöförändringar.

Med brobyggande organisationer menas en organisation som agerar som intermediär mellan olika aktörer som exempelvis kommunala beslutsfattare, forskningsinstitut, och centrala myndigheter (Hahn et. al. 2006, Lorenzoni et al. *in press*).

De brobyggande organisationer som visat sig viktigast är de som besitter vetenskaplig kunskap om klimatförändringar, samt har kopplingar till andra statliga och icke-statliga organisationer. Ett etablerat samarbete mellan forskargrupper och beslutsfattande inom både den privata och offentliga sektorn har också visat sig viktig.

Brobyggande organisationer som besitter vetenskaplig kunskap om klimatförändringar, samt har kopplingar till andra statliga och icke-statliga organisationer har visat sig mycket viktiga för en lyckad klimatanpassning.

Det finns flera modeller för brobyggande organisationer. Ett exempel är *Pacific Islands Climate Change Assistance Programme*

Brobyggande organisationer som besitter vetenskaplig kunskap om klimatförändringar, samt har kopplingar till andra statliga och icke-statliga organisationer har visat sig mycket viktiga för en lyckad klimatanpassning.

(PICAPP) som utvecklades för att bistå med rapportering, utbildning och kompetensutveckling inom FN:s klimatarbete.⁴ Modellen är ett tydligt exempel på ett tätt samarbete mellan den akademiska

världen och beslutsfattande grupper som FN. *The UK Climate Impacts Programme* (UKCIP) är ett annat exempel på brobyggande organisation som underlättar klimatanpassning. UKCIP bygger på att organisationen har skapat band till akademiska grupper och organ, men även länkat sig till andra typer av organisationer t.ex. myndigheter, departement, och företagsledningar. UKCIP är en statlig organisation som kom till 1997 och har som mål att ge stöd och information till olika samhällsgrupper, och att agera som en länk mellan forskning, politiska beslutsfattare och privata aktörer. Ett annat exempel är *Caribbean Planning for Adaptation to Climate Change* (CPACC) med målet att öka den nationella och regionala kapaciteten att övervaka förändringar i havsnivån och andra nyckelindikatorer för klimatförändringar. Organisationen har också som uppgift att planera anpassningsåtgärder för kust och marina

⁴ http://www.gefweb.org/Outreach/outreach-Publications/Project_factsheet/Asia_Pacific-paci-3-cc-undp-eng.pdf

resurser. CPACC arbetar aktivt med att skapa ett samarbete mellan nationella departement och myndigheter.⁵

Ytterligare exempel finns inom den vetenskapliga litteraturen som behandlar s.k. adaptiv samförvaltning (se definition bilaga 1). Erfarenheter från adaptiv samförvaltning kommer i stor utsträckning från skogsbruk och fiske och ansatsen har utvecklats under de senaste 20 åren. Adaptiv samförvaltning bygger på samverkan mellan olika berörda aktörer som spänner över flera sociala och politiska nivåer, från lokala brukare till kommuner till regionala och statliga eller överstatliga organisationer (Olsson et al. 2004a, Folke et al. 2003, Ruitenbeck & Cartier 2001, Gadgil et al. 2000). Dessa förvaltningsmodeller inkluderar olika värderingar och intressen samt en mängd olika informations- och kunskapskällor och syftar till en ökad förståelse av det ekologiska systemet. Ambitionen är också att kontinuerligt övervaka, utvärdera och anpassa strategier till snabba och långsamma förändringar i omgivningen och ekosystemen. Förvaltningsmodellen syftar till en kontinuerlig läroprocess och är utformad för att stärka kapaciteten att hantera osäkerhet och förändring, samt upprätthålla produktionen av ekosystemtjänster.

I Sverige har Naturvårdsverket en viktig brobyggande roll mellan Miljödepartementet, nationella organ och organisationer. Enligt vår bedömning finns dock ett antal viktiga nationella och internationella akademiska institutioner och forskargrupper som inte är inkluderade i Miljödepartementet organisationsstruktur (Miljödepartementet 2005), vilket riskerar att innebära att departementet och relevanta myndigheter inte kan hålla sig uppdaterad om den snabba vetenskapliga utvecklingen i området. Det är också oklart hur Naturvårdsverket ämnar knyta band till aktörer på lokal och regional nivå i frågor som rör klimatanpassningar. Regeringen bör utreda hur denna typ av organisationer kan skapas inom ramen för svensk förvaltning som en del av en nationell klimatanpassningspolitik.

⁵ <http://www.cipac.org>

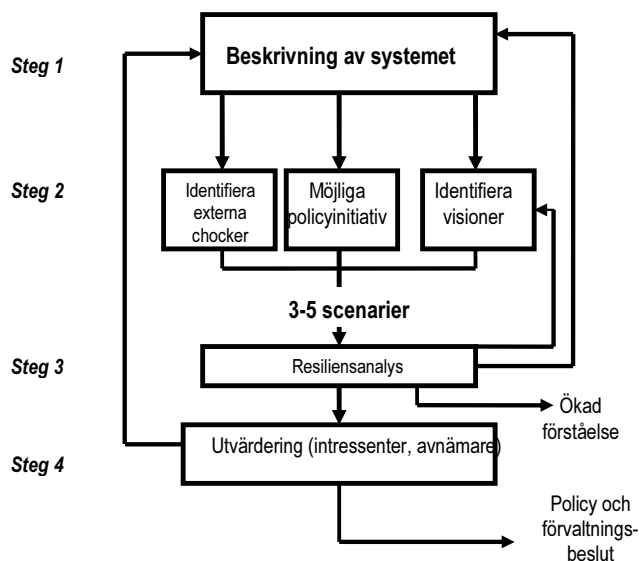
Kapitel 4. Att stärka resiliens i praktiken – några praktiska metoder

De senaste åren har det vuxit fram en rad metoder för att hantera komplexitet och förändring i social-ekologiska system. I följande kapitel ger vi en kort översikt över praktiska tillämpningar av dessa metoder.

4.1 Resiliensanalys

Brian Walker och kollegor presenterar i sin artikel från 2002 en struktur för vad de kallar resiliensanalys. Denna analys skiljer sig markant från andra former av kartläggningar av naturresurser (exempelvis karaktärisering av vattenresurser enligt EU:s ramdirektiv för vatten, se Alkan-Olsson et. al. 2005) genom en tydlig fokus på osäkerhet och tröskeleffekter i systemet. Metoden följer fyra olika steg. I det första steget skapas en konceptuell modell av systemet för att identifiera de viktigaste drivkrafterna och osäkerheterna. Detta kan med fördel göras i ett samarbete mellan forskning, administration och intressenter. I ett andra steg formuleras ett begränsat antal framtidsscenarier. I dessa tar aktörerna hänsyn till möjliga externa störningar och chocker (ex. upprepade stormar, översvämningar), samt möjliga gemensamma insatser.

Figur 4.1. Resiliensanalysens olika steg (efter Walker et. al. 2002)



I det tredje steget kombineras olika metoder (kvantitativa, kvalitativa, modellbaserade m.m.) för att få en mer detaljerad bild av drivkrafter, och möjliga tröskleffekter. Detta är ett steg som i praktiken innebär upprepade möten mellan tjänstemän, forskare och intressenter, och som ger en rik bild av hur systemet klarar av att hantera olika former av snabba och långsamma förändringar. I det fjärde och sista steget görs en utvärdering av hela processen, och en detaljerad analys av konsekvenserna för skötseln av resursen. En framgångsrik resiliensanalys leder till en djupare och gemensam förståelse för vilka ekologiska och sociala egenskaper kring systemet (t.ex. ett avrinningsområde) som ökar respektive minskar dess förmåga att hantera förändring och chocker.

4.2 Exempel på praktiska tillämpningar

Processen ovan kan tyckas vara mycket svår att genomföra i praktiken. Det finns dock en lång rad exempel på tillämpningar som kommer mycket nära det beskrivna arbetssättet. Gary Peterson och kollegor (2003) beskriver t.ex. genomförande av scenarioplanering i

Northern Highlands Lake District, Wisconsin (USA). I det här fallet utformades tre alternativa scenarier till år 2025 i samarbete med en rad samhällsaktörer för att få en gemensam bild av utvecklingen av olika ekosystemstjänster i området. Ett annat exempel från Krugerparken (Sydafrika) finns beskrivet i Rogers & Biggs (1999). Enligt författarna innefattar förvaltningen ett övervakningssystem för att tidigt upptäcka om systemet rör sig mot en irreversibel tröskel. Detta görs i en öppen process där samhällsaktörer definierar mät-

Det finns en rad exempel på tillämpningar för att hantera tröskeleffekter, osäkerhet och överraskningar.

bara parametrar som indikerar "tidiga varningssignaler" som visar en potentiell negativ förändring i systemet s.k. "threshold of potential concern".

Castella och kollegor (2005) beskriver ett samarbete mellan lokala resursanvändare, lokala beslutsfattare samt forskare för att förstå dynamiken och drivkrafterna bakom landskapsförändringar i norra Vietnam. Metoden visade sig ge en rad nya insikter och perspektiv för både lokala användare och beslutsfattare. Garaway och Arthur (2002) beskriver samarbetet mellan lokala användare, lokala beslutsfattare och biståndsorganisationer som skapats för att hantera osäkerhet och komplexitet hos fiskeresurser. Listan på exempel kan naturligtvis göras längre, och visar på praktiska tillämpningar av metoder för att hantera komplexitet, trösklar och osäkerhet i ekologiska system. För fler exempel se National Research Council (2004) och Walker et. al. (2006).

4.3 Snabba storskaliga överraskningar – att styra nätverk?

Olika styrningsstrategier och administrativa modeller kommer att fungera olika bra beroende på formen av förändring (se figur 2.1.). Metoderna som beskrivits ovan fungerar väl för att hantera långsammare förändringar under stor osäkerhet. I regel kräver arbetssätten att aktörer – som naturresursanvändare och myndighetsrepresentanter – ges tillfälle att träffas upprepade gånger och bilda förtroendebaserade sociala nätverk (Jones et. al. 1997, Larson 1992). En utmaning för den här typen av nätverksbaserad styrning utgörs av det faktum att olika chocker som utlöses av effekter av klimatförändringar kan vara storskaliga, och utspela sig mycket

snabbt (Steffen et. al. 2004, Re Munich 2006). Detta ger beslutsfattare kort tid att agera, eller anpassa sig till förändringar.

Ett konkret exempel på detta är avrinningsområdesbaserade organisationer som kan fungera väl om förändringar i landskapet eller vattenresurser är långsamma, och om effekterna matchar avrinningsområdets geografiska skala. Vid större chocker och överraskningar relaterade till vattenresurser (exempelvis möjliga hälsorelaterade kriser, storskaliga översvämningar, snabba förändringar i omgivande mark som indirekt påverkar vattenkvalitén) kan behovet av ett mer omfattande samarbete med samhällsaktörer och myndigheter komma att bli uppenbar. I ett sådant läge finns det ett behov av att på läns- och nationell nivå skapa en kapacitet att bringa samman viktiga expertgrupper, myndigheter och icke-statliga organisationer (se Galaz et. al. 2007, Kickert et. al. 1997, Koppenjan et. al. 2004)

Även om det senare kan tyckas vagt, och/eller falla inom ramen för det arbete som redan nu görs av Räddningsverket och/eller kommunernas krishanteringsenheter, skiljer sig denna "ihopkoppling" för social-ekologiska system markant från konventionell krisberedskap. För ekologiska system med inneboende tröskel-effekter handlar det inte om att återställa viktiga samhällsfunktioner efter en kris, utan om att samordna kunskapen och agerandet hos statliga organisationer och intressenter innan ekosystemet passerar en möjlig kritisk tröskel. Detta har visat sig svårt då det för tillfället inte finns någon vetenskaplig konsensus om hur man exakt definierar tröskelvärden.

Det finns dock intressanta exempel på där detta visat sig möjligt. De tydligaste exemplen är den brittiska regeringens hantering av mul- och klövsjukan 2001, samt den internationella samordningen i samband med den överraskande spridningen av SARS. Båda exemplen visar på det stora behovet av att snabbt etablera ett nära samarbetet med relevanta forskningsgrupper, samt en mycket snabb samordning av berörda myndigheter (Michelson 2005, Heymann 2006, Galaz 2007).

Kapitel 5. När anpassning inte räcker till – från anpassning till omställning

Förvaltningsformer kan ses som en viktig del av social-ekologiska system. Vi har tidigare konstaterat att det finns mer eller mindre önskvärda tillstånd. Mindre önskvärda tillstånd kallas ibland för sociala fällor, som kan vara svåra att ta sig ur (Costanza 1987) och där anpassningar inte räcker till för att skapa social, ekonomisk eller ekologisk hållbarhet. Ett exempel på detta är anpassningar i jordbrukssystemen i västra Australien inte svarat på signaler på irreversibla miljöförändringar vilket resulterade i en förlust av ekosystemtjänster och social utslagning (Allison & Hobbs 2004). I dessa situationer krävs det istället kapacitet att göra större omställningar i systemet till styrskick som möjliggör framväxten av nya förvaltningsformer, t.ex. adaptiv samförvaltning (Folke et al. 2005, Olsson et al. 2006). I den vetenskapliga litteraturen kallas denna typ av stora omställningar för *transformationer* (Gunderson & Holling 2002, Walker et al. 2004).

Denna typ av storskaliga omställningar kan ses som övergångar från ett social-ekologiskt tillstånd till ett annat. Vår förståelse för hur sådana omställningar sker är idag begränsad (Gunderson & Holling 2002). Det finns ofta en större kunskap om önskvärda tillstånd, än om vad som krävs för att ta samhällen dit. En framtida forsknings- och policyutmaning blir därför att fokusera på omställningar, och identifiera vilka faktorer som hindrar eller gynnar önskade omställningar i social-ekologiska system. Detta för att förstå hur resurser kan mobiliseras och kapacitet byggas för att genomföra omställningar mot mer flexibla förvaltningsprocesser

Ibland räcker inte anpassningsstrategier till för att säkra social, ekonomisk och ekologisk hållbarhet. I dessa situationer krävs istället en kapacitet för omställningar.

som bättre kan svara på snabba förändringar och samtidigt säkerställa ekosystemens långsiktiga förmåga att producera livsviktiga tjänster (Folke et al. 2005).

5.1 Vad underlättar omställningar? Några insikter från forskningen

Forskning kring omställningar av förvaltningsformer pågår i flera olika vetenskapliga discipliner. Exempel på teoretiska perspektiv som kan hjälpa oss att förstå transformationer i social-ekologiska system är bland annat teorier om institutionell förändring (Hajer 1995), nya styrskick (Kettl 2000), nya former för policy (Baumgartner & Jones 2002), övergångar (eng. *transitions*) i socio-tekniska system (Rotmans & Kemp 2001, Smith et al. 2005, Berkhout 2002, Geels 2002). Andra teorier behandlar kritiska vägskalet för samhällsutvecklingen (eng. *critical junctures*) och att samhällsutvecklingen sker språngvis (eng. *punctuated equilibrium*). Samtliga dessa perspektiv lyfter fram att politisk och institutionell förändring karaktäriseras av längre perioder av mindre gradvisa förändringar, och perioder då stora förändringar sker på kort tid (True et al. 1999). Detta betyder att omställningar inte bara handlar om att veta VAD som behöver förändras utan även NÄR (Pierson 2000). Det finns tidpunkter då systemen är mer öppna för större omställningar. Dessa tidpunkter har kallats möjlighetsfönster eller "windows of opportunity" (Kingdon 1995).

En del av dessa idéer har tillämpats på naturresurshushållning, ekosystemförvaltning och vattenförvaltning (Bressers & Kuks 2004, van der Brugge et al. 2006), samt organisatorisk förändring för ekosystemförvaltning (Danter et al. 2000).

Claudia Pahl-Wostl 2006 identifierar samhällsförändringar som krävs för att möjliggöra en adaptiv vattenförvaltning: 1) från hierarkisk, centraliserad beslutsstruktur till en mer decentraliserad struktur som möjliggör ett brett deltagande från olika sociala aktörer, 2) från "stuprörsorganisation" till tvärsektoriellt samarbete, 3) från att hantera olika skalor och nivåer var för sig, till fokus på skalinteraktioner och samverkan mellan olika nivåer, 4) från fragmenterad till integrerad informationshantering 5) från en centraliserad struktur till flera strukturer som anpassas till olika nivåer och 6) diversifiering av finansiella resurser med både offentliga och privata medel

5.2 Omställningen i Kristianstad Vattenrike

Kristianstads Vattenrike utgör ett exempel på en omställning där det också bedrivits intensiv forskning (Olsson et al. 2004b). Under mitten av 80-talet bildades ett nätverk av personer som var intresserade av att hitta nya vägar till hållbart nyttjande av våtmarkerna kring Kristianstad. Detta var en reaktion på att natur- och kulturvärden höll på att försvinna trots en rad olika åtgärder, inklusive reservatsbildning och bildande av ett s.k. Ramsarområde. Några personer insåg att spridda åtgärder inte skulle ge önskvärd effekt utan problemen behövde istället lösas med ett helhetsgrepp som fokuserade på landskapet där kultur- och naturfrågor integrerades. En person var särskilt viktig i mobilisering av kompetenser och finansiärer, på lokal till nationell nivå, som kunde bidra till att utveckla och bygga upp ett stöd för en ny förvaltningsform för området. Ett förslag sammanställdes där en vision utvecklades i syfte att rama in och ge riktning åt arbetet med att bevara natur- och kulturvärdena i området. I förslaget angavs ett geografiskt avgränsat område för arbetet och namnet Kristianstad Vattenrike myntades.

I slutet av 80-talet letade lokalpolitikerna i Kristianstad efter en ny identitet för staden eftersom de inte längre ville bli förknippade med militärstad. Miljöfrågorna hade också hamnat högt på den politiska agendan på grund av "sälödöden" i Östersjön. Detta utgjorde en möjlighet att förankra idén politiskt, institutionalisera den nya förvaltningsmodellen och etablera Ekomuséet Kristianstads Vattenrike som en brobyggande organisation (se kapitel 3) med uppgift att koordinera och underlätta arbetet på landskapsnivå. Vid denna tid fanns det fortfarande en utbredd uppfattning bland många människor att våtmarksområdet med sina periodiska översvämningar, var värdelöst. En betydande del av omställningsprocessen handlade därför om att ändra på människors, och särskilt politikers, uppfattning av området från vattensjukt till vattenrikt.

I oktober 1988 presenterades ett förslag om Kristianstads Vattenrike för några kommunpolitiker som fick dem att se området på ett nytt sätt. I förslaget kopplades frågor som rör skydd av biologisk mångfald och natur- och kulturmiljöer till andra viktiga frågor i kommunen, till exempel regional utveckling. I förslaget framgår även att förvaltningen ska ske genom samverkan. I mars 1989 bestämde sig Kristianstads kommun för att leda arbetet med att förvalta Kristianstads Vattenrike och göra Ekomuséet Kristian-

stads Vattenrike till en del av kommunens organisation och verksamhet. I juni 2005 utsågs Kristianstads Vattenrike till ett av Unescos biosfärområden och Ekomuséet heter idag Biosfärkontoret Kristianstads Vattenrike och har en stab av sex personer. Omställningen ledde till att man idag har en plattform för flexibel förvaltning som möjliggör hantering av osäkerhet och snabba förändringar.

Exemplet Kristianstads Vattenrike bekräftar en del av resultaten i Pahl-Wostl (2006) artikel. Det visar dessutom att omställningar som strategi för att hantera klimatutmaningen inte bara handlar om modellering och ekonomiska beräkningar, utan också om förändring av människors mentala modeller, vikten av ledarskap och förmågan att mobilisera kunskap och resurser för att utnyttja tillfällen då förvaltningssystemen är mer öppna för förändring.

Kapitel 6. Sammanfattande policyrekommendationer

Klimatanpassning för minskad sårbarhet innebär att både samhällets och ekosystemens förmåga att förbereda sig för, klara av, och återhämta sig från klimatrelaterade förändringar måste stärkas. Baserat på det senaste decenniets forskning kring globala miljöförändringar och s.k. komplexa social-ekologiska system presenterar vi följande tio konkreta förslag på hur detta kan gå till:

1 Från försiktighetsprincip till komplexitetsprincip

De senaste decenniernas forskning kring globala miljöförändringar och ekosystem visar att sociala, ekonomiska och ekologiska system är starkt sammankopplade. Dessa kopplingar innebär inte bara osäkerhet och begränsad förutsägbarhet, utan också möjligheten för tröskeffekter och ekologiska överraskningar med stora konsekvenser för mänskligt välbefinnande och välfärd. Denna princip som vi väljer att kalla *komplexitetsprincipen* skiljer sig från bl.a. försiktighetsprincipen genom att lyfta fram behovet av en integrerad förståelse av mänskliga och ekologiska system, möjligheten för irreversibla och snabba förändringar hos ekologiska system, samt behovet av en samhällsorganisation som har en hög kapacitet att hantera hög osäkerhet och ständig förändring. Miljöpolitiskt beslutsfattande hos **Regering, Miljödepartementet samt berörda myndigheter** bör präglas av ett erkännande av denna komplexitetsprincip. Samtliga punkter nedan integrerar denna princip i konkreta förslag.

2 Från bevarandebiologi till förändringsbiologi

Den klassiska förståelsen av ekologiska system bygger på att dessa kan vara i "balans" vilket också benämningen "bevarandebiologi" återspeglar. I ljuset av globala miljöförändringar och förväntade effekter av klimatförändringar bör denna förståelse kompletteras med ett synsätt som återspeglar att tillståndet hos ekologiska system är ett rörligt mål: "naturen under förändring". Målet för naturvården och olika bevarandestrategier bör vara att säkra fortsatt produktion av ekosystemtjänster för mänsklig välfärd, samt att

bygga resiliens för långsiktigt hållbar utveckling. **Miljödepartementet bör** utreda de praktiska och etiska konsekvenserna av ett sådant förändrat synsätt.

3 Utred en statlig innovationsfond

Klimatförändringar innebär inte bara en rad förutsägbara och direkta förändringar hos ekosystem, utan också en rad indirekta och svårförutsägbara effekter. Ett sätt att skapa en "kunskapsbuffert" mot dessa indirekta effekter är existensen av en diversitet av tekniska, ekologiska, sociala och administrativa initiativ för att förebygga konsekvenserna av klimatförändringar. Dessa så kallade innovationer kan skapa en kunskapsbas med viktiga erfarenheter som beslutsfattare kan använda sig av vid oväntade effekter av klimatförändringar. **Miljödepartementet bör** utreda möjligheten till en statlig innovationsfond som inkluderar en stark utvärderingsfunktion.

4 Utse en central klimatsamordnare

Det pågår redan idag en rad olika initiativ på lokal, nationell och internationell nivå för att hantera förväntade effekter av klimatförändringar. Mycket av detta arbete sker dessutom i flertalet samhällssektorer. Den snabba vetenskapliga utvecklingen, och mångfalden av initiativ från lokal till internationell nivå motiverar en central klimatsamordnare som kompletterar Regeringens tre initiativ i klimatfrågan: Kommissionen för hållbar utveckling, det vetenskapliga rådet för klimatfrågor samt den parlamentariska beredningen. Till skillnad från dessa initiativ – varav de två senare fasas ut under hösten 2007 – kan en central klimatsamordnare ha till uppgift att fungera som talesman för regeringen i klimatfrågor, samordna myndigheters arbete för att överblicka trender, identifiera tidiga varningssignaler för förlust av viktiga ekosystemtjänster, samt koordinera myndigheters arbete vid snabba oväntade effekter av klimatförändringar. En central klimatsamordnare spelar en viktig roll för att säkra uppföljning och kontinuitet i klimatarbetet, och kan spela en viktig roll i kommunikationen med massmedia och allmänhet. Det senare är viktigt för att undvika en eventuell förstärkning av klimatinducerade kriser (se avsnitt 2.5.)

Jämförelser kan här göras med den svenska narkotikasamordnaren samt den brittiska regeringens vetenskapliga rådgivare Sir David King.

5 Skapa brobyggande organisationer och arenor för lärande

Internationell forskning kring förvaltningen av komplexa social-ekologiska system samt anpassning till klimatförändringar visar att s.k. brobyggande organisationer spelar en nyckelroll. Anledningen är att dessa inte bara bidrar till att samordna samhällsaktörer längs en rad olika samhällsnivåer, utan också bidrar till att sprida viktig information till en heterogen grupp av samhällsaktörer. Vi har tidigare poängterat vikten av att skapa lärandeprocesser som inkluderar en rad aktörer och institutioner på flera samhällsnivåer. Det finns därför ett behov av att skapa och/eller stödja arenor för upprepade möten mellan forskare, myndigheter, icke-statliga organisationer och beslutsfattare (Stoll-Kleemann 2005, Hahn et al. 2006 och Olsson et al. in press). Dessa arenor har visat sig viktiga för att stimulera socialt lärande och ger möjligheter att identifiera nya förvaltningsformer för skyddet av ekosystemtjänster i ljuset av klimatförändringar. Ett exempel på sådana arenor är biosfärområden som ingår i Unescos program *Man and the Biosphere*⁶. **Regeringen bör** utreda hur denna typ av organisationer och arenor kan skapas och/eller stimuleras fram inom ramen för svensk förvaltning som en del av en nationell klimatanpassningspolitik.

6 Genomför upprepade klimatutredningar

Regeringen bör överväga att institutionalisera upprepade statliga utredningar om klimatförändringens direkta och indirekta effekter för Sverige. Detta motiveras av den snabba kunskapsutvecklingen i området, samt förekomsten av oväntade direkta och indirekta effekter av klimatförändringar i viktiga samhällssektorer. Utredningarna bör fokusera på både långsamma ekologiska, ekonomiska och sociala förändringar, samt på snabba internationella och nationella förändringar som kan påverka resiliensen hos svenska ekosystem och ekosystemtjänster. **Regeringen bör** överväga den modell som finns i Kalifornien med integrerade sårbarhetsutred-

⁶ www.unesco.org/mab

ningar, förslag på möjliga anpassningsåtgärder samt utvärdering av pågående arbete vartannat år. **Miljödepartementet** bör initiera utredningar kring indirekta effekter av klimatförändringar för svensk miljö- och säkerhetspolitik då denna typ av effekter kan ha mycket stora följder för svenska intressen.

7 Överväg en partiöverbryggande kommission för globala miljöförändringar

Klimatfrågan utgör en mycket stor utmaning för politiskt beslutsfattande på grund av det långa tidsperspektivet och den höga graden av ekologisk, social och ekonomisk osäkerhet. De politiska partierna bör överväga skapandet av en partiöverbryggande kommission för att formulera en svensk politik för att tackla såväl klimatfrågan som globala miljöförändringar i stort. Samarbetet bör präglas av en diskussion kring hur beslutsfattare över parti-gränserna kan skapa en långsiktig politik för att hantera starkt kopplade globala miljöutmaningar som klimatfrågan, förlusten av biologisk mångfald, en ökad global påfrestning på knappa vatten-resurser, mycket storskaliga förändringar i markanvändning m.m. **Regeringen** bör ta initiativ till ett sådant samarbete som skapar både politisk långsiktighet, men också en möjlighet att anpassa samarbetet till större ekonomiska, ekologiska och politiska förändringar.

8 Identifiera behovet för omställning

Klimatförändringar kräver inte bara en uttalad anpassningspolitik, utan även en strategi för omställning. Anledningen är att anpassning inte alltid är tillräckligt – eller möjligt – för att säkra ekonomisk, social eller ekologisk hållbarhet. Exempel på detta är omställningen i Holland från en vattenförvaltningsmodell som bygger på att förutsäga och kontrollera, till en mer adaptiv och lärobaserad modell. **Miljödepartementet** bör utredare närmare vilka samhällssektorer och/eller regioner som kan vara i behov av omställning i ljuset av förväntade effekter av klimatförändringar.

9 Utred effekten av traditionella ekonomiska styrmedel på komplexa ekosystem

Ekonomiska styrmedel är ett viktigt verktyg för att skydda ekosystem och ekosystemtjänster. System med tröskeleffekter innebär dock att traditionellt beprövade styrmedel som utsläppsskatter nödvändigtvis inte fungerar som förutsett. Denna fråga är dåligt utredd, men är mycket angelägen då globala miljöförändringar riskerar att ekosystem närmar sig kritiska trösklar. **Miljödepartementet bör** utreda effekten av traditionella ekonomiska styrmedel på ekosystem med tröskeleffekter.

10 Utforma värderingsmetoder för ekosystemtjänster

Ekosystemtjänster är fundamentala för mänskligt välbefinnande och välfärd. En rad studier indikerar att dessa tjänster är starkt hotade av de förväntade effekterna av klimatförändringar. En betydande del av samhällets framtida sårbarhet inför klimatförändringarna kommer därför att bero på minskad och mer osäker tillgång till ekosystemtjänster. Trots detta saknas idag värderingsmetoder för dessa tjänster. **Miljödepartementet bör** utreda möjligheten att göra tillfredställande ekonomiska värderingar av ekosystemtjänster, samt förväntade effekter på dessa i ljuset av klimatförändringar.

Referenser

- Abramovitz, J.N. (2001). *Unnatural Disasters*. Worldwatch Paper 158.
- Alkan-Olsson, J. and K. Berg (2005). "Local stakeholders' acceptance of model-generated data used as a communication tool in Water Management – The Rönneå Study", *Ambio*, 34(7).
- Allison, H. E., and R. J. Hobbs (2004). Resilience, adaptive capacity, and the "lock-in trap" of the Western Australian agricultural region. *Ecology and Society* 9(1): 3. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss1/art3/>
- Anderies, J.M., Ryan, P. and B.H. Walker (2007). "Loss of Resilience, Crisis and Institutional Change: Lessons from an Intensive Agricultural System in Southeastern Australia", *Ecosystems*, 9(6):865–878, September.
- Andréasson, J., S. Bergström, B. Carlsson, L. P. Graham, and G. Lindström (2004). "Hydrological change – climate change impact simulations for Sweden", *Ambio*, 33, pp. 228–234
- Barrett, S. (2003). *Environment & Statecraft – the Strategy of Environmental Treaty-Making*, Oxford University Press.
- Barry, J.M. (1998). *Rising Tide: The Great Mississippi Flood of 1927 and How it Changed America*. Simon & Schuster, New York.
- Baumgartner, F. R. and B. D. Jones, editors (2002). *Policy Dynamics*. Chicago: University of Chicago Press.
- Berkhout, F. (2002). "Technological regimes, path dependency and the environment", *Global Environmental Change*, 12 (1), 1–4.
- van den Bergh, J.C.J.M, ed, (1999). *Handbook of Environmental and Resource Economics*, Edward Elgar.
- Berkes, F. and C. Folke (eds.) (1998). *Linking Social and Ecological Systems – Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Boin, A. (2004). "Lessons from Crises Research", *International Studies Review*, 6: 165–174.
- Boin, A., Lagadec, P. E. Michel-Kann et. al. (2003). "Critical Infrastructures under Threat: Learning from the Anthrax Scare", *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 11(3), pp. 99–104.
- Boyd, E., Tompkins, E.L., Nicholson-Cole, S., Adger, N., Arnell, N., Weatherhead, K. (2006) *Conflicts, tradeoffs and bridges among UK adaptation stakeholders*. Manuscript.

- Bressers, H., and S. Kuks, (eds.) (2004). *Integrated governance and water basin management: conditions for regime change towards sustainability*. Kluwer Academic, Dordrecht, The Netherlands.
- Brock, W.A. & Starrett, D. (2003). "Managing Systems with Non-convex Positive Feedback", *Environmental and Resource Economics*, 26(4):575–602.
- van der Brugge, R., J. Rotmans, and D. Loorbach (2006). "The transition in Dutch water management", *Regional Environmental Change* 5:164–176.
- Carman, R and Wulff, F , 1989. "Adsorption Capacity of Phosphorus in Baltic Sea Sediments", *Estuarine Coastal and Shelf Science* ECSSD3, Vol. 29, No. 5, p 447–456
- Castella, J. C., T.N. Trung, and S. Boissau. (2005). "Participatory simulation of land-use changes in the northern mountains of Vietnam: the combined use of an agent-based model, a role-playing game, and a geographic information system.", *Ecology and Society*, 10(1): 27. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol10/iss1/art27/>
- Chorus, I., I.R. Falconer et. al. 2000. "Health Risks Caused by Freshwater Cyanobacteria in Recreational Waters", *Journal of Toxicology and Environmental Health* (Part B), 3, 323–347.
- Clark, J., S.R. Carpenter, M. Barber et. al. (2001). "Ecological Forecast: An Emerging Imperative", *Science*, 293, pp. 657–660.
- Corfee-Morlot, J., 2005. Preliminary Note for Workshop. Cited in McKenzie Hedger, M., and Corfee-Morlot, J., (eds) 2006. *Adaptation to climate change what needs to happen next*. A report of a workshop in the UK EU Presidency November 2005, London. The Environment Agency and Department for Environment, Food and Rural Affairs.
- Costanza R. (1987). "Social traps and environmental policy", *BioScience*, 37, pp. 407–12
- Conover, D. O., and Munch, S. B. (2002). "Sustaining Fisheries Yields Over Evolutionary Time Scales", *Science*. Vol. 297. no. 5578, pp. 94–96
- Cramer, W., A. Bondeau, F.I. Woodward et. al. (2001). "Global response of terrestrial ecosystem structure and function to CO₂ and climate change: results from six dynamic global vegetation models", *Global Change Biology*, 7, pp. 357–373.
- Cutter S.L. et al 2006. "The Long Road Home: Race, Class and recovery from Hurricane Katrina" *Environment* 48(2):8–20. March.

- Danter K. J., D. L. Griest, G. W. Mullins, and E. Norland. 2000. Organizational change as component of ecosystem management. *Society and Natural Resource* 13:537–547.
- Diaz, R. J. 2001. "Overview of Hypoxia Around the World", *Journal of Environmental Quality*. 30(2):275–281.
- Duit, A. and V. Galaz (2007). "Governance in a 'Wired' World – Emerging Challenges for Governance Theory", manuscript accepted in Governance.
- Eldridge, J. and J. Reilly. 2003. "Risk and relativity: BSE and British media" in Pidgeon, N. et. al. (eds.). *The Social Amplification of Risk*, Cambridge, Cambridge U.P. pp. 138–155.
- Folke, C., S. Carpenter, B. Walker, M. Scheffer, T. Elmqvist, L. Gunderson, C.S. Holling (2004). "Regime Shifts, Resilience and Biodiversity in Ecosystem Management", *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 35, 557–581
- Folke, C., J. Colding and F. Berkes. 2003. "Synthesis: building resilience and adaptive capacity in social-ecological systems". Pages 352–387 in F. Berkes, J. Colding and C. Folke editors. *Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Folke, C., T. Hahn, P. Olsson, and J. Norberg. 2005. Adaptive governance of social-ecological knowledge. *Annual Review of Environment and Resources* 30:441–473.
- Gadgil, M., P. R. Seshagiri Rao, G. Utkarsh, P. Pramod, A. Chhatre. 2000. "New meanings for old knowledge: the people's biodiversity registers programme". *Ecological Applications* 10:1307–1317
- Galaz, V., P. Olsson, T. Hahn, C. Folke and U. Svedin (2007). "The Problem of Fit between Ecosystems and Governance – Insights and Emerging Challenges" in O. Young (ed). *Institutional Dimensions of Global Environmental Change*. MIT Press.
- Galaz, V. et. al. (2007). "Governing Escalating Surprises – Early Warning and Response in Global Environmental Governance", manuscript to be presented at the conference "Earth System Governance", Amsterdam 25th May, 2007.

- Garaway, C. and R. Arthur (2002). Adaptive Learning – Lessons from Southern Lao PDR. MRAG Ltd. (London/UK) and RDC (Savannkahet, Lao)
[online]:http://www.worldlakes.org/uploads/Adaptive_Learning_Guidelines.PDF
- Geels, F., (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and case study. *Research Policy* 31:1257–1274.
- Grimble, R., and Wellard K. (1995) "Stakeholder methodologies in Natural Resource Management: a review of Principles, Contexts, Experiences and Opportunities", *Agricultural Systems* 55(2):173–193.
- Gunderson, L.H. (2001). "Managing surprising ecosystems in Southern Florida", *Ecological Economics*, 37, pp. 371–378.
- Gunderson, L. H., and C. S. Holling, editors. (2002). *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*. Island Press, Washington, D.C., USA.
- Hahn, T., Olsson, P., Folke, C., and Johansson, K. (2006). Trust-building, knowledge generation and organizational innovations: the role of a bridging organization for adaptive co-management of a wetland landscape around Kristianstad, Sweden. *Human Ecology* 34:573–592.
- Hajer, M. A. 1995. The politics of environmental discourse: Ecological modernization and the policy process. Oxford: Oxford University Press.
- Harvey, C.J., S.P. Cox, T. E. Essington, S. Hansson, and J. F. Kitchell An ecosystem model of food web and fisheries interactions in the Baltic Sea ICES Journal of Marine Science, 60: 939–950.
- Heymann, D.L. (2006). "SARS and Emerging Infectious Diseases: A Challenge to Place Global Solidarity above National Sovereignty", *Annals Academy of Medicine*, 35(5), pp. 350–3.
- Higgins, P.A.T., M.D. Mastrandrea & S.H. Schneider (2002). "Dynamics of climate and ecosystem coupling: abrupt change and multiple equilibria", *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.*, 357, pp. 647–655.
- Higgins, P.A.T. & M. Vellinga (2004). "Ecosystem responses to abrupt climate change: Teleconnections, scale and the hydrological cycle", *Climatic Change*, 64, pp. 127–142.

- Holling, C.S. and G.K. Meffe (1996). "Command and Control and the Pathology of Natural Resource management", *Conservation Biology*, 10(2), pp. 328–337.
- IPCC (2001) *Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the IPCC*. Cambridge University Press.
- Jones, C., W.S. Hesterly, S.P. Borgatti (1997). "A general theory of Network Governance: exchange Conditions and Social Mechanisms", *The Academy of Management Review*, 22(4), pp. 991–945.
- Kaiser J. 1996. Gulf's 'dead zone' worries agencies. *Science* 274:331.
- Kettl, D. F. 2000. The transformation of governance: globalization, devolution, and the role of government. *Public Administration Review* 60:488–497.
- Kickert, W.J.M., E-H Klijn and J.F.M. Koppenjan (eds.) (1997). *Managing Complex Networks – Strategies for the Public Sector*. Sage, London.
- Kingdon, J. W. 1995. *Agendas, alternatives, and public policies*. Harper Collins, New York, New York, USA.
- Klijn, E.H. and J. F. M. Koppenjan . (2004). *Managing Uncertainties in Networks: a Network Approach to Problem Solving and Decision Making*. London: Routledge .
- Kovats, S.,R and Haines, A. (2005) "Global Climate Change and Health: Recent Findings and Future Steps", *Canadian Medical Association* 172(4).
- Larson, A. (1992). "Network Dyads in Entrepreneurial Settings: A Study of the Governance of Exchange Relationships." *Administrative Science Quarterly*, 37(1), pp. 76–104.
- Leemans R. & B. Eickhout (2004). "Another reason for concern: regional and global impacts on ecosystems for different levels of climate change", *Global Environmental Change*, 14, pp. 219–228.
- Lorenzoni, I., Jones, M., Turnpenny, J. (in press) "Climate change, human genetics, and post-normality in the UK", *Futures*.
- Ludwig, D., Jones, D.D. and Holling, C. S. (1978). "Qualitative Analysis of Insect Outbreak Systems: The Spruce Budworm and Forest", *The Journal of Animal Ecology*, Vol. 47, No. 1. (Feb., 1978), pp. 315–332.
- Malcolm, J.R. et. al. (2006). "Global Warming and Extinctions of Endemic Species from Biodiversity Hotspots", *Conservation Biology*, Vol 20, Nr 2.

- McKenzie Hedger, M., and Corfee-Morlot, J., (eds) 2006. *Adaptation to climate change what needs to happen next. A report of a workshop in the UK EU Presidency November 2005*, London. The Environment Agency and Department for Environment, Food and Rural Affairs.
- Miller, D. 1999. "Risk, science and policy: definitional struggles, information management', the media and BSE", *Social Science and Medicine*, 49: 1239–1255.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well Being – Synthesis*. Island Press, Washington.
- Miljödepartementet/Ministry of Sustainable Development Sweden (2005). *Sweden's Fourth National Communication on Climate Change under the United Nations Framework Convention on Climate Change*. Swedish Government Official Reports.
- Mäler K-G. och Vincent, J.R., eds (2003). *Handbook of Environmental Economics, Volume 1 Environmental Degradation and Institutional Responses*, Elsevier.
- Mäler, K-G, Xepapadeas, A och A de Zeeuw (2003), "The Economics of Shallow Lakes", *Environmental and Resource Economics*, vol 26, pp. 603–624.
- Michelson, E.S. (2005), "Dodging a Bullet: WHO, SARS, and the Successful Management of Infectious Disease", *Bulletin of Science, Technology and Society*, 25(5), pp. 379-386.
- National Research Council (2004). *Adaptive Management for Water Resources Project Planning*. National Research Council of the National Academies, The National Academies Press, Washington D.C
- Nyström, M., C. Folke and F. Moberg (2000). "Coral reef disturbance and resilience in a human-dominated environment", *Trends in Ecology and Evolution*, 15(10), pp. 413–417.
- Olsson, P., Folke, C., Berkes, F et al. (2004a) "Adaptive Co-management for Building Resilience in Social-Ecological Systems", *Environmental Management*, 34:75–90.
- Olsson, P., C. Folke, and T. Hahn (2004b). "Social-ecological transformation for ecosystem management: the development of adaptive co-management of a wetland landscape in southern Sweden", *Ecology and Society*, 9(4): 2. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss4/art2>

- Olsson, P., L. H. Gunderson, S. R. Carpenter, P. Ryan, L. Lebel, C. Folke, and C. S. Holling. 2006. "Shooting the rapids: navigating transitions to adaptive governance of social-ecological systems", *Ecology and Society*, 11(1): 18. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art18/>
- Olsson, P., C. Folke, V. Galaz, T. Hahn, L. Schultz. In press. "Enhancing the fit through adaptive co-management: creating and maintaining bridging functions for matching scales in the social-ecological systems of Kristianstads Vattenrike, Sweden", *Ecology and Society*.
- Pahl-Wostl, C. 2006. "Transitions towards adaptive management of water facing climate and global change", *Water Resources Management*, 21:49–62.
- Paine, R.T., M.J. Tegner and E.A. Johnson. 1998. "Compounded Perturbations Yield Ecological Surprises", *Ecosystems*, 1, pp. 535–54
- Pascual, M., X. Rodo, S.P. Ellner et. al. 2000. "Cholera Dynamics and El-Niño-Southern Oscillation." *Science*, 289: 1766–1769.
- Patz, J.A. 2002. "A Human Disease Indicator for the Effects of Recent Global Climate Change." *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(20):12506–12508.
- Pelling, M., (2005) Adaptation and disaster management: Scale issues. Workshop Background Note. Cited in McKenzie Hedger, M., and Corfee-Morlot, J., (eds) 2006. Adaptation to climate change what needs to happen next. A report of a workshop in the UK EU Presidency November 2005, London. The Environment Agency and Department for Environment, Food and Rural Affairs.
- Peterson, G. D., T. D. Beard Jr., B. E. Beisner, E. M. Bennett, S. R. Carpenter, G. S. Cumming, C. L. Dent, and T. D. Havlicek. (2003). "Assessing future ecosystem services: a case study of the Northern Highlands Lake District, Wisconsin". *Conservation Ecology*, 7(3): 1. [online] URL: <http://www.consecol.org/vol7/iss3/art1/>
- Petts, J., Horlick-Jones, T., G. Murdock et. al. (2000). *Social Amplification of Risk: The Media and the Public*. Report of Workshop, May 12th 2000, University of Birmingham.
- Pielke, R.A (1998). "Rethinking the role of adaptation in climate policy", *Global Environmental Change*, 8(2), pp. 159–170.

- Pierson, P. 2000. "Not Just What, but When: Timing and Sequence in Political Processes", *Studies in American Political Development*, 14: 72–92.
- Pidgeon, Nick, Roger E. Kasperson and Paul Slovic. (eds.) 2003. *The Social Amplification of Risk: Assessing Fifteen Years of Research and Theory*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Pimm, S. L. (1989). "Theories of predicting success and impact of introduced species", in *Biological invasions. a global perspective*, ed. J. A. Drake, H. A. Mooney, F. di Castri, R. H. Groves, F. J. Kruger, M. Rejmánek & M. Williamson. Wiley, Chichester, pp. 351–67. M A.
- Plummer, R. and Armitage, D. (in press) "A resilience-based framework for evaluating adaptive co-management: Linking ecology, economics and society in a complex world", *Ecological Economics*.
- Ramankutty, N., C. Delire and P. Snyder (2006). "Feedbacks between agriculture and climate: An illustration of the potential unintended consequences of human land use activities", *Global and Planetary Change*, 54, pp. 79–93.
- Re Munich (2006). *Weather catastrophes and climate change: is there still hope for us?* Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft. München, Germany.
- Rogers, K. and H. Biggs (1999). "Integrating indicators, endpoints and value systems in strategic management of the rivers of the Kruger National Park", *Freshwater Biology*, 41, pp. 439–451.
- Rotmans, J., Kemp, R., 2001. "More evolution than revolution: transition management in public policy", *Foresight*, 3(1), 15–31.
- Rothstein, B (2003). *Sociala fällor och tillitens problem*. SNS, Stockholm.
- Ruitenbeck, J., and Cartier., C (2001). *The invisible wand: adaptive co-management as an emergent strategy in complex bio-economic systems*. Occasional Paper 34. Centre for International Forestry Research, Bogor, Indonesia.
- Scheffer, M., Carpenter, S., Foley, J.A., Folke, C. och Walker, B. (2001). "Catastrophic shifts in ecosystems". *Nature*, Vol. 413, pp. 591–596.
- Scheffer, M., F. Westley, W. Brock. (2003). "Slow response of societies to new problems: causes and costs", *Ecosystems*, 6:493–502.

- Schmitz, O.J., E. Post et. al. (2003) "Ecosystem Responses to Global Climate Change: Moving beyond Color Mapping", *BioScience*, 53(12), pp. 1199–1205.
- Schneider, S.H. (2004). *Abrupt Non-Linear Climate Change, Irreversibility and Surprise*. Working Party on Global and Structural Policies, OECD.
- Schneider S.H. and T.L. Root (1995). "Ecological implications of climate change will include surprises", *Biodiversity and Conservation*, 5, pp. 1109–1119.
- Schneider, S.H., B.L. Turner, H.M. Garriga (1998). "Imaginable surprise in global change science", *Journal of Risk Research*, 1(2), pp. 165–185.
- Schröter, D., Cramer, W., R. Leemans et. al. (2005). "Ecosystem Service Supply and Vulnerability to Global Change in Europe", *Science*, 310, pp. 1333–1337.
- Skogsstyrelsen (2006). *Stormskadad skog – föryngring, skador, skötsel*. Skogsstyrelsen, Rapport 9.
- Skogsstyrelsen (2006b). *Miljökonsekvenser för vattenkvalitet – underlagsrapport inom projekt Stromanalys*. Skogsstyrelsen, Rapport 10.
- Smith, A., A. Stirling, and F. Berkhout (2005). "The governance of sustainable socio-technical transitions", *Research Policy* 34:1491–1510.
- Smith, S. and J. McCloskey (1998). "Risk Communication and the Social Amplification of Public Sector Risk", *Public Money and Management*, Oct-Dec, pp. 41–50.
- St. Armand, A. (2002). "Cylindrospermopsis and Invasive Toxic Alga." *Lake Line*, 22(1): 30–34.
- Steffen, W, Sanderson, A, Jäger, J, Tyson, P D, Moore III, B, Matson, PA, Richardson, K, Oldfield, F, Schellnhuber, H-J, Turner II; BL and Wasson, RJ (red) (2004), *Global Change and the Earth System: A Planet Under Pressure*, IGBP Book Series, Springer-Verlag, Heidelberg.
- Stern, N. (2007). *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Sterner, T, Troell, M, Vincent, J, Aniyar, S, Barrett, S, Brock, W, Carpenter, S, Chopra, C, Ehrlich, P, Hoel, M, Levin, S, Mäler, K-G, Norberg, J, Pihl, L, Söderqvist, T, Wilen, J, och A Xepapadeas (2006), "Quick Fixes for the Environment – Part of the Solution or Part of the Problem?", *Environment*, vol 48 nr 10, s 20–27.

- Streets, D.G. and M.H. Glantz. 2000. "Exploring the concept of climate surprise", *Global Environmental Change*, 10: 97–107.
- Stoll-Kleemann, S. (2005). "Indicators and Evaluation of Sustainable Natural Resource Management and Governance in Biosphere Reserves". In: *Global Change Impacts in Mountain Biosphere Reserves*, Paris: UNESCO, 237–245.
- Swedish Climate Strategy (2004). *A Basis for the Evaluation of Swedish Climate Work. Checkpoint 2004*. The Swedish Environmental Protection Agency and the Swedish Energy Agency.
- Tannerfeldt, M., Elmhagen, B. and Angerbjörn, A. 2002. "Exclusion by interference competition? The relationship between red and arctic foxes", *Oecologia*, 132: 213–220.
- Taylor, K. (1999). "Rapid climate change", *Am. Sci.* 87, 320–327.
- Tompkins, E., Boyd, E., Nicholson-Cole, S., Adger, N., Arnell, N., Weatherhead, K., (2005a) *Linking Adaptation Research and Practice; A Report Submitted to Defra as part of the Climate Change Impacts and Adaptation Cross-Regional Research Programme*. For access to the report see:
http://www.defra.gov.uk/science/project_data/DocumentLibrary/GA01077/GA01077_2664_FRP.pdf
- Tompkins, E.L., Sophie A. Nicholson-Cole, Lisa-Ann Hurlston, Gina Brooks-Hodge, Emily Boyd, Judi Clarke, Gerard Gray, Neville Trotz, Lynda Varlack (2005b). *Preparing for and adapting to climate change in small island states: A guide for national level planners*. Tyndall Centre for Climate Change Research, School of Environmental Sciences, University of East Anglia, Norwich, NR4 7TJ, U.K.
- Toya, H. och Skidmore, M., 2007, "Economic development and the impact of natural disasters", *Economic Letters*, 94(1):20–25.
- True, J., Jones, B., & Baumgartner, F. (1999). "Punctuated-equilibrium theory: Explaining stability and change in American policymaking". In P. Sabatier (Ed.), *Theories of the policy process* (pp. 97–115). Boulder, CO: Westview.
- Turnpenny, J., Haxeltine, A., Lorenzoni, I., O'Riordan, T., Jones, M., (2005) *Mapping actors involved in climate change policy networks in the UK*, Working Paper 66. Tyndall Centre for Climate Change Research, University of East Anglia, Norwich.
- Walker, B., M. Anderies et. al. (2006). *Exploring resilience in Social-Ecological Systems – Comparative Studies and Theory Development*. CSIRO Publishing, Collingwood Victoria, Australia.

- Walker, B. H., C. S. Holling, S. R. Carpenter, and A. Kinzig (2004). "Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems", *Ecology and Society*, 9(2):5. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5/>.
- Waugh, W.L. 2006. "The Political Costs of Failure in the Katrina and Rita Disasters." *Annals of the American Academy*, 604:10–25.
- Westley F, Carpenter SR, Brock WA, Holling CS, Gunderson LH. (2002). "Why systems of people and nature are not just social and ecological systems". In: Gunderson, L.H. and C.S. Holling (2002). *Panarchy – Understanding Transformations in Systems of Humans and Nature*. Island Press, Washington D.C. pp. 103–119.
- Young, O., F. Berkhout, G.C. Gallopin et. al. (2006). "The Globalization of Socio-Ecological Systems: An Agenda for Scientific Research." *Global Environmental Change*, 16(3): 304–316.

Bilaga 1. Några viktiga definitioner

Globala miljöförändringar – inte bara klimatförändringar

I följande rapport väljer vi att använda begreppet globala miljöförändringar. I begreppet globala miljöförändringar ingår förutom klimatförändringar andra mycket omfattande globala miljötrender; den globala förlusten av biologisk mångfald, mycket storskaliga omvandlingar i landskap, storskaliga hydrologiska förändringar m.m. Begreppet är svårt att sammanfatta, men fångar in det komplexa nätverk av förändringar som sker på global nivå. En viktig observation är att klimatförändringar inte kan frikopplas från nämnda andra typer av förändringar. Exempelvis så kan storskaliga landskapsförändringar leda till förändringar i det regionala klimatet (Foley et. al. 2003, Tilman et. al. 2001), eller förlust av biologisk mångfald kan göra ekosystem mer sårbara mot störningar och stress (Elmqvist et. al. 2003). Det är mycket viktigt att förstå att samhällens och ekosystems resiliens och kapacitet att hantera effekterna av klimatförändringar (t.ex. stormar, torka) är starkt beroende av andra parallella biofysiska förändringar.

Ekosystemtjänster – inte bara ekosystem

De senaste åren har forskningen kring ekosystemtjänster tagit fart på allvar. Med ekosystemtjänster menas de "gratis" tjänster som människan får från ekosystem. Exempel här är vattenrening, kväve-rening, skydd från översvämningar, matproduktion, rekreation och mycket mer (för en komplett lista, se Millennium Ecosystem Assessment 2005). I rapporten är vi således inte bara intresserade av ekosystemen, utan också deras långsiktiga förmåga att upprätta social och ekonomisk välfärd.

Social-ekologiska system

Samhälle och ekologi är tätt sammankopplade. Ett begrepp som finns i den vetenskapliga litteraturen refererar till vad som kallas social-ekologiska system (Berkes & Folke 1998, Berkes et. al. 2003). Ett grundantagande är att sociala system (institutioner, förvaltning) och ekosystem är så starkt sammankopplade att de

måste studeras inom ett gemensamt ramverk. Se även Westley mfl. (2002) och Holling & Meffe (1998).

Resiliens

Resiliens är ett systems förmåga att klara av förändring och vidareutvecklas. Resiliensperspektivet handlar om hur vi – i en värld i ständig förändring – kan upprätthålla ekosystemens förmåga att producera de varor, tjänster och andra värden, som människan är beroende av för sitt välbefinnande och sin utveckling. Ekologisk resiliens är förmågan hos ett ekosystem att möta förändringar och störningar – t.ex. stormar, bränder och föroreningar – utan att övergå till ett annat tillstånd. Ekologisk resiliens möjliggör återuppbyggnad och förnyelse efter en störning. Begreppet resiliens kan också användas för sociala system. Social resiliens beskriver samhällets förmåga att hantera förändring och vidareutvecklas utan att minska välfärden eller valfriheten och flexibiliteten inför framtiden. Att stärka resiliensen i kopplade sociala och ekologiska system är själva grunden till en hållbar utveckling.

Adaptiv samförvaltning

Adaptiv samförvaltning är ett angreppssätt som grundar sig på samarbete mellan myndigheter, forskare och lokala resursnyttjare. Förvaltningen av ekosystem ses som styrda experiment, där övervakning, utvärdering och ständiga förbättringar är centrala begrepp. Det krävs samarbete både horisontellt (lokalt) såväl som vertikalt (från lokal via regional till nationell nivå).