

# **Ett stabilt ekosystem i en föränderlig miljö – Klimatförändringens påverkan på ombrotrofiska myrar**

**Per Lundberg**

Sammanfattning av Självständigt arbete i biologi 2012, rapport till myndighet.

Institutionen för biologisk grundutbildning, Uppsala universitet

## **Sammandrag**

Ombrotrofa myrar utgör en synnerligen viktig pusselbit i bevarandet av den biologiska mångfalden i Sverige. Tidigare så har hoten mot dessa mestadels utgjorts av direkt mänsklig påverkan men idag förefaller hotet också befinna sig på en mer indirekt nivå.

Förändringen i klimatet orsakade av antropogena aktiviteter predikteras leda till en storskalig förlust av det ekosystem som de ombrotrofa myrarna utgör. Med en ökad medeltemperatur, förändring i nederbördscykler samt ökad kvävetillförsel kommer på sikt att leda till en ökad igenväxning av våra öppna ombrotrofa myrar och slutligen leda till en total förändring av ekosystemet.

Denna process är viktig att stoppa och det måste göras aktivt genom snabba och kraftfulla naturvårdsinsatser på riskområden. Därför föreslås i rapporten att en nationell arbetsgrupp inrättas som i samverkan med regionala och lokala arbetsgrupper tar fram och genomför både nationella bevarandeplaner och lokala arbetsinsatser i syfte att minska igenväxningen. Att agera med kraft och snabbhet är av yttersta vikt då förändringsprocessen initialt kan vara reversibel men om processen tillåts gå för långt så förutspås den enbart med stora svårigheter låta sig hejdas.

## **Inledning**

Trots att torvmarker enbart utgör 3-4% av jordens landyta beräknas de innehålla 455 Pg kol vilket utgör minst 20% av det lagrade kolet i de terrestra ekosystemen. Generellt utgör torvmarker i Sverige kolsänkor där mer växthusgaser absorberas än emitteras. Ur ett globalt perspektiv är det synnerligen viktigt att aktivt arbeta för att bibehålla denna kolflödesdynamik i syfte att begränsa naturliga växthusgasutsläpp som kan få kraftfulla effekter på den globala uppvärmningen som vi nu upplever. Utav de svenska myrekosystemen estimeras cirka 23% vara förstörda, främst genom dikning för jord- och skogsbruk, och cirka 50% av de kvarvarande beräknas vara påverkade av antropogena faktorer.

Bland torvbildande ekosystem är de ombrotrofa myrarna de mest produktiva. Dessa myrekosystem är enligt myrklimaxhypotesen ett slutskede i den naturliga successionen från igenväxande sjöar och kärr och är som sådana stabila och förväntas inte förändras ytterligare om inte yttre faktorer påverkar dem. Historiskt har övergångar från öppna ombrotrofa myrar observerats i samband med både naturliga förändringar såsom förändrade klimat men framförallt beror de på antropogena interaktioner där dikning i syfte att skapa lämplig åkermark samt öka avkastningen inom skogsbruket har varit vanliga anledningar. Idag står dock de ombrotrofa myrarna inför en helt annan hotbild än vad vi upplevt tidigare, skapad av mänsklig aktivitet.

Ombrotrofa myrar är unika ekosystem som är mycket viktiga för bevarandet av vår nationella biologiska mångfald. Dels för att många djurarter är direkt eller indirekt bundna till de öppna ombrotrofa myrar och dels för att ombrotrofa myrar på grund av sin unika karaktär är ståndsarter för många, specialiserade, växtarter, både kärlväxter och bryofyter. Utöver detta är ombrotrofa myrar viktiga nyckelhabitat i skogslandskapet och skapar variation vilket gynnar än fler arter.

De ombrotrofa myrarna är beroende av ett flertal klimatfaktorer för deras fortsatta existens där exempelvis låga medeltemperaturer samt hög nederbörd med låg avdunstning är några av de viktigaste. Då detta myrekosystem förses med vatten och näring uteslutande från nederbörd så kännetecknas habitat av mycket låga halter av lösta, biotillgängliga näringsämnen där framförallt kväve och fosfor utgör tillväxtbegränsande faktorer. Utöver detta så är hydrologiska faktorer synnerligen viktiga för den ombrotrofa myren där ett högt vattenstånd är grundläggande för bildandet och bevarandet av ekosystemet.

Dessa två faktorer gynnar specialiserade växtgrupper där torvmossor (*Sphagnum* spp., även kallade vitmossor) utgör den viktigaste beståndsdelen i växtsamhällena på den öppna ombrotrofa myren. Torvmossor är ekosystemingenjörer och innehar en synnerligen viktig roll i resiliensen hos ekosystemet som möjliggör stabilitet i slutskedet av successionen. Genom sina anpassningar för att överleva i extremt näringsfattiga habitat nyttjar de jonbytare för att ta upp lösta näringsämnen. Detta leder, tillsammans med residuer från nedbrytningen, till en miljö med mycket lågt pH, ofta så långt som ett pH värde av 3,5. Detta skapar en miljö där kärlväxter som annars kan hota torvmossornas dominans och på lång sikt ekosystemets existens har stora svårigheter med sin etablering. Dock är torvmossor mycket torkkänsliga och har på grund av sin låga tillväxthastighet svårt att konkurrera med kärlväxter under torrperioder.

Den här rapporten för fram de viktigaste faktorerna som kan utgöra hot mot de ombrotrofa myrarnas existens och ett förslag på ett åtgärdsprogram som syftar till att motverka samt begränsa framtida hot mot dessa unika ekosystem.

Tabell 1. Av SWECLIM (2002) predikterade klimatförändringar i medelvärde över hela Sverige. Modellen bygger på IPCC A2-utsläppsnivåer. Värdena anger den genomsnittliga förändringen i temperatur på två meters höjd över markytan under vinter-, vår-, sommar- och höstmånaden samt årsmedel. Tabellen redovisar även procentuella förändringar i nederbörd för perioderna.

	Vinter(D/J/F)	Vår(M/A/M)	Sommar(J/J/A)	Höst(S/O/N)	Årsmedel
Temperatur (2 m) (°C)	5,5	4,8	3,3	4,6	4,5
Maxtemperatur (2 m) (°C)	2,8	4,3	3,8	4	3,7
Mintemperatur (2 m) (°C)	11,6	14	4	11,6	12,4
Nederbörd (%)	49	36	-6	25	23
Största dygnsnederbörd (%)	36	21	5	23	14
Antalet nederbördsdagar (%)	19	21	-3	8	11

## Resultat

Resultatet av studien redogörs nedan i tre huvudkategorier: (i) predikterade klimatförändringar; (ii) påverkan av ökad temperatur samt förändrade nederbördscyklar; (iii) påverkan av ökad kvävetillförsel; (iv) slutsatser.

### Predikterade klimatförändringar

Som tydligt ses i tabell 1 förväntas temperaturen i Sverige öka under de kommande 100 åren.

När det gäller nederbörd så beräknas nederbörden i allmänhet öka, både när det gäller största dygnsnederbörden och antalet nederbördsdagar. Dock beräknas nederbörden under de kritiska sommarmånaderna minska vilket kan få allvarliga följder för de ombrottrofa myrarna.

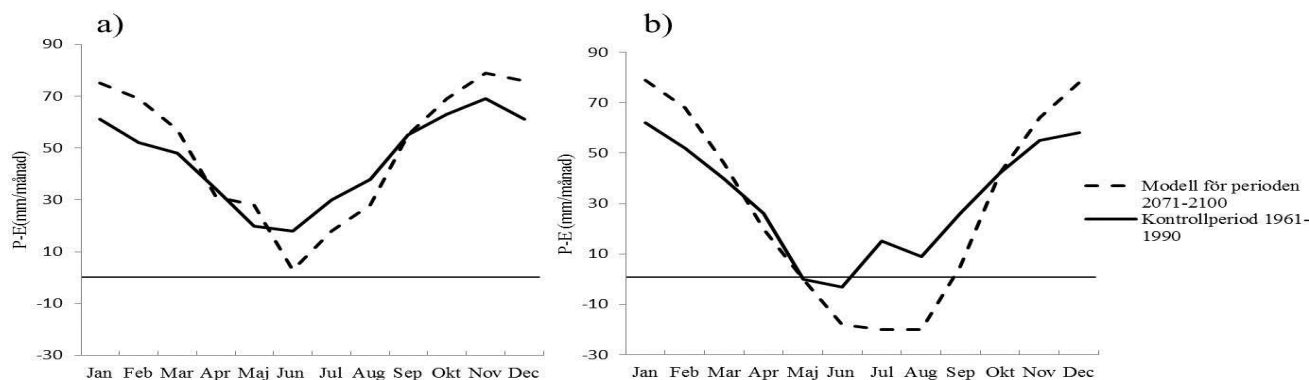
Men nederbördsmängden ger bara en sida av myntet. För att få en mer realistisk bild av effekterna på de hydrologiska förhållandena så måste nederbördsförändringen sättas i samband med den ökade avdunstningen som kommer av höjd medeltemperatur. Analyserar vi detta samband så ser vi att nettotillförseln av vatten minskar över hela landet men kraftigast effekt får vi i de södra delarna (figur 1).

En ytterligare faktor som förändras är den ökande tillförseln av kväve. Tillförseln av kväve har ökat drastiskt sedan industrialiseringen och förväntas öka med ytterligare 60% från 1994 till 2020.

### Påverkan av ökad temperatur samt förändrade nederbördscyklar

I allmänhet så visar studier på att en temperaturhöjning gynnar torvmossornas nettoprimärproduktion. Detta förutsätter dock att konkurrensen mellan bryofyter och kärlväxter inte förändras samt att de hydrologiska faktorerna förblir statiska. I studier där man jämfört täckningsgraden av bryofyter och kärlväxter före och efter värmebehandling så finns det en positiv korrelation mellan temperatur och ökad täckningsgrad av kärlväxter, särskilt vedartade sådana. Detta beror antagligen på att kärlväxter har en metabolism som gynnas mer av höjda temperaturer än torvmossor.

Utökar man studierna till att även innefatta förändringar i myrekosystemets hydrologi så ser vi att det sker i växtsamhällenas komposition på två olika fronter. Dels gynnas torktåliga arter av torvmossor framför mindre torktåliga dito. Med en sänkning av vattenlinsens medelnivå i förhållande till myrytan som leder till allmänt torrare förhållanden och längre torkperioder så kan vi dra slutsatsen att tuvbildande torvmossearter gynnas. En höjd temperatur och sänkning av vattenlinsen leder även till en ökning av nedbrytningstakten av torv vilket ger en högre koldioxidhalt i ytskiktet. En sådan ökning av koldioxidhalt ökar även andra torvmossors tendenser till tuvbildande. Ett sådant samband har observerats för praktvitmossan (*Sphagnum magellanicum*) som signifikant ökar sin tuvbildande förmåga vid höga koldioxidhalter i myrens ytskikt.



Figur 1. Nederbörd minus avdunstning (P-E) som månadsmedelvärde för norra (a) och södra (b) Sverige. Streckad linje visar predikterade värden för perioden 2071-2100. Hel linje visar kontrollperioden 1961-1990. Prediktionerna är baserade på ett medelvärde av A2 och B2 utsläppsmodeller (Sweclim 2002).

Hos vedartade kärlväxter visar studier att deras täckningsgrad korrelerar starkare mot temperatur än sänkt vattennivå men en sänkning i vattennivå ökar antagligen hastigheten i processen avsevärt.

### Påverkan av ökad kvävetillförsel

Då kväve i allmänhet ses som en starkt begränsande faktor för tillväxten på ombrotrofa myrар, särskilt på nordligt belägna sådana, så är också effekten av den ökade kväveföroreningen kraftig.

I naturliga ombrotrofa myrар med låg kvävetillförsel så innehar torvmossorna en konkurrensfördel då de är effektiva på att ta upp och återanvända näringsämnen som tillförs via nederbörd. Enbart det som läcker igenom torvmosselagret kan nyttjas av kärlväxter vars rötter ligger under torvmosselagret. Studier där man tillför kväve till provrutor visar på en kraftigt ökad konkurrensfördel för kärlväxter där responsen sker på två olika sätt: (i) ökad tillväxt; (ii) ökad tendens till bladfällning.

Den ökade tillväxten kan självklart ge en konkurrensfördel men det är framförallt en ökad bladfällning som ger negativa effekter på torvmossorna. Detta då de döda bladen bildar ett lager över torvmossorna som förhindrar ljus att penetrera vilket leder till minskad nettoprimärproduktion. I allmänhet finns det en tydlig trend mot att en ökad tillförsel av kväve snabbar på förloppet av utbredningen av kärlväxter som primärt beror på en ökad temperatur.

### Slutsatser

Med de predikterade klimatförändringarna och de förändringar av de öppna ombrotrofa myrар som det medför så kan vi troligtvis förvänta oss en omvandling ifrån ett öppet, torvmossedominerat myrplan till en sluten skogsyta där förändringen sker i tre steg:

1. En subtil övergång ifrån ett ekosystem med stora variationer i mikrohabitaten på myrplanet där tuvbildande arter ökar och höljearter minskar. I takt med detta så lär täckningsgraden av kärlväxter öka och en ökning i mängden död biomassa kommer också att kunna observeras.

2. I det här stadiet kommer vi att kunna observera en kraftig tillbakagång i täckningsgraden av bryofyter och en korresponderande ökning av mängden kärlväxter. Även en större mängd etablerade, sub-adulta, träd kommer att kunna observeras (främst tall (*Pinus sylvestris*)).
3. När utvecklingen har nått till det tredje stadiet så kommer myrytan vara helt dominerad av vedartade kärlväxter och tät örtvegetation med en stor andel adulta träd. Efter det här stadiet så tar en naturlig succession över som i slutändan antagligen leder till barrträdsbevuxen, tät, skogsmark.

## Diskussion

Att klimatförändringar kommer att påverka myrekosystem står klart. Den centrala frågan är vilka proportioner vi kan förvänta oss och inom vilken tidsrymd. Ett ytterligare problem när det gäller att bevara ombrottrofa myrar är att flera studier visar på att det finns en lag-fas som innebär att en förändring i växtsamhället kan bli mätbar först flera år efter förändringarna har börjat ge effekt. Vid det laget kan det vara svårt att reversera förändringen.

Nyckeln till bevarande av myrekosystem är att ligga på förhand och inte låta en förändring komma till ett stadie där positiv återkoppling leder till en total, icke-reversibel förändring av ekosystemet. Därför bör en preventiv skötsel av myrekosystem inrättas på tre nivåer: (i) nationell nivå; (ii) regional nivå; (iii) lokal nivå.

### *Nationell nivå*

Ett program för övervakande av myrekosystem bör inrättas som på nationell nivå övervakar regionala arbetsgrupper och samlar in och sammanfattar forskningsresultat inom fältet som är relevant för regionalt och lokalt arbete. I detta program bör även nära samarbete med Sveriges geologiska undersökning och nationella klimatforskningsinstitut finnas i syfte att processa data kring pågående klimatförändringar, kväve-, fosfor- och sulfattillförsel på både nationell och regional nivå. Utifrån dessa data, en väl formulerad bevarandeplan och rapporter från regionala arbetsgrupper bör regionala arbetsplaner utarbetas och nationella medel tilldelas till områden där behovet bedöms som störst. Att regionala arbetsgrupper kan föra sin talan i det nationella programmet är att se som synnerligen viktigt då det nationella programmet främst syftar till att samordna verksamheten på nationell nivå.

### *Regional nivå*

Det viktigaste arbetet ligger på de regionala arbetsgruppernas nivå då de genom både fältinventeringar och flygfotoanalys skall övervaka förändringar i myrekosystemet i syfte att tidigt kunna agera med punktinsatser där de bedöms göra störst nytta. Prioritering av skyddsvärda områden är tyvärr en nödvändighet och bör så göras med det nationella programmets bevarandeplan som grund men utav varje regional arbetsgrupp. Detta då de regionala grupperna är de enda som kan inneha en detaljerad översikt av regionens myrekosystem. De regionala arbetsgrupperna bör också vara ansvariga för att ta fram lokala skötselplaner och leda skötselinsatser. Vikten av ett aktivt arbetsätt hos de regionala

arbetsgrupperna bör ej underskattas. Detta innebär bland annat att flygbildsanalyser kontinuerligt bör följas upp av fältinventeringar. Dels för att myrekosystemens resiliens kan ge att förändringar kan komma plötsligt med ytterst subtila visuella tecken och dels i syfte att förbättra flygbildsanalysmetoder. De regionala arbetsgrupperna leder och fördelar även de lokala insatserna och sammanställer resultat och observationer i syfte att avrapportera till det nationella programmet.

### *Lokal nivå*

Insatser på lokal nivå bör syfta till direkta arbetsinsatser på berörda myrekosystem. Sådana insatser bör vara tillräckliga och konsekventa men ändå inkorporera nya forskningsrön. Arbetsinsatserna bör primärt vara inriktade mot preventiva åtgärder såsom restaurering av störda hydrologiska förhållanden och sekundärt mot bevarandeåtgärder. Sådana insatser kan vara att begränsa igenväxningen av öppna mosseplan genom avlägsnandet av etablerade träd och i extrema fall avlägsnandet av död biomassa från kärlväxter. Bränning av mosseplanet kan vara ett kostnadseffektivt sätt att reducera igenväxningen men hänsyn bör tagas till tillförseln av kväve via aska som vid redan hög tillförsel av kväve genom nederbörd på lång sikt kan vara negativt för utvecklingen av mosseplanet. Ett annat sätt att reducera igenväxningen av kärlväxter kan vara att bedriva slätter där den skördade biomassan avlägsnas. Detta kan med fördel även drivas tillsammans med kulturmiljöbevarande projekt. Hänsyn bör även tagas till att övervaka mängden död biomassa från kärlväxter som täcker mosseplanet.

Punctum saliens är att det krävs ett aktivt övervakningsnät för att tidigt upptäcka negativa förändringar och snabbt möjliggöra kraftsamlade insatser där de gör störst nytta. Därför är det viktigt med autonoma regionala arbetsgrupper där lokala beslut kan fattas snabbt utifrån styrdokument från nationell nivå.

När det rör ökat kvävendefall är det dock svårt att ur ett lokalt naturvårdsperspektiv att åtgärda källan till problemet som utgörs av globala utsläppsnivåer. Dock så finns det ljus i tunneln. Studier har visat att effekten av ökad kvävetillförsel i viss mån kan motverkas av insatser som gynnar torvmossetillväxten. Vidare har en studie visat att på grund av den inneboende resiliansen i myrekosystemen kan effekterna av kvävetillförseln vara naturligt reverserbara om tillförseln återgår till en lägre nivå, åtminstone i tidiga skeden.

### **Ytterligare information**

Lundberg P. 2012. Ett stabilt system i förändring – Hur klimatförändring påverkar *Sphagnum*-dominerade ombrotrofa myrars växtsamhällen. Självtändigt arbete i biologi, Uppsala universitet.