

FÖRENINGEN ELIAS FRIES ÄTTLINGAR

Skriftserie 9

**CLAES BERNES och SVEN BRÅKENHIELM
KLIMATET OCH SKOGSVEGETATIONEN**

Uppsala 1989

Klimatet och skogsvegetationen

av Claes Bernes och Sven Bråkenhielm, Statens naturvårdsverk

Naturvårdsverket ansvarar sedan 1978 för Programmet för övervakning av miljökvalitet (PMK). Dess uppgift är bl a att övervaka långsiktiga, storskaliga förändringar i miljön som orsakas av människan. Dit hör t ex den befarade s k drivhuseffekten, d v s en uppvärmning av atmosfären, som orsakas av mer koldioxid i luften. Höjningen av koldioxidhalten i sin tur orsakas av att människan i rask takt förbränner fossila bränslen som kol, olja och naturgas och produkter från dem, t ex dieselolja, fotogen och bensin. Den koldioxid som för miljontals år sedan under lång tid togs ur luften av dåtidens växter och lagrades i kol-, olje- och gaslager under jordytan släpps nu fri igen under loppet av några årtionden. Att detta påverkar atmosfären och allt som lever i och av den är därför inte att förundra sig över.

Ett problem när man skall bedöma drivhuseffektens omfattning är att skilja ut mer naturliga långtidsförändringar i klimatet, t ex en sannolik temperatursänkning på våra breddgrader.

Nedanstående uppsats är tagen ur miljöövervakningsprogrammets skriftserie Monitor (1989). Den behandlar i år klimatet och naturmiljön. Monitor kan köpas från naturvårdsverket (Informationsavdelningen, Box 1302, 171 25 SOLNA, tel. 08/799 10 00).

Claes Bernes (Forskningsavdelningen i Solna, Box 1302, 171 25 SOLNA) är redaktör för Monitor och Sven Bråkenhielm (Avdelningen för miljöövervakning i Uppsala, Box 7050, 750 07 UPPSALA) ansvarar inom PMK för delprogrammet vegetationsövervakning.

Alla gröna växter behöver värme, ljus, vatten, koldioxid och näringsämnen för att kunna leva, växa och fortplanta sig. En väl avvägd mängd av varje sådan tillväxtfaktor — varken för mycket eller för litet — skapar en gynnsam miljö för många olika arter.

Om det däremot råder brist på någon av faktorerna blir det den bristen som sätter gränsen för vegetationens tillväxt och utbredning. På mycket kalla, mörka, torra eller näringsfattiga platser finns sålunda bara ett fåtal här-diga arter. Där kan sådana arter å andra sidan nå stor utbredning tack vare friheten från konkurrens med arter som under gynnsammare omständigheter kan vara dominerande men som dukar under även för måttliga påfrestningar.

Kort vegetationsperiod sätter gräns för många svenska växter

I Sverige är det i första hand de långa vintrarna som begränsar växternas utbredning. Det är bara under *vegetationsperioden* (ofta definierad som den tid då dygnsmedeltemperaturen permanent överstiger 6 plusgrader) som växterna kan utveckla blad, skjuta skott, växa till, blomma, sätta frukt och utveckla mogna frön. Speciellt i norra Sverige är den varma årstiden så kort att många arter helt enkelt inte hinner med allt detta innan vinterkylan återkommer.

Lokalt, tex på sandhedar, alvarmarker och berghällar, kan det i stäl-



Att eken normalt inte förekommer norr om Dalälven beror på att vegetationsperioden där är kortare än de sju månader arten behöver för att färdigbilda gröningsdugliga ollon. Planterade ekar kan överleva betydligt längre norrut, men där kan de inte fortplanta sig av egen kraft. —

Foto: Mats W Pettersson.

let vara brist på vatten som avgör vilka arter som överlever och förökar sig. Andra klimatfaktorer, såsom vind, vågor, snö och is, kan på vissa håll utöva en rent mekanisk påverkan som begränsar växtlighetens utbredning.

Även om det genomsnittliga klimatet har stor betydelse för en arts utbredning är det dock snarare kortvariga men extrema vädersituationer som blir avgörande för såväl enskilda växtindividers som hela artbestånds överlevnad. Decenniets eller århundradets storm faller månghundraåriga tallar, och det saltstänk den river upp ute till havs dödar känsliga träd och buskar långt in i land. Björkar kan växa ostört i femtio år men dö av torka det femtioförsta. På en torr ängsbacke kan den sedan årtionden etablerade vegetationen nästan helt slås ut under en torr sommar.

Väder som gynnar skadedjur missgynnar skogen

Väderförhållandena påverkar växtligheten inte bara direkt, som när ett träd knäcks av stormen eller dör av torka, utan också indirekt. Temperaturen och fuktigheten inverkar exempelvis på nedbrytningen av organiskt material i marken och därmed på frigörelsen av näringsämnen i en för växterna tillgänglig form. Såväl kyla som torka medför att nedbrytningen går långsammare än annars, vilket i sin tur kan leda till att vegetationens tillväxt hämmas av näringsbrist.

Vidare kan vädret ibland gynna arter som lever av växter, tex insekter, växtätande däggdjur, parasit- eller rötsvampar. Sådana organismer förekommer i alla ekosystem och lever vanligen i någorlunda balans med sina "bytesväxter". Om det inträffar extrema väderförhållanden eller en mer långsiktig övergång till ett annat klimat kan emellertid betingelserna för vissa skadeorganismer drastiskt förändras.

Under en snörik vinter har sålunda älgarna svårare att ta sig fram i terrängen än annars. De kan då hopas i vissa områden med god tillgång till ungtallar, vars skott de betar. Detta leder till att tallarna dör eller kraftigt hämmas i sin tillväxt.

Att även skadeinsekternas framfart i skogen ofta är väderberoende visade sig inte minst tydligt under 1970-talet. Den torka som rådde i Skandinavien under 1970-talets första hälft medförde att skogen sommartid utsattes för en allt svårare vattenbrist, med nedfatt tillväxt och vitalitet som resultat. Speciellt markant var torkan somrarna 1975 och 1976. I november 1969 och ett par gånger i mitten av 1970-talet härjade dessutom svåra stormar som fällde många granar.

De stormfällda träden från 1969 blev framåt våren och försommaren 1970 ett begärligt byte för den åttatandade barkborren (*Ips typographus*), bla i södra Hedmarks fylke nordost om Oslo. Barkborrarna förökade sig kraftigt, och de nya individerna kastade sig över levande träd vars vitalitet försämrats av torkan. De svåraste

barkborreangreppen noterades där år 1972.

Väster och söder om Oslo, där stormfällningen inte varit så omfattande men torkan desto svårare, kom barkborrehärjningarna först 1977-79. Eftersom torka är den faktor som mer än någon annan banar vägen för barkborreangrepp blev skadorna betydligt allvarligare här än i det förstnämnda området.

Också sannolikheten för skogsbränder ökar vid torka. En studie i Minnesota i USA har visat att ett och samma skogsområde där brann med i genomsnitt mindre än femtio års mellanrum under de förhållandevis torra och varma 1400- och 1500-talen. I det kallare och fuktigare klimat som rådde från 1600-talet till slutet av 1800-talet gick det däremot närmare hundra år mellan bränderna.

Under det senaste århundradet har människan aktivt förebyggt och bekämpat skogsbränder, såväl i Nordamerika som i våra trakter. 1900-talets varma klimat skulle sannolikt i annat fall ha lett till mycket täta och omfattande bränder under torra somrar.

Föroreningar, frost, torka bakom skogsskadorna?

Långt ifrån alltid kan torka eller någon annan bestämd faktor entydigt pekas ut som orsak till iakttagna förändringar eller skador på vegetationen. Otaliga hypoteser har sålunda lagts fram om bakgrunden till de skogsskadorna som uppmärksammats under

1980-talet. Speciellt kring år 1983 noterades barrträd med utglesade kronor på många håll i Syd- och Mellansverige.

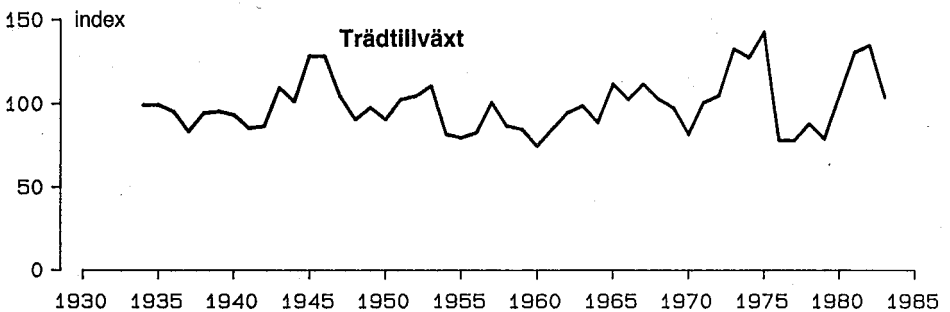
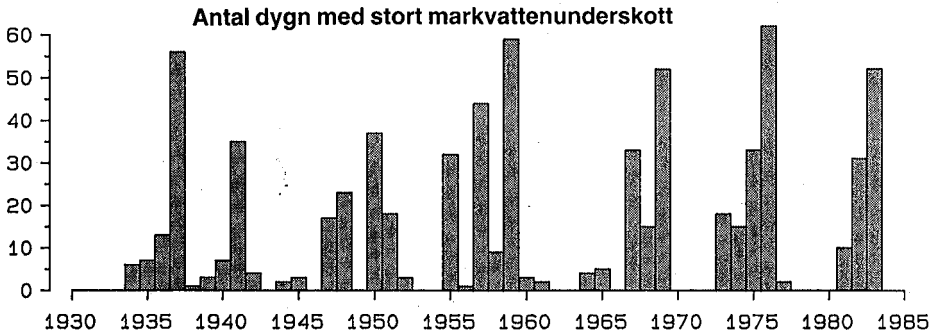
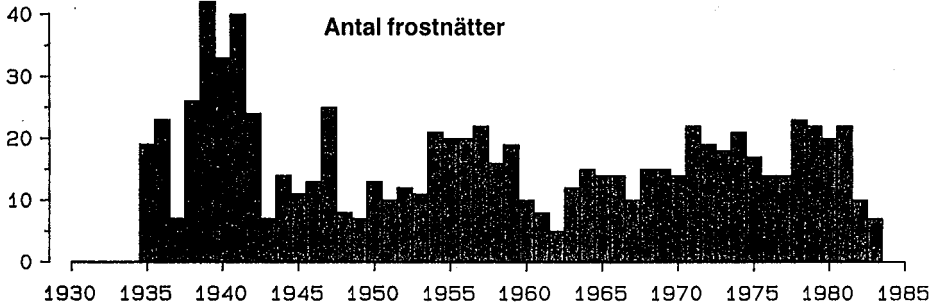
Liknande men betydligt allvarligare skador hade redan tidigare börjat uppträda i delar av Centraleuropa. I vissa bergstrakter i Tjeckoslovakien, Polen samt Öst- och Västtyskland hade skogen rentav dött. Det kan knappast råda något tvivel om att skogsdöden i Centraleuropa främst beror på luftföroreningar, och även den barrförlust som iakttagits i Sverige har i allmänhet kopplats till föroreningsutsläpp.

Sambandet mellan luftföroreningarna och skogsskadorna tycks emellertid vara mycket komplicerat. Med all sannolikhet har också en rad andra faktorer, inte minst väderförhållandena, medverkat till att skadorna uppkommit.

I synnerhet unga plantor kan exempelvis skadas av tillfällig men kraftig *frost* under perioder då det annars råder plusgrader, dvs i första hand under vegetationssäsongen. En snabb övergång från höstväder till sträng vinterkyla kan få samma effekt. Träden hinna inte med den fysiologiska anpassning som gör att de normalt överlever även mycket kalla vintrar. Gran och tall kan uthärda femtio minusgrader när den anpassningen är avklarad, men dessförinnan tål de bara några få minusgrader.

Den markanta ökningen av skogsskadornas omfattning i Centraleuropa i början av 1980-talet har sålunda av en del forskare satts i samband med ett mycket kraftigt temperaturfall un-

Frost, torka och trädttillväxt



der nyåret 1978/79. På vissa håll sjönk då temperaturen inom ett dygn från flera plusgrader till närmare tjugo minusgrader.

I Sverige har dock förekomsten av snabba temperaturfall eller kraftig frost under "fel" årstid inte ökat märkbart på senare år, även om årsmedeltemperaturen sjunkit ungefär en grad sedan 1930-talet. Den kronutglesning som för några år sedan noterades hos syd- och mellansvenska barrträd har snarare förknippats med den *torka* som rådde under somrarna 1982 och 1983. Även i mitten av 1970-talet, då det också var mycket torrt, iaktogs skador på skogen här och var i södra Sverige.

Torkan kan av naturliga skäl ha försvagat eller skadat många träd i utsatta lägen. Den kan också ha förvärrat såväl luftföroreningssituationen i sig som dess effekter på vegetationen. Inte minst de höga ozonhalter som uppnåddes i det soliga och varma vädret under dessa somrar har nämnts

som en bidragande orsak till skogsskadorna. Torkan innebar också att luftföroreningar som avsattes på barr och blad kunde bli kvar där under lång tid — bla i form av starka syror — utan att sköljas bort av regn.

Till yttermera visso kan torkan i förening med nedfallet av föroreningar ha åstadkommit kemiska förändringar i marken. Bakgrunden är att kväveinnehållet i det döda organiska material som bryts ned i marken främst frigörs i form av ammoniumjoner. Under vissa omständigheter kan dessa sedan omvandlas till nitratjoner. En förutsättning är tillgång till syre, en annan att kvävehalten i det organiska materialet är hög. Det sistnämnda är numera fallet i Centraleuropa och sydligaste Sverige till följd av det kraftiga kvävenedfallet via luft och nederbörd.

Liksom vid oxidation av sulfid frigörs vätejoner när ammoniumjonerna oxideras till nitrat (se s 81). Normalt tas vätejonerna upp av växterna tillsammans med nitratkvävet. När trä-

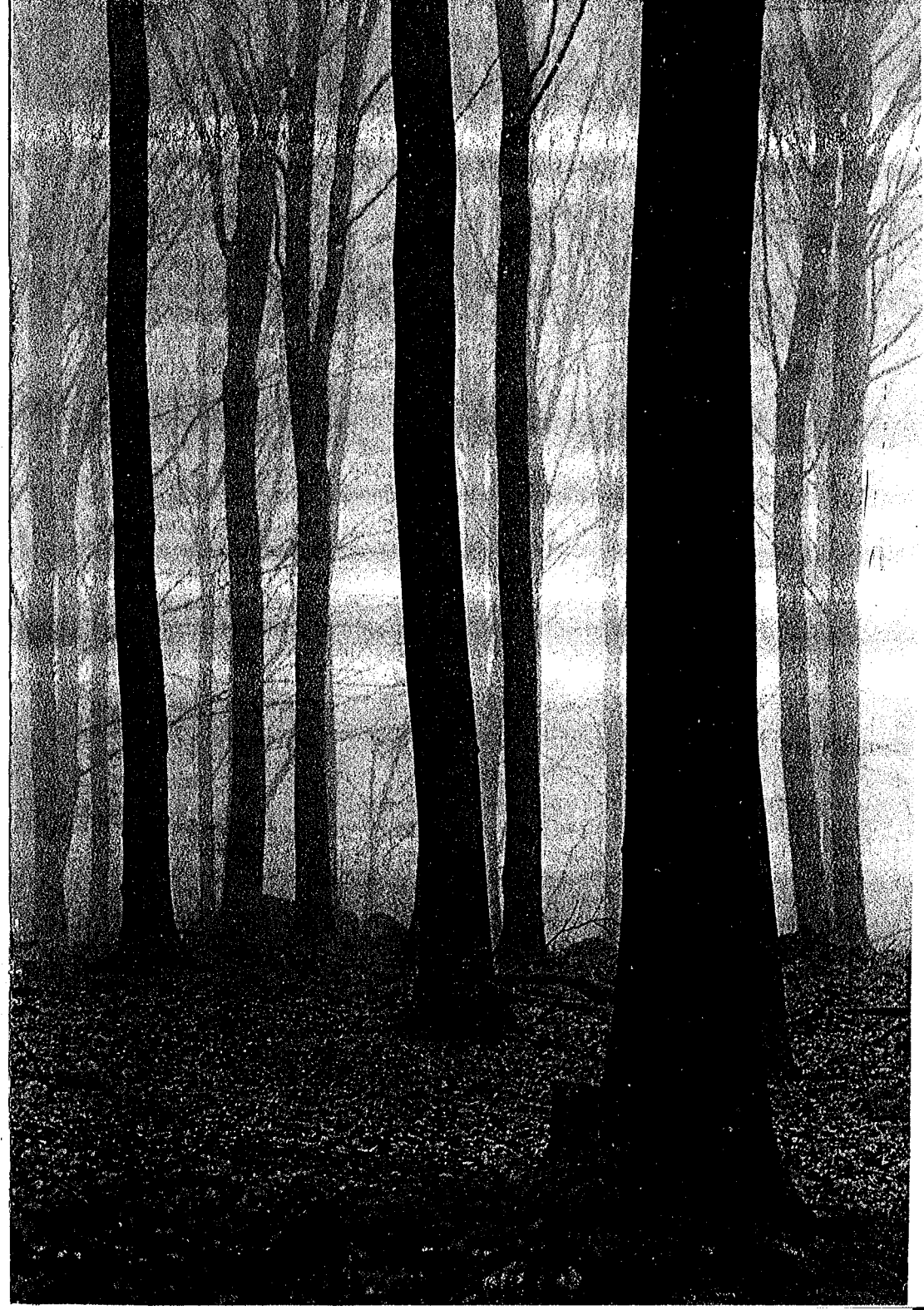
Under klara och vindstilla nätter kan temperaturen ibland nå åtskilliga minusgrader även sedan dygnsmedeltemperaturen blivit så hög att vegetationens tillväxtperiod inlett. Speciellt under vår och försommar är risken för nattfrost stor även i södra Sverige. Bli frösten svår kan den vålla allvarlig skada på unga trädplantor. Än mer avgörande för vegetationens överlevnad och tillväxt är emellertid tillgången på vatten.

Figuren återger data från Tönnersjöheden nära Simlångsdalen i Halland. Överst anges antalet dygn under vegetationsperioden då minimitemperaturen understigit -3 grader. Därunder anges antalet dygn under juni-au-

gusti då markvattenunderskottet — dvs skillnaden mellan markens maximala och faktiska vatteninnehåll — enligt teoretiska beräkningar överstigit en viss nivå. Längst ned redovisas ett mått på granens tillväxt, baserat på årsringsmätningar.

Vi ser att granens tillväxt var lägre än normalt åren 1938–42, då nattfrost förekom mycket ofta. Mer påfallande är dock sambanden mellan torkan åren 1950, 1955, 1959, 1969 och 1976 samt de mycket låga tillväxtvärdena under samma eller nästföljande år. Någon långsiktig förändring kan inte urskiljas i mätserierna.

— Från Losjö m fl (1987).



dens kväveupptagningsförmåga tillfälligt sjunker i samband med torka blir emellertid en stor del av vätejonerna kvar i marken. I jordar som redan är starkt sura kan följden bli att stora mängder aluminium löses ut, vilket skadar trädens rötter och därigenom ytterligare försämrar deras förmåga att ta upp näring.

Från och med 1984 har somrarna i Sverige dock varit betydligt nederbördsrikare än de var 1982 och 1983. En viss förbättring av skogens vitalitet noterades också fram till och med 1987.

Året därpå konstaterades emellertid åter en ökning av kronutglesningen hos gran, speciellt i norra Sverige. Sannolikt har det mycket kyliga vädret under 1987 bidragit till den utvecklingen. Den kraftigaste försämringen ägde rum i fjällnära områden, där vintern 1986/87 var relativt snöfattig. I kombination med den stränga kylan gav detta upphov till djup tjäle. Ännu under senyvintern och våren var marken frusen, vilket medförde att rötterna inte kunde ta upp vatten när tillväxtprocesserna började komma i gång ovan mark. På vissa håll gick tjälen inte ur jorden på hela sommaren. Följden blev sk *frosttorka*. I vissa områden nära trädgränsen hade 80–95 % av gra-

narna förlorat åtminstone 60 % av sina barr efter sommaren 1987.

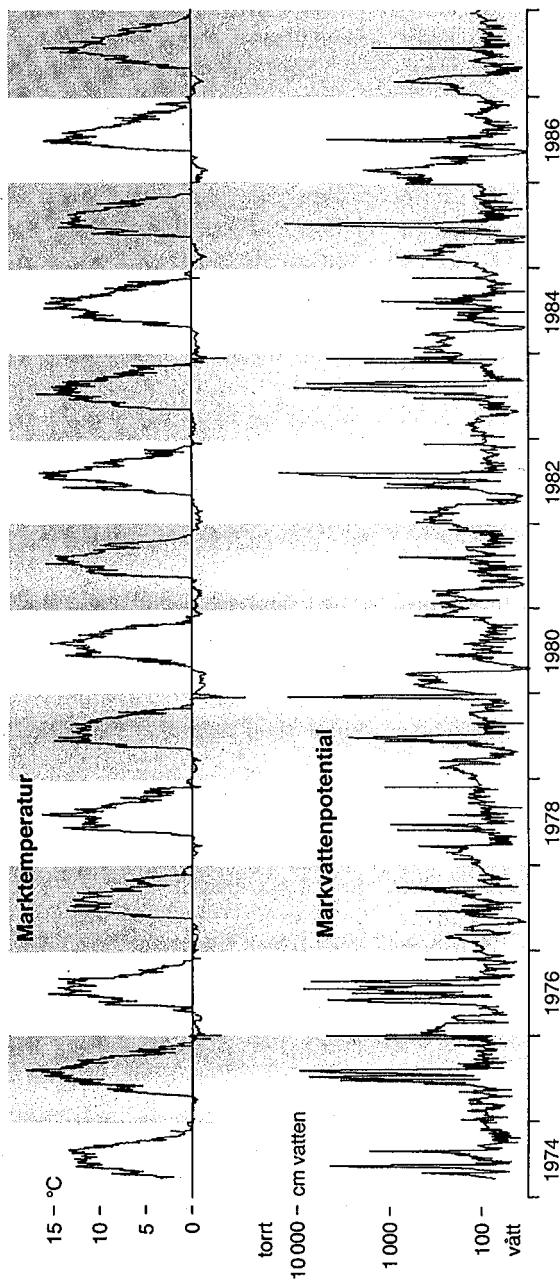
Ytterligare en väderfaktor som nämnts i samband med skogsskadorna är vinden, i synnerhet förekomsten av *stormar*. Granar och andra träd med ytliga rotsystem faller ofta helt och hållet vid kraftiga stormar. Farhågor har emellertid väckts om att även träd som förblir stående kan ta skada. Exempelvis kan fina rottrådar slitas av då kronorna och stammarna svajar i vinden. Detta minskar förmågan till vattenupptagning, varigenom risken för torskador ökar. Också om den *genomsnittliga* vindstyrkan tilltog skulle uttorkningen öka, eftersom vattenavgången från barr och blad då skulle bli större.

Att stormfrekvensen och förekomsten av extrema vindhastigheter faktiskt ökat längs västkusten under de senaste decennierna står klart. Det är emellertid osäkert huruvida detta kan ha bidragit till de iakttagna skogsskadorna. I Blekinge, där skadorna på skogen varit väl så framträdande som i Västsverige, har stormfrekvensen sålunda inte ökat.

Över huvud taget torde det vara lika utsiktslöst att försöka koppla skogsskadorna uteslutande till en enskild väderfaktor som uteslutande till en en-

I områden med kraftigt nedfall av svavel och kväve är marken numera på många håll starkt försurad. Ytterligare tillskott av syra — tex från oxidationsprocesser i samband med torka — medför i sådan mark en kraftig utlösning av aluminium som kan skada trädens rötter. Dithän har utvecklingen redan gått på många ställen i Centraleuropa, och åt det hållet är den nu också på väg i bok- och granskogarna på de skånska åsarna. — Bokskog i Skåne. Foto: Åke Lindau/N.

Marktemperatur och markvattenpotential



Markvattenmängden eller markvattenunderskottet (se s 116) säger inte hela sanningen om risken för torskador på vegetationen. Vintertid är nämligen vattnet i marken till stor del fruset och därmed inte åtkomligt för växtrötterna. Normalt utgör bristen på tillgängligt vatten vintertid inget större problem för ve-

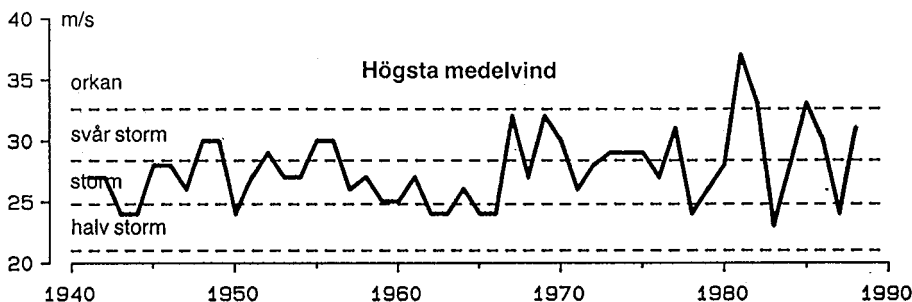
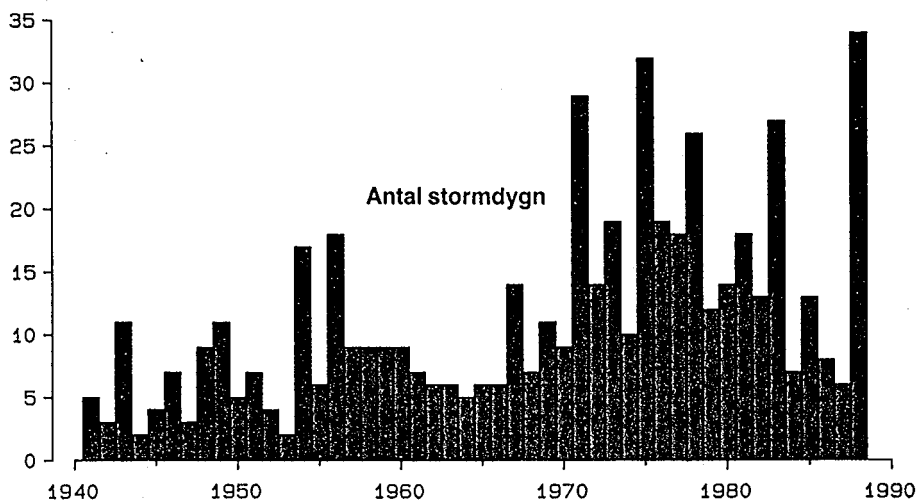
getationen, eftersom denna då befinner sig i ett vilostadium. Om tjälen i marken är kvar långt efter det att tillväxten kommit i gång på våren löper växterna dock stor risk att drabbas av sk frosiforka.

Figuren ovan visar beräkningar av marktemperatur och **markvattenpotential** — ett mått på hur svåråtkomligt

vattnet i marken är — under en följd av år. Vi ser att bristen på tillgängligt vatten ofta är svårare under och närmast efter en sträng vinter än den var till och med under den mycket torra sommaren 1976.

— Från Per-Erik Jansson, Sveriges lantbruksuniversitet.

Stormfrekvens och högsta vindhastighet vid Kullen



Vid västkusten har antalet svåra stormar ökat markant sedan slutet av 1960-talet, medan tioårsperioden dessförinnan var ovanligt stormfattig.

Här ovan anges för varje år sedan 1941 antalet dygn då medelvinden (den genomsnittliga vindhastigheten under en tiominutersperiod) vid Kullen i nordvästra Skåne nått minst 21 m/s, dvs halv storm. Dessutom anges den kraftigaste medelvind som noterats under året. Rekordet på 34 stormdygn år

1988 blir sannolikt inte långlivat — enbart under de tre första månaderna 1989 noterades 30 dygn med halv storm eller mer vid Kullen.

Enligt en hypotes har ökningen av stormfrekvensen vid västkusten bidragit till de skogsskador i form av kronutglesning m m som iakttagits på senare år. I andra delar av landet tycks någon motsvarande vindökning dock inte ha ägt rum.

— Data från SMHI.

"Det war med en owanlig grad af Sommar-wärma, som Maji månad började detta år. Den första Maji wid middags-tiden, utwisade Thermometern i Upsala en värma i fria luften, til 21 grader. De följande dagar, aftog den wäl mer och mindre, dock icke til den grad, som den 8:de, då före middagen, wid 3 graders värma, infant sig et häftigt Rågn, med starkt nordan-wäder, hwilket efter middagen förwandlades til Snö och det häftigaste Urwäder, med nordan Storm. Denna Storm continuerade hela natten, til d. 9, med obeskrifwelig häftighet mot morgonstunden, och fortfor sedan under aftagande, tils middagstiden d. 9:de, då Thermometern war blott $\frac{1}{2}$ grad öfwer Fryspuncten. . . .

Det är denna sällsamma Wäderlek, wid denna årstid, som förorsakat den otrolliga skada och förstöring, Skogarna här i Orten öfwergått. Barr-Skogen, Tall och Gran, är i synnerhet den, som blifwit medtagen. Jag har haft tilfälle bese några Skogar, norr om Upsala, och måste bekänna, at skadan är större, än man kunnat förmoda. . . .

Det är utan twifwel, at wi ofta nog haft Urwäder och Storm, til samma grad och häftighet som detta; men ingen lærer här minnas, at det haft en sådan werkan på Skogar-

na. Det låter sig dock i det mästa wäl förklara. I Skogarna war just denna tiden, den fullkomligaste Tjällossningen, då Trån altid stå mindre fast på sina Rötter, då Jorden kring dem är altid mera lucker och lös, än Sommar-, Höst- eller Winter-tiden, hwarföre man ock gemenligen finner, at de flesta Windfällen ske om Wären. . . . När nu härtil kommer, at Owädret började med et ymnogt Rågn, som til alla delar befucktade både Stam och Grenar, hwarpå genast följde en myckenhet Snö, under et hiskeligit Urwäder; och en Storm, som med häftighet fastade Snön wid Trån, dess Grenar och Barr; under en tiltagande köld; så blifwer det snart begripeligt, at under en sådan tyngd af Snö, och då inga mellanrymder blefwo öfrige emellan Qwistarna och Barren, för Wädret at genomspela, at icke Träden kunde i allmänhet emotså Stormens kraft och häftighet, utan dels kullkastades från Roten, dels afsprungo på sjelfwa Stammen."

Från Emanuel Ekman: *Anmärkingar, öfwer det stora skogsfall, som hände uti Upland, i Maji månad, innevarande år 1795.* Ny Journal uti Hushållningen, September och October 1795.

Svåra stormar kan fälla skog för mångmiljonbelopp. Mest utsatt för stormfällning är skogen när marken är våt och otjälad och när blåsten kombineras med blötsnö. Citatet ovan skildrar de osedvanligt omfattande stormskador som drabbade Syd- och Mellansverige i början av maj 1795, medan bilden visar följderna av en mer sentida storm i Skåne.

skild förorening. En rimligare tolkning är att påfrestningar vållade av en eller flera väderfaktorer kan försvaga träden och därmed bana väg för luftföroreningarnas skadliga inverkan. Omvänt kan höga halter av vissa föroreningar av allt att döma öka trädens känslighet för torka och andra väder-

faktorer.

Sådana kombinationseffekter kan exempelvis ligga bakom det faktum att barrträdens kronor generellt är glesare uppe i fjälltrakterna än på något annat håll i Sverige. Eftersom halterna av luftföroreningar där är låga förklarar de stora barrförlusterna visserligen



Stormfällda granar blir ett begärligt byte för barkborrar. Om sommaren blir varm förökar sig dessa snabbt och kastar sig över friska granar, varigenom effekterna av stormen ytterligare förvärras.

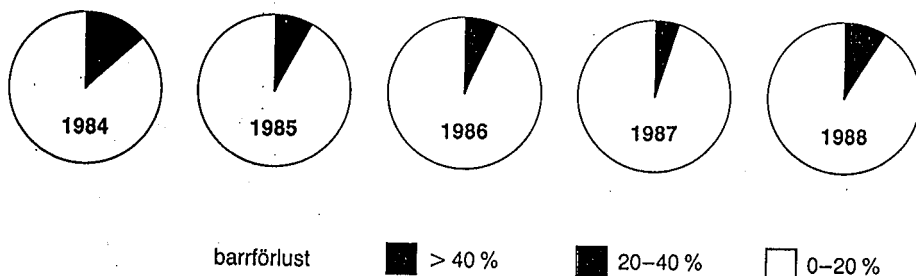
— Foto: Åke Lindau/N.

ofta som en följd av fjällskogarnas höga ålder och av det ständigt mer eller mindre hårda klimatet i dessa områden.

Det är emellertid inte otänkbart att föroreningar i samverkan med väderförhållandena bidrar till kronutglesningen även i fjällnära skogar. Mycket

talar nämligen för att avsevärda mängder föroreningar ansamlas på vegetationen under de långvariga perioder med dimma och marknära moln som ofta förekommer i höglänt terräng. Där står träden dessutom i regel glesare än i låglandsskogarna, vilket innebär att varje enskilt träd fångar upp en

Kronutglesning i SV Sverige



Under de torra somrarna 1982 och 1983 noterades omfattande barrförluster på barrträd i Sydsverige. Den riksomfattande övervakning av sådana skogsskador som inleddes 1984 visade emellertid att trädkronorna under de följande mer nederbördsrika åren åter

tätade. Att de i bla sydvästra Sverige ånyo var något glesare år 1988 kan ha varit en följd av det mycket kyliga vädret föregående år.

— Data från riksskogstaxeringen, Sveriges lantbruksuniversitet.

förhållandevis stor del av dimmolnens föroreningsinnehåll.

Det har visat sig att träden tar upp svaveldioxid snabbast under dagtid och när barren är täckta av fukt eller våt snö. Detta innebär att såväl de långa dagarna under sommarhalvåret som den höga luftfuktigheten och den långa snöperioden medverkar till en betydande anrikning av svaveldioxid på fjällskogarnas barrträd. Det kärva klimatet med korta somrar, kalla vintar och återkommande frost under vegetationsperioden utgör en sådan påfrestning på träden i dessa skogar att de sannolikt blir känsliga även för små föroreningsmängder.

Vegetationen förflyttar sig när klimatet förändras

I vårt kalla klimat, där många växter lever vid den yttersta gränsen för sin utbredning, får långsiktiga förändringar av lufttemperaturen en kraftig inverkan på vegetationen. Framför allt beror detta på att även en måttlig uppvärmning eller avkylning innebär en påtaglig förlängning eller förkortning av vegetationsperioden i våra trakter. I jämförelse därmed har exempelvis förändringar i vinterkylan begränsad inverkan — åtminstone markvegetationen överlever även mycket sträng kyla tack vare snötäcket.

Studier av klimatförändringar i det förgångna (se s 20) har tydligt visat hur vegetationszonerna i takt med temperaturens skiftningar har förflyttats dels åt norr eller söder, dels uppåt eller nedåt längs fjällsluttningarna.

Sådana förskjutningar pågår även i dag. Under 1900-talets första decennier var medeltemperaturen i Sverige sålunda högre än någonsin tidigare under det senaste årtusendet (se s 15). Som en följd därav har de fjällnära skogarna under vårt sekel vuxit bättre än på många århundraden, och trädgränsen har på många håll avancerat mot kalvfjäll och tundra.

Den klimatförsämring som ägt rum under de senaste decennierna — och som varit särskilt markant i Norrland — har emellertid medfört att frösättning och föryngring blivit allt mer sällsynt i fjällskogen. Om klimatet inte åter förbättras i tid kan många av de nu uppvuxna träden dö innan de hunnit fortplanta sig. I så fall kommer trädgränsen på nytt att förskjutas nedåt. Det kan då också visa sig bli svårt eller omöjligt att få upp ny skog på de hyggen som under senare år tagits upp i fjällnära skogsområden.

Vi kan också i framtiden förvänta oss förskjutningar av vegetationszonerna om klimatet skulle bli märkbart kallare eller varmare. Såvida inte klimatförändringen blir mycket drastisk kommer emellertid den nuvarande generationen av växter att fortleva även om dess fortplantning skulle sättas ur spel. Eftersom många arter, speciellt träd samt hed- och gräsväxter, har lång livslängd kan vegetationens respons på

förändringar i klimatet därför ske med många års fördröjning.

Först när de nu levande individerna av de dominerande arterna hunnit dö kan vegetation som är bättre anpassad till det nya klimatet få fotfäste på allvar. Det är då främst arter med förmåga till snabb spridning som kan dra nytta av den uppkomna situationen. Dit hör exempelvis ettåriga växter av de arter som vi brukar räkna till ogräsen. Andra arter, såsom ek, bok och liknande trädslag, sprider sig däremot mycket långsamt. Beståndet av en sådan art kan reduceras mycket påtagligt om klimatförändringen blir så snabb att arten inte hinner etablera sig i nya trakter i samma takt som den slås ut i utbredningsområdets andra ände.

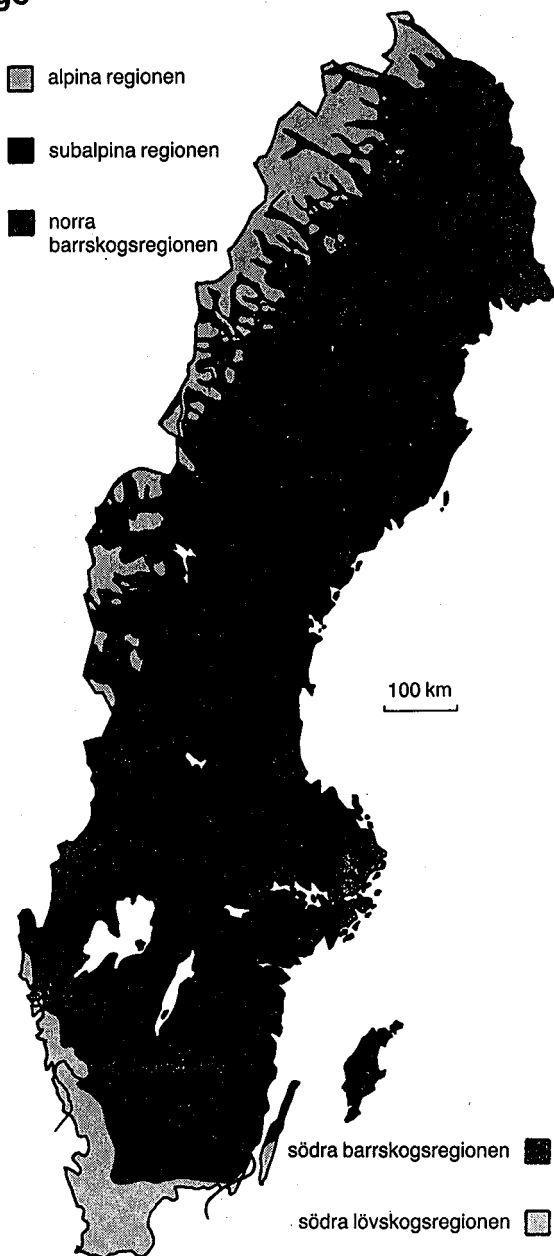
Dessutom har de förändringar av landskapet som människan åstadkommit under de senaste århundradena lagt hinder i vägen för de naturliga förskjutningarna av vegetationszonerna. De syd- och mellansvenska skogarna, som i förhistorisk tid var praktiskt taget sammanhängande och obrutna, är numera uppstyckade och skilda från varandra av jordbruksområden och bebyggelse. Detta försvårar skogsvegetationens spridning mellan olika delar av landet, och därmed fördröjs också dess anpassning till förändringar i klimatet.

Särskilt svårt att förflytta sig har de arter som missgynnas av det moderna skogsbruket och endast trivs i äldre skog. Dessa arter är numera isolerade i fåtaliga och begränsade urskogsreservat och har i många fall blivit sällsynta. De har små möjligheter att

Vegetationszoner i Sverige

Till följd av klimatskillnaderna mellan norra och södra Sverige och mellan fjäll och lågland är skogsvegetationen av helt olika karaktär i olika delar av landet. Kartan visar ungefärliga gränser mellan de viktigaste vegetationszonerna. Redan en ganska måttlig förändring av medeltemperaturen skulle medföra att dessa gränser efterhand försköts mycket kraftigt. En temperaturökning med två grader skulle sålunda innebära att eken kunde tränga flera hundra kilometer längre norrut än i dag (se också s 18). Förskjutningar av den storleksordningen skulle dock ta hundratals år i anspråk.

— Karta från Hugo Sjörs: Ekologisk botanik. Biologi 10. Almqvist & Wiksell (1971).



överkorsa de "ökmar" av hyggen och skogsplanteringar som skiljer reservaten från varandra. Om klimatet förändras så mycket att en sådan art inte längre kan överleva i de reservat där den nu finns kommer den därför att hotas av utrotning. Samma slutsats måste dras beträffande växter som trivdes i det gamla jordbrukslandskapet men som nu endast förekommer i smärre ängs- och hagmarksreservat.

Förändringar av bruksmetoder i skog och jordbruksbygd lär dock även i fortsättningen ha större betydelse för sådana arter än eventuella klimatförändringar.

Bättre skogstillväxt och nya arter i Sverige om temperaturen stiger?

Låt oss till sist se mer i detalj på vad som skulle kunna hända med växtligheten i de svenska skogarna om drivhuseffekten förstärks och klimatet därigenom blir varmare i framtiden.

Efterhand kan vi i ett sådant fall förvänta att trädgränsen förskjuts högre upp mot fjälltopparna och längre norrut mot Ishavet. På samma sätt drar sig gränsen mellan de södra och norra barrskogsregionerna längre åt norr, dock med avsevärd fördröjning på grund av trädens långa livslängd. Det betyder att blä ek, hassel, ask och alm efterhand kan sprida sig uppåt Norrland.

I Sydsverige skapas förutsättningar för bok och avenbok att bilda sammanhängande bestånd längre åt nord-

ost än hittills, huvudsakligen på bekostnad av granen, vars naturliga sydvästgräns drar sig inåt landet. Från kontinenten kan en del främmande trädslag vandra in. Dit hör blä silvergran och sykomorlönn — den sistnämnda har för övrigt redan börjat etablera sig i Skåne. I vilken utsträckning dessa tänkbara förändringar verkligen tillåts äga rum beror dock helt på skogsbrukets framtida inriktning, eftersom en helt övervägande del av den svenska skogen numera är planterad.

Många trädslag kan förväntas växa bättre om vegetationsperioden förlängs och sommartemperaturen stiger. Att organiskt material bryts ned snabbare och näringsämnen därmed frigörs i raskare takt om det blir varmare medverkar också till en förbättrad tillväxt. Enkla uppskattningar tyder på att produktionen av barrträd i Norrland skulle kunna öka med 50 % om temperaturen stiger med 3 grader. En förutsättning är dock att markfuktigheten inte minskar. Också i landets södra delar borde tillväxten kunna öka, men där skulle förändringen sannolikt bli mindre än i norr.

En ökning av temperaturen kan emellertid även få negativa följder. Mildare vintrar innebär sålunda att tjälningen minskar, vilket ökar risken för stormfällning. Vidare kan det tänkas att tallens förmåga till självföryngring avtar i Sydsverige. Vinterkylan utgör nämligen en signal till tallen att förbereda blomning så snart våren kommer. Om kylan uteblir kan därför även blomningen utebli. Köldknäppar



Vid trädgränsen pressas trädens överlevnadsförmåga till det yttersta. Om temperaturen förändras är det här uppe som effekterna märks tydligast. Blir det kallare riskerar träden på fjällsluttningarna att dö, tex genom att tjälen inte går ur jorden på sommaren, vilket får till följd att trädgränsen flyttas nedåt. Blir det varmare förmår träden i stället fram-

bringa livskraftiga frön, vilket kan bidra till att trädgränsen förskjuts uppåt.

— Bilden visar en ensam gran på fjällheden nära Handöl i Jämtland. Den har farit illa av de senaste årens temperatursänkning i Norrland och har inte lång tid kvar att leva. Foto: Leif Kullman.

på vintern kan å andra sidan i ökad utsträckning orsaka frostsador på markvegetationen om snödjupet eller snöperiodens längd avtar i landets norra delar. Inte minst vintergröna

växter är beroende av ett skyddande snötäcke under kalla perioder.

En temperaturhöjning ökar också risken för angrepp av insekter, svampar och andra skadegörare av såväl

"nya" som redan välkända slag. Varma och soliga vårar och somrar innebär därtill torka och höga ozonhalter, vilket i sin tur kan leda till barrförluster och andra skogsskador.

Den förhöjning av luftens koldioxidhalt som är huvudorsaken till att drivhuseffekten är på väg att förstärkas kan också få *direkta* effekter på skogen, effekter som delvis verkar i samma riktning som temperaturförhöjningen. Eftersom koldioxiden är ett av råmaterialen i växternas fotosyntes bör en haltförhöjning sålunda kunna medföra att fotosyntesen och därmed tillväxten går snabbare. Experiment tyder dessutom på att haltökningen kan öka vegetationens kväueupptagningsförmåga. Därtill skulle den kunna påverka bladens och barrrens klyvöppningar på ett sätt som innebär bättre vattenhushållning och därmed minskad känslighet för torka.

Åtminstone i norra Sverige skulle en fördubbling av den ursprungliga koldioxidhalten enbart genom sådana direkta effekter kunna få exempelvis tallen att växa betydligt snabbare än nu. En produktionsökning på 40 % har nämnts, men den siffran är givetvis mycket osäker.

I landets södra delar är det dock i allmänhet inte koldioxidhalten som sätter gränsen för skogens tillväxt utan snarare bristen på näring. Där kommer direkteffekterna av haltökningen följaktligen att bli måttliga, såvida inte näringstillgången förbättras genom ökad skogsgödsling.

Förutom träden påverkas givetvis också övrig vegetation av en förhöj-

ning av koldioxidhalten och temperaturen. Korgblommiga växter och halvgräs hör till de grupper som särskilt skulle kunna dra fördel av ett varmare klimat. En uppvärmning skulle också medföra att ammoniumjoner i marken i ökad omfattning omvandlades till nitrat, åtminstone i södra Sverige. Detta skulle gynna nitrofila (kväveälskande) arter såsom hundkäx, hallon och nässlor.

Den förlängning av vegetationsperioden som en uppvärmning för med sig kan leda till rikligare blomning, frö- och sporproduktion för vissa arter, vilket skulle underlätta spridningen utanför deras nuvarande områden. Arter som nu förekommer allmänt i Sydsverige men som i landets norra delar bara uppträder på sk sydväxtberg, dvs sydsluttningar med särskilt gynnsamt klimat, kan sålunda börja sprida sig även till andra delar av Norrland.

Om temperaturökningen för med sig en minskning av markfuktigheten sommartid kommer emellertid många kärlväxter på torra platser att få två utpräglade tillväxtperioder — en på våren och en på hösten — och en viloperiod orsakad av torka på sommaren. Mossorna, som redan nu växer bättre under vår och höst än på sommaren, kan i Sydsverige få en sammanhängande vegetationsperiod under höst, vinter och vår.

Torka sommartid kan också medföra ökad utbredning av områden med öppen vegetation — tex torrängar, hedar och hållmarker — där ettåriga växter, ris och lavar spelar huvudrol-

len. Detta sker i så fall på mossors och andra fuktkrävande växters bekostnad.

Sammantaget torde en övergång till ett varmare klimat likväl möjliggöra en ökning av antalet växtarter i landets mellersta och norra delar. De arter som

i ett sådant läge kan utbreda sig norrut från Sydsverige är sannolikt avsevärt fler än de som tvingas undan uppe i norr. Invandringen av nya arter från söder försvåras dock av de vattenområden som skiljer Sydsverige från kontinenten.

Litteratur:

- Berta Andersson: *Defoliation of coniferous trees. Assessments 1984–1987*. SNV Report 3533 (1988)
- JS Clark: *Effects of climate change on fire regimes in northwestern Minnesota*. *Nature*, **334**, s 233 (1988)
- Per-Erik Jansson: *En modell för analys av markens vatten- och värmehushållning*. Fakta mark – växter, Sveriges lantbruksuniversitet, nr 3, 1987
- E A Koster och H Lundberg (red): *Impact analysis of climatic change in the Fennoscandian part of the boreal and sub-arctic zone*. Rapport till European Workshop on Interrelated Bioclimatic and Land Use Changes (1987)
- Leif Kullman: *Lilla Istiden — angår den skogsbruket?* Skogsfakta; Flora, fauna, miljö, nr 9. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala (1986)
- Leif Kullman: *Short-term dynamic approach to tree-limit and thermal climate: evidence from Pinus sylvestris in the Swedish Scandes*. *Ann. Bot. Fennici*, **25**, s 219 (1988)
- Leif Kullman: *Subalpine Picea abies decline in the Swedish Scandes*. Mountain Research and Development, **8**, s 33 (1988)
- Leif Kullman: *Recent retrogression of the forest-alpine tundra ecotone (Betula pubescens Ehrh. ssp. tortuosa (Ledeb.) Nyman) in the Scandes Mountains, Sweden*. *J. of Biogeography*, **16**, s 83 (1989)
- Leif Kullman: *Cold-induced dieback of montane spruce forests in the Swedish Scandes — a modern analogue of paleo-environmental processes*. Under tryckning i New Phytologist (1989)
- L Kullman och N Högberg: *Rapid natural decline of upper montane forests in the Swedish Scandes*. Under tryckning i Arctic (1989)
- K Losjö, H Vedin, B Johansson och B Eriksson: *Skogsskador — klimat*. SMHI Hydrologi, **17** (1987)
- J Pastor och WM Post: *Response of northern forests to CO₂-induced climate change*. *Nature*, **334**, s 55 (1988)
- Hans Persson (red): *Vad händer med skogen — skogsdöd på väg?* Liber (1985)
- HH Shugart, M Ya Antonovsky, P G Jarvis och AP Sandford: *CO₂, climatic change and forest ecosystems*, i B Bolin, BR Döös, J Jäger och R A Warrick (red): *The greenhouse effect, climatic change and ecosystems*. SCOPE 29 (1986)
- R Worrell: *Damage by the spruce bark beetle in South Norway 1970–80: A survey, and factors affecting its occurrence*. Medd. fra Norsk Inst. for Skogforskning 38.6 (1983)