

# Gamla och nya träd på Fulufjället – vegetationshistoria på hög nivå

Gran, tall och björk återfinns nu på allt högre höjder i de svenska fjällen. Leif Kullman har följt trädgränsens snabba förändringar på Fulufjället.

LEIF KULLMAN

Fjällvärlden är inte sig lik. Det pågår en fullt märkbar och i grunden klimatstyrd förändring av det levande fjällandskapet. Vissa tecken tyder på att omvälvningen kan komma att bli en av de största som inträffat efter den senaste istiden (Kullman 2004a, b). Den relativt orörda naturen i nationalparker och naturreservat är en ovärderlig tillgång för övervakning och grundläggande forskning kring de genomgripande förändringar som nu tagit sin början.

Fulufjällets nationalpark i nordvästra Dalarna (385 km<sup>2</sup>) avsattes 2002 med syftet att bevara ett sydligt fjällområde med särpräglad vegetation. Fulufjället med sina urskogsartade omgivningar är unikt bland annat därför att tamrenskötsel aldrig förekommit här. Nationalparken kan därför få stor betydelse för forskningen kring den labila jämvikten mellan skog och kalfjäll. Den ”striden” yttrar sig som en varierande bred övergångszon, *trädgränsen*, som lånar karaktärer av både fjäll och skog. Trädgränsens läge och struktur bestäms av växelverknningar mellan klimat och olika typer av störningar, där renens betning och tramp har diskuterats som viktiga faktorer (Kjällgren & Kullman 2002, Öberg 2002, Holtmeier 2003). För att rätt kunna tolka dagens landskapsförändringar är det viktigt att ha tillgång till ”rentomma” fjällområden som jämförelseobjekt och Fulufjällets nationalpark är på så sätt ett viktigt referensområde.

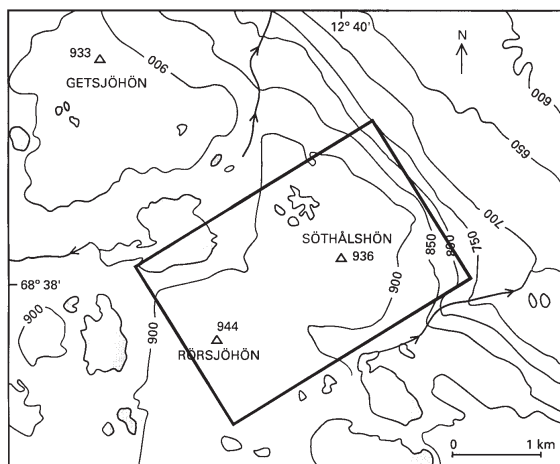
När det gäller jämförande studier i tid och rum har det visat sig praktiskt att ge trädgrän-

sen en standardiserad och ganska snäv definition. Varje trädart har sin egen trädgräns, närmare preciserad som höjden över havet för den högst belägna, minst två meter höga, individen i en viss fjällsluttning.

## Trädgränsen som varningsklocka

Insikten om betydelsen av kunskap om trädgränsens ekologi har ökat under senare tid i takt med farhågorna att människans klimatpåverkan skulle kunna utlösa ekologiska förändringar av oväntat och oönskat slag. Trädgränsens förändringar över tid kan tjäna som en varningsklocka i detta sammanhang. När den ringer så vet vi att klimatet ändrats så till den grad att ekologiska konsekvenser kan förväntas långt utanför fjällregionen. Trädgränser svarar också för de tidigaste signalerna om att en påtaglig klimatförändring inletts under 1900-talet (Sandberg 1940, Hustich 1958, Kullman 1979). Sommarens genomsnittliga uppvärmning under de senaste hundra åren i fjällnära områden ligger i storleksordningen 1°C. Särskilt anmärkningsvärd är också raden av extremt milda vintrar och vårar efter 1987 samt en allt kortare snöperiod (Alexandersson 2002, Kullman 2004b). En temperaturökning i den här storleksordningen kan tyckas obetydlig, men anses fullt tillräcklig för att påverka såväl enskilda arter som hela ekosystem (McCarty 2001).

Dalafjällen utgör ett nyckelområde i forskningen kring de ekologiska effekterna av det nya klimatet. På grund av fjällens låga höjd kan det inte uteslutas att alpina och subalpina miljöer, med många växt- och djurarter här vid sin sydgräns, kommer att försvinna från denna del av Sverige om klimatet fortsätter att förändras i samma riktning som under det senaste århundradet. Nationalparkens trädgränsson är en arena där vi på bästa åskådarp plats kan följa den



Figur 1. Det undersökta området (rutan) på Fulufjället i nordvästra Dalarna ( $61^{\circ} 38' N$ ;  $12^{\circ} 40' E$ ).

The study area and the permanent monitoring transect on Mt Fulufjället in north-western Dalarna, central Sweden.

pågående ”kampen” mellan fjällets och skogens växtsamhällen.

I detta sammanhang kan inget vara mer befoget än att citera naturgeografen Anders Rapp:

En särskilt viktig gränslinje är trädgränsen mot tundra och kalfjäll. Träden är våra vänner och vaktposter mot dödlig kyla i Arktis, mot havets blåstrande vindar i Skåne och mot den dödliga torkan i Saharas utkanter. Låt oss bli mer uppmärksamma på trädens roll och gränser i föränderliga landskap i norr och söder (Rapp 1992).

### Trädgränser under hundra år

Som en del av mina doktorandstudier i början av 1970-talet fastställde jag trädgränsernas (fjällbjörk, tall och gran) läge inom ett begränsat område ( $2 \times 3$  km) på Fulufjället (figur 1). Området innefattar lågfjällshöjderna Söthålsjön (936 m ö.h.) och Rørsjön (943 m ö.h.). Samtidigt rekonstruerades trädgränsernas positioner i början av 1900-talet genom åldersundersökningar (borrning) av enskilda levande träd på olika höjdnivåer i fjällets sluttningar. Metodens tillförlitlighet har testats med positivt resultat i andra områden genom att jämföra borrningsdata med faktiska trädgränsmätningar utförda med höjdmätare i början av förra seklet (Kullman 1979). I det aktuella området finns endast en tillförlitlig äldre mätning som kan användas

som kontroll av trädgränsrekonstruktioner gjorda i nutiden. Björkens trädgräns i det undersökta området omkring 1915 fastställdes sålunda av Samuelsson (1917) till 905 m ö.h., som kan jämföras med mitt rekonstruerade värde, 910 m ö.h. på samma plats.

Tiden är nu inne för en revision av de gamla trädgränsmätningarna och under sommaren 2004 positionsbestämde trädgränserna ånyo inom det område där jämförelsedata från både 1915 och 1974 finns att tillgå. På så sätt får vi ett mått på trädgränsernas förskjutning och landskapets förändring under nästan hundra år samt under de senaste trettio åren. Samtidigt skapas värdefulla utgångspunkter för framtida uppföljande undersökningar, som bäddar för en alltmer förfinad kunskap om de miljöfaktorer som reglerar trädgränsen. Resultaten blir dessutom särskilt intressanta och klagörande om de kan sättas in i ett längre historiskt perspektiv. Är nutidens trädgränsförskjutningar på något sätt unika eller har liknande händelser inträffat förut, kanske rentav upprepade gånger under tidigare århundraden och årtusenden? Svaret på frågorna kan bidra till tolkningen av bakomliggande klimatändring och om den skall anses naturlig eller orsakad av människan (jfr ACIA 2004).

De stora dragen i trädgränsens historia efter istiden kan rekonstrueras med en robust och

objektiv metod, där det viktigaste verktyget är subfossila trädlämningar (stammar, rötter eller kottar) som bevarats under tusentals år i fjällets tjärnar och torvmarker. Dessa trädrester kan dateras ( $\pm 50$ – $70$  år) med kol-14-analys, en metod som i princip aldrig kan ge felaktiga resultat om varje analys baseras på en enda distinkt vedbit. Analyserna har utförts av Beta Analytic Inc., Miami (USA).

### Natur och kultur

Fulufjället reser sig mäktigt i sydkanten av *fjäll-taigan*, den naturgeografiska region vars klimat, terrängformer, ekologiska störningsdynamik och växtlighet präglas av fjällens närhet (Kullman 2005). Fjället har karaktären av en mjukt böljande högplatå (900–1040 m ö.h.), med branta skogklädda sidor. Berggrunden av jotnick dalasandsten med inslag av diabas bildar ställvis stora blockhav. Klimatet i regionen är utpräglat kontinentalt, vilket innebär förhållandevis kalla vintrar och varma somrar. Uppe på platån, i trädgränssonen, är dock förhållandena mindre extrema i detta avseende. Nederbörden är här påfallande hög, säkert kring 1000 mm per år (Raab & Vedin 1995), vilket också antyds av sjörikedomen samt inte minst den ”regnkatastrof” som inträffade sommaren 1997 (Vedin m.fl. 1999, Oldhammer 2002).

I de här aktuella, nordöstra, delarna av Fulufjället dominerar tallen *Pinus sylvestris* de lägre nivåerna, medan granen *Picea abies* starkt ökar i betydelse i de brantare partierna upp mot fjällkanten. Markvegetationen utgörs av friska rishedar med blåbär *Vaccinium myrtillus*, ljung *Calluna vulgaris* och kråkbär *Empetrum nigrum*. Ett fragmentariskt 50–75 m brett höjdbälte av lågvuxen, flerstammig fjällbjörk *Betula pubescens* ssp. *czerepanovii* gränsar mot kalfjället. Tallens och granens trädgränser är infiltrerade i detta bälte, där tallen idag stiger något högre än granen. Det är möjligt att björkbältets omfattning till viss del maskeras av de omfattande blockmarkerna där trädväxt är i det närmaste utesluten, trots att lokalklimatet kanske skulle vara tillåtande. I mosaiken av björkbestånd och öppen fjällhed präglas markvegetationen av

svällande lavmattor, främst fönsterlav *Cladonia stellaris*, med visst inslag av ljung, kråkbär och dvärgbjörk *Betula nana*. Mindre fragment av mossevegetation finns i fjällplatåns djupare svackor, ofta omkransande mindre sjöar och vattensamlingar. Den näringsfattiga och svårvittrade berggrunden uppe på fjällplatån bäddar för en påtagligt artfattig fjällväxtflora. Mest framträdande och frekventa är lappljung *Phyllodoce caerulea*, krypljung *Loiseleuria procumbens*, ripbär *Arctostaphylos alpinus*, klynnetåg *Juncus trifidus*, styvstar *Carex bigelowii*, lopplummer *Huperzia selago* och fjällummer *Diphasiastrum alpinum*.

Glest spridda fåbodar finns i barrskogsbältet runt hela Fulufjället, på nivåer 200–250 m under björkens trädgräns. Fåbodbudet och andra utmarksnäringar (starrslätter och lavtäkt) bedrevs som mest intensivt kring och strax före 1900-talets början. Det förekom då att kor, får och getter betade på fjällplatån, främst i den mer ängsartade vegetationen kring bäckar och i fuktigare videsnår (Forslund 1924, Lundqvist 2002). Från skogens och trädens synvinkel tycks denna påverkan varit tämligen harmlös (Kellgren 1891) och Fulufjället får nog anses som ovanligt lite påverkat av människan. En sista rest av en fordom större vildrensstam fanns kvar i området ända in på 1860-talet (Forslund 1949).

Tallskogarna runt Fulufjället är starkt brandpräglade (Holmgren 1937) och bränder har förekommit i relativt sen tid (1950-talet) även uppe på fjällplatån (Lundqvist 2002, Sander 2004), där kolrester i marken inte är något ovanligt fenomen. Sannolikt har bränder i det översta skogsbandet vidgat kalfjället och på så sätt bidragit till att den ”rätta”, klimatbetingade fördelningen av skog och fjäll utvecklats utan fördröjning. Möjligtvis är stark brandpåverkan ett särdrag för fjällen i den här delen av fjällkedjan (jfr Oldhammer 1994), vilket ytterligare förhöjer nationalparkens värde som vetenskapligt referensområde.

En modern form av kulturpåverkan är atmosfäriskt kvävenedfall, som tycks vara särskilt koncentrerat till trädgränssonen (Westling & Ferm 1997) och som kan ha bidragit till ökad gräsväxt i fjällhedarna (Kullman 2000a).

Tabell 1. Trädgränsen läge (meter över havet) för tall, gran och björk vid tre olika tillfällen under de senaste 90 åren inom den undersökta ytan i Fulufjällets nordöstsluttning.

Treeline altitudes (m a.s.l.) of pine, spruce and mountain birch at three different points in time during the past 90 years within the studied elevational transect on the northeast-facing flank of Mt Fulufjället.

	1915	1974	2004	Ändring 1915–2004 (m) Change
Tall <i>Pinus sylvestris</i>	795	870	940	+145
Gran <i>Picea abies</i>	820	930	930	+110
Fjällbjörk <i>Betula pubescens</i>	870	910	940	+70

Översiktliga och initierade skildringar av Fulufjällets naturförhållanden och kulturhistoria har lämnats av Ljung (2000), Lundqvist (2002) och Bratt (2004).

### Nya och högre trädgränser

Klimatets uppvärmning i modern tid börjar på allvar omkring 1915 och därför har trädgränsernas positioner vid den tidpunkten använts som utgångspunkt för jämförelser med motsvarande lägen vid två senare tillfällen, nämligen 1974 och 2004 (tabell 1). Tallen uppvisar den klart största trädgränshöjningen under det gångna seklet (145 m), följd av gran och fjällbjörk i nu nämnd ordning. Både tall och björk växer så

högt upp som är fysiskt möjligt. Med största sannolikhet skulle åtminstone björken ha kunnat avancera ännu högre, om högre belägen terräng funnits inom den undersökta ytan. Därmed vittnar trädens uppträdande inom andra delar av Fulufjällsområdet. Tallens och björkens framryckning är ungefär lika stor före som efter 1970-talets mitt. Läget av granens trädgräns har däremot inte förändrats under de senaste decennierna. Resultaten utvecklas mer i detalj i det följande.

### Tall

Tallens trädgräns har på något mindre än ett sekel flyttats cirka 5 km västerut, upp över



Figur 2. Glest bestånd av maximalt 60–70 år gamla tallar, som etablerats 25 meter ovanför trädgränsens läge omkring 1915.

A sparse stand of at most 60–70-year-old pine trees, which have become established 25 m above the treeline elevation in 1915.

Figur 3. Tallens nya och högre trädgräns (940 m ö.h.) representeras av ett 2,3 m högt fröproducerande träd, drygt 30 år gammalt (61° 37,981' N; 12° 38,805' Ö).

The new and elevated pine treeline is marked by a 2.3-m tall seed-producing tree, about 30 years old.



fjällkanten och in på platån. Den gamla trädgränsen framträder i terrängen som en jämn gränslinje av synbart äldre träd vid 795 m ö.h., överskriden endast av glest spridda och unga, vitala och snabbväxande tallar (figur 2). Systematiska borrningar vid trädens rothals visar att inga av dessa 6–7 m höga tallar är äldre än 100 år. Merparten har etablerats under och strax efter 1930-talet. På en nivå av 870–880 m ö.h. och däröver är tallarna genomgående lägre (3–4 m). De flesta har utvecklats ur frön som grott mellan slutet av 1940-talet och början av 1970-talet. En stark åldersklass har sett dagens ljus även under de senaste 5–10 åren, vilket förbådar fortsatt expansion för tallen. Årsringsdata samt noteringar från mitten av 1970-talet visar samstämmigt att på dessa nivåer fanns inga träd utan endast låga tallplantor för trettio år sedan. Tillväxten har varit förvånansvärt hastig och många träd har fördubblat sin höjd under de senaste 10–15 åren. De flesta tallarna är påtagligt vitala, har tätt och symmetriskt grenverk, nästan helt utan tecken på vinterskador under senare år. Majoriteten har också utvecklats till fröproducerande träd. Till bilden av tallens

uppträdande vid trädgränsen hör enstaka döda småträd och plantor, som uppenbarligen dukat under till följd av några exceptionellt kyliga och snöfattiga vintrar under 1980-talet (Kullman 1997). För en person med långvarig erfarenhet av tillståndet vid trädgränsen i olika delar av fjällkedjan framstår den idag helt övervägande livskraftiga och progressiva bilden av trädgränsen som någonting helt nytt. Som sinnebild för denna utveckling står den tall som markerar trädgränsens nuvarande position i form av ett drygt två meter högt välväxt träd som grott i början av 1970-talet (figur 3).

Merparten av de nya träden växer i luckor och utglesningar i den låga fjällbjörkskogen. Sett något på avstånd är det tydligt att tallen här, liksom på många andra håll i Dalafjällen (Kullman 2004c), är i färd med att bilda ett glest, men tätande bälte som inkräktar på och tenderar att överflygla björkbältet. De översta granarna är redan passerade av tallarnas pionjärer. En radikal omkastning av den subalpina trädslagszonerings har således inletts. Notabelt i sammanhanget är att tallplantor som grott under 2000-talet nu hittas helt nära Fulufjällets



Figur 4. Björkens nya trädgräns (940 m ö.h) utbildas av mycket gamla individer (61° 37,978' N; 12° 38,800' Ö). Den grövsta stammen visade 211 årsringar vid rothalsen. En liggande död stam tillhörande samma individ har enligt kol-14-datering dött för 375 år sedan. Björken kan alltså vara äldre än 500 år.

The advanced birch treeline is set by very old individuals. The thickest living stem displayed 211 annual rings at the root neck. A downed and decaying stem is radiocarbon-dated to 375 cal. BP. Thus, this birch may be older than 500 years.



Figur 5. Gran strax under trädgränsen (910 m ö.h., 61° 38,356' N; 12° 40,589' Ö). Ett tätt grenverk närmast marken markerar vinterns snödjup. Ett gynnsammare klimat har framkallat en upprätt stam sedan början av 1940-talet. Granen var precis två meter hög 1974 och har därefter ökat till fem meter. I marken under granen har fyra "generationer" av subfossila granrester grävts fram och daterats (figur 11).

Spruce growing slightly below the treeline. A dense cushion of branches close to the ground indicates the depth of the snow cover. Climate warming has evoked the protrusion of an upright stem since the late 1940s. After 1974, the height of the stem has increased from 2 to 5 m. Four "generations" of subfossil wood remains were unearthed from the soil underneath this spruce (Fig. 11).

Figur 6. Trädgränsbjörk som 1974 var 1,2 m hög med en jämn och tät toppyta, en så kallad bordsbjörk. Björken har som många andra under de senaste trettio åren vuxit betydligt i höjd och är nu nästan tre meter hög.

A treeline birch which was 1.2 m tall in 1974, then with an even and dense upper crown, a so-called "table birch". That was the modal growth form for birches at this elevation 30 years ago. Since then, most of these specimens have grown substantially taller and now they have attained a height of about 3 m.



högsta topp, 1035 m ö.h. Intressant är också att tallens expansion, till skillnad mot björk och gran, inte hindrats nämnvärt av de tjocka, ostörda lavmattorna.

Den bild av tallens framryckning som här tecknats skiljer sig diametralt från de naturbeskrivningar som gjordes för drygt ett sekel sedan. Sålunda berättar botanisten A. G. Kellgren (1891) om en tydligt sjunkande trädgräns just i den här delen av Fulufjället. Många av de översta tallarna hade nyligen dött eller var döende och helt "friska" tallar var uppenbarligen en bristvara i det högsta skogsbandet. Tallen uppges också vara helt frånvarande i det smala fjällbjörksbältet. Kellgren tolkar detta, helt korrekt (Kullman 2000a), som en följd av en sedan länge pågående utveckling mot ett svalare klimat. Så sent som på 1940-talet kunde man tydligt se spåren av den omfattande traddöden i Dalarnas fjällkanter (Lundqvist 1949). Vittnesbörd om den sjunkande trädgränsen strax före 1900-talet ser vi ännu idag i form av enstaka förmultnande lågor, som mest cirka 50 meter ovanför 1915 års trädgräns.

### Gran och fjällbjörk

I motsats till tallen, har granens och björkens trädgränser under 1900-talet inte avancerat

uppåt i fjällslutningen genom frösådd och etablering av nya individer. I stället fanns de här trädslagen på plats med merparten av sina nuvarande trädgränsindivider redan när klimatets uppvärmning inleddes under 1900-talets första decennier. Trädgränsens granar och björkar är dock avsevärt högre och mer frodvuxna än för 30 år sedan. Årsskotten har varit osedvanligt långa alltsedan 1990-talets början. Ännu så sent som i mitten av 1970-talet var alla björkar och granar i en bred zon under dagens trädgränsnivå inte mycket högre än vinterns maximala snödjup. De hade genomgående formen av låga buskar som i hundratals och i vissa fall tusentals år föryngrats vegetativt, men hållits i schack av ett kärvt klimat. Detta framgår klart av äldre observationer (Samuelsson 1917, Forsslund 1924), kol-14-analyser av vedrester tillhörande levande träd samt trädborring. Flerstammiga björkar vid den nya trädgränsen har i vissa fall levande stammar som är drygt 200 år gamla. Delvis begravda stamrester från en sådan björk visade sig genom kol-14-datering ha dött för omkring 375 år sedan (figur 4). Den döda stammen var minst lika grov som den äldsta levande, vilket skulle kunna tyda på att vissa trädgränsbjörkar kan vara minst 500 år gamla. Uppenbarligen har individer av



Figur 7. I en liten göl i kanten av en mosse hittades subfossil av tall (7480 år), sibirisk lärk (8160 år) samt gran (9030 år). Tallstammen är uppställd i gölkanten.

In a small pool at the fringe of a bog, subfossil pine (7480 cal. BP), Siberian larch (8160 cal. BP) and spruce (9030 cal. BP) were recovered. The pine remnant is displayed at the pool margin.

detta slag under de allra senaste decennierna befriats från en hämmande "klimatspärr" och har genom kraftig höjdtillväxt kvalificerat sig som träd enligt den trädgränsdefinition som här tillämpas. Exempel på gran och björk som genomgått denna utveckling visas i figur 5 och 6. Sedan tidigt 1970-tal har särskilt björkbestånden på detta sätt fått en ökad täckning och blivit mycket mer framträdande över hela norra delen av Fulufjällsplatån. Vid ett forskarseminarium i Njupeskar hösten 2004 berättade äldre personer i lokalbefolkningen hur de mycket påtagligt upplevt den här förändringen av fjällandskapet.

Den nästan totala avsaknaden av nyetabletrade granar och fjällbjörkar vid och ovanför trädgränsen ger måhända en fingervisning om vilka arter som inte kommer att vara vinnare i kampen om titeln "framtidens trädgränsträd", förutsatt att klimatets utveckling fortsätter på den inslagna vägen.

### Andra dalafjäll

Den bild av trädgränsernas förändringar under det senaste seklet som nu framträder går igen på många andra håll i dalafjällen samt i fjällkedjan i övrigt (Kullman 2000a, 2004c). Samstämmigheten över större regioner talar starkt för att klimatets ändring är huvudorsaken. En maximal höjning av trädgränsen med 145 m, som i detta fall, är nästan exakt vad som kan förväntas av en trädgräns i balans med klimatet, eftersom det är allmänt vedertaget att sommartemperaturen avtar med ungefär 0,6 °C för varje 100 m höjdstigning. Intressant är också att trädgränsen förändrats i samma storleksordning i detta område som i andra fjälltrakter i Dalarna med likartad geologi och klimat, men där renskötsel har en lång historia. Tidigare antaganden om renens betydelse för trädgränsens läge ter sig i detta perspektiv mindre självklara.

### Gångna årtusendens trädgränser

Tolkningen av vidden och innebörden av trädgränsens höjning från 1915 och fram till idag fordrar kunskap om dess mer långsiktiga historia. Med den avsikten har rester av subfossila träd insamlats i en zon från dagens trädgräns och ungefär 50 m lägre, alltså inom intervallet 940–890 m ö.h. Merparten av fynden utgörs av stamdelar av mindre träd (diameter mindre än 10–15 cm) huvudsakligen anträffade i torvavlagringar nära kanten av mindre tjärnar och vattensamlingar (figur 7).

### Träd – landskap – klimat

Totalt lokaliserades 15 subfossila lämningar av olika träddarter: åtta av tall, fem av gran och en

**Figur 8.** Subfossil tall framgrävd ur en tunn torvavlagring (1030 m ö.h.) nära Fulufjällets högsta topp. Trädet levde här till för 9600 år sedan, på en nivå 235 m högre än trädgränsen omkring 1915. Piece of a pine stem unearthed from a thin peat accumulation (1030 m a.s.l.) close to the highest peak of Mt Fulufjället. This tree lived until 9600 years ago at a level 235 m higher than the treeline as it was around 1915.

vardera av björk och sibirisk lärk. Samtliga har daterats med kol-14-analys och resultaten redovisas i tabell 2. Tall och gran växte på Fulufjället redan för omkring 9600 år sedan. Tallen hade då även tagit fjällets allra högsta delar (Brattfjället) i besittning (figur 8), vilket väl svarar mot Oddestads (1967) datering av den senaste inlandsisens försvinnande. Möjligtvis fanns dock tall här ännu tidigare, att döma av subfossila tallfynd i Dalarna, gjorda på ännu högre nivåer (Städjan) och som daterats till 12500 år före nutid (Kullman 2004c). Kanske växte de första träden i morän- och blocktäckta partier på den smältande inlandsisen (jfr Richter m.fl. 2004). Fjällplatåns vittomfattande blockmarker torde ha hindrat utbildandet av sluten tallskog över större arealer. Även under tiden med den allra högsta trädgränsen och de varmaste somrarna, det vill säga strax efter isavsmältningen, får man nog tänka sig betydande arealer med ett öppet, fjällliknande landskap. Eftersom många av de subfossila tallarna påträffas i eller mycket nära små tjärnar på dagens



kalfjäll är det uppenbart att klimatet under flera årtusenden efter isens avsmältning var både varmare och torrare än i nutiden. Klimat-typen var sannolikt ännu mer kontinental än idag, vilket antyds av förekomsten av sibirisk lärk *Larix sibirica* för drygt 8000 år sedan (figur 9). Närmaste spontana förekomster av lärkar finns idag på västra stranden av Onega,



**Figur 9.** Kotte av sibirisk lärk anträffad i mossegöl (figur 7) och daterad till 8160 år före nutid. A cone of *Larix sibirica* found in a bog pool (Fig. 7) and radiocarbon-dated to 8160 cal. BP.

Tabell 2. Ålder för subfossila trädrester, daterade med kol-14-analys. Kalibrering till kalenderår BP (BP = före 1950) har utförts enligt Stuiver m.fl. (1998).

Radiocarbon ages of subfossil wood remains, in most cases found slightly below the new and raised treeline, i.e. 940 m a.s.l. The samples are calibrated to calendar years (cal. BP) according to Stuiver et al. (1998).

Provnr. Lab. no.	Art Species	Ålder Age (cal. BP)	Höjd (m ö.h.) Elevation (m a.s.l.)	Daterat material Material dated	Koordinater Coordinates
195539	Tall <i>Pinus</i>	7480	890 (fig. 7)	Stam Trunk	61° 38,218' N; 12° 40,933' Ö
195540	Tall <i>Pinus</i>	9240	920	Stam Trunk	61° 38,256' N; 12° 39,687' Ö
195541	Tall <i>Pinus</i>	8580	920	Stam Trunk	61° 38,256' N; 12° 39,687' Ö
195542	Tall <i>Pinus</i>	9440	920	Stam Trunk	61° 38,256' N; 12° 39,687' Ö
195543	Tall <i>Pinus</i>	9540	935	Gren Branch	61° 38,064' N; 12° 38,821' Ö
195544	Tall <i>Pinus</i>	9410	905	Stam Trunk	61° 38,131' N; 12° 38,821' Ö
195545	Tall <i>Pinus</i>	9000	905	Stam Trunk	61° 38,131' N; 12° 38,821' Ö
195550	Tall <i>Pinus</i>	9600	1030 (fig. 8)	Stam Trunk	61° 34,457' N; 12° 34,889' Ö
195546	Björk <i>Betula</i>	375	935 (fig. 4)	Stam Trunk	61° 37,978' N; 12° 38,800' Ö
195538	Gran <i>Picea</i>	9030	890 (fig. 7, 10)	Kotte Cone	61° 38,218' N; 12° 40,933' Ö
195547*	Gran <i>Picea</i>	5600	905 (fig. 5, 11)	Kotte Cone	61° 38,356' N; 12° 40,589' Ö
195548*	Gran <i>Picea</i>	375	905 (fig. 5, 11)	Stam Trunk	61° 38,356' N; 12° 40,589' Ö
195549*	Gran <i>Picea</i>	9550	905 (fig. 5, 11)	Stam Trunk	61° 38,356' N; 12° 40,589' Ö
195551*	Gran <i>Picea</i>	9000	905 (fig. 5, 11)	Stam Trunk	61° 38,356' N; 12° 40,589' Ö
195537	Lärk <i>Larix</i>	8180	890 (fig. 7, 9)	Kotte Cone	61° 38,218' N; 12° 40,933' Ö

\* Tillhör troligtvis samma genetiska individ som ännu lever.

Probably, these belong to the same, still living, genet.

100 mil längre österut. Lärkens tidiga närvaro på Fulufjället har motsvarigheter på andra platser längs fjällkedjan (Kullman 1998), vilket ytterligare talar för speciella egenskaper i dåtidens makroklimat.

Den nästan totala avsaknaden av fjällbjörk bland de subfossila trädrester som påträffats antyder också ett utpräglat kontinentalt och relativt snöfattigt klimat under flera av de första isfria årtusendena. Erfarenheter från andra delar av Dalarnas fjällvärld pekar i samma riktning, men man bör nog akta sig för att tolka bristen på subfossila björkar som total frånvaro i det tidiga postglaciala landskapet (Kullman 2004c). Tidpunkten för när fjällbjörken börjar bilda mer slutna bestånd ovanför barrskogen är något oklar. Mer omfattande data från andra fjällområden i södra delen av fjällkedjan (Kullman 2004b) har visat att detta är en successiv process. Den inleddes för omkring 7 500 år

sedan som ett resultat av allt svalare somrar och mer snörika vintrar, alltså fjällbjörkens optimala klimattyp. Möjligtvis skulle framväxten av ett subalpint fjällbjörksbälte kunna vara något mer fördröjd i det relativt kontinentala klimatet i Dalarnas fjälltrakter.

Bortsett från indikationer om ett klart varmare och torrare klimat direkt efter istiden, finns i den här undersökningen inga belägg för att ädla lövträd, exempelvis ek *Quercus robur*, hassel *Corylus avellana* eller skogsalm *Ulmus glabra* någonsin vuxit på Fulufjället. Detta antyds däremot av äldre pollenanalyser i området (Lundqvist 1951) och helt osannolikt är det faktiskt inte, med tanke på att subfossil ek (ollon) och hassel (nötter) hittats i subalpina miljöer på Storvätteshågna, sex mil längre norrut (Kullman 2004c). Dessutom, alm växer än idag (krypande form) vid Fulufjället, bara ett stenkast in på norska sidan (Ljung 2000).



Figur 10. Grankotte med karaktärer av altaigran *Picea abies* ssp. *obovata* anträffad i mossegöl (figur 7) och daterad till 9030 år före nutid.

A spruce cone with scale characters of *Picea abies* ssp. *obovata* found in a bog pool (Fig. 7) and radiocarbon-dated to 9030 cal. BP.

### Den nya trädgränsen i långt perspektiv

De subfossila tallar som påträffades i det särskilt genomsökta området, alltså i en zon från dagens nya trädgräns och 50 m lägre, fördelar sig inom intervallet 9600–7500 år före nutiden.

Det finns således ingenting som tyder på att trädformig tall någonsin därefter har vuxit på samma höga nivå som idag. Av allt att döma är den högre trädgräns som utbildats under 1900-talet unik för åtminstone de senaste 7500 åren. Detta blir särskilt uppenbart om landhöjningen på omkring 100 m under de senaste 7500 åren beaktas (Fredén 1998). Indirekt kan dessa omständigheter tolkas som att bakomliggande klimatändring är större än den naturliga variationsbredden under den här perioden. Givetvis kan invändas att detta underlag, i form av

antalet daterade tallar, är väl magert för så långtgående slutsatser. Faktum är dock att resultatet blir exakt detsamma när det baseras på avsevärt större datamängder; det gäller såväl Dalarna som helhet (Kullman 2004c), som hela den svenska fjällkedjan (Kullman & Kjällgren 2000, 2006).

### Granens invandring

De data som här presenteras (tabell 2) förstärker det mönster som med hjälp av subfossila granrester dokumenterats på andra håll, nämligen att granen är ett av de tidigast invandrade träden till fjällkedjan (Kullman 2000b). Den länge förfäktade synen på granen som en sentida immigrant ses alltmera som en kuriositet som främst hör hemma i den idéhistoriska diskursen

Figur 11. Subfossila granrester bevarade i marken under granen i figur 5. Från vänster till höger är åldern 5660, 375, 9550 och 9000 år före nutid.

Four samples of subfossil spruce remains, preserved in the soil underneath the canopy of the spruce displayed in Fig. 5. From the left to the right they date 5660, 375, 9550 and 9000 cal. BP.





Figur 12. Ung planta av blomsterlupin i helt intakt lavhed med gulvit renlav, ribbär, lingon, ljung och kruståtel. Liknande, nyetablerade förekomster finns i andra dalafjäll (Kullman 2004b).

A young plant of *Lupinus polyphyllus* found growing in undisturbed lichen heath. Similar occurrences are reported from nearby mountains (Kullman 2004b).

(jfr Nordlund 2001). Under inflytande av de subfossila vittnesbörden utvecklas nu nya tolkningsalternativ som står på betydligt säkrare grund. Det är nu alltmer klart att tall och gran invandrat ungefär lika tidigt. Varifrån de första granarna kommit och var granen tillbringat istiden är dock fortfarande helt öppna frågor, vars definitiva lösning kräver eftersök av subfossila granrester såväl öster som väster om fjällen. Idag saknas dylika belägg av tidiga postglaciala granar utanför fjällen i båda dessa riktningar. Intressant i sammanhanget är att ett av de äldsta granfynden på Fulufjället (9030 år) är en kotte med tydliga drag av altaigran *Picea abies* ssp. *obovata* (figur 10), en grantyp med tyngdpunkten i sin utbredning i nordost. En annan gran-kotte, 5660 år gammal, är av mer sydlig typ (*P. abies* ssp. *abies*). Mycket talar dock för att kotten tillhör en klonbildande gran som fanns på plats redan för 9550 år sedan (figur 5, 11). Förekomsten av dessa olika typer av kottar kan

dock inte ensamma avgöra frågan om invandningsriktningen.

Ett fascinerande resultat är att under kronan på en av den nya trädgränsens yttersta granutposter har fyra distinkta "generationer" av subfossil gran preparerats fram ur det översta markskiktet. Dessa omfattar intervallet 9550–375 år före nutid (figur 5, 11) och tillhör troligen ett och samma genetiska individ, alltså en postglacial pionjärgran. Tack vare förmågan till vegetativ förökning har den kunnat överleva ända in i nutiden genom att växla mellan trädform och buskform i takt med klimatets svängningar. Denna nästan otroliga seghet och förmåga att långsiktigt överleva ogynnsamma klimatperioder är en egenskap som måste räknas granen tillgodo när vi funderar på var detta träd kan ha "övervintrat" istiden. Måhända har den framhärdat närmare iskanten och den skandinaviska halvön än vi tidigare vågat ana (jfr Kullman 2000b).

### Dynamik i flora och vegetation

I samband med trädgränsundersökningarna 1974 gjordes noggranna noteringar om fält- och bottenskiptens karaktär och sammansättning i det här studerade området, dels översiktligt och dels inom mindre partier av speciell natur (Kullman opublicerade data). Som stöd för jämförelser med dagens situation finns dessutom ett antal bleknande färgdia med landskapsvyer. Givetvis är detta dokument av något osäker natur, men vissa kvalitativa jämförelser med

dagens situation kan nog ändå vara av intresse, särskild då indicierna pekar i samma riktning som i närbelägna områden med bättre dokumentation.

Mitt intryck är att lavmattorna, främst föns-terlav och grå renlav *Cladonia rangiferina*, är minst lika svällande och välutvecklade idag som för trettio år sedan. Påtagligt är dock att arealen av helt rena lavmattor utan inblandning av kär-lväxter har minskat. Som helhet framstår land-skapet på plåtån mindre gulvitt och mera grönt idag. Främst är det dvärgbjörk, ljung, kråkbär och i någon mån blåbär som alltmer börjat infil-trera lavmattorna. Allra tydligast är detta i de områden där fjällbjörkbestånden fått en mer sluten och skoglig karaktär. Dvärgbjörkens expan-sion är också tydlig vid dess höjdgräns. Denna fastställdes 1974 till 950 m ö.h. men återfinns idag 1035 m ö.h. (Brattfjället). Krustätel *Deschampsia flexuosa* uppträdde 1974 främst som väl avgränsade bestånd i grundare svackor. Idag är arten ett mycket mer framträdande inslag i fjällplåtåns hedar.

Fjällväxtfloran (se ovan) har inte förändrats. Däremot har frekvensen av de mest typiska fjällväxterna och deras växtsamhällen minskat i växttäckets, vilket innebär att man får gå ganska långt mellan fynden av någon av dessa arter. Runt topparna av Söthålshön och Rörsjöhön noterades 1974 livskraftiga och vittutbredda populationer av ripbär och krypljung. Idag finns nästan inget av detta kvar. Vid en kalkkälla på en nivå av 890 m växte 1974 täta bestånd av polarull *Eriophorum scheuchzeri*, som numera är helt utgången på platsen. Ett annat exempel som pekar i samma riktning rör snölegevegetationen. Vid basen av Rörsjöhöns nordöstra sluttning dokumenterades i början av augusti 1974 tre 10–15 m långa fält med kvarliggande snö samt ett flertal ruggar med fjällbräken *Athyrium distentifolium* samt små fläckar med dvärgvide *Salix herbacea*, fjällnoppa *Gnaphalium supinum*, fjällkåpa *Alchemilla alpina* och fjällumner. Vid ungefär samma tid 2004 var all snö sedan länge försvunnen och endast ett tynande, decime-terhögt exemplar av fjällbräken markerade att här hade vegetationen tidigare påverkats av sent

smältande snö. Frodig och nästan heltäckande blåbärshed med smörblommor *Ranunculus acris* dominerar idag på platsen där flera snölegearter tidigare hade sin svenska sydgräns. Blåbärs-risets nedvandring och förtätning i svackor är ett mycket påtagligt fenomen över stora delar av fjällplåtån. Ett varsel om att fjällens växt-lighet inte alltid kommer att vara vad den varit får vi av förekomsten av några unga plantor av blomsterlupin *Lupinus polyphyllus* i Fulufjällets lav-rishedar, långt från stigar eller andra spår av mänskliga störningar (figur 12). Kombinationen av en kortare snöperiod och ökat nedfall av atmosfäriskt kväve (se ovan) framstår som den yttersta orsaken till de vegetations- och flora-förändringar som här manifesterats. Merparten av dessa har mer i detalj dokumenterats i andra delar av Dalarnas fjällvärld (Kullman 2004b). De aktuella trenderna i växttäckets dynamik, särskilt trädgränsernas unika höjning och snö-legesamhällellenas tillbakagång, överensstämmer också väl med ett mer globalt mönster av pågå-ende och förväntade förändringar (IPCC 2001, ACIA 2004).

### Stort värde

Den här redovisade undersökningen ger klart belägg för den nya nationalparkens stora värde för såväl vegetationshistorisk som vegetations-dynamisk forskning. Ett fundament har lagts för framtida insatser inom båda dessa fält. Det undersökta områdets närhet till Njupeskärs Naturum gör att resultaten med fördel kan utnyttjas för att berika den pedagogiska verk-samheten för allmänheten vid denna anlägg-ning. Eftersom de landskapsförändringar som här dokumenterats visat sig anknyta till många människors egna upplevelser och frågeställ-ningar borde här finnas möjligheter att skapa ett forum som stimulerar till ömsesidigt kun-skapsutbyte mellan forskning och intresserad allmänhet. Detta är så kallad traditionell ekolo-gisk kunskap (TEK), en hittills föga utnyttjad kunskapskälla för vetenskaplig analys, och som börjat uppmärksammas allt mer (Usher 2000). Här skulle institutioner av typ Naturum kunna spela en viktig roll.



- Denna undersökning har finansierats av Länsstyrelsen i Dalarna. Lisa Öberg, Lena Kjällgren och Ulf Molau har bidragit med viktiga och konstruktiva synpunkter på manuskriptets utformning.

### Citerad litteratur

- ACIA 2004. Impacts of a warming Arctic: Arctic Climate Impact Assessment. – Cambridge Univ. Press.
- Alexandersson, H. 2002. Temperatur och nederbörd i Sverige 1860–2001. – SMHI Meteorologi 104: 1–28.
- Bratt, L. 2004. Fulufjällets vegetation och flora. – Naturvårdsverket, Stockholm.
- Forsslund, K. E. 1924. Med Dalälven från källorna till havet. Del II, Bok I. Fulufjäll och Transtrand. – Åhlén & Åkerlunds Förlag, Stockholm.
- Forsslund, K.-H. 1949. Dalafjällens växt- och djurvärld. – I: Forsslund, K.-H. & Curry-Lindahl, K. (red.), Natur i Dalarna. Bokförlaget Svensk Natur, Stockholm, sid. 164–183.
- Fredén, C. (red.) 1998. Berg och jord. – SNA Förlag, Stockholm.
- Holmgren, A. 1937. Något om kronotypen hos ett tallbestånd i Fulufjäll. – Norrlands Skogsvårdsförb. Tidskr. 1937: 225–239.
- Holtmeier, F.-C. 2003. Mountain timberlines. Ecology, patchiness and dynamics. – Kluwer, Dordrecht.
- Hustich, I. 1958. On the recent expansion of Scotch pine in northern Europe. – Fennia 82: 1–25.
- IPCC 2001. Climate change 2001. Impacts, adaptation and vulnerability. – Cambridge Univ. Press.
- Kjällgren, A. G. 1891. De skogbildande trädens utbredning i Dalarnes fjälltrakter. – Bot. Not. 1891: 182–186.
- Kjällgren, L. & Kullman, L. 2002. Geographical patterns of tree-limits of Norway spruce and Scots pine in the southern Swedish Scandes. – Norw. J. Geogr. 56: 237–245.
- Kullman, L. 1979. Change and stability in the altitude of the birch tree-limit in the southern Swedish Scandes 1915–1975. – Acta Phytogeogr. Suec. 65: 1–121.
- Kullman, L. 1997. Tree-limit stress and disturbance. A 25-year survey of geocological change in the Scandes Mountains of Sweden. – Geogr. Ann. 79A: 139–165.
- Kullman, L. 1998. Palaeoecological, biogeographical and palaeoclimatological implications of early Holocene immigration of *Larix sibirica* Ledeb. into the Scandes Mountains, Sweden. – Glob. Ecol. Biogeogr. Lett. 7: 181–188.
- Kullman, L. 2000a. Tree-limit rise and recent warming: a geocological case study from the Swedish Scandes. – Norw. J. Geogr. 54: 49–59.
- Kullman, L. 2000b. The geocological history of *Picea abies* in northern Sweden and adjacent parts of Norway. A contrarian hypothesis of postglacial tree immigration patterns. – Geo-Öko 21: 141–172.
- Kullman, L. 2004a. The changing face of the alpine world. – Global Change Newsletter 57: 12–14.
- Kullman, L. 2004b. Early Holocene appearance of Mountain Birch (*Betula pubescens* ssp. *tortuosa*) at unprecedented high elevations in the Swedish Scandes: megafossil evidence exposed by recent snow and ice recession. – Arct. Antarct. Alp. Res. 36: 172–180.
- Kullman, L. 2004c. Tree-limit landscape evolution at the southern fringe of the Swedish Scandes (Dalarna province) – Holocene and 20th century perspectives. – Fennia 182: 73–94.
- Kullman, L. 2005. Mountain taiga of Sweden. – I: Seppälä, M. (red.), The physical geography of Fennoscandia. Oxford Univ. Press, sid. 453–497.
- Kullman, L. & Kjällgren, L. 2000. A coherent postglacial tree-limit chronology (*Pinus sylvestris* L.) for the Swedish Scandes: aspects of paleoclimate and “recent warming”, based on megafossil evidence. – Arct. Antarct. Alp. Res. 32: 419–428.
- Kullman, L. & Kjällgren, L. 2006. Holocene pine tree-line evolution in the Swedish Scandes: Recent tree-line rise and climate change in a long-time perspective. – Boreas 35.
- Ljung, T. 2000. Landet bortom tiden. – Länsstyrelsen i Dalarnas län, Falun.
- Lundqvist, G. 1949. De svenska fjällens natur. – Svenska Turistföreningens Förlag, Stockholm.
- Lundqvist, G. 1951. Beskrivning till jordartskartan över Kopparbergs län. – SGU. Ser. Ca 21: 1–201.
- Lundqvist, R. 2002. Fulufjället. Nationalpark i Dalafjällen. – Naturvårdsverket, Stockholm.
- McCarty, J. P. 2001. Ecological consequences of recent climatic change. – Conserv. Biol. 15: 320–336.
- Nordlund, C. 2001. Det upphöjda landet: Vetenskapen, landhöjningsfrågan och kartläggningen av Sveriges förflutna, 1860–1930. – Kungl. Skytteanska Samfundet, Umeå.
- Oddestad, I. 1967. Deglaciationen av Fulufjället, med speciell hänsyn tagen till erosionsfenomenen. – Naturgeografiska inst., Stockholms universitet.
- Oldhammer, B. 1994. Brandhistorik från mellersta och nordvästra Dalarna. – Svensk Bot. Tidskr. 93: 258–266.
- Oldhammer, B. 2002. Fulufjällets nationalpark – ett moss- och lavparadis. – Svensk Bot. Tidskr. 96: 149–153.
- Raab, B. & Vedin, H. (red.) 1995. Climate, lakes and rivers. – Bra Böcker, Höganäs.
- Rapp, A. 1992. Budskap från Ismannen Ötzi och andra. – Geografiska Notiser 1992(4): 191–200.

- Richter, M., Fickert, T. & Grüninger, F. 2004. Pflanzen auf schuttbedeckten Gletschern – wandernde kuriositäten. – *Geo-Öko* 25: 225–256.
- Samuelsson, G. 1917. Studien über die Vegetation der Hochgebirgsgegenden von Dalarna. – *Nova Acta Reg. Soc. Sci. Ups. Ser. IV* (4:8): 1–253.
- Sandberg, G. 1940. Den pågående klimatförändringen. – *Svenska Vall- och Mosskulturforen. Kvartalskr.* 2: 163–178.
- Sander, J. 2004. Brand i Fulufjällets nationalpark – en brandhistorisk analys med förslag för framtida skötsel. – *Länsstyrelsen i Dalarnas län, Miljövärdsheten, Rapport* 2005: 1.
- Stuiver, M., Reimer, J., Bard, E. m.fl. 1998. INTCAL 98: radiocarbon age calibration, 24,000–0 cal BP. – *Radiocarbon* 40: 1041–1083.
- Usher, P. J. 2000. Traditional ecological knowledge in environmental assessment and management. – *Arctic* 53: 183–193.
- Vedin, H., Eklund, A. & Alexandersson, H. 1999. The rainstorm and flash flood at Mount Fulufjället in August 1997: the meteorological and hydrological situation. – *Geogr. Ann.* 81A: 361–368.
- Westling, O. & Ferm, M. 1997. Deposition av luftföroreningar på hög höjd i de svenska fjällen. – *Länsstyrelsen i Västerbottens län, Umeå.*
- Öberg, L. 2002. Trädgränsdynamik på Sänfjället. – *Svensk Bot. Tidskr.* 96: 177–185.

## ABSTRACT

**Kullman, L. 2005. Gamla och nya träd på Fulufjället – vegetationshistoria på hög nivå. [Old and new trees on Mt Fulufjället in Dalarna, central Sweden.] – *Svensk Bot. Tidskr.* 99: 315–329. Uppsala. ISSN 0039-646-X.**

A new national park, Fulufjället, was established in 2002. The main intention is to preserve distinctive and pristine alpine tundra and adjacent mountain taiga in the southern Swedish Scandes. Quite uniquely, this area has never harboured semi-domestic reindeer herds. Therefore this is an ideal target for pure studies of vegetational responses to past, present and future climate change.

Within a permanent altitudinal monitoring transect (Fig. 1), treeline positions (m a.s.l.) in AD 1915, i.e. at the onset of recent climate warming, were reconstructed by coring living trees. In addition, these limits were assessed by altimeter measurements in 1974 and 2004 (Table 1). *Pinus sylvestris* displayed the largest elevational advance; 145 m since about 1915 (Figs 2 & 3). This was accomplished by upslope dispersal of seeds and establishment of new individual pines at increasingly higher elevations. In contrast, treelines of *Picea abies*

and *Betula pubescens* ssp. *czerepanowii* were raised by accelerated height growth of old, established and stunted individuals (krummholz). One spruce had an estimated age of >9500 years (Figs 5 & 11) and a living mountain birch (Fig. 4) likely established >500 years ago.

The broad outlines of the Holocene treeline history were reconstructed from radiocarbon-dated subfossil wood remains (Table 2). *Pinus* and *Picea* were present in the area by 9500 cal. BP and the pine treeline altitude peaked during this early period of the Holocene, at least 235 m higher than present (Fig. 8). Apparently this was the warmest and driest part of the Holocene. Presence of *Larix sibirica* (a subfossil cone; Fig. 9) attests to a strongly continental character of the climate. Past century's treeline advance was put into perspective by projection on the entire Holocene record. It appeared that the magnitude and rate of the modern treeline shift, and associated centennial climate warming, have been larger than at any other period of similar length during the past 7500 years or so. This inference concurs with more extensive data sets from the entire Swedish Scandes.

Plant cover changes over the past 30 years were tentatively assessed. A certain greening of the landscape is discernible, as dwarf-shrubs and grass have expanded at the cost of lichens. Seemingly, alpine vascular plants, snow bed species in particular, growing near the southern edge of their range have dwindled over the past three decades. A longer snow free period, possibly in conjunction with increased atmospheric deposition of nitrogen, is likely to be the prime reason behind these changes.



Leif Kullman är professor i naturgeografi vid Umeå universitet. Forskningen har varit inriktad mot historisk biogeografi, vegetationshistoria samt ekologiska effekter av nutida klimatändringar.

Adress: Institutionen för ekologi, miljö och geovetenskap, Umeå universitet, 901 87 Umeå  
E-post: leif.kullman@eg.umu.se