

EN NY OCH GRÖNARE FJÄLLVÄRLD - LÄGESRAPPORT FRÅN DEN SUBALPINA TRÄDFRONTEN

Leif Kullman

Institutionen för ekologi, miljö och geovetenskap, Umeå Universitet

901 87 Umeå, Sweden

Email: leif.kullman@umu.se

Det hävdas ofta att världen går mot en *klimatkatastrof*. Detta är ett synsätt och verklighetsuppfattning, som bottnar i en ofullständig historiesyn och har svagt stöd av verkliga observationer och relevanta data. Få seriösa forskare bestrider dock att klimatet blivit varmare under de senaste 100 åren, även om orsakerna inte är till fullo klarlagda. Man jämför dagens situation med den *förindustriella tiden*, som tog sin början mot slutet av den s.k. Lilla Istiden (AD 1400 - 1900). Stora delar av den nordliga världen var då svalare än någonsin efter den senaste istiden. Glaciärer växte, fjällnära skogar glesnade och människor svält och dog i spåren av extremväder och återkommande missväxtår. Det är fortfarande oklart vad som vände den utvecklingen till våra dagars mer gynnsamma tillstånd och som kanske därigenom tillfälligt räddade oss från en ny stor istid. I det perspektivet kan den moderna uppvärmningen betraktas som en välsignelse, som har bäddat för naturens och samhällets progressiva utveckling.

Med detta sagt som bakgrund, skall vi se på påtagliga effekter av det varmare klimatet under de senaste 100 åren i vår nordliga del av världen. Vi vänder oss då med förtroende till en av de säkraste indikatorerna på ändrat klimat. Fokus ligger på den klimatkänsliga balansen mellan skog och fjäll, *trädgränsen*, och ser i vad mån dess läge och struktur svarat mot ändrade meteorologiska förhållanden under samma period.

På många och vitt spridda lokaler längs fjällkedjan, från söder till norr, har trädgränsens förskjutning dokumenterats under de senaste 100 åren. I Sverige har vi ett världsunikt nätverk av lokaler där detta kan studeras. Som mest handlar det om en uppflyttning på drygt 200 höjdmeter, för fjällbjörk, gran och tall. Det motsvarar tämligen exakt vad som kan förväntas av den observerade uppvärmningen på c. 1,5 °C. Att observera är att det här rör sig om *trädgränsen*, d.v.s. de sista, ofta solitära, minst 2 m höga individerna av en viss trädart (Fig.1). I tallens fall vet vi att den nya och högre trädgränsen söker sin like under de senaste 7000

åren. Under några årtusenden dessförinnan var trädgränsen ännu högre. Det var under det postglaciala klimatoptimet, då temperaturen i norra Skandinavien var minst 3 °C högre än idag.

För samtliga trädarter har den slutna skogen avancerat endast några 10-tal höjdmeter under de senaste 100 åren. Den översta fjällbjörkskogen har dock tätat lokalt i vissa typer av miljöer. Tydligast är detta där överskott av sent smältande snö tidigare var en hindrade faktor. I mer utsatta och snöfattiga partier har marken torkat upp och trädskiktet blir här långsamt allt glesare i takt med att snön smälter tidigare. Florerande utsagor (modeller) att en betydande del av våra kalfjäll, kanske upp till 85%, kommer att täckas av fjällbjörkskog mot slutet av detta århundrade saknar empiriska indikationer. Dessa förutsägelser framstår i det ljuset som grova överdrifter utan vetenskapligt stöd av observationer i den fysiska världen. Det faktum att björken idag bildar trädgräns mot kalfjället betyder inte att detta kommer att vara fallet i ett framtida varmare klimat. Mycket tyder faktiskt på att björkens och granens trädgränsstigning har bromsat in under senare decennier. Tallen visar däremot en trend mot avancemang mot högre höjder.



Figur 1. **Vänster.** Björkens trädgräns på fjället Gettryggen i Jämtland, 1045 m ö.h, har stigit 215 höjdmeter sedan början av 1900-talet. Foto: 2017-08-03. **Höger.** På fjället Molnet i

Dalarna (1100 m ö.h.) är tallens trädgräns idag 225 m ovanför nivån för 100 år sedan och den högsta på 7000 år. Foto: 2017-07-03.

Kalfjället är ännu, efter 100 år med varmare klimat, på det hela taget intakt, även om artrikedomen av kärlväxter ökat en aning, samtidigt som de lågalpina rishedarna vitaliserats och snölegevegetationen i viss mån ersatts av gräshedar. Det är väl dokumenterat att det pågår en smygande ”ansiktslyftning” av det levande fjälllandskapet, som dock ligger inom ramen för den naturliga variationen under de drygt 11 000 år som förflutit efter den senaste istiden.

Detta har skett trots, eller kanske delvis på grund av, ökande renbetning under de senaste 100 åren. Bidragande orsaker kan vara det varmare klimatet, kombinerat med en ”gödslingseffekt” av högre halt av CO₂ i atmosfären.

Det mest spektakulära som händer idag är tallens mycket påtagliga framryckning vid gränsen mot fjällbjörkskogen och i vissa fall ovanför denna. Här handlar det i stor utsträckning om återtagande av mark som förlorades under Lilla Istiden. Dessutom har tallen tagit stora språng in i björkskogen och till och med ”grodhoppat” över densamma (Fig. 2 & 3). Om värmen står sig, kan betydande delar av fjällbjörkskogen komma att långsamt ersättas av ett subalpint tallbälte. Då uppstår ett fundamentalt ekosystembyte till ett tillstånd, som liknar de första och varmaste årtusendena efter den senaste istiden. Det översta skogsbältet dominerades då av tall med viss inblandning av fjällbjörk, gran och sibirisk lärk. Praktiskt taget inga glaciärer existerade och somrarna var omkring 3 °C varmare än idag. Mot den bakgrunden, fokuseras här på tallens uppträdande under senare decennier, eftersom här föreligger de största möjligheterna till förändring, som kan komma att beröra landskapsbilden.



Figur 2. I Dalafjällen är tallen sedan 1930-talet på god väg att bilda ett eget glest bälte ovanför den retireraande fjällbjörkskogen. Störst framgång har tallen haft på exponerade med tunt snötäcke och där lavmattorna reducerats av renarnas tramp och betning. Ö. Barfredhåga (Dalarna), 870 - 880 m ö.h. Foto: 2013-07-24.



Figur 3. Tallens trädgräns har sedan 1970-talet flyttat omkring 12 km djupare in i den tidigare helt björkdominerade Handölsdalen i Jämtland. Trädet på bilden grodde under det varma 1930-talet, men har först under de senaste 15 åren nått trädhöjd. Tjallingklumpen, 800 m ö.h. Foto: 2022-08-02.

Under de senaste 10-15 åren har tallen, i motsats till fjällbjörk och gran förnygrats kopiöst vid sin trädgräns, där tallbestånd uttraderades av kylan under Lilla Istiden. Tätheten (c. 40 000 individer /ha) och vitaliteten i de nya plantbestånden är helt enastående, och av en art som aldrig tidigare beskrivits i den vetenskapliga litteraturen, inte ens under det rekordvarma 1930-talet. De unga tallarna är i dag 0,5 – 1,5 m höga, vitala och snabbväxande (Fig. 4 - 6). En av förutsättningarna för tallens framgång är en markant ökning av grobarheten i det frö som produceras vid trädgränsen (Fig. 7). Till detta kommer en drastisk minskning av skador orsakade av låga vintertemperaturer. Det kan dock vara för tidigt att dra alltför stora växlar på den här utvecklingen. Erfarenheten visar att endast någon enstaka kall förvinter med tunt snötäcke och kraftig tjäle kan decimera bestånd av detta slag.

Det resultat som här redovisas bygger på ett världsunikt nätverk bestående av hundratals lokaler för klimatrelaterad trädgränsövervakning, med tyngdpunkt i den svenska delen av fjällkedjan. Det är en förhoppning att utvecklingen kan följas under kommande år. Länsstyrelserna i Jämtland och Dalarnas län har initierat ett långsiktigt övervakningsprogram. Det tillgängliga samlade dokumentära materialet är dock mycket större. Det vore säkerligen till gagn för framtida forskning och miljöövervakning om former för bevarande och tillgängliggörande av detta unika material kunde skapas.



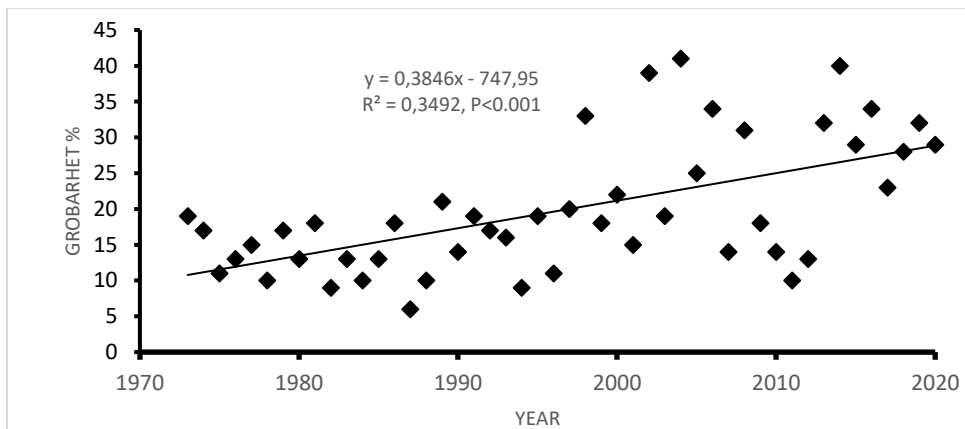
Figur 4. Trädgränstill med rötter i det varma 1930-talet och som under de senaste 15 åren producerat riklig avkomma i ett växttäckte som domineras av ljung (*Calluna vulgaris*) och fragment av betade renlavar. Täljstensvalen (Jämtland), 735 m ö.h. Foto: 2022-10-30.



Figur 5. Typexempel på tillståndet vid tallens trädgräns. Här växte ett bestånd med stora tallar, som med några få undantag dukande under till följd av kylan under Lilla Istiden. I dag är tallen på väg att återta det som förlorats. Handölsdalen, 680 m ö.h. (Jämtland). Foto 2022-09-14.



Figur 6. Samma bestånd som Figur 5, från annan vinkel. Foto: 2022-09-14.



Figur 7. Tallfröets grobarhet vid trädgränsen i Handölsdalen (Jämtland), 1973-2020. Källa: Kullman (2019).

Summary: A new and greener mountainscape: Reports from the subalpine tree frontier.

In the context of modern climate warming, this paper accounts for responses of the climate-sensitive alpine treeline in the Swedish Scandes. Focus is primarily on Scots pine (*Pinus sylvestris*), which seems to have the greatest potential of continuous advance, in the case that

climate warming prevails. Over the past decades, pine has penetrated deeper into the subalpine birch forest and even "leap-frogged" over this belt. Regeneration has increased copiously close to the treeline, which appears as a reclamation of ground lost during the cold centuries of the Little Ice Age. Warmer summers, increased seed viability and absence of winter injuries explain the current pine progression. Eventually the present-day subalpine birch forest belt may become replaced by a subalpine pine belt, which would imply a profound ecosystem shift, with a close resemblance to the common zonation pattern of the postglacial climate optimum, 7000 - 10 000 years ago.

Källförteckning

- Ahlmann, H. W:son 1938. Den aktuella klimatförbättringen. Svenska Dagbladet 16 september, sid 15.
- Bengtsson, L., Semenov, V.A. & Johannessen O.M. 2004. The early twentieth-century warming in the Arctic. *Journal of Climate* 17(20), 4045-4057.
- Kullman L. 2007. Treeline population monitoring of *Pinus sylvestris* in the Swedish Scandes, 1973-2005: implications for treeline theory and climate change ecology. *Journal of Ecology* 95, 41-52.
- Kullman, L. 2010. A richer, greener and smaller alpine world: review and projection of warming-induced plant cover change in the Swedish Scandes. *Ambio* 39, 159-169.
- Kullman, L. 2015. Higher-than-present Medieval pine (*Pinus sylvestris* L.) treeline along the Swedish Scandes. *Landscape Online* 42, 1-14.
- Kullman, L. 2017 Pine (*Pinus sylvestris*) treeline performance in the southern Swedish Scandes since the early 20th century. *Acta Phytogeographica Suecica* 90, 1-46.
- Kullman, L. 2019. Early signs of a fundamental subalpine ecosystem shift in the Scandes-the case of the pine (*Pinus sylvestris* L.) treeline ecotone. *Geo-Öko* 40, 122-175.
- Kullman, L. 2021. Largest rises of Swedish treelines, consistent with climate change since the early-20century. I: Turkmen, M. (ed.). *Challenging Issues on Environment and Earth Science* Vol. 6, 1-38. Book Publisher International.
- Kullman, L. 2022. Forest-limit (*Betula pubescens* ssp. *czerepanovii*) performance in the context of gentle modern climate warming. *European Journal of Applied Sciences* 10(3), 168-185.

- Kullman, L. & Öberg, L. 2015. Trädgräns i fjällen. Sammanställning och utvärdering av en metodstudie för klimatrelaterad miljöövervakning. Länsstyrelsen Jämtlands län. Rapport Diarienummer 502-1091-2015.
- Kullman, L. & Öberg, L. 2018. Fjällens tallar-10 000 års klimathistoria. Förlag BoD, Stockholm.
- Kullman, L. & Öberg, L. 2020. Shrinking glaciers and ice patches disclose megafossil trees and provide a vision of the Late-glacial and Early post-glacial landscape in the Swedish Scandes- a review and perspective. *Journal of Natural Sciences* 8(2), 39-61.
- Kullman, L. & Öberg, L. 2020. Levande fjäll i ett föränderligt klimat. Förlag BoD, Stockholm.
- Kullman, L. & Öberg, L. 2021. Blatant pine (*Pinus sylvestris*) reclamation of treeline territory lost during the Little Ice Age – an aerial perspective in a warmer climate, depicted in the Swedish Scandes. *Geo-Öko* 42, 39-61.
- Kullman, L. & Öberg, L. 2022. Recent and past arboreal change: Observational and retrospective studies within a subalpine birch-dominated (*Betula pubescens* ssp. *czerepanovii*) mountain valley in the southern Swedish Scandes-responses to climate change and land use. *European Journal of Applied Sciences* 10(6), 201-265.
- Ljungqvist, F.C. 2017. Klimatet och människan under 12 000 år. Dialogos Förlag, Stockholm.
- Odland, A. 2021. Fjelløkologi. Klimaeffekter på vegetasjon og flora i fortid, nåtid og fremtid. Fenris forlag,