



Fakta skog



De grova tallarna på Bränberget är 90 år äldre än de smalare träden som idag har växt förbi de gamla översekändarna. Foto: Björn Elfving

Skogen växer snabbare och snabbare – men varför?

Björn Elfving och Alex Appiah Mensah

En femtioårig tall eller gran är idag cirka 2 meter högre än ett 50-årigt träd på 1980-talet, och ytterligare 2 meter högre än ett 50-årigt träd på 1950-talet.

Grundytan har inte ökat lika mycket som höjdtillväxten sedan 1980-talet. Träden blir längre men slankare vid given beståndstäthet.

Det finns många förklaringar till den ökade höjdtillväxten: förändrad skogs-skötsel, ett varmare klimat, kvävedefall och ökad koldioxidhalt är några.

Eftersom höjdtillväxten ökat jämnt över stora regioner och för båda träds-lagen är vår hypotes att den ökade koldioxidhalten underlättar trädens vattenbalans och därmed påverkar deras växtsätt.

Trädens tillväxthastighet har ökat stadigt under den period som tillväxten har kunnat mätas. Vi vet inte vad ökningen beror på och hur den framtida utvecklingen blir. SLU Riksskogstaxeringen har noterat en minskad tillväxt i Sverige mot slutet av 2010-talet.¹ Har en brytpunkt nåtts eller ryms avvikelser inom den normala variationen? Här sammanfattas några viktiga studier som gjorts på det området.

¹ Fridman, J. m.fl. 2022. Volymtillväxten för träd i Sverige under 00-talet SLU Inst. för skoglig resurshushållning Arbetsrapport 540.



I en tidigare studie undersöktes hur trädens tillväxt förändrats under perioden 1953–1992 (Elfving & Tegnhamar 1995, 1996). Som underlag använde författarna provträdsdata från Riksskogstaxeringen (RT). För både tall och gran noterades en linjär ökning av tillväxten både för trädhöjd och grundyta. Träd med samma ålder var alltså både högre och grövre ju senare de fötts.

Trenderna var likartade för båda trädslagen och skiljde inte mellan norra och södra Sverige. Den årliga höjddökningen var 0,5 procent för tall och 0,67 procent för gran. För grundytetillväxten var den 0,84 procent för båda trädslagen. Medelhöjden för 50-åriga träd var 12 meter år 1953 och närmare 15 meter 1992.

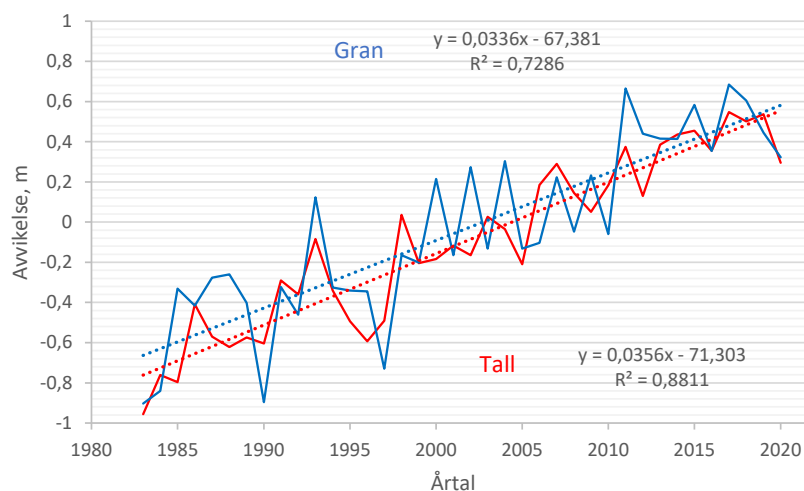
Den högre tillväxten förklarades då främst bero på förändrad skogsskötsel. Träd som var 50 år på 1950-talet var ofta uppkomna i skiktade bestånd där plantorna hämmats av konkurrens från överskärmande träd. Den senare anlagda skogen var i stället uppvuxen efter kalhyggesbruk där skogen fått växa utan överskärning. Ökad kvävedeposition och koldioxidhalt i luften sågs som möjliga bidragande orsaker till trenden.

Fortsatt ökad höjdtillväxt...

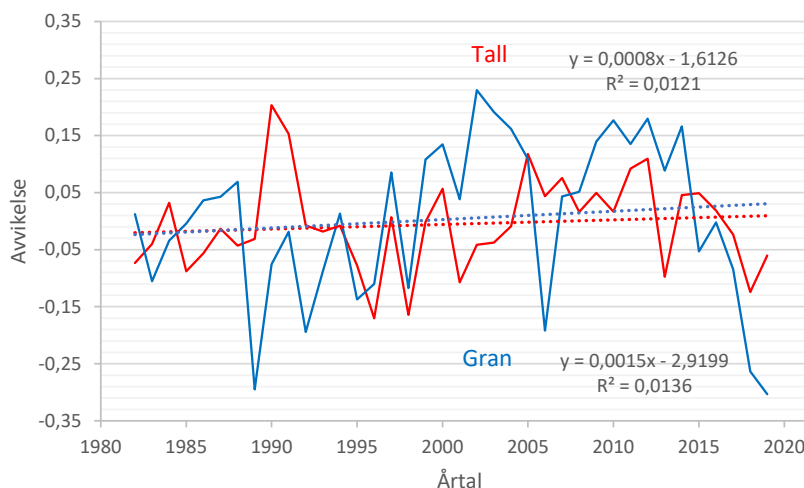
Nu har en liknande studie gjorts för perioden 1983–2020 (Appiah Mensah m.fl. 2023), även denna gång med provytedata från RT. Trenden för medelhöjd är tydlig och stark för både tall och gran (figur 1). Den årliga höjddökningen beräknades till 0,06 meter för både tall och gran. En tall med 50 årsringar i brösthöjd var 16,5 meter hög år 1983 och en lika gammal tall var 18,25 meter år 2020. Motsvarande siffror för gran var 16,4 och 18,0 meter.

...men inte för grundyta

För grundytetillväxten registrerades dock ingen signifikant trend. I figur 2 visas årliga avvikelser, vilka varierar kraftigt mellan åren. För kortare perioder syntes en positiv trend för tall 1995 till 2012 och för gran 1989 till 2005. Under 2017 till 2019 är däremot grundytetillväxten väsentligt lägre än genomsnittet för hela perioden 1983–2019, men fortfarande inom den naturliga variationen. Sett över hela perioden finns alltså ingen tydlig trend för



Figur 1. Avvikelse i perioden 1983–2019 från beräknad trädhöjd med höjdfunktioner som inte tar hänsyn till året då mätningen gjordes. Baserat på RT-data från hela landet.



Figur 2. Trend och avvikelser från den genomsnittliga grundytetillväxten under perioden 1983–2019. Avvikelsena anges i logaritmisk skala. Värdet 0,2 motsvarar exempelvis en avvikelse på cirka 20 %.

grundytetillväxt. En ökad höjdtillväxt och konstant grundytetillväxt innebär att träden har blivit högre och slankare (mer långsmala). Samma tendens har man även funnit i Finland för perioden 1975–2015.²

Andra studier har också visat på ökande tillväxt

I de fall man har kunnat jämföra tillväxten i olika skogsgenerationer med samma trädslag och skötsel på samma mark, har man noterat betydligt högre tillväxt i den yngre än i den äldre generationen. Granbestånd i Halland som vuxit under perioden 1950–1989 hade 40 % högre produktion i 40 årsåldern jämfört med 40-åriga bestånd som

växte under 1880–1919. Den årliga ökningen var 0,48 %.³ Författarna antog att kvävedepositionen var huvudorsak till den ökade tillväxten.

I tyska försök har också ökad tillväxt noterats. I 50-åriga granbestånd ökade den årliga medeltillväxten från 22 m³ per hektar år 1900 till 25 m³/ha år 1960, och 29 m³/ha år 2000. För bok påvisades ännu större ökning.⁴ Förklaringen antogs vara ökad temperatur, nederbörd och koldioxidhalt i luften, och att den förlängda växtsäsongen har haft störst inverkan.

³ Eriksson, H., Johansson, U. 1993. Yields of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in two consecutive rotations in southwestern Sweden. *Plant and Soil* 154, 239–247.

⁴ Pretzsch, H. m.fl. 2014. Forest stand growth dynamics in Central Europe have accelerated since 1870. *Nature communications* 5, article 4967

² Kangas A. m.fl. 2020. Re-calibrating stem volume models – is there a change in the tree trunk form from the 1970s to the 2010s in Finland? *Silva Fennica* 54, article 10269.

I en senare analys från samma huvudförfattare fann de att vedens genomsnittliga densitet hade minskat under perioden, med 7,7 % för gran och 11,2 % för bok. Mätt i vedbiomassa var då tillväxtökningen för perioden 1900–2015 cirka 0,2 procent för gran och 0,55 procent för bok.⁵

Även i USA har virkesförråden ökat, i genomsnitt med 11,5 % från perioden 1970–1990 till perioden 2000–2018. Siffran är ett medeltal för olika åldrar och beståndstyper i 48 delstater. Tillväxtökningen sammanföll med en ökad koldioxidhalt i luften på 100 ppm.⁶

Varför växer skogen snabbare?

Riksskogstaxeringen har följt uppbyggnaden av virkesförrådet i svensk skog sedan 1920-talet. Förrådet (den samlade volymen stamved inklusive bark) har ökat från 1,6 miljarder kubikmeter år 1926 till 3,6 miljarder år 2020, trots en omfattande avverkning (under 1980–2020 var avverkningen och den naturliga avgången cirka 3,2 miljarder kubikmeter). Det beror på att tillväxten under hela perioden har varit större än avverkningen och den naturliga avgången.

Det kan finnas många svar på varför tillväxten ökar, och förmodligen är det ingen enskild faktor som förklarar allt.

Förändrad skogsskötsel lyfts ofta fram. Vid förra sekelskiftet var många skogar glesa och svagväxande som ett resultat av exploaterande dimensionshuggningar och kolvedshuggning. I takt med att de ersatts med nya skogar efter kalavverkning har skogarna blivit tätare och mer snabbväxande. Den här kalhyggeseffekten kan delvis vara en fråga om kväveomsättning.⁷ Efter kalavverkning förlorar mykorrhizasvamparna sin försörjning av socker från träden, varvid de dör och det kväve som varit bundet i svamparnas mycel blir tillgängligt för träd tillväxt. Andra sköselfaktorer som ökar tillväxten är markberedning och plantering med genetiskt förädlad

material. Det är dock åtgärder som införts i sen tid och som bara marginellt kan ha påverkat våra analyser. En tätare skog med högre virkesförråd ger i sig en högre nettotillväxt eftersom den procentuella tillväxtökningen är ungefär lika stor i en gles som en tät skog. En finsk studie beräknade att två tredjedelar av tillväxtökningen under 1971–2020 berodde på förbättrat skogstillstånd och en tredjedel på miljöförändringar.⁸

Ett varmare klimat, framför allt högre sommartemperatur, påverkar på många sätt. En längre växtsäsong och ökad hastighet på de biologiska processerna både ovan och under mark är positiva faktorer. Växtsäsongens längd har dock troligen mindre inverkan eftersom de naturliga trädpopulationerna är anpassade till ljus och temperatur på platsen där de växer. Vattenförsörjningen kan dock bli ett problem i ett varmare klimat.

Kvävetillförsel via luftföroreningar har förmodligen spelat en viktig roll, framför allt i södra Sverige. Kväve är en bristvara på de flesta markerna i Sverige. Sedan kraven på katalytisk avgasrening infördes och industrier i Europa ströp sina kväveutsläpp på 1980-talet har kvävenedfallet i Sverige minskat med cirka 30 % (1983–2013).

Ökad halt av koldioxid i luften är troligen en mycket viktig faktor. Globalt har koldioxidhalten ökat från cirka 280 till 414 ppm under perioden 1920–2020. Det finns många studier som visar hur tillväxten påverkas av koldioxid. Sydstatstallar i USA som fått 50 % mer koldioxid under åtta sammanhängande tillväxtperioder ökade den årliga grundytetillväxten med 19 % jämfört med obegasade tallar.⁹ Mätningar med instrument monterade på master kan användas för att skatta nettoupptaget av kol i fält. En av de längsta mätserierna i skog – en medelålders tallskog i östra Finland – visade att kolupptaget ökade med 2,5 % per år under perioden 2001–2017. Ökningen

av luftens koldioxidhalt antogs förklara 30–40 % av kolupptagets ökning.¹⁰

Skogens vattenbalans är också viktig för tillväxten. De högsta träden i landskapet finner man ofta där den relativa luftfuktigheten är hög, i skyddade dalgångar och i sluttningar mot havet. Ett drastiskt exempel på betydelsen av vatten kan hämtas från Australien. I en 50 mil lång gradient från kust till inland avtog den övre höjden för Eucalyptusträd från 67 meter till 7 meter när kvoten mellan nederbörd och avdunstning sjönk från 1,8 till 0,2.¹¹ Här finns ett viktigt samspel med koldioxidhalten – när halten ökar kan träden få in mer koldioxid på kortare tid genom klyvöppningarna och förlorar därmed mindre vatten genom avdunstning.

Ljustillgången har också angetts som en förklaring. Variationer i den kosmiska strålningen påverkar förekomsten av kondensationskärnor, och gynnar därmed molnbildning och nederbörd. Under dagar med gynnsam fuktighet och bara lätta sommarmoln når mycket av den fotosyntetiskt aktiva strålningen ner till blad och barr. Det skulle kunna förklara en del av tillväxtvariationen mellan lokala trädpopulationer.¹²

Boniteringskurvorna omvärderas

Höjdtutvecklingen för de 100 grävsta träden per hektar (Hdom) är ett skarpt och ofta tillämpligt mått för tillväxtanalyser. Kurvor som beskriver utvecklingen av Hdom över åldern benämns boniteringskurvor. Enskilda bestånd växer normalt utefter en sådan kurva, vars läge bestäms av klimatet och markens bördighet. Beräknad höjd vid åldern 100 år benämns ståndortsindex (SIH) och används som mått på bördigheten.

Om klimatet eller bördigheten ändras abrupt byter beståndet boniteringskurva. Några sådana drastiska kurvbyten kan dock inte ses i de långsiktiga fältförsök som följs genom återkommande

⁵ Pretsch, H. m.fl. 2018. Wood density reduced while wood volume growth accelerated in Central European forests since 1870. *Forest Ecology and Management* 429, 589-616.

⁶ Davis, E.C. m.fl. 2022. The effect of carbon fertilization on naturally regenerated and planted US forests. *Nature Communications* 13, article 5490.

⁷ Näsholm, T. m.fl. 2014. Är mykorrhizan en bidragande orsak till skogens kvävebrist? *Fakta Skog* nr 1, 2014. Sveriges lantbruksuniversitet.

⁸ Henttonen, H.M. m.fl. 2017. Environment-induced growth changes in the Finnish forests during 1971-2010 – an analysis based on National Forest Inventory. *Forest Ecology and Management* 386, 22-36.

⁹ Moore, D.J.P. m.fl. 2006. Annual basal area increment and growth duration of *Pinus taeda* in response to eight years of free-air carbon dioxide enrichment. *Global Change Biology* 12, 1367–1377.

¹⁰ Launiainen, S. m.fl. 2022. Does growing atmospheric CO₂ explain increasing carbon sink in a boreal coniferous forest? *Global Change Biology* 28, 2910-2929.

¹¹ Givnish, T.J. m.fl. 2014. Determinants of maximum tree height in *Eucalyptus* species along a rainfall gradient in Victoria, Australia. *Ecology* 95, 2991-3007.

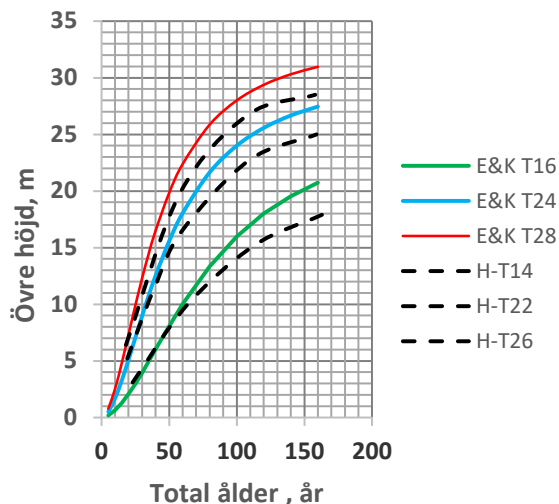
¹² Bontemps, J.-D., Svensmark, H. 2022. Diffuse sunlight and cosmic rays: Missing pieces of the forest growth change attribution puzzle? *Science of the Total Environment* 806, 150469.

mätningar vid SLU, mer än i undantagsfall. Däremot skiljer sig kurvornas form beroende på när grunddata samlats in.

De boniteringskurvor som används i Skogshögskolans boniteringssystem baseras huvudsakligen på data från perioden 1830–1950.¹³ Idag tillämpas kurvor som bygger på data för perioden 1930–1990 (figur 3).¹⁴ De nya kurvorna är brantare än de äldre. Höjden beräknas alltså ha ökat mer med ökande ålder under perioden 1930–1990 än under perioden 1830–1950. Kurvor baserade på senare data kommer sannolikt att vara ännu brantare.

¹³ Hägglund, B. 1972–1974. Övre höjdens utveckling för gran i norra Sverige (1972), gran i södra Sverige (1973) och tall (1974). Skogshögskolan, Inst. för skogsproduktion. Rapporter och uppsatser nr 21, 24, 31.

¹⁴ Johansson, U., Ekö, P.M., Elfving, B., Johansson, T., Nilsson, U. 2013. Nya höjdtvecklingskurvor för bonitering. Fakta Skog nr 14 2013. Sveriges lantbruksuniversitet.



Figur 3. Boniteringskurvor för tall baserade på data från olika tidsepoker. H: data från 1830–1950, E&K: data från 1930–1990.

Våra slutsatser

Ett drastiskt förändrat klimat medför förändringar som våra nuvarande ekosystem inte är anpassade till. Forskningen ger hittills inte underlag för att kunna göra säkra prognoser för skogens

framtida utveckling, och det finns troligen flera orsaker till den stadiga tillväxtökning som hittills noterats.

Med hänsyn till att tillväxtökningen varit relativt jämnt fördelad över landet tror vi att luftens ökade koldioxidhalt och den därmed effektivare vattenhushållningen har haft stor betydelse. Det kan också förklara förändringen av trädens form, att de blivit mer långsmala. Om näringen är begränsande satsar träden mer på höjdtillväxt än på grentillväxt och bredd. Den förändrade kvoten mellan stamtjocklek och höjd kan medföra att framtidens skogar blir mer instabila. Men observera att detta är vår hypotes. Här krävs mera forskning.

rade kvoten mellan stamtjocklek och höjd kan medföra att framtidens skogar blir mer instabila. Men observera att detta är vår hypotes. Här krävs mera forskning.

Ämnesord: boniteringskurva, grundyta, höjdtillväxt, SLU Riksskogstaxeringen

>> Läs mer

Appiah Mensah, A., Petersson, H., Dahlgren, J., Elfving, B. 2023. Taller and slenderer trees in Swedish forests according to data from the National Forest Inventory. *Forest Ecology and Management* 527, 120605.

Elfving, B., Tegnhammar, L. 1995. Varför ökar tillväxten? Fakta Skog nr 18 1995. Sveriges lantbruksuniversitet.

Elfving, B., Tegnhammar, L. 1996. Trends of tree growth in Swedish forests 1953-1992: An analysis based on sample trees from the National Forest Inventory. *Scandinavian Journal of Forest Research* 11, 26-37.

Författare



Björn Elfving

Professor,
Inst. för skogens ekologi
och skötsel, SLU,
901 83 Umeå.
bjorn.elfving@slu.se



Alex Appiah Mensah

Forskare,
Inst. för skoglig resurshushållning, SLU,
901 83 Umeå.
alex.appiah.mensah@slu.se

Fakta skog

ISSN: 1400-7789. Produktion: SLU, Fakulteten för skogsvetenskap 2024.

Ansvarig utgivare: goran.ericsson@slu.se.

Redaktör: yiva.melin@slu.se.

Layout: grafiskservice@slu.se.

Illustratör: Fredrik Saarkoppel, Kobolt Media AB.

