



I den fullskiktade granskogen står träd och plantor av alla storlekar blandade med varandra i alla delar av skogen. Det finns inga tydliga luckor eller grupper av likstora träd. Det är normalt så tätt att man inte ser mer än högst 15–20 meter åt något håll. I bakgrunden skimtar ljuset från nästa stickväg, ca 15 m bort. Foto: Lars Lundqvist.

Blädningssystem

- fungerar långsiktigt men kräver fullskiktad skog

Lars Lundqvist

Blädningssystem är ett skogsskötselsystem som kräver och bevarar fullskiktad granskog, dvs. skog där det finns alla storlekar av plantor och träd blandade med varandra i hela skogen. Om skogen inte är fullskiktad så tar träden så småningom slut eftersom avverkade stora träd inte ersätts av mindre träd som växer in i grövre dimensionsklasser och plantor som växer in i trädskiktet.

Den årliga volymtillväxten är högre ju större virkesförråd som lämnas efter en blädning. Svaga blädningar fokuserade på ett fåtal riktigt grova träd ger hög volymtillväxt och litet behov av inväxning. Hårda ingrepp som lämnar litet virkesförråd kan däremot ge produktionsförluster på 50 % eller mer.

Långsiktig volymproduktion är jämförbar med trakthyggesbruk där man slutavverkar vid lägsta tillåtna ålder.

Inväxningen av granar in i trädskiktet är normalt bara 5–15 stycken som årligen växer förbi 8–10 cm diameter i brösthöjd och inväxningen begränsar hur många träd som i genomsnitt kan blädas per år. Den årliga inväxningen ökas i praktiken inte av blädningar bland annat därför att skador på plantor och småträd ökar ju hårdare man blädar.

Blädningssystem är ett skogsskötselsystem som förutsätter och vidmakthåller fullskiktad skog. I en sådan skog finns det hela tiden alla storlekar av träd i alla delar av skogen: plantor, små träd, mellanstora träd och riktigt stora träd. Vid blädningarna gallras några träd ut, oftast bara bland de allra grövsta och det sker kontinuerligt en inväxning av små träd underifrån. I en välkött blädningsskog ska både beståndsstruktur, virkesförråd och volymtillväxt i princip vara konstanta över tiden. I Sverige fungerar blädningssystem bara i granskog eftersom gran är det enda inhemska trädslag som förmår att överleva och så småningom växa upp till stora träd inne i en sluten skog.

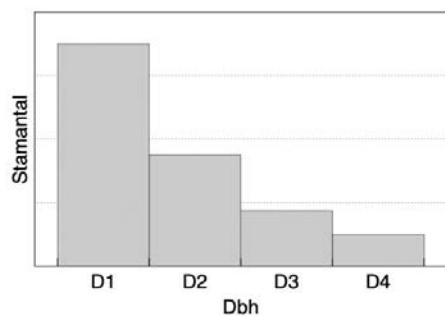
Blådningsbruk – fungerar långsiktigt men kräver fullskiktad skog

Strukturen, volymproduktionen och inväxningen är centrala delar inom all forskning om blådningsbruk. Strukturen beskrivs oftast med diameterfördelningen. För att systemet ska fungera måste det finnas fler plantor än små träd, fler små träd än medelstora träd och fler medelstora träd än fullstora träd. Skälet är att plantor och små träd växer långsamt och därför tar lång tid på sig att växa igenom sin storleksklass. Ju större granarna blir desto fortare växer de och därför kommer färre individer samtidigt befinna sig i varje storleksklass. En skog som har denna struktur kallas *fullskiktad*.

Blådningsbruket har sina rötter i 1300-talets Frankrike men det var först i slutet av 1800-talet som forskningen om blådningsbruk började, i gränsområdet mellan Schweiz och Frankrike. Den nordiska forskningen om blådningsbruk inleddes i mitten av 1900-talet då det genomfördes tre oberoende studier av blådningsbruk i vardera Sverige (Näslund 1942), Finland (Sarvas 1944) och Norge (Böhmer 1957). Sedan blev det en paus till 1980-talet innan den kom igång igen. I Sverige förstod man inte principerna för blådningsbruk och därför har blådningsbruk knappt tillämpats alls i vårt land.

Inväxning och förnygring

Inväxning innebär att små träd växer förbi en i förväg bestämd nedre diametergräns. I nordiska studier är gränsen normalt 5–8 cm diameter i brösthöjd. Den genomsnittliga årliga inväxningen bestäms av balansen mellan antalet plantor och små träd som är mindre än inväxningsgränsen, dessas årliga



Definitionen för *fullskiktad* är att om diameterskalan från minsta (normalt ca 4–5 cm diameter i brösthöjd) till största inmätta träd (minst 25 cm i brösthöjd) delas in i fyra lika stora delar så ska det finnas flest träd i den lägsta diameterklassen, näst mest i den näst lägsta och finnas träd i båda de två översta diameterklasserna.

tillväxt i höjd eller diameter, dödligheten bland dem samt det årliga tillskottet av nya plantor. Höjdtillväxten är låg i plantskiktet. Flera studier visar att det i genomsnitt tar 40–60 år för plantorna att nå 1,3 m höjd (brösthöjd) och ytterligare 20–50 år för att nå 5 cm diameter i brösthöjd. Sammantaget gör det att de plantor som etableras idag inte kommer att generera inväxning förrän om 80–100 år.

Dödligheten är mycket hög under de första åren efter frögroningen. Den faller sedan till några få procent per år. Den långsamma tillväxten gör dock att bara ca 20 % av plantorna överlever från 10 cm höjd tills de efter ett sekel når 8–10 cm diameter i brösthöjd och på allvar växer in i trädskiktet.

Efter en blådningsbruk ökar tillväxten en aning hos plantor och småträd, vilket ökar inväxningen. Samtidigt skadas en del plantor och småträd vilket sänker inväxningen och det tycks vara ett exponentiellt förhållande mellan blådningsstyrka och mängden skador. Sammantaget gör detta att blådningsbruk inte höjer inväxningstakten och att den årliga inväxningen per hektar normalt bara är ca 25–30 plantor som växer förbi brösthöjd, ca 15–20 små granar som växer förbi 4 cm i diameter och 5–15 stycken som årligen växer förbi 8–10 cm diameter i brösthöjd. Trots detta finns det inget som tyder på att för låg inväxning skulle begränsa möjligheterna att bedriva blådningsbruk på våra breddgrader. På de nordiska försöksytorna med blådningsbruk har inväxningen varit tillräcklig för att bibehålla stamantalet, utom i de fall det har gjorts väldigt hårda blådningsbruk som radikalt har sänkt både stamantal och stående volym.

Volymtillväxt

Vid trakthyggesbruk är virkesproduktionen under de kommande 80–100 åren helt beroende av hur väl man lyckas med förnygringen. Vid blådningsbruk beror den framtida produktionen på om det redan idag finns tillräckligt med små, medelstora och stora träd i beståndet. Det måste finnas tillräckligt med träd för att både hålla upp tillväxten och bibehålla stamantal och diameterfördelning någorlunda konstanta under de 100–200 år det tar för dagens små plantor att bli fullstora träd, och samtidigt tillåta regelbunden blådningsbruk.

En intressant slutsats i Manfred Näslunds (1942) studie var att träden växte i proportion till sin storlek och knappt påverkades av blådningsbruket. Om fler och större träd

lämnades blev därför tillväxten högre. Slutsatsen bekräftades av Sarvas (1944) och Böhmers (1957) studier: Volymtillväxten efter blådningsbruk är direkt korrelerad med det stående virkesförrådet men relationen är inte linjär utan krökt avtagande. Näslund visade dessutom att tillväxten påverkades mindre om blådningsbruket koncentrerades till de allra största träden än om den spreds ut över hela diameterskalan. Böhmer (1957) visade att den relativa volymtillväxten var ca 3 % per år men beroende av boniteten: Lägre på svaga marker och högre på bördigare marker.

De studier som har gjorts sedan 1980-talet (se översikt av Lundqvist 2017) bekräftar allihop de grundläggande slutsatserna i de äldre studierna. Baserat på resultaten i de äldre studierna kan man tänka sig två principiellt olika samband mellan stående virkesförråd och volymtillväxt:

- Ett asymptotiskt ökande samband, eller
- Ett krökt samband med ett tydligt optimum.

Med ett asymptotiskt samband skulle volymtillväxten öka när virkesförrådet ökar men till sist nå en maximal nivå som sen förblir konstant även om virkesförrådet ökar ytterligare. I det andra alternativet skulle tillväxten också nå ett maximum men om virkesförrådet tilläts öka ytterligare så skulle tillväxten sjunka. På



Granplantor behöver normalt ca 50 år för att nå 1,3 m höjd (brösthöjd) men den låga tillväxten i plantstadiet påverkar inte trädets tillväxt senare i livet och inte heller beståndets totala volymtillväxt. Foto: Lars Lundqvist.

de ytor som har blädats flera gånger har inget av dessa samband kunnat bekräftas. Volymtillväxten har inte i något fall nått ett maximum och inte heller börjat avta. Förklaringen kan vara att volymen inte har tillåtits bli tillräckligt hög på någon yta. I bestånd som bara blädats en enda gång och därefter har lämnats orörda i flera årtionden har tillväxten i flera fall nått ett maximum och ofta på en ganska låg nivå. Det tycks alltså som om återkommande blädningar, där de största och äldsta träden avverkas, är gynnsamma för skogens tillväxt och vitalitet. Den produktionsförlust som hårda blädningar orsakar tycks däremot inte kunna kompenseras för i framtiden.

Det är svårt att jämföra långsiktig volymtillväxt mellan skogsskötselsystem. För den som vill basera jämförelsen på fältdata och inte simulering finns bara två sätt:

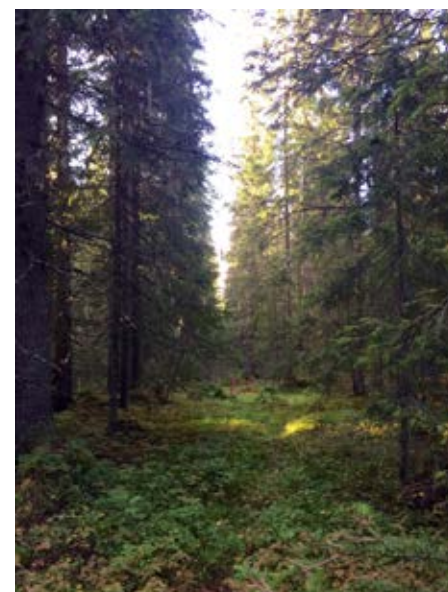
- Sköta skogsbestånd med de två systemen sida vid sida i jämförande fältförsök under minst en omloppstid, eller
- Jämföra den uppmätta tillväxten med ett mått på markens produktionsförmåga, boniteten.

Båda alternativen har en inbyggd svaghet: Hur vet vi om bestånden har skötts så bra att den uppmätta tillväxten är representativ för vad skötselsystemen kan tänkas prestera långsiktigt med god skogsskötsel? För det

andra alternativet, jämförelse med boniteten, krävs dessutom en tillförlitlig metod för att i fält kunna uppskatta markens produktionsförmåga.

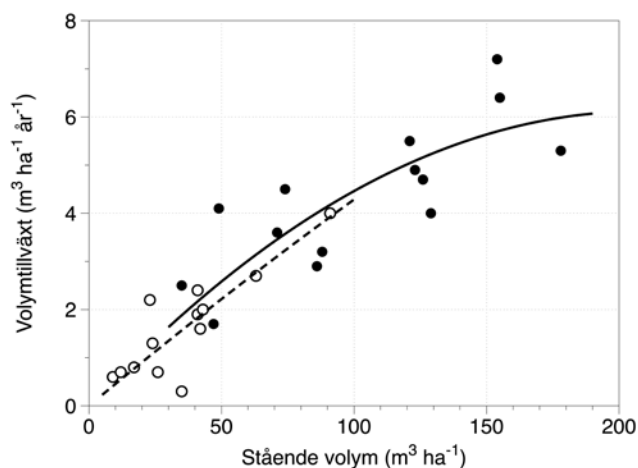
På Siljansfors försökspark söder om Mora finns det hittills enda fältförsöket där trakthyggesbruk och blädningsbruk har jämförts sida vid sida i en omloppstid, från 1923. Där sänktes virkesförrådet på den blädade ytan drastiskt vid de inledande blädningarna och då sjönk även tillväxten. Från mitten av 1980-talet har virkesförrådet tillåtits stiga och då har även tillväxten stigit och tycks ha stabiliserat sig på en nivå som ungefär motsvarar 80–90 % av den långsiktiga medeltillväxten på den yta som kalhöggs 1923 och planterades 1925 (Lundqvist et al. 2013). Ytorna med trakthyggesbruk (plantering respektive fröträd) startades om 2008 och framtiden får utvisa om skillnaden består även under nästa omloppstid.

Det har gjorts två försök att jämföra tillväxten vid blädningsbruk med boniteten. Om man tar hänsyn till brister i boniteringssystemen och det faktum att ståndortsindex gradvis har stigit sedan 1950 så visar även dessa studier att produktionsnivån i blädningsbruk är ca 80–90 % av trakthyggesbrukets uppskattade bonitet (Lundqvist 1989, Andreassen

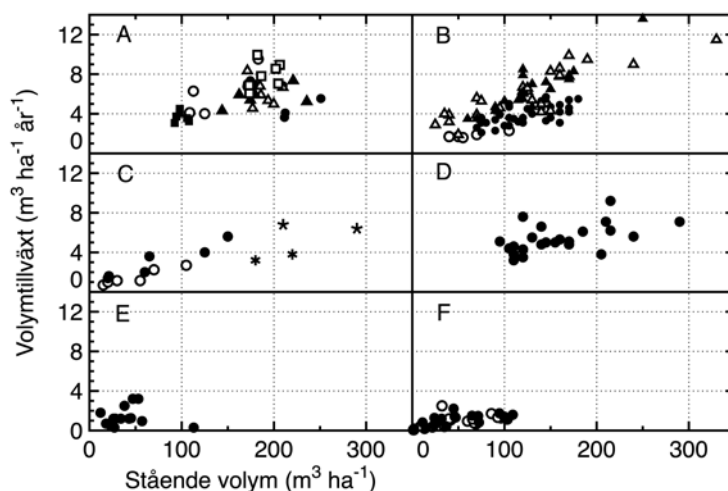


Den långsamma tillväxten hos planter och små träd gör att stickvägar inte växer igen inom överskådlig tid. Fotot är taget 23 år efter blädning där man använde samma stickvägar som vid föregående blädning ytterligare 23 år dessförinnan. Foto: Lars Lundqvist.

1994). Det motsvarar ungefär den produktion som uppnås i trakthyggesbruk om skogen slutavverkas vid lägsta tillåtna ålder. Det har även gjorts försök att jämföra hur



Rekonstruerad löpande volymtillväxt mot stående volym efter avverkning i 14 fullskiktade granskogar (svarta cirklar) och 13 flerskiktade blandskogar (fullskiktad gran under överståndare av tall; ofyllda cirklar) i Finland (Sarvas 1944).



Löpande volymtillväxt mot stående volym efter avverkning för fasta försöksytor (A–D), rekonstruktion (E) och stickprovsundersökning på stora försöksområden (F). A visar sex fasta försöksytor på Siljansfors försökspark i Dalarna; B visar 10 års tillväxt på norska fasta försöksytor fördelade på 4 olika SI-grupper (H50 är 8, 12, 16 & 20m); C visar 10 års tillväxt på fasta försöksytor i Jämtland (fyllda cirklar) och Norrbotten (ofyllda cirklar) samt för orörda kontrolltytor (stjärnor); D visar 11 års tillväxt på 23 fasta försöksytor i Finland; E visar rekonstruerad tillväxt 8–9 år efter hård höggallring i fjällnära skog i Norge; F visar tillväxt under första (ofyllda cirklar) och andra (fyllda) 5-årsperioden på försöksområdena skötta med Naturkultur, försöksleden 'gles' och 'tät'. För detaljer se Lundqvist (2017).

mycket kol som binds över tiden i de två skogsskötselsystemen. Trakthyggesbruk tycks binda mer kol än blådningsbruk, men skillnaden var mindre än när det gäller volymtillväxt och det förutsätter att trakthyggesbrukets enskiktade skog får växa till dess medeltillväxten kulminerar vilket normalt sker efter 100 års ålder.

Slutsatser och framtiden

Blådningsbruk har existerat som beskrivet skogsskötselsystem i drygt hundra år. Det finns fortfarande luckor i vår förståelse av beståndsdynamiken i fullskiktad skog och hur den påverkas av blådningsbruk men det vi vet idag räcker för att blådningsbruk ska kunna tillämpas i fullskiktade granskogar i Sverige. Grunderna om blådningsbruk finns sammanfattade i Skogsskötselseriens kapitel Blådningsbruk (Lundqvist et al. 2009). Den generella bild som forskningen ger är att ofta återkommande måttligt starka blådningsbruk som fokuserar på de största träden och efterlämnar ett stort virkesförråd ger en hög och uthållig volymtillväxt, litet behov av inväxning, mycket grov medelstam och få skador på plantor och småträd.

Flera viktiga frågor återstår att besvara: Den långsiktiga produktionsnivån jämfört med trakthyggesbruk, hur trädens rumsliga



I den fullskiktade granskogen växer små granar ofta upp intill större granar. I bildens mitt syns rester av en 44 år gammal stubbe från en stor gran, omgiven av mindre granar som alla är 100–150 år gamla och alltså växte upp medan den stora granen fortfarande stod där. Foto: Lars Lundqvist.

fördelning påverkar beståndets utveckling, risken för växande angrepp av rottröta orsakad av återkommande körning med tunga maskiner, tecken som tyder på att

beståndsstrukturen kollapsar om virkesförrådet tillåts bli för stort, samt hur man på bästa sätt omvandlar en enskiktad skog till fullskiktad ■

Ämnesord

Blådningsbruk, blådningsbruk, skogsproduktion, inväxning.

Läs mer:

- ▶ **Andreassen, K. 1994.** Development and yield in selection forest. Meddelelser fra Skogforsk 47 (5), 37.
- ▶ **Böhmer, J.G. 1957.** Bledningsskog II. Tidskrift för skogsbruk 65, 203–247.
- ▶ **Lundqvist, L. 1989.** Volume increment on experimental plots managed with single-tree selection. In: Blådningsbruk i granskog – strukturförändringar, volymtillväxt, inväxning och förnyring på försöksytor skötta med stamvis blådningsbruk. Avhandling. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsskötsel.

- ▶ **Lundqvist, L. 2017.** Tamm Review: Selection system reduces long-term volume growth in Fennoscandic uneven-aged Norway spruce forests. *Forest Ecology and Management* 391, 362–375. doi:10.1016/j.foreco.2017.02.011
- ▶ **Lundqvist, L., Cedergren, J. & Eliasson, L. 2009.** Blådningsbruk. Skogsstyrelsen, www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien
- ▶ **Lundqvist, L., Spreer, S. & Karlsson, C. 2013.** Volume production in different silvicultural systems for 85 years in a mixed *Picea abies*–*Pinus sylvestris* forest in central Sweden. *Silva Fennica* 47. doi:10.14214/sf.897
- ▶ **Näslund, M. 1942.** Den gamla norrländska granskogens reaktionsförmåga efter genomhuggning. Meddelanden från statens skogsföröksanstalt, Häfte 33, 1–212.

- ▶ **Sarvas, R. 1944.** Tukkipuun harsintojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin. (Influence of saw-timber harvesting on private forests in South Finland). *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 33:1, 268 s.

Författare:



Lars Lundqvist
Forskare FLK,
institutionen för skogens
ekologi och skötsel, SLU,
901 83, Umeå
090-786 8407
lars.lundqvist@slu.se