

BLÄDNINGSBROK



Skogsskötselserien är en sammanställning för publicering via Internet av kunskap om skogsskötsel utan ställningstaganden eller värderingar. Texterna har skrivits av forskare och har bearbetats redaktionellt både sakligt och språkligt. De är upphovsrättsligt skyddade och får inte användas för kommersiellt bruk utan medgivande.

I Skogsskötselserien ingår:

1. Skogsskötselns grunder och samband
2. Produktion av frö och plantor
3. Plantering av barrträd
4. Naturlig föryngring av tall och gran
5. Sådd
6. Røjning
7. Gallring
8. Stamkvistning
9. Skötsel av björk, al och asp
10. Skötsel av ädellövskog
11. *Blädningsbruk*
12. Skador på skog
13. Skogsbruk - mark och vatten
14. Naturhänsyn
15. Skogsskötsel för människan i skogen
16. Produktionshöjande åtgärder
17. Skogsbränsle
18. Skogsskötselns ekonomi

Skogsskötselserien finansieras av Skogsstyrelsen, Skogsindustrierna, Sveriges lantbruksuniversitet och LRF Skogsägarna. Bidrag har även lämnats av Energimyndigheten för behandling av frågor som rör skogsbränsle och av Stiftelsen Skogssällskapet.

Styrgrupp för projektet:

Carl Appelqvist, Skogsstyrelsen (projektägare)
Arne Albrektson, SLU; ersatt i januari 2008 av Urban Nilsson, SLU
Jan-Åke Lundén, LRF Skogsägarna
Hans Winsa, Skogsindustrierna
Jonas Bergquist, Skogsstyrelsen

Projektledare: Clas Fries, Skogsstyrelsen

Skogsskötselserien – Blädningsbruk

Författare:

Lars Lundqvist, SkogDr, docent i skogsskötsel, SLU
Jonas Cedergren, SkogDr, skogsskötselspecialist, Skogsstyrelsen
Lars Eliasson, SkogDr, forskare, Skogforsk

© Lars Lundqvist, Jonas Cedergren, Lars Eliasson och Skogsstyrelsen

Redaktör: Lasse Johansson, Mediehuset i Söderköping
Typografisk formgivning: Michael Håkansson, Textassistans AB
Grafisk profil: Louise Elm, Skogsstyrelsen
Diagrambearbetning och sättning: Bo Persson, Skogsstyrelsen
Foto omslag: Sebastian Kirppu
Utgivning: Skogsstyrelsens förlag, www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien

Innehåll

BLÅDNINGSBRUK	4
Principer för skogsskötsel	5
Blådningsbruk och blådningsbruk	7
Blådningsbrukets historia.....	9
Blådningsbrukets historia i Sverige	10
Skogsvårdslagen och blådningsbruk.....	12
Blådningsbrukets utseende och dynamik.....	14
Diameterfördelningen	14
Diameterfördelning över diameterklasser	16
Avgångar och blådningsjämvikt.....	17
Rumslik fördelning av träden.....	18
Höjdfördelning och tillväxt.....	19
Inväxning och förnygring	20
Volymtillväxt.....	25
Uppkomst av fullskiktad skog	26
Blådningsbruk i praktiken.....	28
Olika former av blådningsbruk	28
Var kan man blåda?	30
Hur ofta kan man blåda?	31
Blådningsingreppet	33
Avverkningstekniska aspekter.....	34
Få tillämpbara studier	34
Maskinval vid blådningsbruk.....	34
Arbetsmoment.....	35
Fällning	35
Stickvägsdragning.....	35
Produktivitet och ekonomi.....	36
Få studier av avverkningsteknik	37
Skador på kvarvarande bestånd	38
Vinter- eller sommaravverkning	39
Blådningsbruk och drivningsplanering.....	39
Blådningsbruk kontra trakthyggesbruk.....	40
Virkesproduktion.....	40
Ekonomi.....	42
Naturvärden.....	43
Kunskapsläget i stort.....	43
Rennäring och blådningsbruk	46
Skogsbruksfilosofier och övriga avverkningsformer	48
Dimensionshuggning	48
Fjällskogshuggning	49
Plockhuggning och genomhuggning.....	50
Continuous Cover Forestry, Pro silva och New forestry	50
Naturkultur	50
Kalhyggesfritt skogsbruk, kontinuitetsskogsbruk.....	51
Litteratur	52

BLÄDNINGSBRUK

Principer för skogsbruk

Skogshushållning innebär att man planerar nyttjandet av skogen som resurs inom ett visst område i enlighet med uppsatta ramar och mål mot ett önskvärt resultat. Skogsskötsel bedrivs på tre nivåer – åtgärd, metod och system.

Blädning och blädningsbruk

Blädning är en gallring där skogen efter avverkningen är fullskiktad. En skog som sköts med upprepade blädningar sköts med skogsskötselsystemet blädningsbruk. En fullskiktad skog har träd i alla storleksklasser, från små plantor till stora träd, i alla delar av skogen, och det finns alltid fler små än stora träd. Blädningsbruk förutsätter skuggfördragande trädslag och i Sverige innebär det granskog.

Blädning i praktiken

Vid blädning ska man behålla skiktningen i beståndet, inte försök gynna föryngringen utan vårda trädsiktet, bibehålla ett stort virkesförråd jämnt fördelat över arealen, undvika att skapa eller utvidga luckor och alltid använda samma stickvägar.

Avverkningstekniska aspekter

I blädningsbruk är avverkningsteknik en viktig aspekt i skogsskötseln. Ingen annan åtgärd betyder lika mycket för beståndets framtida utveckling eftersom det är den enda behandling som görs.

Blädningsbruk kontra trakthyggesbruk

Det mesta talar för att produktionen blir högre om man sköter skogen med trakthyggesbruk än med blädningsbruk, under förutsättning att man utnyttjar de möjligheter som trakthyggesbruket ger.

Naturvärden

Blädningsbruk måste anpassas för att ge goda förutsättningar för arter knutna till gamla träd och död ved att fortleva.

Exploaterande avverkningar

Sådana avverkningar utviner de lönsamma delarna av beståndet, utan hänsyn till avverkningens effekter på det kvarvarande beståndets långsiktiga virkesproduktion.

Principer för skogsskötsel

Skogshushållning innebär att man planerar nyttjandet av skogen som resurs inom ett visst område i enlighet med uppsatta ramar och mål mot ett önskvärt resultat. "Man" kan vara skogens ägare, samhället eller någon annan person eller grupp av personer som har intressen i skogen.

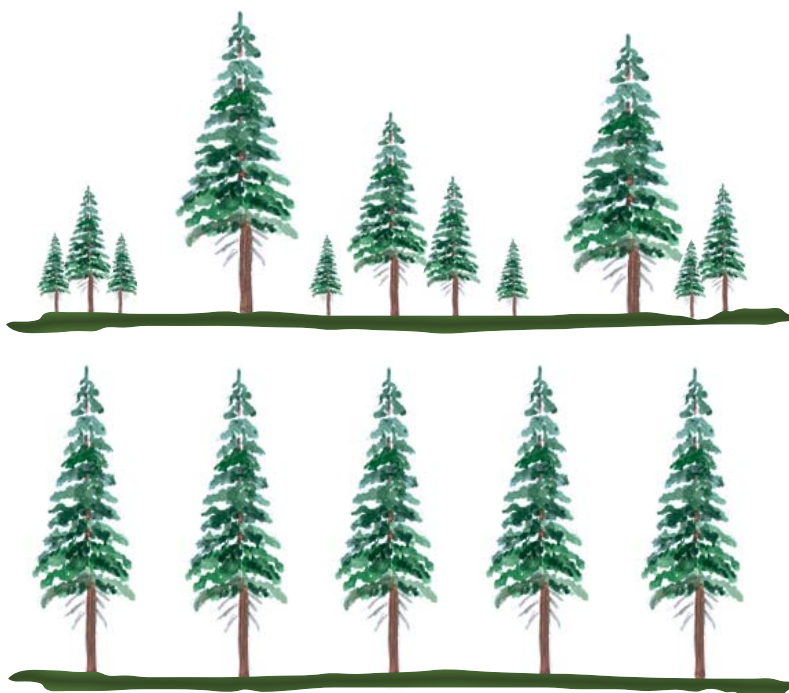
Skogsskötsel bedrivs på tre nivåer – åtgärd, metod och system. Plantering är ett exempel på en *skogsskötselåtgärd*, föryngring under skärm (skärmsställning) är ett exempel på en *skogsskötselmetod* och trakthyggesbruk är ett exempel på ett *skogsskötelsystem* eller skogsbrukssätt som man tidigare kallade det.

Ett skogsskötelsystem eller skogsbrukssätt är enligt Skogsordlistan ett "system enligt vilket skogsbestånd vårdas, skördas och ersätts med ny skog".

Skogsskötelsystem

I Sverige dominerar för närvarande skogsskötelsystemet *trakthyggesbruk*. Det innebär att man etablerar den nya generationen samtidigt över en stor areal. Under uppväxten vårdas beståndet med olika former av röjning och gallring, för att slutligen skördas genom någon form av slutavverkning, varpå ett nytt bestånd kan anläggas och cykeln upprepas.

Det tydligaste kännetecknet på skog som sköts med trakthyggesbruk är att skogen är enskiktad, dvs alla träd är ungefär lika höga och det finns ett tydligt krontak (figur B1). Även skärmsställning hänförs till trakthyggesbruk trots att skogen ofta är tvåskiktad under föryngringsfasen, eftersom den ungskog som så småningom skapas blir enskiktad.



Figur B1 Principskiss över kronstrukturen i fullskiktad (överst) respektive enskiktad skog (nederst). Illustration Bo Persson.

Blädningsbruk är skogsskötselsystemet för *fullskiktad* skog. Med fullskiktad skog menas en skog som har träd i alla storleksklasser, från små plantor till stora träd, i alla delar av skogen och det finns alltid fler små än stora träd.

Mellan de två ytterligheterna enskiktade och fullskiktade bestånd kan man tänka sig en skala av olika beståndsformer: tvåskiktade, treskiktade, osv. Idag finns dock inte några etablerade, utprovade system för hur man kontinuerligt ska kunna upprätthålla sådana beståndsformer. Däremot förekommer det ju att skogen är tvåskiktad under en begränsad tid i samband med generationsväxlingen i trakthyggesbruk, när man föryngrar under skärm.

Vid sidan av systemen, metoderna och åtgärderna för skogsskötsel finns vad som kan beskrivas som ”skogsbruksfilosofier”, det vill säga någon form av grundläggande moraliska eller filosofiska riktlinjer för hur skogsbruk bör bedrivas. Exempel på sådana filosofier är New Forestry, Pro Silva, Naturkultur och Continuous Cover Forestry. Det finns också avverkningsingrepp som är rent exploaterande och därmed inte inkluderas i begreppet skogsskötsel, som till exempel dimensionshuggning.

Principerna för hur skogsskötsel systematiseras beskrivs mer i detalj i Skogsskötselserien nr 1, *Skogsskötselns grunder och samband*.¹

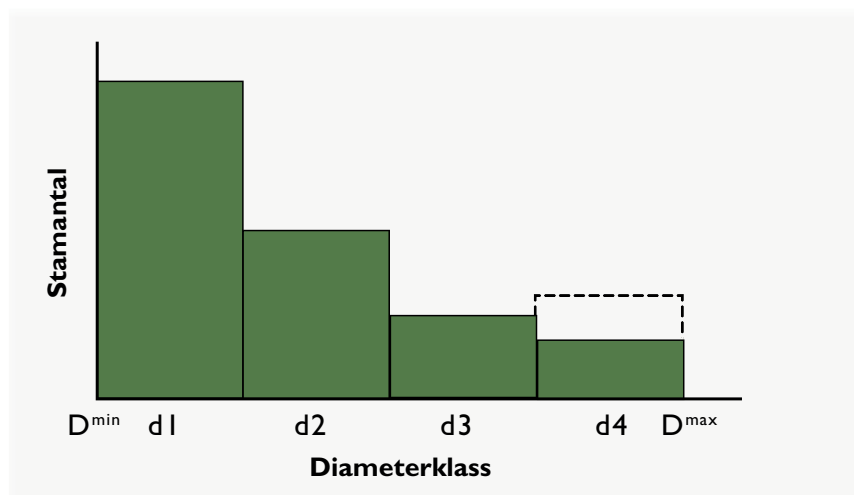
¹ Se: Skogsskötselserien nr 1, *Skogsskötselns grunder och samband*.

Blädning och blädningsbruk

Blädning är en gallring där skogen efter avverkningen är fullskiktad. En skog som sköts med upprepade blädningar sköts med skogsskötselsystemet blädningsbruk. En fullskiktad skog har träd i alla storleksklasser, från små plantor till stora träd, i alla delar av skogen, och det finns alltid fler små än stora träd.

Mer strikt formulerat är en skog fullskiktad om volymsslutenheten (så som den definieras i skogsvårdslagen §10) är minst 0,5 och om diameterfördelningen dessutom uppfyller följande krav (figur B2):

- grövsta trädet är minst 25 cm
- det finns flest träd i den klenaste klassen, d1
- det finns näst flest träd i nästa klass, d2
- det finns träd i båda de två återstående diameterklasserna, d3 och d4



Figur B2 Diameterfördelningens principiella utseende vid definition av fullskiktad skog. Träden delas in i fyra diameterklasser, jämt fördelade mellan minsta inmätta dimension och grövsta trädets diameter.

Den fullskiktade skogen har ungefär samma utseende hela tiden och man kan alltså inte urskilja olika utvecklingsfaser. Därför finns det bara en typ av åtgärder inom blädningsbruket, nämligen *blädning*.

Blädning endast i granskog

Rent definitionsmässigt är blädning och blädningsbruk inte begränsat till vissa trädslag eller marktyper, men det är bara skuggfördragande trädslag² som kan skapa och upprätthålla fullskiktad skog (figur B3). Plantor och småträd måste ha förmågan att överleva och växa under ett slutet bestånd. I Sverige är blädning därför i första hand aktuellt i granskog.

² Trädslag som fördrar, dvs kan klara att växa under skuggiga ljusförhållanden. Svenska skuggfördragande trädslag är främst gran och bok, men även alm och lind.

I samband med 1992 års skogsutredning gjordes ett försök att kvantifiera arealen fullskiktad granskog i Sverige.³ Studien hade stora brister men är hittills den enda i sitt slag. För att identifiera skog lämplig för blådningsbruk användes fem kriterier baserade på riksskogstaxeringens variabler:

- Markvegetationstyp blåbär eller ”bättre”
- Gallrings- eller slutavverkningsmogen skog (huggningsklass C och D)
- Minst 70 procent av grundytan utgörs av gran
- Lämplig beståndsstruktur (figur B2)
- Virkesförråd minst 150 m³sk per ha

Totalt 4,5 miljoner ha skog uppfyllde de tre första kriterierna. Av denna areal hade cirka 1 miljon ha lämplig beståndsstruktur och 0,6 miljoner ha av dessa så stort virkesförråd att blådningsbruk bedömdes som möjligt i nuläget.

Siffrorna måste dock tas med en stor nypa salt eftersom de baseras på cirkelytor med arean 314 m². Beståndsstruktur går egentligen inte att beskriva på ett relevant sätt på så små ytor.

Den verkliga arealen skog möjlig att blåda i nuläget (2009) kan därför antas vara större än de 0,6 miljoner ha som utredningen kom fram till.



Figur B3 Fullskiktad, blådad granskog på god bonitet i Jämtland.
Foto Sebastian Kirppu.

³ Anon. 1992. *Skogspolitiken inför 2000-talet, Bilagor II*. Allmänna förlaget, Stockholm. 412 s.

Blådningsbrukets historia

Blådningsbruket utvecklades i slutet av 1800-talet i bondeskogarna i gränsområdena mellan Tyskland, Frankrike och Schweiz. I Sverige missförstod man redan från början dess huvudprinciper.

Blådningsbruket i dess nuvarande form har bara existerat i drygt hundra år. Det är alltså ett relativt nytt skogsskötselssystem. Det har dock anor mycket långt tillbaka i tiden, i det medeltida Frankrike.

Där förekom det fram till 1200-talet något som kallades ”*furetage*”, vilket var en sorts reglerad plockhuggning i lövskog. Reglerna var dock mycket liberala, vilket ledde till hårda avverkningar. I början av 1300-talet infördes därför kalhuggning. Plockhuggningen levde dock kvar i både Frankrike, Tyskland och Schweiz under de följande århundradena, framförallt i bergstrakterna.

Under 1700-talet började man återigen försöka reglera plockhuggningen, bl a i Juraprovinserna i östra Frankrike. Man arbetade där med huggningsintervall mellan 8 och 25 år, och begränsade antalet träd som fick fällas i olika storleksklasser: Till exempel 1,5-2 stammar per ha och år med diameter 20-30 cm och 1 träd per ha och år med diameter över 30 cm.

Plockhuggningen användes fram till 1840-talet. Det förekom dock fortfarande en hel del missgrepp, främst i form av för hårda huggningar. En bidragande orsak till detta var de stora politiska omvälvningarna, vilka bl a förändrade ägarsituationen på många håll och därmed långsiktigheten i synen på skogsbruket. De politiska omvälvningarna påverkade även forskningen. Fram till 1840-talet hade Frankrike dominerat skogsforskningen, men det politiska läget gjorde att den utvecklingen avbröts. Initiativet gick istället till Tyskland och detta fick återverkningar även på skogsbrukets utformning. Mot slutet av 1840-talet hade plockhuggning förbjödits i hela Europa i stats- och bolagsägd skog och kalhyggesbruket hade på nytt slagit igenom.

Plockhuggningen fortsatte dock i bondeskogarna i både Tyskland, Frankrike och Schweiz. Dessa skogar försåg bönderna med mycket av det virke som gårdarna behövde för husbyggnad, staket, bränsle, redskap, osv. För bönderna var det nödvändigt att alla dessa typer av behov kunde täckas vid varje tidpunkt och den egna lilla skogen måste därför hela tiden innehålla både små och stora träd. Eftersom fastigheterna ofta var små – i Schweiz var medelfastigheten mindre än 3 ha, i Allgäu 14-16 ha och i Bayerska alperna 15 ha – så föll det sig naturligt att ha fullskiktade skogar.

Mot slutet av 1800-talet kom en allmän reaktion mot monokulturer och likformiga skogar på kontinenten. Man talade på nytt om fördelarna med mer oregelbunden skog, både vad gäller trädslagsblandning och olikåldrighet, och plockhuggning lyftes på nytt fram som ett föredöme.

Plockhuggningen studerades, utvecklades och reglerades av forskare som Gurnaude (1878)⁴, Kraft (1892)⁵, Hufnagel (1893)⁶, Stoeber (1897)⁷, Liocourt

⁴ Gurnaude, A. 1878. *Cahier d'aménagement pour l'application de la méthode par contenance exposée sur la forêt des Éperons*. Exposition universelle de 1878, à Paris.

⁵ Kraft, A.D. 1892. Zur Regelung des Plänterwaldes. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* 46, 325-328.

⁶ Hufnagel, L. 1893. Der Plänterwald, sein Normalbild, Holzvorrath, Zuwachs und Ertrag. *Österreichische Vierteljahresschrift für Forstwesen* no. 9, 117-132.

⁷ Stoeber, Dr. 1897. Zur Betriebseinrichtung und Ertragsregelung des Plänterwaldes. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*, 199-206.

(1898)⁸ och d'Alverny (1904)⁹ och i slutet av 1800-talet föddes det kontrollerade, systematiserade blädningsbruket. Det var det system som bäst motsvarade böndernas behov och de skuggfördragande trädslag som dominerade området (gran, silvergran och bok). Under första hälften av 1900-talet skrevs också flera läroböcker om blädning, av till exempel Balsiger (1914)¹⁰, Dannecker (1929)¹¹ och Ammon (1951)¹². Plockhuggning som begrepp ersattes därmed av begreppet blädning.

Blädningsbruk har aldrig varit särskilt vanligt i Europa. Det har i huvudsak varit begränsat till små privata eller samfälliga skogar, bergsområden och alperna. Det har dessutom hela tiden varit begränsat till skogar dominerade av de skuggfördragande trädslagen gran, silvergran och bok. När man använt blädning inom stats- och bolagsskogsbruket har skälen oftast varit skydd mot erosion och snöskred, föryngringssvårigheter och problem med skogsbränder. Idag förekommer blädningsbruk i varierande omfattning över hela världen med ett stort antal trädslag. Begreppet används dock ibland även, felaktigt, för att beskriva exempelvis exploaterande avverkningsformer som dimensionshuggning.

Blädningsbrukets historia i Sverige

Reaktionen mot kalhyggen spred sig även till de nordiska länderna. I Sverige skrev Uno Wallmo sin klassiska bok ”Rationell skogsafverkning”¹³ där han ondgjorde sig över kalhyggen och istället propagerade för höggallring och luckhuggning (men inte för blädning!).

I Norrland var det ofta fråga om första gången man avverkade i bestånden och eftersom det bara fanns avsättning för sågtimmer, och främst av tall, så bedrevs avverkningarna inledningsvis i form av dimensionshuggningar och plockhuggningar, dvs ingen regelrätt blädning (jfr figur B4).

⁸ Liocourt, F. de. 1898. De l'aménagement des sapinières. *Bulletin de la Société Forestière de Franche-Comté et Belfort* 6, 396-405.

⁹ d'Alverny, A. 1904. L'aménagement des résineux en montagne. *Bulletin de la Société Forestière de Franche-Comté et Belfort* 7, 408-440, 465-489.

¹⁰ Balsiger, R. 1914. *Der Plenterwald und seine Bedeutung für die Forstwirtschaft der Gegenwart*. Buchdruckerei Büchler & Co., Bern.

¹¹ Dannecker, K. 1929. *Der Plenterwald einst und jetzt*. Verlagsbuchhandlung von Eugen Ulmer, Stuttgart.

¹² Ammon, W. 1951. *Das Plenterprinzip in der Waldwirtschaft - Folgerungen aus 40 Jahren schweizerischer Praxis*. Dritte verbesserte Auflage, Verlag Paul Haupt, Bern-Stuttgart.

¹³ Wallmo, U. 1897. *Rationell skogsafverkning*. Stockholm.



*Figur B4 Privatägd skog i Ångermanland som blädats i 40 år.
Foto Sebastian Kirppu.*

Under 1920- och 1930-talen blev det dessutom lågkonjunktur. Den svaga ekonomin medgav inte att man investerade i aktiva föryngringsåtgärder, utan man förlitade sig på naturlig föryngring. Samtidigt började massaindustrin utvecklas, vilket gjorde att det fanns avsättning även för klena träd. Resultatet blev att man kunde återvända till tidigare genomhuggna bestånd och att avverkningarna gjordes allt hårdare.

Ett flertal studier gjordes där man studerade resultatet av avverkningarna. Eftersom man inte hade förstått att vare sig syftet eller huvuddragen i blädningsbruket, utan uppfattade blädning som en alternativ form av slutavverkning, så studerades dock aldrig virkesproduktionen. Istället gjorde man som i trakthyggesbruket. Man räknade plantor. I de flesta av studierna kom man fram till att det fanns för få plantor i bestånden och att de plantor som fanns växte för långsamt. För att råda bot på detta så rekommenderade man ännu kraftigare ingrepp. Det enda bestående resultatet var att tillväxten sjönk drastiskt i bestånden.¹⁴

Missförstådd metod

Av någon anledning så uppfattade Skogs-Sverige aldrig kärnpunkterna i blädningsbruket: skuggfördragande trädslag, konkav diameterfördelning, och stort virkesförråd hela tiden för att därigenom kontinuerligt kunna upprätthålla en hög tillväxt. Tvärtom, man högg hårt, lämnade små virkesförråd, tog upp luckor, och "blädade" även i tallskog. Misstaget var att man alltså uppfattade blädning som en föryngringsmetod och inte som en form av gallring.

En av förklaringarna kan vara den allmänna villervalla som rådde vad gäller namn på olika åtgärder. Som exempel kan nämnas att Uno Wallmo, som

¹⁴ Nilson, K. 2001. Studies on single-tree selection from 1830 to 1949 – a review. I: Regeneration dynamics in uneven-aged Norway spruce forrest with special emphasis on single-tree selection. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae, Silvicultura* 209.

var mycket aktiv i debatten, kallade höggallring för individblädning och luckhuggning för gruppvis blädning. Ironiskt nog har han därigenom också kommit att uppfattas som blädningens svenske fader, trots att Wallmo själv med skärpa påpekade att ”fullständigt olikåldriga skogar” ville han absolut inte ha, ännu mindre rena granskogar.^{15 16}

Mot slutet av 1940-talet och början av 1950-talet kantrade skogsopinionen över igen från blädningsbruk och naturlig föryngring till kalhyggen och skogsodling. Skälen var många. De bestånd som genomhuggits (”blädats”) reagerade inte som förväntat, framförallt inte vad gäller föryngringen, medan flera lyckade exempel på hyggesföryngring visades upp från skilda delar av landet. Dessutom började skogsarbetet så smått att mekaniseras och den nya tekniken passade bäst för kalhuggning.

Blädning förbjöds på statens skogar

En tydlig vändpunkt kom när generaldirektören Höijer vid dåvarande Kungliga Domänstyrelsen i januari 1950 utfärdade Cirkulär 1/50 där blädning förbjöds på statens skogar.¹⁷ Under de följande decennierna slog pendeln över med full kraft. Avverkningarna mekaniserades allt mer, hyggena växte, och hyggesrensning, markberedning och plantering blev självklara ingredienser i vad som kom att kallas ”skogsvård”. Blädning blev närmast ett skällsord och ansågs som helt förkastligt och fördärvligt för den svenska skogen. Under 1970-talet hade processen gått så långt att t o m naturvården och miljörorelsen accepterade trakthyggesbruket och kalhyggen som det enda realistiska alternativet för svenskt skogsbruk.¹⁸

Den skogspolitik som infördes 1993 syftade bland annat till att man genom avregleringar för skogsägarna skulle få ett mer mångfacetterat och varierat skogsbruk, inklusive variation i skogsskötselmetoder. Tidigare skogspolitik var mer ensidigt produktionsinriktad. En av avsikterna med den nya skogspolitiken var att gynna biologisk mångfald och mångfald i brukningsmetoder. I en studie av Skogsstyrelsen konstaterades dock att förekomsten av annat än kalhuggning-markberedning-plantering inte ökat nämnvärt.¹⁹

Skogsvårdslagen och blädningsbruk

Tvärtemot vad många tycks tro så är blädning fullt tillåtet enligt skogsvårdslagen och har varit så i många årtionden. I 1948 års lag stod det visserligen att gallring normalt sett skulle utföras så att man avverkade de mindre träden, dvs låggallring, men det fanns samtidigt ett undantag för speciella fall ”i fråga om ålder-, dimensions- och trädslagssammansättning” som gjorde att höggallring kunde vara tillåtet. I en fullskiktad skog blev gallringen då per

¹⁵ Wallmo, U. 1939a. Rationell skogsavverkning - ett försök att ytterligare sprida kunskap om vad med detta begrepp avses. *Skogen* nr 1, 8-13.

¹⁶ Wallmo, U. 1939b. Stamvis eller gruppvis olikåldrig beståndsform. *Skogen* nr 6, 121-122.

¹⁷ Anon. 1950. *Domänstyrelsens cirkulärskrivelse 1/50*. Kungliga Domänstyrelsen, Stockholm.

¹⁸ Anon. 1978. *Levande skog – Naturvårdens synpunkter på skogsbruket*. Svenska Naturskyddsföreningen, Stockholm.

¹⁹ Skogsstyrelsen. 2002. Skogsvårdsorganisationens Utvärdering av Skogspolitikens effekter - SUS 2001. Huvudmeddelande. *Meddelande* 2002:1

definition en blädning. När lagen ändrades 1979 förtydligades detta ytterligare:

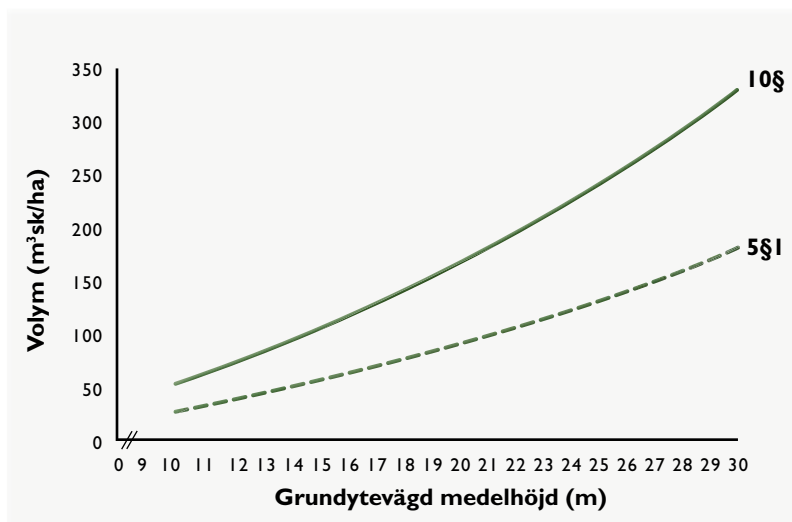
”I undantagsfall, såsom i flerskiktade bestånd, kan ålders- och trädslags-sammansättningen, dimensionsfördelning, kvalitet m.m. vara sådan att gallringen kan inriktas även mot de grövre träden.”

När den nuvarande lagen kom 1993 så försvann de sista resterna av detaljregleringen och det blev fritt fram att bläda i stort sett som man vill.

Skogsvårdslagen anger att avverkning antingen ska vara ändamålsenlig för återväxt av ny skog, eller främja skogens utveckling. Skogsstyrelsen refererar till bilagan till 5 och 10 §§ i skogsvårdslagen för att tydliggöra detta (figur B5).

Om volymen i ett bestånd efter avverkning uppgår till en volym som överstiger 10 §-kurvan får man i princip avverka hur man vill, förutsatt att lämpliga trädslag gynnas och att kvarstående träd är utvecklingsbara och någorlunda jämnt fördelade. Vid *blädningsbruk* ska virkesförrådet hela tiden ligga ovanför 10 §-kurvan och blädningsbruk är därmed tillåtet enligt skogsvårdslagen. Så länge man lämnar ett tillräckligt stort virkesförråd så är det fritt fram att bläda som man vill.

Skälet till att virkesförrådet efter varje blädning ska uppgå till minst den nivå som anges i diagrammet är att virkesproduktionen efter avverkningen då kan antas vara minst hälften av vad som maximalt kan uppnås på marken.



Figur B5 Virkesförrådsdiagrammet i bilagan till Skogsstyrelsens föreskrifter och allmänna råd till 5 och 10 §§ i skogsvårdslagen. Gallring och blädning hamnar i området ovanför den heldragna 10 §-kurvan, skärmställningar mellan de båda linjerna och fröträdsställningar under den streckade § 5-kurvan. Källa: Skogsvårdslagen.²⁰

²⁰ Tillgänglig på: www.skogsstyrelsen.se/Lagen

Blådningskogens utseende och dynamik

Blådningskogen har en inverterat J-formad diameterfördelning, och träd som dör eller avverkas ersätts gradvis genom inväxning av mindre träd.

Diameterfördelningen

Det klassiska kännetecknet på skogar som sköts med blådningsbruk är den konkava, ”inverterat J-formade” diameterfördelningen. Den förste som beskrev J-kurvan i blådningskog var den schweiziske skogsforskaren François de Liocourt.²¹ Vid studium av olikåldriga blandskogar av silvergran, bok och gran i Savoien fann Liocourt att diameterfördelningen ganska väl följde en geometrisk serie.

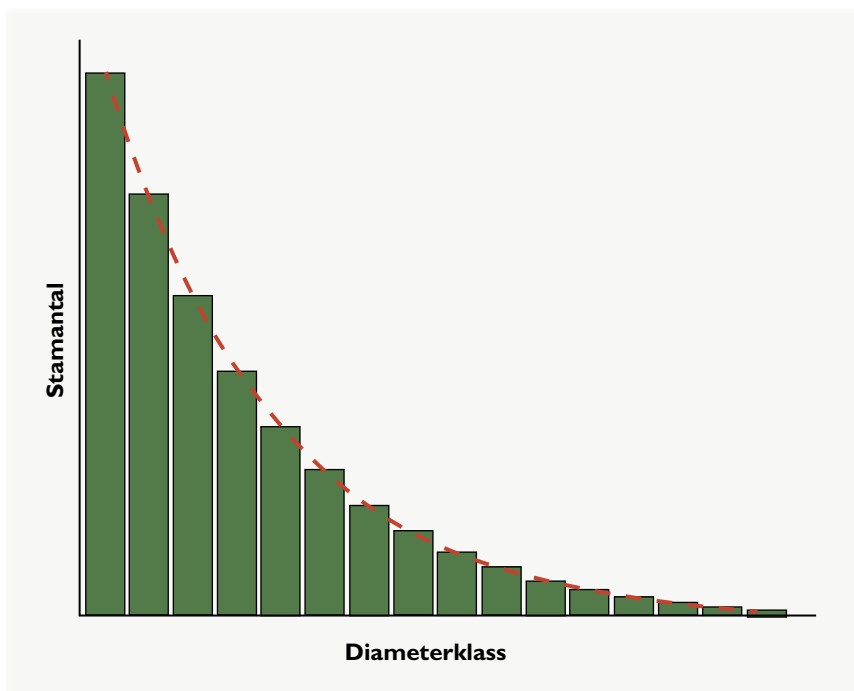
Liocourts geometriska serie kan enkelt beskrivas med en konstant ²², det så kallade q-värdet, som är kvoten mellan stamantalet i en diameterklass och närmast grövre klass (figur B6).

Detta q-värde ger på ett enkelt sätt en uppfattning om diameterfördelningen i ett bestånd – ju högre q-värde desto brantare lutar kurvan – och det ger därmed också en bild av hur virkesförrådet är fördelat på små och stora träd.

Låga q-värden innebär att huvuddelen av virkesförrådet utgörs av de grövre träden medan höga q-värden innebär att det finns en stor andel klenta träd. Men q-värdet påverkas också av klassvidden i diameterfördelningen. Ju vidare diameterklasser desto högre blir q-värdet. Det gör att ett q-värde alltid måste kompletteras med klassvidden för att det ska kunna tolkas.

²¹ Liocourt, F. de. 1898. De l'aménagement des sapinières. *Bulletin de la Société Forestière de Franche-Comté et Belfort* 6, 396-405.

²² Schaeffer, A., A. Gazin & d'Alverny, A. 1930. *Sapinières: Le jardinage par contenance*. Presses Universitaires de France. Paris.



Figur B6 Principskiss över ”inverterad J-kurva”, med konstant förhållande mellan stamantalerna i två intilliggande diameterklasser, det så kallade q-värdet.

Den konkava, inverterat J-formade diameterfördelningen har senare beskrivits med flera olika matematiska funktioner. Den tidigast beskrivna och oftast använda funktionstypen är den negativa exponentialfunktionen:^{23 24}

$$n_d = c_1 e^{-c_2 d}$$

där n är antalet träd i diameterklassen d , och c_1 och c_2 är konstanter. Om diameterfördelningen utjämnas så kan q-värdet beräknas som:²⁵

$$q = e^{c_2 w}$$

där w är diameterklassvidden. Andra funktionstyper som använts för att beskriva diameterfördelningen är polynom och Weibullfördelning.²⁶

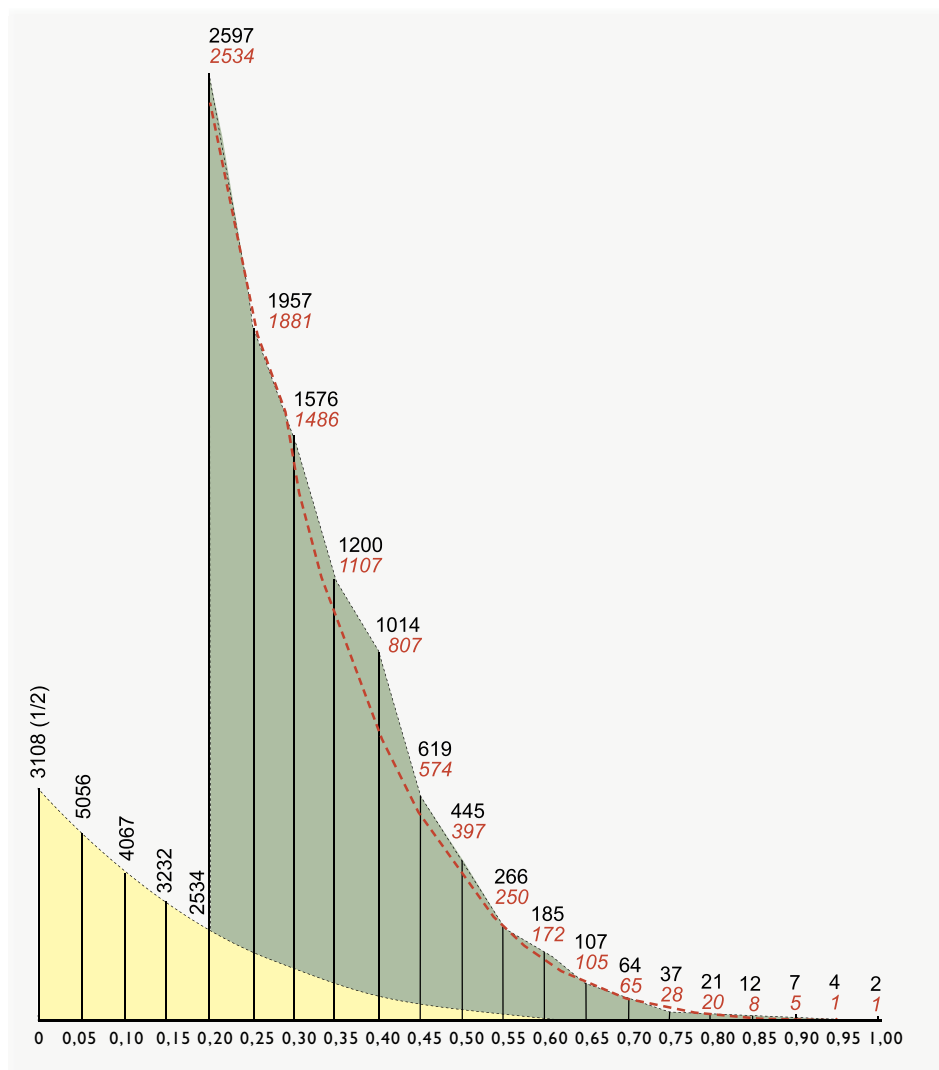
Ända sedan Liocourt presenterade den inverterade J-kurvan i slutet av 1800-talet så har den varit standard i blådningsammanhang. Att den kommit att kallas just ”inverterad J-kurva” beror dock på något så trivialt som att Liocourt presenterade sina första diagram över diameterfördelningar i stående format (figur B7), vilket gjorde att kurvan påminde om ett spegelvänt J (på engelska ”inverted J”). Hade han istället valt att rita sina diagram på liggande pappersformat så hade kurvan sannolikt kallats ”liggande J”.

²³ Meyer, H.A. 1933. Eine mathematisch-statistische Untersuchung über den Aufbau des Plenterwaldes. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 84, 33-46, 88-103, 124-131.

²⁴ Leak, W.B. 1965. The J-shaped probability distribution. *Forest Science* 11, 405-409.

²⁵ Meyer, H.A. 1933. Eine mathematisch-statistische Untersuchung über den Aufbau des Plenterwaldes. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 84, 33-46, 88-103, 124-131.

²⁶ Till exempel: Bailey, R.L. & Dell, T.R. 1973. Quantifying diameter distributions with the Weibull function. *Forest Science* 19, 97-104.



Figur B7 Diameterfördelning så som den presenterades av Liocourt år 1898.²⁷ Svarta siffror visar det uppmätta stamantalet och röda siffror det av Liocourt uträknade teoretiska stamantalet. Den gula delen till vänster visar en extrapolering gjord av Liocourt i skala 1:10.

Den inverterade J-kurvan har visat sig vara giltig för många olika trädslag i olika delar av världen. Att diameterfördelningen har den formen beror på sambandet mellan trädets diameter och diametertillväxt.

Diametertillväxt över diameterklasser

I enskiktad, likåldrig skog har träden störst diametertillväxt i ungdomen och den avtar sedan gradvis ju större träden blir. I fullskiktad granskog är förhållandet närmast det omvända (figur B8). Ju grövre träden blir desto bredare blir årsringarna i brösthöjd och ökningen kulminerar inte förrän träden blivit

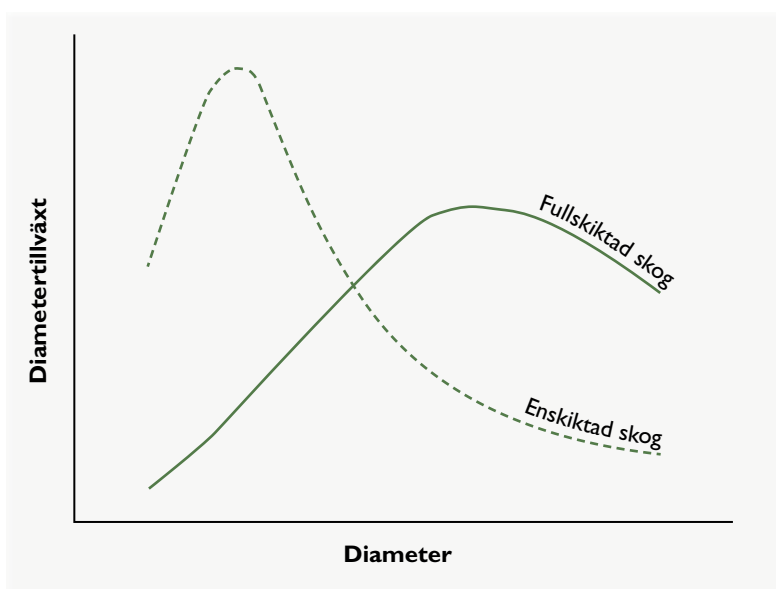
²⁷ Liocourt, F. de. 1898. De l'aménagement des sapinières. *Bulletin de la Société Forestière de Franche-Comté et Belfort* 6, 396-405.

mycket grova.^{28 29} Den stigande diametertillväxten gör att träden växer igenom diameterklasserna allt snabbare. Antalet träd som samtidigt befinner sig i varje diameterklass sjunker därför med stigande diameter. Detta är den viktigaste orsaken till varför diameterfördelningen är inverterat J-formad i fullskiktad skog. Med kännedom om sambandet mellan diameter och diametertillväxt kan man faktiskt beräkna formen på diameterfördelningen. Detta visades första gången på 1940-talet av Prodan:³⁰

$$\frac{n_j}{n_{j+1}} = \frac{i_{j+1}}{i_j}$$

där n är antalet träd och i diametertillväxten i diameterklasserna j och $j+1$.

För att ekvationen ska stämma måste dock den genomsnittliga inväxningen in i minsta inmätta diameterklass vara konstant över tiden. Ekvationen förklarar varför diameterfördelningen blir fallande, men för att man ska få en fördelning med konstant q -värde måste den kompletteras med självgallring och avverkning.



Figur B8 Principfigur över diametertillväxten i enskiktad skog (streckad linje) respektive fullskiktad skog (heldragen linje).

Avgångar och blädningsjämvikt

Sedan granarna i en fullskiktad skog passerat plantstadiet och vuxit upp i trädskiktet så är den naturliga avgången liten. På SLU:s fasta försöksytor var avgången bland träd som var 8,5 cm i diameter eller mer, i genomsnitt mindre än 1,5 träd per hektar och år, vilket motsvarar mindre än 0,5 procent av

²⁸ Mitscherlich, G. 1952. Der Tannen–Fichten–(Buchen)–Plenterwald. *Schriftenreihe der Badischen Forstlichen Versuchsanstalt*, Freiburg im Breisgau, Heft 8.

²⁹ Mitscherlich, G. 1961. Untersuchungen in Plenterwäldern des Schwarzwaldes - Die Versuchsflächen Wolfach 3/II und Freudenstadt, Plenterwald 5. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* 132, heft 3 und 4.

³⁰ Prodan, M. 1944. *Zuwachs- und Ertragsuntersuchungen im Plenterwald*. Dissertation. Albert Ludwigs-Universität zu Freiburg im Breisgau.

stamantalet per år.³¹ Huvuddelen av avgången låg i de grövre diameterklasserna, vilket får till följd att stamantalet sjunker även i de grövre diameterklasserna trots att diametertillväxten är lika i dessa klasser.

Med utgångspunkt från diametertillväxten och önskvärd avverkning i olika diameterklasser kan man med Prodans utökade ekvation beräkna en teoretiskt ideal diameterfördelning, kallad *blädningsjämvikt*. I formeln nedan representerar w klassvidden, t blädningsintervallet i antal år och a antalet träd som ska avverkas (inluderar även självgallring).

$$\frac{n_j}{n_{j+1}} = \frac{i_{j+1}}{i_j} + \frac{w \cdot a_{j+1}}{t \cdot i_j}$$

Faktum är dock att inte ens de skogar Liocourt studerade uppvisade någon perfekt J-kurva. Hur jämn en diameterfördelning blir beror nämligen också på vilken klassvidd man använder och hur stor yta man inventerar. I princip är det så att ju vidare diameterklasser och ju större yta man mäter in, desto jämnare blir diameterfördelningen.

Rumslig fördelning av träden

Ett annat karaktärsdrag hos fullskiktade skogar är att träden och plantorna är mycket ojämnt fördelade över arealen.

I enskiktade skogar är träden normalt relativt jämnt fördelade. Självgallring gör dessutom att även en relativt ojämn föryngring med tiden jämnar ut sig. I fullskiktade skogar kvarstår däremot ojämnheten över tiden och både träd och plantor är normalt mycket ojämnt fördelade.^{32 33} Detta gör att blädningskog alltid upplevs som luckig och gruppställd. Där finns fläckar med alla träd- och plantstorlekar representerade, men också små, homogena trädgrupper och även helt tomma fläckar - riktiga luckor (figur B9). Det tycks inte heller finnas något enkelt samband mellan exempelvis trädens och plantornas rumsliga fördelning.³⁴

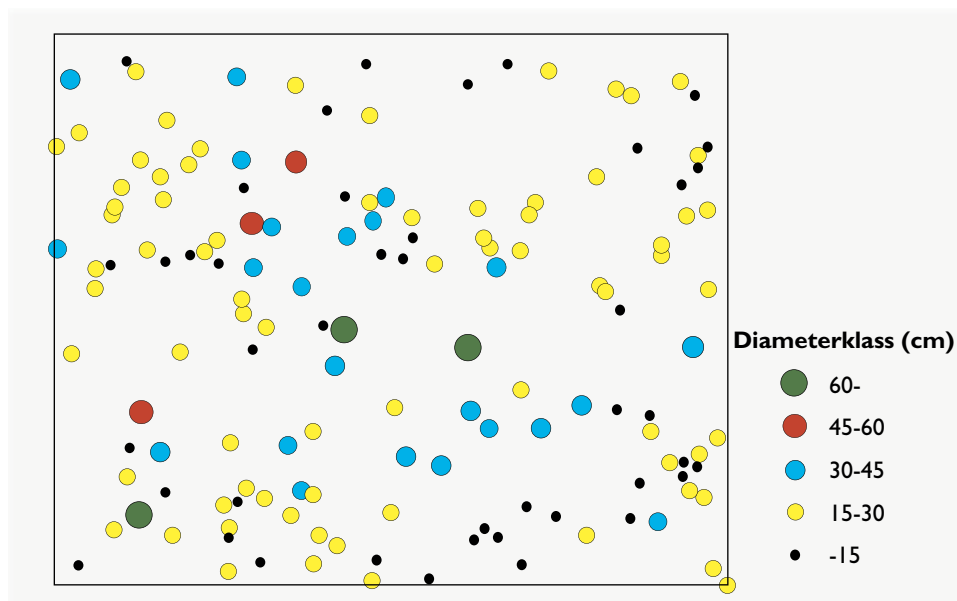
Den här variationen i rumslig fördelning av träd och plantor är helt naturlig och det är tveksamt om det är möjligt, eller ens önskvärt, att i någon större utsträckning jämnar till den.

³¹ Lundqvist L. 1993. Changes in the stand structure on permanent plots managed with single-tree selection. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8, 510-517.

³² Leemans, R. 1991. Canopy gaps and establishment patterns of spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in two old-growth coniferous forests in central Sweden. *Vegetatio* 93, 157-165.

³³ Lundqvist, L. 1994b. Beståndsföryngring i fjällnära granskog. SLU, inst. för skogsskötsel, *Arbetsrapporter* nr 80.

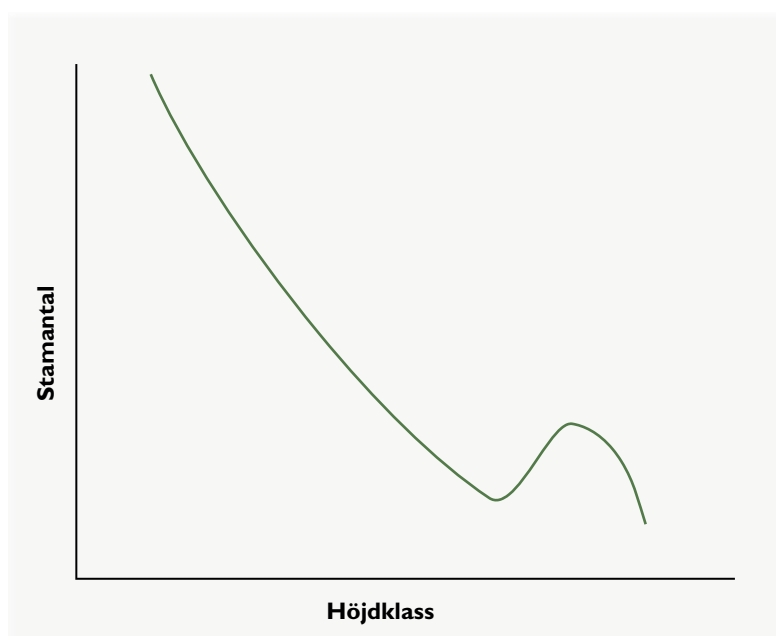
³⁴ Lundqvist, L. & Fridman, E. 1996. Influence of local stand basal area on density and growth of regeneration in uneven-aged *Picea abies* stands. *Scandinavian Journal of Forest Research* 11, 364-369.



Figur B9 Exempel på trädens rumsliga fördelning i fullskiktad skog.³⁵

Höjdfördelning och tillväxt

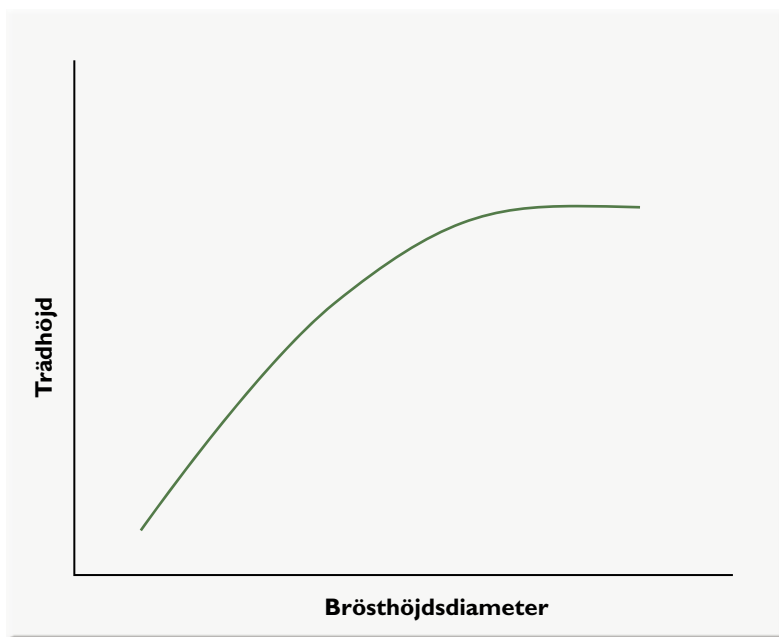
I fullskiktade bestånd har *höjdfördelningen* ungefär samma form som diameterfördelningen, men det finns en mycket markant skillnad. Medan diameterfördelningen långsamt planar ut så har höjdfördelningen normalt en tydligt markerad puckel i de översta höjdklasserna (figur B10).



Figur B10 Principfigur över höjdfördelningen i fullskiktad skog.

³⁵ Lundqvist, L. & Fridman, E. 1996. Influence of local stand basal area on density and growth of regeneration in uneven-aged *Picea abies* stands. *Scandinavian Journal of Forest Research* 11, 364-369.

Förklaringen ligger i höjdkurvans utseende. Som framgår av figur B11 så planar höjdkurvan ut väldigt tydligt i övre delen. De stora träden fortsätter att växa på diametern medan höjdtillväxten avstannar nästan helt. Resultatet blir att alla grova träd samlas i de översta höjdklasserna. Höjdfördelningens form gör att en fullskiktad skog ofta upplevs som på gränsen till tvåskiktad för den ovane.



Figur B11 Höjdkurvans normala utseende i fullskiktad skog.

Rent visuellt får man intrycket att det finns gott om små och riktigt stora träd men att det saknas i mellanstorleken. Detta är alltså delvis korrekt och helt i sin ordning. Det gör också att man är tvungen att mäta och beräkna en diameterfördelning för att kunna avgöra om en skog är fullskiktad eller ej.

Under tidigt 1900-tal försökte man att använda höjdkurvan för att bonitera blädningsskog i Schweiz.^{36 37} Idén övergavs dock sedan Assmann visat att höjdkurvan påverkas för mycket av förändringar i diameterfördelningen.³⁸ Det är framförallt maximidiametern och den totala grundytan som påverkar höjdkurvans lutning och kulminationsnivå. Om man håller ungefär samma diameterfördelning från blädning till blädning så förblir dock höjdkurvan i princip oförändrad över tiden.

Inväxning och föryngring

För att blädningsbruk ska fungera på lång sikt – alltså mer än bara några decennier – krävs att de träd som avverkas eller dör så småningom ersätts av nya träd. Denna process när plantor och små träd växer in i trädskiktet kallas

³⁶ Flury, P. 1929. Über den Aufbau des Plenterwaldes. *Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt für den Forstliche Versuchswesen* 15, 303-358.

³⁷ Flury, P. 1933. Über den Wachstumsverhältnisse des Plenterwaldes. *Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt für den Forstliche Versuchswesen* 18, 55-151.

³⁸ Assmann, E. 1953. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* 124, s 175-177.

inväxning. Så länge inväxningen motsvarar avverkning plus avgång så är inväxningen tillräcklig, oavsett hur mycket eller litet plantor det momentant finns i beståndet.

Mängden inväxning beror av tre faktorer:

- mängden plantor och småträd under inväxningsgränsen (N)
- plantornas och småträdens årliga tillväxt (i) i höjd eller diameter
- den årliga avgången bland plantor och småträd (m)

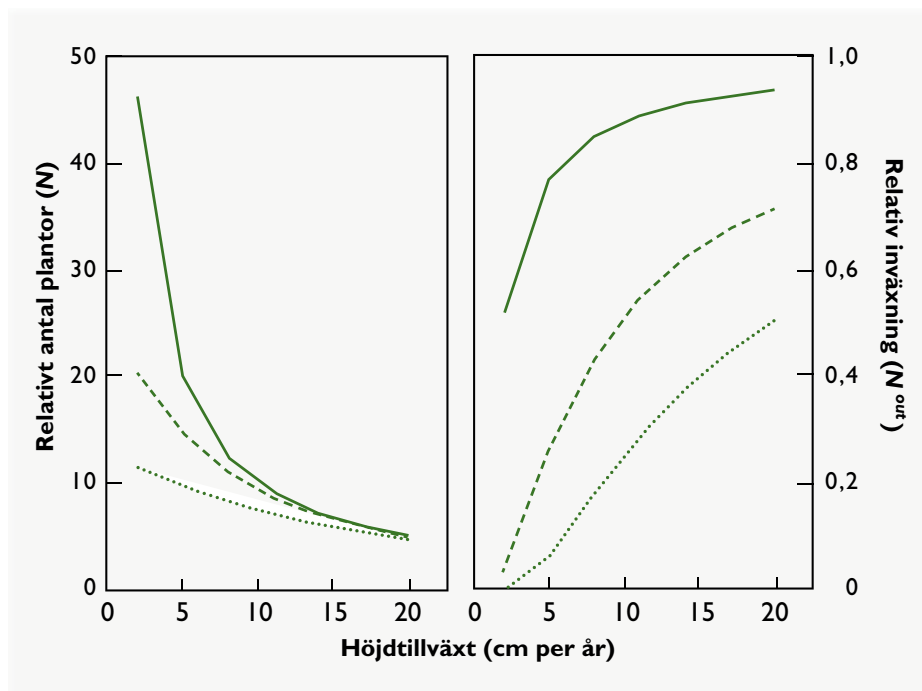
Med kännedom om dessa tre faktorer samt klassvidden (w) kan inväxningen (G) beräknas:³⁹

$$G = N \frac{m(1-m)^{w/i}}{1-(1-m)^{w/i}}$$

I formeln ovan visar w/i den genomsnittliga tid plantorna och småträden behöver för att växa igenom skiktet upp förbi inväxningsgränsen. Kvoten i/w anger på motsvarande sätt hur stor andel av plantorna och småträden som årligen växer förbi inväxningsgränsen.

Av figur B12 framgår hur plantornas höjdtillväxt påverkar plantantalet respektive inväxningen ur principiell synpunkt. Viktigt att notera är att en ökning av plantornas höjdtillväxt höjer inväxningen men sänker plantantalet. Planträknningar fyller därför ingen funktion i en skog skött med blädningsbruk om man inte samtidigt mäter höjdtillväxten så att man kan beräkna inväxningen.

³⁹ Lundqvist, L. 1995. Simulation of sapling population dynamics in uneven-aged *Picea abies* forests. *Annals of Botany* 76, 371-380.

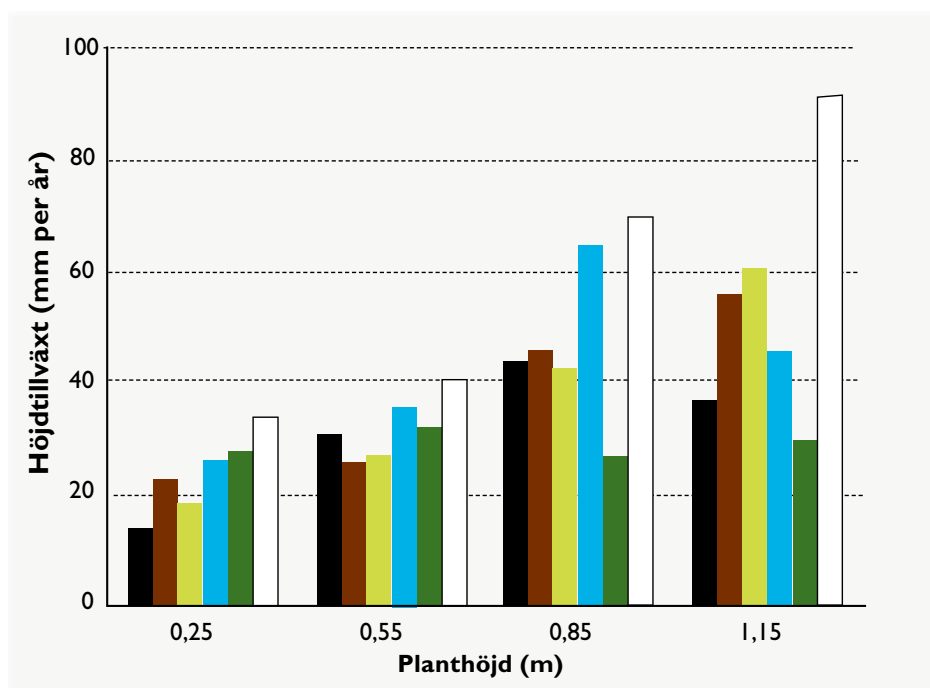


Figur B12 Effekten av en tillkommande planta på totalt plantantal i plantskiktet (höger) och årlig inväxning i trädsiktet (vänster) i fullskiktad skog, vid 1 % (heldragen linje), 5 % (streckad linje) och 10 % (prickad linje) dödlighet bland plantorna. Baserat på en modell presenterad av Lundqvist (1995).⁴⁰

Tillväxten hos granplantorna är låg i en blädningsskog. Man får normalt räkna med att granplantor har en genomsnittlig årlig höjdtillväxt omkring 2-4 cm per år.⁴¹ Det betyder att de behöver 40-60 år för att nå 1,3 m höjd. Plantor under 0,5 m höjd har normalt cirka 1-3 cm toppskott, mellan 0,5 m och brösthöjd 4-8 cm, medan plantor som passerat brösthöjd kan ha 10 cm toppskott (figur B13).

⁴⁰ Lundqvist, L. 1995. Simulation of sapling population dynamics in uneven-aged *Picea abies* forests. *Annals of Botany* 76, 371-380.

⁴¹ Lundqvist L. 1991. Some notes on the regeneration on six permanent plots managed with single-tree selection. *Forest Ecology and Management* 46, 49-57.



Figur B13 Höjdtillväxt hos granplantor på några svenska försöksytor skötta med blädningsbruk, efter Lundqvist (1991).⁴² Varje försökslokal representeras av en färg.

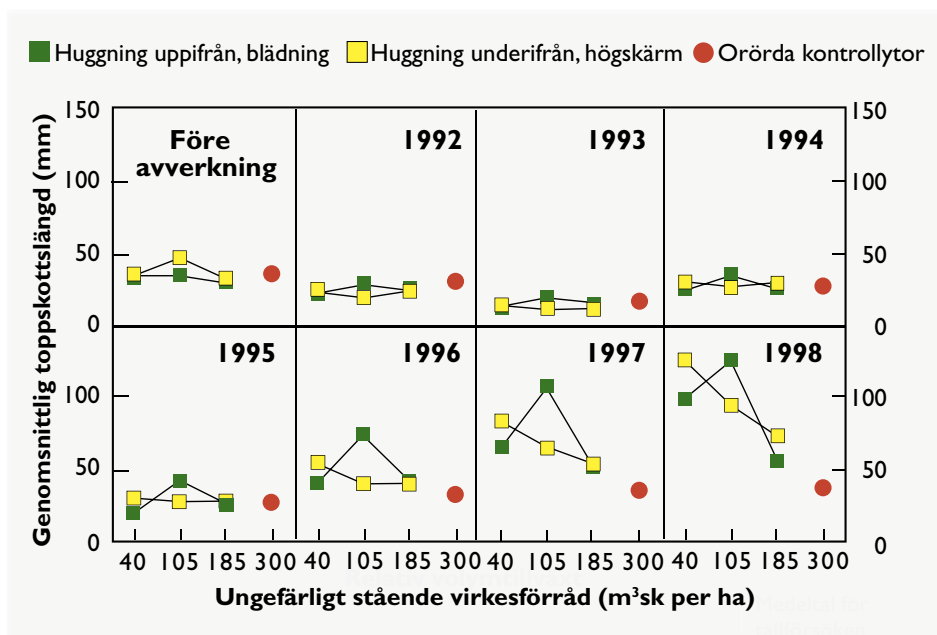
Den långsamma tillväxten i ungdomen tycks dock inte påverka plantornas möjligheter att i framtiden utvecklas till stora, välväxande träd. För granplantor under 1 m höjd tycks det dessutom vara så att deras tillväxt inte påverkas av hur tät eller gles den fullskiktade skogen är i deras närmaste omgivning.⁴³

Överhuvudtaget verkar det som om just det faktum att plantorna växer i fullskiktad skog påverkar deras tillväxt. När man glesar ut en skärm så vet man att plantornas höjdtillväxt kommer att öka ungefär i proportion till hur hårt man gallrar i skärmen.⁴⁴ Något liknande enkelt samband tycks inte gälla för granplantor i fullskiktad granskog (figur B14).

⁴² Lundqvist L. 1991. Some notes on the regeneration on six permanent plots managed with single-tree selection. *Forest Ecology and Management* 46, 49-57.

⁴³ Lundqvist, L. & Fridman, E. 1996. Influence of local stand basal area on density and growth of regeneration in uneven-aged *Picea abies* stands. *Scandinavian Journal of Forest Research* 11, 364-369.

⁴⁴ Hagner, S. 1962. Naturlig föryngring under skärm. *Meddelanden från statens skogsforskningsinstitut* 52:4.



Figur B14 Höjdtillväxt hos plantor på försöksytor i Fagerland, Jämtland, efter Nilsson och Lundqvist (2001).⁴⁵

Den årliga mortaliteten bland plantorna är mycket hög under de första åren efter frögroningen, mellan 90 och 99 procent finns redovisat.^{46 47} För de plantor som överlever de första åren och lyckas nå 5-10 cm höjd så sjunker dock dödligheten radikalt, ned till cirka 2-7 procent årlig mortalitet bland plantor lägre än 1,3 m.^{48 49}

Inväxningens storlek varierar en hel del i de undersökningar som finns publicerade. På Skogshögskolans gamla fasta försöksytor belägna på medelgod, ”normal” skogsmark låg inväxningen oftast i intervallet 5-15 st per ha och år som växte förbi 8,5 cm diameter i brösthöjd.⁵⁰ Det fanns dock ytor där inväxningen låg så lågt som 2-3 st per ha och år, men också så högt som 20-30 st per ha och år.

Liknande nivåer observerades i fjällskogshuggen skog i Jämtland.⁵¹ De viktigaste slutsatserna i de få studier som gjorts är dels att den inväxning som skett har varit tillräcklig för att bevara den fullskiktade blädningssko-

⁴⁵ Nilson, K. & L. Lundqvist. 2001. Effects of stand structure and density on development of natural regeneration in two *Picea abies* stands in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 16, 253-259.

⁴⁶ Arnborg, T. 1947. Föryngringsundersökningar i mellersta Norrland. *Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift*, s 247-293.

⁴⁷ Leemans, R. 1991. Canopy gaps and establishment patterns of spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in two old-growth coniferous forests in central Sweden. *Vegetatio* 93, 157-165.

⁴⁸ Lundqvist L. 1991. Some notes on the regeneration on six permanent plots managed with single-tree selection. *Forest Ecology and Management* 46, 49-57.

⁴⁹ Nilson, K. & L. Lundqvist. 2001. Effects of stand structure and density on development of natural regeneration in two *Picea abies* stands in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 16, 253-259.

⁵⁰ Lundqvist L. 1993. Changes in the stand structure on permanent plots managed with single-tree selection. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8, 510-517.

⁵¹ Lundqvist, L. 2004. Stand development in uneven-aged sub-alpine *Picea abies* stands after partial harvest estimated from repeated surveys. *Forestry* 77, 119-129.

gen, och dels att utglesning av överbeståndet inte har ökat inväxningen.^{52 53}

På Skogshögskolans gamla fasta försöksytor har inväxningen förbi 8,5 cm diameter i brösthöjd nästan uteslutande bestått av gran. En liten mängd björk har dock förekommit, normalt mindre än 10 procent av inväxningen. Tallen har bara lyckats växa in i beståndet på de allra glesaste och sämst producerande ytorna.

När det gäller inväxningen så bör det slutligen noteras att även om föryngringen helt skulle upphöra av någon anledning så påverkar detta inte möjligheterna att blåda idag. De plantor och träd som redan finns i beståndet räcker normalt för att ge tillräcklig inväxning i många decennier, vilket i sin tur innebär att man har gott om tid på sig att se hur beståndet utvecklar sig. Man kan därför utan oro blåda beståndet flera gånger även om man är osäker på om marken långsiktigt är tillräckligt ”föryngringsvillig”. Den långsamma föryngringsprocessen är ur den synpunkten en styrka hos blådningsbruket, eftersom det ger skogsskötaren många decenniers förvarning om vad som kan komma att hända på sikt.

Volymtillväxt

I Norden har det hittills gjorts få studier av volymtillväxten i blådningsskog. Den bild som dessa studier ger är att det finns ett positivt samband mellan virkesförråd och tillväxt.^{54 55 56 57 58 59 60}

Litet virkesförråd ger låg tillväxt och stort virkesförråd ger hög tillväxt. Det finns dock en övre nivå ovanför vilken tillväxten aldrig kan nå. Denna slutsats stöds av simuleringar gjorda med en produktionsmodell baserad på data från sex fasta försöksytor skötta med blädning (figur B15), och även av studier gjorda i andra delar av världen.^{61 62 63 64}

⁵² Lundqvist L. 1993. Changes in the stand structure on permanent plots managed with single-tree selection. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8, 510-517.

⁵³ Lundqvist, L. 2004. Stand development in uneven-aged sub-alpine *Picea abies* stands after partial harvest estimated from repeated surveys. *Forestry* 77, 119-129.

⁵⁴ Barth, A. 1929. Skjermforyngelsen i produksjonsøkonomisk belysning. *Acta Forestalia Fennica* 34, nr 15.

⁵⁵ Sarvas R. 1944. Tukkipuun harsintojen vaikutus etelä-Suomen yksityismetsiin. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 33.

⁵⁶ Näslund, M. 1942. Den gamla granskogens reaktionsförmåga efter genomhuggning. *Meddelande från statens skogsförsöksanstalt* 33, 1-212.

⁵⁷ Böhmer, J.G. 1957. Bledningsskog II. *Tidsskrift for skogbruk* 65.

⁵⁸ Lundqvist, L. 1989. Volume increment on experimental plots managed with single-tree selection. I: *Blädning i granskog - strukturförändringar, volymtillväxt, inväxning och föryngring på försöksytor skötta med stamvis blädning*. Avhandling. SLU, inst. för skogsskötsel.

⁵⁹ Lundqvist, L. 1994b. Beståndsföryngring i fjällnära granskog. SLU, inst. för skogsskötsel, *Arbetsrapporter* nr 80.

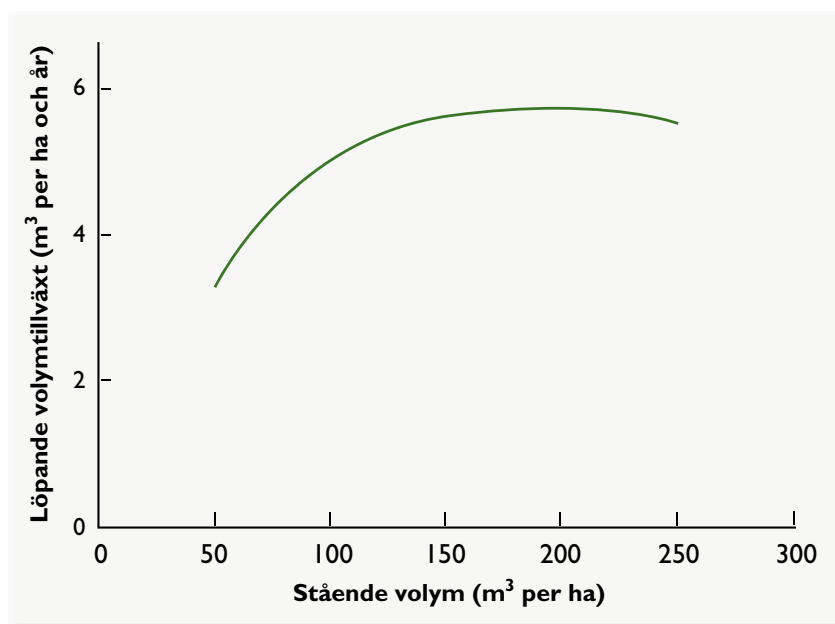
⁶⁰ Andreassen, K. 1994. Utvikling og produksjon i bledningsskog. *Meddelelse fra Skogforsk* 47, 1-37.

⁶¹ Eyre, F.H. & Zilgitt, W.M. 1953. Partial cuttings in northern hardwoods of the Lake States. Twenty-year experimental results. *USDA Technical Bulletin* 1076.

⁶² Leak, W.B., Solomon, D.S. & Filip, S.M. 1969. A silvicultural guide for northern hardwoods in the northeast. *USDA Forest Service, Research paper* NE-143.

⁶³ Murphy, P.A. 1980. Growth and yield of uneven-aged loblolly-shortleaf pine stands – a progress report. I: *Proceedings of the first biennial silvicultural research conference*. Barnett J.P. (redaktör), Atlanta Georgia Nov 6-7, 1980.

⁶⁴ Crow, T.R., Jacobs, R.D., Oberg, R.R. & Tubbs, C.H. 1981. Stocking and structure for maximum growth in sugar maple selection stands. *USDA Forest service, Research paper* NC-199.



Figur B15 Löpande volymtillväxt efter blådningsbruk ned till olika virkesförråd, med en konstant årlig inväxning på 10 st ha⁻¹ år⁻¹ förbi 8,5 cm i brösthöjd, enligt en modell av Chrimes (2004).⁶⁵

Uppkomst av fullskiktad skog

En fullskiktad skog har träd i alla storleksklasser, från små plantor till stora träd i alla delar av skogen, och det finns alltid fler små än stora träd. Det som är typiskt för en sådan skog är att plantorna och de små träden växer långsamt, att tillväxten gradvis ökar ju större träden blir, att dödligheten bland träden är låg, att träd av olika storlekar är ojämnt fördelade i skogen men att det inte finns någon enkel koppling mellan exempelvis luckor efter träd som dött och förekomst av plantor.

Det finns en allmänt spridd missuppfattning att dynamiken i en fullskiktad skog är beroende av luckor som bildas när stora träd dör. I verkligheten är det så att plantor och mindre träd växer upp vid sidan av de medelstora och större träden. Det är denna förmåga hos gran som gör att nästan all skogsmark i Sverige till sist skulle domineras av granskog, om inte skogsbrand eller avverkning ger möjlighet för andra trädslag att föryngra sig.

Att byta skogsskötselssystem från blådningsbruk till trakthyggesbruk är enkelt. Man kan antingen slutavverka eller också låggallra beståndet. Att byta från trakthyggesbruk till blådningsbruk är däremot en mycket svår och utdragen process och måste nog betraktas som i praktiken omöjlig.

Som ett grovt riktmärke kan man räkna med att det tar 50 år för en granplanta att nå brösthöjd i ett fullskiktat bestånd på en medelgod mark.

⁶⁵ Chrimes, D. 2004. Stand Development and Regeneration Dynamics of Managed Uneven-aged *Picea abies* Forests in Boreal Sweden. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Silvicultura* 304, SLU.

Under de följande 50 åren når trädet 5-10 meters höjd, och under den därpå följande 50-årsperioden bör det kunna uppnå 20 meters höjd. Oavsett i vilket läge en omföring från enskiktat till fullskiktat bestånd påbörjas, så får man därför räkna med att det tar mycket lång tid, förmodligen 100-150 år. Det finns av förklarliga skäl inga vare sig praktiska eller experimentella försök som visar hur en omföring kan fungera. Däremot finns det några försök att simulera en omföring med hjälp av produktionsmodeller. Gemensamt för dem är att de visar att det är en långsam och svår process.⁶⁶

⁶⁶ Hanewinkel, M. & Pretzsch, H. 2000. Modelling the conversion from even-aged to uneven-aged standsof Norway spruce (*Picea abies* L. Karst.) with a distance-dependent growth simulator. *Forest Ecology and Management* 134, 55–70.

Blådning i praktiken

För att kunna blåda måste man ha en fullskiktad granskog med rimligt stort virkesförråd. Vid blådningen gäller det att inte avverka för mycket och att inte skapa onödiga luckor i beståndet.

Eftersom blådningsbruk använts i så begränsad omfattning i Skandinavien så finns det ganska lite erfarenhet av hur det fungerar i praktiken. De erfarenheter som funnits eller finns är dessutom ytterst sällan offentligt dokumenterade eftersom de som blådat under den senaste 50-årsperioden, med få undantag, har gjort det i smyg.

De praktiska råd och anvisningar som följer i detta avsnitt bygger därför på utländska erfarenheter, resonemang baserade på blådningsbrukets biologiska grundvalar, resultat från de få försöksytor och halvpraktiska försök som finns, samt samtal med personer som har erfarenhet av blådning och blådningsbruk.

Blådning definieras idag som *en avverkning där man efter avverkningen har kvar ett fullskiktat bestånd*. Man kan alltså avverka på många olika sätt och avverkningen ryms ändå inom begreppet blådning. Inom trakthyggesbruket finns det olika former av t ex röjning och gallring, och på motsvarande sätt kan man definiera olika blådningsformer inom ramen för blådningsbruket. Men trots att det finns många olika förslag på blådningsformer i äldre litteratur så finns det i realiteten bara en form av blådning definierad sen tidigare: *Stamvis blådning*. Under de senaste åren har dock Lars Lundqvist vid SLU lanserat en blådningsform som skulle kunna kallas *volymblådning*⁶⁷.

Olika former av blådningsbruk

Stamvis blådning är den ursprungliga formen av blådning, utvecklad i slutet av 1800-talet i Tyskland och Schweiz. Den kallades ofta *ren blådning*,⁶⁸ men så småningom ändrades namnet till *stamvis blådning*.^{69 70}

Namnet är dock missvisande såtillvida att all blådning är stamvis, precis som gallring, och inte grupp- eller beståndsvis som en slutavverkning. ”J-kurve-blådning” vore ett namn som tydligare beskriver metoden. En av de grundprinciper som tidigt lades fast var att man kontinuerligt skulle upprätthålla en i förväg bestämd diameterfördelning, vars form skulle motsvara ett spegelvänt ’J’.^{71 72} Därigenom fick man i princip samma volymtillväxt under varje blådningsintervall och man kunde avverka lika stor virkesvolym vid varje blådning. Medelvolymen hos de avverkade träden blev dessutom ungefär densamma vid varje blådning.

⁶⁷ Lundqvist, L. 2005. Blådningskompendium. SLU, inst. för skogsskötsel, *Rapporter* nr. 61.

⁶⁸ Leijonhufvud, W. 1921. Skogens förnygring. *Skogen*, 105-113.

⁶⁹ Juhlin Dannfelt, M. 1954. *Skogsskötsel – Lärokurs för statens skogsskolor*. Emil Kihlströms tryckeri AB, Stockholm.

⁷⁰ Söderström, V. 1978. *Ekonomisk skogsproduktion, Del 1: Naturliga och ekonomiska förutsättningar*. LTs förlag, Stockholm.

⁷¹ Liocourt, F. de. 1898. De l'aménagement des sapinières. *Bulletin de la Société Forestière de Franche-Comté et Belfort* 6, 396-405.

⁷² d'Alverny, A. 1904. L'aménagement des résineux en montagne. *Bulletin de la Société Forestière de Franche-Comté et Belfort* 7, 408-440, 465-489.

Fokuseringen på diameterfördelningen gjorde att man fick kontroll över hur skogen utvecklades. Inom trakthyggesbruket var kontrollenheten arealen, medan den inom blådningsbruk baserat på stamvis blådning var diameterfördelningen. Systemet kallades ”kontrollmetoden” och innebar ofta att man klavade samtliga träd i skogen.^{73 74 75}

På kontinenten används ibland begreppet *måldiameter* inom ramen för stamvis blådning för att ytterligare kontrollera beståndsutvecklingen. Måldiametern är då den önskvärda diameter man vill ha på de träd som ska avverkas, ofta 45-50 cm eller 70-80 cm. Måldiametern blir därmed lika med den maximala diameter som träden får uppnå.

Volymblådning

Volymblådning är en blådningsform som lanserats i samband med diskussioner om blådning i fjällnära skog, men principen fungerar på samma sätt oavsett var i landet man befinner sig. Vid volymblådning fokuserar man på beståndets volym (virkesförråd) före och efter blådning. Man släpper på de strikta kraven på diameterfördelningen som man har vid stamvis blådning och nöjer sig med att beståndet förblir fullskiktat. Fördelen är att det blir enklare ur praktisk synpunkt jämfört med stamvis blådning. Nackdelen är att man får sämre kontroll över inväxningen. Genom att koncentrera avverkningen till de allra grövsta träden, ”skogens filéer”⁷⁶, och undvika att avverka klenare träd, så kommer man att avverka få träd per ha, och därmed sjunker också kraven på inväxning eftersom det är färre träd som ska ersättas (figur B16).



Figur B16 Fjällnära granskog i Lappland efter volymblådning. Uttag ca 30 % av volymen. Efter 18 år är virkesförrådet tillbaka på de ursprungliga ca 130 m³sk per ha. Foto Sebastian Kirppu.

⁷³ Gurnaud, A. 1878. *Cahier d'aménagement pour l'application de la méthode par contenance exposée sur la forêt des Éperons*. Exposition universelle de 1878, à Paris.

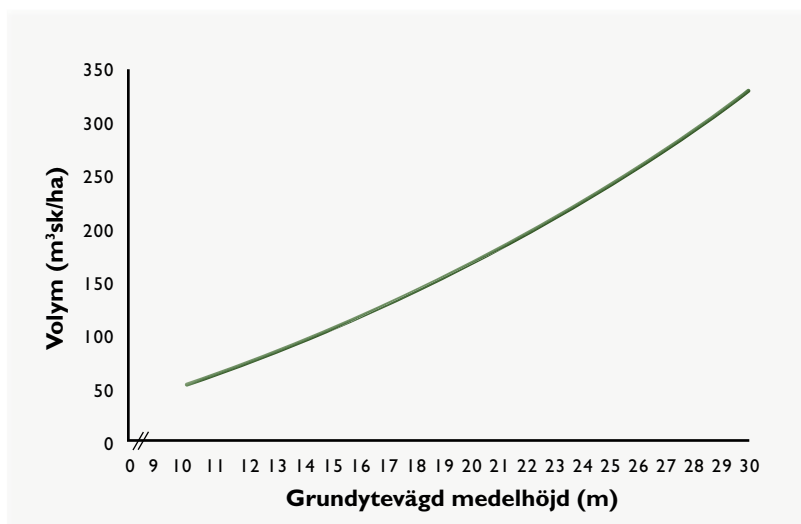
⁷⁴ Biolley, H.-E. 1920. *L'aménagement des forêts par la méthode expérimentale et spécialement la méthode du contrôle*. Attinger, Paris & Neuchâtel.

⁷⁵ Schaeffer, A., A. Gazin & d'Alverny, A. 1930. *Sapinières: Le jardinage par contenance*. Presses Universitaires de France. Paris.

⁷⁶ Palmér, C.H. 2002. Nyttänkande om blådning: avverka bara skogens filéer. *Skogen* nr 1/02.

Var kan man blåda?

Tidigare har man ofta sagt att blådningsbruk kräver fuktiga, näringsrika marker. Skälet till att man trodde detta var antagligen det faktum att man normalt har rikligare föryngring på sådana marker. Men det är inte mängden plantor som avgör om man kan blåda eller ej, utan om beståndet har tillräckligt stort virkesförråd för att kunna ta tillvara markens produktionsförmåga. En lägsta accepterad nivå finns specificerad i 1993 års skogsvårdslag (figur B17), men man bör normalt sett ligga på en högre nivå (se vidare nedan).



Figur B17 Lägsta tillåtna virkesförråd efter gallring enligt 1993 års skogsvårdslag, § 10.⁷⁷

Om beståndet idag uppfyller de krav vi ställer på en blådningsskog vad gäller struktur och virkesförråd så går beståndet att blåda, minst en och sannolikt flera gånger. Däremot finns det naturligtvis ingen garanti för att beståndet kommer att gå att blåda i all framtid. Genom att man utgår från hur beståndet ser ut idag så kan man bortse från markförutsättningarna.

När man funderar på att blåda ett skogsbestånd så är det viktigt att komma ihåg att ett beslut om att blåda idag inte innebär något åtagande om framtida blådningsbruk. Blådningsbruk kan närsomhelst avbrytas och ersättas med trakthyggesbruk. Att gå den andra vägen, från trakthyggesbruk till blådningsbruk, är däremot nästintill omöjligt, eftersom det tar så lång tid att skapa fullskiktad skog.^{78 79} En enskild blådning innebär därmed också ett betydligt mindre risktagande än vad en slutavverkning gör. Så länge skogen finns kvar kan man alltid välja att avverka den, men har man väl avverkat den så måste man börja om från början och anlägga ny skog.

⁷⁷ Tillgänglig på: www.skogsstyrelsen.se / Lagen.

⁷⁸ Schütz, J-P. 1989. *Der Plenterbetrieb*. Unterlage zur Vorlesung Waldbau III, Fachbereich Waldbau, ETH, Zürich.

⁷⁹ Morsing, M. 2001. *Simulating Selection System Management of European Beech (Fagus sylvatica L.)*. Avhandling, Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole (KVL).

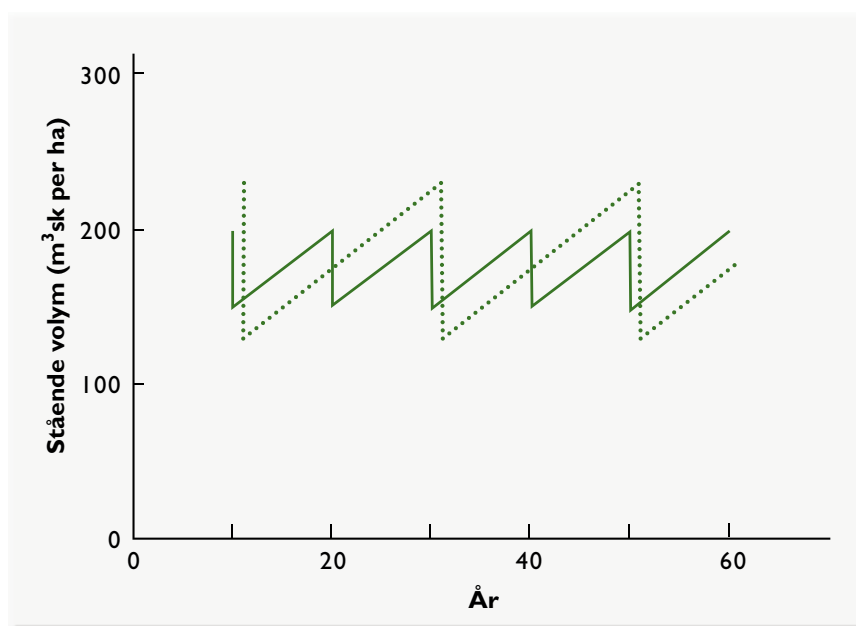
Hur ofta kan man blåda?

På samma sätt som omloppstiden är en central punkt inom trakthyggesbruket så är *blådningsintervallet* av central betydelse för blådningssskogsbrukets planering. Blådningsintervallet avgör nämligen *årsytans* storlek, dvs hur stor andel av den blådningsbara skogen som årligen ska blådas.

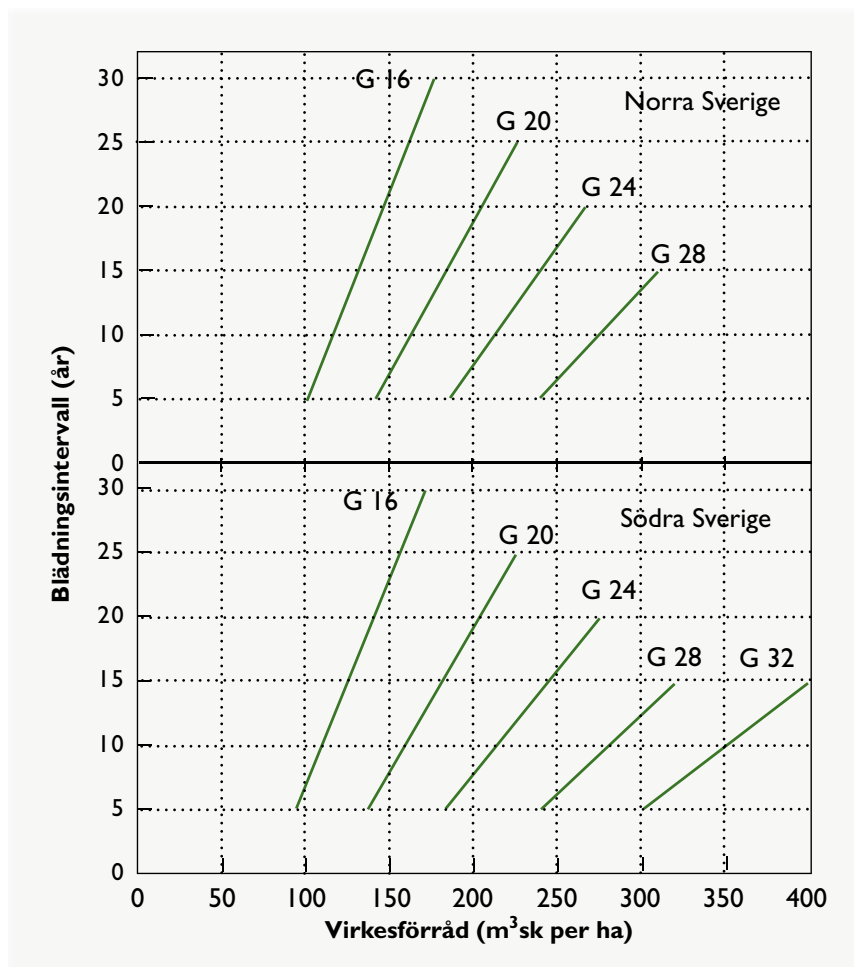
Den skogsbrukare som avser att blåda mer än bara något enstaka bestånd bör därför först bestämma vilka delar av skogsinnehavet som ska skötas med blådningsbruk. Därefter fastställs blådningsintervallet och därmed också årsytans storlek, med ledning av bl a beståndens bonitet och virkesförråd.

När det gäller kraven på virkesförråd så varierar det naturligtvis med boniteten, men också med intervallet mellan blådningsarna. Eftersom virkesförrådets förändring över tiden ska följa ett sågtandsmönster vid blådningsbruk (figur B18) så krävs ett större utgångsförråd om man har långa intervall (20-25 år) än om man har korta (5-10 år), trots att man kan ha ett något lägre virkesförråd *efter* blådning om man har längre intervall.

I figur B19 presenteras grova tumregler för förhållandet mellan virkesförråd *före* blådning och intervall mellan blådningsarna för olika boniteter.



Figur B18 Virkesförrådets principiella utveckling över tiden i en skog skött med blådningsbruk med korta (heldragen linje) respektive långa (streckad linje) intervall mellan blådningsarna.



Figur B19 Tumregler för förhållandet mellan blådningsintervall och lämpligt kvarvarande virkesförråd före blådning för olika ståndortsindex. Observera att ståndortsindex inte kan skattas med övrehöjds- eller interceptmetoden i blådningskog. Istället bör ståndortsindex skattas med hjälp av ståndortsegenskaper.

Man bör dock ha i åtanke att långa intervall mellan blådningarna inte bara medför stora virkesuttag per hektar, utan också innebär ett större risktagande vad gäller tillväxten, inväxningen och stormskador. Kraftigt sänkta virkesförråd medför att tillväxten sänks i motsvarande grad, och denna tillväxtförlust kan man troligen aldrig kompensera. Ju större volym som avverkas, desto mindre blir samtidigt medelvolymer per stam, eftersom allt fler kläna träd måste avverkas. För att det ursprungliga stamantalet ska återställas måste därmed också den årliga inväxningen vara högre efter en hård huggning jämfört med en svagare.

På samma sätt som för starka gallringar i äldre granskog, så medför starka blådningar troligen en ökad risk för stormskador. Sammantaget gör allt detta att blådningsintervallet bör vara högst 15 år på goda marker (G28 och bättre), 20 år på medelgoda marker (G18-G26) och 30 år på svaga marker (G16 och sämre).

När det gäller att uppskatta virkesförrådet i fullskiktad skog så finns det inga enkla schablonmetoder som det gör för enskiktad skog. Den som vill ha kontroll över tillståndet i sin fullskiktade granskog måste därför provyteinventera skogen och beräkna virkesförrådet med hjälp av diameterfördelning och höjd på provträd.

Blådningsingreppet

När det gäller det direkta trädvalet så är huvudreglerna:

- bibehåll skiktningen
- försök inte gynna föryngringen utan vårda trädskiktet
- bibehåll ett stort virkesförråd jämnt fördelat över arealen
- undvik att skapa eller utvidga luckor
- använd alltid samma stickvägar

I övrigt har man stor frihet. Avverkningen koncentreras till de större träden, grövre än 25-30 cm i brösthöjd. Detta gör att medelvolymer för de avverkade träden normalt blir avsevärt större än vid gallring och oftast även större än vid slutavverkning. Som exempel kan nämnas att medelvolymer för de avverkade träden på de äldre svenska försöksytorna var 0,38 m³sk per stam. På två demonstrationsytor i fjällnära skog i Västerbottens inland var medelvolymer 0,30 och 0,36 m³sk per stam, inklusive uttaget i stickvägarna. Vid kommande blådnings finns ju redan stickvägarna och medelvolymer bör då bli större.

Den som vill avverka enstaka mindre träd (10-25 cm diameter i brösthöjd), för att avlägsna skadade träd eller träd med dålig kvalitet, kan naturligtvis göra det. Det finns inget som hindrar det, men inte heller något krav att man måste ”sköta” de klenare träden. Eftersom man långsiktigt inte kan avverka fler träd än vad inväxningen motsvarar, och man sällan vet hur stor inväxningen är, så finns det faktiskt skäl att vara restriktiv med avverkning av mindre träd. Som riktvärde kan man räkna med en årlig inväxning på cirka 10 st per ha och år.

Vad som också är viktigt att tänka på är att man inte ska försöka påverka vare sig föryngring eller inväxning genom att t ex glesa ut lite extra eller göra luckor i beståndet. Sådana åtgärder resulterar bara i sänkt virkesproduktion. Man ska normalt inte heller ”röja” i yngre grupper, annat än i extrema undantagsfall. Våra svenska marker är sällan så föryngringsvilliga att man får problem med för mycket plantor.

Avverkningstekniska aspekter

I blådningsbruk är avverkningstekniken en viktig aspekt av skogsskötseln, eftersom avverkning är den enda behandling som görs.

Hänsyn till vad man vill sköta, bevara eller utveckla i en skog manifesterar sig till sist i ett sätt att avverka. Ingen skötselåtgärd, målklassning eller hänsynspecifikation i världen kan i efterhand kompensera en dåligt utförd avverkning.

Praktisk tillämpning av blådningsbruk kräver att alla inblandade personer har goda insikter i skogsteknikens möjligheter och begränsningar. Målbilder måste kommuniceras på ett för alla begripbart sätt.

Få tillämpbara studier

I skogsbrukssättet blådningsbruk ingår normalt endast en åtgärd, blådning. Blådning innebär normalt avverkning av 50 till 150 träd med en stamvolym på 0,5 m³ eller mer, alltså gallring av stora, glest utspridda träd. Vid det första blådningsingreppet i ett bestånd tillkommer träden i stickvägen, som då utgör en betydande del av uttaget.

Avverkningstekniska frågor inom blådningsbruk har varit föremål för ytterst få studier. Som ett resultat av detta är man till stor del hänvisad till studier som så mycket som möjligt liknar blådningsingrepp, till exempel sena gallringar och avverkningar i skärmställningar.

Erfarenheter från europeiska kontinenten och andra delar av världen är av begränsat värde. Skillnader i avverkningssystem, trädstorlek, fysiska förhållanden och mål är ofta så stora att resultaten ej är giltiga eller ens intressanta för svenska förhållanden.

Maskinval vid blådning

Vid blådning strävar man efter att hugga ett urval av främst de större träden i beståndet. Samtidigt ska mellanstora och små träd vara kvar för att växa vidare. För att inte äventyra dessa trädets fortlevnad och värdetillväxt är det ett grundläggande krav att man inte skadar dessa när man avverkar de utvalda träden.

Detta ger oss tre kriterier vid val av avverkningsmaskiner för blådning:

- Maskinen måste klara av de förväntade trädstorlekarna
- Skadenivåerna måste minimeras
- Avverkningskostnaderna måste vara acceptabla

Eftersom de flesta träd som skall avverkas är stora, dvs har en stamvolym som överstiger 0,5 m³sk, talar det mesta för att stora (15 ton eller större) skördare är att föredra vid blådning:

- Maskinen måste vara tillräckligt stor för att kunna utrustas med ett stort skördaraggregat
- Kranen måste vara kraftig och maskinen måste vara stabil, det vill säga ha en hög massa, om den skall kunna hantera dessa stora träd på förhållandevis stora avstånd från maskinen

- Avverkningskostnaden per kubikmeter blir lägre för en större maskin än en mellanmaskin då de hanterade träden är stora

Riskerna med att välja en mellanstor skördare (12 till 15 ton) är att man får ökade reparations- och underhållskostnader på grund av att man belastar maskinen för hårt samt att man får ökade skador på det kvarlämnade beståndet då den mindre maskinen inte klarar av att fälla och upparbeta träden på ett fullgott sätt.

Valet av skotare står mellan större mellanskotare, det vill säga skotare med en lastkapacitet på 12-16 ton, och stora slutavverkningsskotare med en lastkapacitet på 18-20 ton. Det finns fördelar med både mellanstora och stora skotare – mellanstora maskiner är mindre utrymmeskrävande och lättare, medan stora skotare har en högre lastkapacitet och därmed blir mindre känslig för långa transportavstånd. I de flesta fall torde det vara fördelaktigt att välja en mellanmaskin.

Arbetsmoment

Fällning

Fällning kan utföras som vanligt, med fällning av träden in i beståndet samtidigt som man försöker undvika skador på de kvarvarande träden, eller så att maskinföraren strävar efter att fälla och lyfta träden så att de faller i stickvägen för att minimera arealen som påverkas.

I en studie av skärnhuggning studerades normal fällning och en metod för kontrollerad fällning kallad ”stångstötning” vid avveckling av en högskärm bestående av tall och gran.⁸⁰ I den senare metoden fälldes träden in mot stickvägen och under fallet lyfte skördaren in trädets rotände till stickvägen. Glöde och Sikström fann att den genomsnittliga produktiviteten inte påverkades signifikant av metodvalet men det observerade stickvägsavståndet och den observerade produktiviteten var något högre vid normal fällning.

Stickvägsdragning

Vid blådningsbruk måste man normalt sett räkna med att anlägga ett permanent stickvägsnät (figur B20). Det tar 100-150 år för träden i stickvägen att bli så stora att stickvägen verkligen har vuxit igen, och det gör att man i praktiken inte kan flytta stickvägarna.

Ett problem med permanenta stickvägar är att man tvingas att hantera de träd som skall avverkas på ett avstånd från maskinen som man ej kan påverka. Ju större stickvägsavstånd, ju större maskiner behövs. Riktigt stora stickvägsavstånd nödvändiggör stora bandgående maskiner eller skördare byggda på stora bandgående fällare- eller läggarechassin. Med tätare mellan stickvägarna kan man ha mindre maskiner men då ökar å andra sidan andelen stickvägsareal i beståndet, så det är en avvägning mellan teknik och markutnyttjande.

⁸⁰ Glöde, D. & Sikström, U. 2001. Two felling methods in final cutting of shelterwood, single-grip harvester productivity and damage to the regeneration. *Silva Fennica* 35(1), 71-83.



Figur B20 Permanent stickväg i fjällnära, volymbläddad skog i Lappland, 18 år efter avverkning. Foto Sebastian Kirppu.

Produktivitet och ekonomi

De beräkningsmodeller vi har för att skatta produktivitet och kostnader för avverkningsarbete vid gallring och slutavverkning är inte anpassade till blädning och det kan bli problem att anpassa dessa till blädning.

Ett grundantagande i de flesta svenska produktivetsmodeller är att tidsåtgången per träd är linjär mot trädvolymen, vilket gör att man kan använda volymmedelstammens volym för att skatta tidsåtgång och produktivitet på beståndsnivå. Studier av stora skördare visar att detta ej stämmer för träd som är stora i förhållande till engreppsagregatets kapacitet och att detta blir mer markerat ju större träd det är fråga om.⁸¹ Orsaken är att större träd oftare måste dubbelsågas eller har ansättningshinder. Exakt vid vilken diameter detta sker bör vara avhängigt av avverkningsagregatets maximala kapdiameter. Konsekvensen blir dock att dagens produktivetsmodeller förmodligen överskattar produktiviteten och därmed underskattar avverkningskostnaden per m³ i blädning.⁸²

Ur drivningssynpunkt liknar blädning och höggallring varandra. Skillnaden är att i blädning gäller det att minimera skadorna på underväxt och mindre träd, eftersom dessa gradvis ska ersätta de större träden. Det är väl belagt att underväxt sänker skördarproduktionen i slutavverkning och gallring.^{83 84}

⁸¹ Brunberg, T. 1995. Underlag för produktionsnorm för stora engreppsskördare i slutavverkning. Skogforsk. Redogörelse 7-1995.

⁸² Petersson, S. 1997. *Diameterspridningens effekt på prestationen vid slutavverkning*. Modo Skog AB, skogstekniska avdelning., PM 4 s.

⁸³ Brunberg, T. 1988. Underlag för prestationsnormer för skördare i slutavverkning. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Kista. Redogörelse 4-1988.

⁸⁴ Brunberg, T., Thelin, A. & Westerling, S. 1989. Underlag för prestationsnormer för engreppsskördare i gallring. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Kista. Redogörelse 3-1989.

I både gallrings- och skärmhuggningar beror tiden per träd dessutom på de avverkade trädens volym, trädform, antal träd per hektar som huggs och antal träd per hektar som står kvar.^{85 86} Sammantaget leder detta till att skördarens produktivitet i blädning logiskt sett bör vara något lägre och kostnaden därmed något högre än vid en gallring under förutsättning att medelstamvolymen är densamma. Vid blädning är dock de avverkade träden betydligt större än vid konventionell gallring.

Få studier av avverkningsteknik

Det finns få studier av avverkningsarbete i blådningsskogsbruk, och de har för det mesta genomförts som sidostudier vid utläggandet av skogliga produktionsförsök.⁸⁷ Denna studie är ett typfall då den ger en ögonblicksbild av avverkningsarbetet men inte är utlagd på ett sådant sätt att man på en vetenskaplig grund kan uttala sig om eller förklara skillnaderna i avverkningsarbetet mellan de olika behandlingarna.

De större studier som finns genomfördes i början av 1990-talet i Norge. De gjordes vid det första blådningsingreppet i bestånden, vilket gjorde att stickvägsträden stod för en väsentlig del av uttaget (42 procent vid 25 procent volymsuttag).⁸⁸ Blädning bör normalt innebära lägre produktivitet för skördaren än vid slutavverkning, vid jämförbar medelstam,^{89 90} men vid blädning blir medelstammen normalt större, vilket i de norska studierna gjorde att skördarens produktivitet faktiskt blev högre än vid slutavverkning, trots att produktivitetskurvorna för blädning ligger under de för slutavverkning.⁹¹

Jämfört med normala gallringar bör skotarens produktivitet vid blädning främst påverkas av de skillnader som kan finnas i volymsuttag per hektar och avverkad volymmedelstam. Skotarens produktivitet ökar då virkesmängden längs stickvägen ökar, det vill säga med ökande avverkningsvolym per hektar, den ökar också något med ökande medelstam eftersom det i normalfallet tar längre tid att hantera massaved än timmer.⁹² Sammantaget gör det att produktiviteten bör bli högre vid blädning än vid gallring.

Skogsstyrelseprojektet ”Kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk” lät göra studier i avverkningsteknik. Resultaten tyder på att de totala drivningskostnaderna för blädning ofta blir jämförbara med dem i konventionell gallring.

⁸⁵ Brunberg, T. 1997. Underlag för produktionsnorm för engreppsskördare i gallring. Skogforsk. Redogörelse 8-1997.

⁸⁶ Eliasson, L. 1998. Analyses of single-grip harvester productivity. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae. Silvestria*, 80, SLU.

⁸⁷ Persson, H. A. 1992. Tvågreppsskördare vid avverkning i alternativa skötselmodeller. SLU, inst. för skogsteknik. *Uppsatser och Resultat* 240, 19 s.

⁸⁸ Fjeld, D. 1994. Time consumption for selection and patch cutting with a one-grip harvester. Norwegian Forest Research Institute, Ås. *Communications of Skogforsk* 47.4, 27 s.

⁸⁹ Dale, Ö. & Stam, J. 1994. Grunnlagsdata for kostnadsanalyse av alternative hogstformer. Norsk institutt for skogforskning (NISK), Institutt for skogfag NLH, Ås. *Rapport fra skogforsk* 7, 37 s.

⁹⁰ Fjeld, D. 1994. Time consumption for selection and patch cutting with a one-grip harvester. Norwegian Forest Research Institute, Ås. *Communications of Skogforsk* 47.4, 27 s.

⁹¹ Suadicani, K. & Fjeld, D. 2001. Single-tree and group selection in montane Norway spruce stands: Factors influencing operational efficiency. *Scandinavian Journal of Forest Research* 16(1), 79-87.

⁹² Brunberg, T. 2004. Underlag till produktionsnormer för skotare. Skogforsk, Uppsala. Redogörelse 3-2004.

Skador på kvarvarande bestånd

Småträden har en avgörande roll vid blådningsbruk, då dessa på sikt ska ersätta de större träden. Det gör att man inte kan acceptera omfattande skador på de inväxande träden. Hittills finns det få studier av hur helmekaniserad blådning påverkar plantor och mindre träd (figur B21).

I en blådningsstudie i Gäddede i nordvästra Jämtland skadades 2-15 procent av småträden (höjd mer än 0,5 m och brösthöjdsdiameter mindre än 6 cm) mellan stickvägarna av avverkningen.⁹³ Studien visar att skadenivåerna ökar exponentiellt med uttagsstyrkan – med uttag på högst 25% av virkesförrådet skadades mindre än 6% av plantor och små träd mellan stickvägarna.

I två norska studier fick man högre skadefrekvens, vilket sannolikt kan förklaras av större virkesförråd före avverkning och att man avverkade en betydligt större andel av virkesförrådet.⁹⁴

Vid normal gallring har väldigt varierande skadenivåer noterats, det generella målet vid gallring är att mindre än 5 procent av de kvarstående gagnvirkesträden skall vara skadade.⁹⁵ Skadorna orsakas ej enbart av skördaren; skotaren kan mer än fördubbla skadorna om föraren ej är försiktig.⁹⁶

Sammantaget visar studierna att skadenivåerna bör kunna bli acceptabla vid de avverkningsstyrkor som är aktuella vid blådning. Maskinförarna har också en stor påverkan på skadenivåerna och studier visar att högproduktiva skördarförare ofta har lägre skadenivåer än förare som presterar mindre.⁹⁷ Körskickligheten är alltså gynnsam från både ett produktivets- och ett skadeperspektiv.



Figur B21 Helmekaniserad volymbådnings på hög bonitet i Jämtland. Avverkning 30% av virkesförrådet. Volym efter 15 år ca 260 m³sk per ha. Foto Sebastian Kirppu.

⁹³ Hagström, S. 1994. En studie av avverkningsskador på inväxningsbeståndet vid blådning. Institutionen för skogsteknik, SLU, Garpenberg. *Studentuppsatser* 2, 16 s.

⁹⁴ Fjeld, D. & Granhus, A. 1998. Injuries after selection harvesting in multi-storied stands - the influence of operating system and harvest intensity. *Journal of Forest Engineering* 9(2), 33-40.

⁹⁵ Fröding, A. 1992. *Gallringsskador - nuläge och förändringar sedan början av 1980-talet*. SLU, inst. för skogsteknik. 45 s.

⁹⁶ Lageson, H. 1996. Thinning from Below or Above? Implications on operational efficiency and residual stand. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae, Silvestria* 14.

⁹⁷ Sirén, M. 2001. Tree damage in single-grip harvester thinning operations. *Journal of Forest Engineering* 12(1), 29-38.

Vinter- eller sommaravverkning

Vinterförhållanden ger både positiva och negativa effekter på skadenivåerna på småträden. De minsta träden får ett visst skydd av snötäcket vilket minskar skadorna på dessa. För de träd som sticker upp så ökar kölden trädens känslighet för påfällning och böjning.⁹⁸ Känsligheten för böjning ökar med trädstorlek och sjunkande temperatur⁹⁹ vilket talar emot vinteravverkning då det är riktigt kallt, även om snötäcket utgör ett skydd för de minsta småträden.

Snön har å andra sidan den fördelen att den minskar risken för markskador i stickvägarna, vilket är extra viktigt vid blädning eftersom man där har permanenta stickvägar.

Blädning och drivningsplanering

Drivningsplanering är av stor betydelse för skogsskötsel när man bedriver blädningsbruk. De skogsbestånd som är lämpliga för blädning är ofta små till storleken. Det beror i huvudsak på att den övervägande delen av Sveriges skogar domineras av trädslag som är olämpliga för blädning, eller har behandlats med åtgärder som gör dem olämpliga för blädning, exempelvis lågallring och slutavverkning.

Dagens maskinsystem är kostsamma och prestationskraven är därför höga. Att flytta maskiner till en trakt enbart för att bläda ett mindre område är dyrt. Blädningar kommer därför ofta utföras när de kan samordnas med andra avverkningar i närheten av blädningsobjektet. Detta kan i vissa fall påverka blädningsintervallens längd.

Det är inte möjligt att fastställa generella minsta beståndsstorlekar eller volymer som gör det lönsamt att flytta maskiner till ett bestånd. Olika maskiner kostar olika, och ställer därför olika ekonomiska krav. Vidare beror detta också på hur markägare prioriterar åtgärder. I till exempel tätortsnära miljöer kan det vara andra värden än virkesvärdet som bestämmer prioritet.

⁹⁸ Fjeld, D. & Granhus, A. 1998. Injuries after selection harvesting in multi-storied stands - the influence of operating system and harvest intensity. *Journal of Forest Engineering* 9(2), 33-40.

⁹⁹ Eliasson, L., Lageson, H. & Valinger, E. 2003. Influence of sapling height and temperature on damage to advance regeneration. *Forest Ecology and Management* 175, 217-222.

Blädningsbruk kontra trakthyggesbruk

Det mesta talar för att produktionen blir högre om man sköter skogen med trakthyggesbruk än med blädningsbruk, under förutsättning att man utnyttjar de möjligheter som trakthyggesbruket ger.

Virkesproduktion

Att jämföra den långsiktiga virkesproduktionen mellan två skogsskötselssystem är svårt. Man kan i princip göra på tre sätt:

- jämföra *observerad produktion* med något slags maximal nivå, det vill säga det vi till vardags kallar bonitet
- anlägga *fältförsök* som följs under lång tid
- prognosticera med produktionsmodeller

Observerad produktion

Det första alternativet kräver att det går att fastställa markens bonitet, det vill säga en maximal nivå för vad som går att producera på en given mark.

En central fråga är då om den löpande, årliga volymtillväxten i en skog skött med blädningsbruk tillfälligt kan överskrida denna bonitet eller ej.

Om svaret är ”nej” så kan de tillväxtförluster som blir resultatet av en alltför kraftig sänkning av beståndets volym inte kompenseras genom högre tillväxt i framtiden. Blädningsbruk kommer då i praktiken alltid att ge lägre tillväxt än trakthyggesbruk på lång sikt.

Om svaret däremot är ”ja” så bör det, åtminstone teoretiskt, vara möjligt att nå en långsiktig medeltillväxt som överstiger trakthyggesbrukets bonitet.

Genomgående för de studier som gjorts är att de tyder på att det finns ett övre tak för den löpande tillväxten i fullskiktad granskog.^{100 101 102 103 104 105}

Det mesta i dessa studier tyder på att detta tak ligger nära den uppskattade boniteten, skattad från ståndortsindex som skattats med ståndorsfaktorer. Numera är det dock klarlagt att detta boniteringssystem systematiskt underskattar ståndortsindex med några meter. Slutsatsen blir därför att virkesproduktionen vid blädningsbruk på lång sikt sannolikt blir lägre än vid trakthyggesbruk.

¹⁰⁰ Chrimes, D. 2004. Stand Development and Regeneration Dynamics of Managed Uneven-aged *Picea abies* Forests in Boreal Sweden. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Silvicultura* 304, SLU.

¹⁰¹ Lundqvist, L. 1989. Volume increment on experimental plots managed with single-tree selection. I: *Blädning i granskog - strukturförändringar, volymtillväxt, inväxning och förnygring på försöksytor skötta med stamvis blädning*. Avhandling. SLU, inst. för skogsskötsel.

¹⁰² Andreassen, K. 1994. Utvikling og produksjon i blødningsskog. *Meddelelse fra Skogforsk* 47, 1-37.

¹⁰³ Lähde, E., Eskelinen, T. & Vaananen, A. 2002. Growth and Diversity Effects of Silvicultural Alternatives on an Old-growth Forest in Finland. *Forestry* 75, 395-400.

¹⁰⁴ Sarvas R. 1944. Tukkipuun harsintojen vaikutus etelä-Suomen yksityismetsiin. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 33.

¹⁰⁵ Öyen, B.H. & Nilsen, P. 2002. Growth Effects after Mountain Forest Selective Cutting in Southeast Norway. *Forestry* 75(4), 401-410.

Fältförsök

Jämförande fältförsök är i princip uteslutet, eftersom det förutsätter att man kan driva båda systemen optimalt under närmare ett sekel på jämförbar mark och med flera upprepningar.

I Sverige finns ett sådant försök anlagt 1925 på Siljansfors försökspark i Dalarna. Behandlingarna har inte varit optimala och några av ytorna har dessutom drabbats av omfattande vindskador. År 2008 togs därför beslut om att starta om försöket.

Preliminära resultat från de första dryga 80 åren visar dels att en sänkning av virkesförrådet vid blådningsbruk sänker tillväxten och detta tar lång tid att reparera, och dels att det går att upprätthålla en tillväxt på den blådade ytan som ligger ungefär i nivå med vad trakthyggesytorna har givit. Då ska man samtidigt komma ihåg att trakthyggesytorna drabbats av skador och att förnyringen inte gjordes med dagens teknik och förädlade plantmaterial.

Produktionsmodeller

När det gäller jämförelser med hjälp av produktionsmodeller så har man nyligen visat att produktionen för trakthyggesbruk med start från kalmare är jämförbar med produktionen för blådningsbruk med start från existerande bestånd.¹⁰⁶ Om hänsyn även här tas till ståndortsindexkorrigering så blir produktionen för trakthyggesbruk med plantering högre än vid blådningsbruk.¹⁰⁷ Frågan är dock om befintliga modeller verkligen klarar av att modellera så vitt skilda skogstillstånd och beståndsstrukturer med tillräckligt stor precision.

Högre produktion vid trakthyggesbruk

Sammanfattat kan man säga att även om det finns svagheter i de jämförelser som hittills gjorts så antyder de ändå att den teoretiskt långsiktiga produktionen vid trakthyggesbruk är högre än vid blådningsbruk och att skillnaden skulle vara i storleksordningen 10-20 procent.

Frågan kompliceras dock av att virkesproduktionen i en praktiskt skött skog påverkas av många olika faktorer, inte bara vilket skogsskötselsystem den sköts med. Produktionen kan sänkas av för hårda gallringar i båda systemen och av skador.

När det gäller trakthyggesbruket så förutsätter produktionsjämförelserna dessutom att bestånden får växa till dess att medeltillväxten kulminerar. I dagens skogsbruk slutavverkar man många gånger betydligt tidigare och förlorar därmed tillväxt. Om man slutavverkar vid lägsta tillåtna ålder för slutavverkning förlorar man ca 15-20 procent av den möjliga produktionen.¹⁰⁸ Å andra sidan kan man höja produktionen i trakthyggesbruket med åtgärder som gödsling och förädlad förnyingsmaterial.

Eftersom man vid blådningsbruk är hänvisad till gran som enda trädslag, så kommer blådningsbruk dessutom ge lägre produktion på marker där man med trakthyggesbruk kan välja trädslag som ger en högre produktion.

¹⁰⁶ Cedergren, J. 2008. Kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk. *Meddelande* 2008:1. Skogsstyrelsen.

¹⁰⁷ Elfving, B. & Nyström, K. 1996. Yield Capacity of Planted *Picea abies* in Northern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 11, 38-49.

¹⁰⁸ Se Skogsskötselserien nr 1, *Skogsskötselns grunder och samband*.

Å andra sidan kan föryngringsproblem göra att föryngringstiden förlängs, vilket leder till sänkt medelproduktion. I svårföryngrade områden kan därför blådningsbruk i praktiken ge en högre virkesproduktion därför att systemet är biologiskt robustare.

Förutsättningarna viktigare än teoretiska jämförelser

Sammantaget talar alltså det mesta för att produktionen blir högre om man sköter skogen med trakthyggesbruk än med blådningsbruk, under förutsättning att man utnyttjar de möjligheter som trakthyggesbruket ger. På många sätt är dock en teoretisk jämförelse av de två skogsskötselsystemen helt irrelevant ur praktisk synpunkt.

I 1992 års skogspolitiska utredning gjordes ett försök att kvantifiera mängden blådningsbar, fullskiktad granskog. Man bedömde då att det fanns knappt 1 miljon hektar fullskiktad granskog som teoretiskt skulle kunna blädas, huvuddelen i Norrland. Det innebär omvänt att mer än 95 procent av den produktiva skogsmarken idag är bevuxen med skog som *inte* går att bläda, därför att skogen är enskiktad och/eller domineras av annat trädslag än gran. Skog som sköts med trakthyggesbruk går inte att bläda.

Beslut om hur den återstående andelen blådningsbar skog ska brukas, kommer förmodligen oftast att fattas på andra grunder än rent produktionsmässiga. Det kan handla om allt från oro för föryngringsproblem till rent estetiska hänsyn, att man som markägare vill ha kvar en bit fullskiktad granskog.

Ekonomi

Ekonomiska jämförelser mellan blådningsbruk och trakthyggesbruk är svåra att göra på ett meningsfullt sätt. Utfallet styrs helt och hållet av de faktiska förutsättningarna för varje skogsägare. Det finns dock några punkter som är viktiga att beakta. Samtliga punkter hänger ihop med varandra.

- Årsytans storlek
- Totalt avverkad volym
- Medelvolym på avverkade träd
- Skogsvårdskostnader

Årsytan

Årsytan är den andel av fastigheten som varje år ska behandlas, om man vill ha ett någorlunda jämnt virkesflöde.

Inom trakthyggesbruket beräknas årsytan som den totala arealen dividerad med den genomsnittliga omloppstiden.

Inom blådningsbruket beräknas årsytan som den totala arealen dividerad med det genomsnittliga intervallet mellan två blädningar.

Vid en ekonomisk jämförelse bör man därför inte jämföra utfallet per hektar utan det årliga utfallet per årsyta. Inom trakthyggesbruket får man då en årsyta av varje ingående åtgärd, som markberedning, plantering, röjningar, gallringar och slutavverkning, medan man inom blådningsbruket får en årsyta blädning.

Eftersom man vid blådningsbruk har intervaller kring 10-20 år och i trakt-hyggesbruket har omloppstider kring 60-90 år så blir årsytan vid blådningsbruk 4-5 gånger större än vid trakthyggesbruk. Men eftersom man vid trakt-hyggesbruk har minst 4-5 olika åtgärder så blir den totala areal som behandlas varje år ungefär lika stor i de två systemen.

Totalt avverkad volym

Den totalt avverkade volymen styrs av den totala produktionsnivån, där den högsta produktionen fås då ett bestånd avverkas vid medeltillväxtens kulmination. En kortare omloppstid i trakthyggesbruket ger, som tidigare nämnts, en lägre medeltillväxt och därmed en mindre volym att avverka per hektar. Årsytan blir samtidigt större, det vill säga för att få ut samma totala volym virke måste man årligen avverka en större areal. Detta gör att avverkningskostnaderna blir högre per år. Ett lite längre intervall i blådningsbruk ger en något lägre tillväxt men samtidigt en mindre areal för att få ut samma mängd virke, och alltså en lägre avverkningskostnad.

Medelvolym

Medelvolymen på de avverkade träden är normalt sett 0,5-1 m³sk per träd vid blådningsbruk. Vid trakthyggesbruk är medelvolymen i genomsnitt under 0,2-0,4 m³sk per träd, inräknat allt det virke som avverkas vid både gallringar och slutavverkning.

Skogsvårdskostnaderna

Skogsvårdskostnaderna vid trakthyggesbruk är direkt proportionella mot årsytan i trakthyggesbruk, medan man vid blådningsbruk inte har några skogsvårdskostnader överhuvudtaget.

Det har hittills inte gjorts några ekonomiska analyser av blådningsbruk kontra trakthyggesbruk i Sverige som tar hänsyn till ovanstående. Det finns däremot studier där man räknat på enskilda bestånd och dessa studier kommer oftast fram till att blådningsbruk ger 15-25 procent lägre nuvärde.^{109 110} För en enskild skogsägare handlar det dock sällan om att välja att bruka hela fastigheten med endera av de två systemen, utan snarare att tillämpa respektive system på rätt del av fastigheten.

Naturvärden

Kunskapsläget i stort

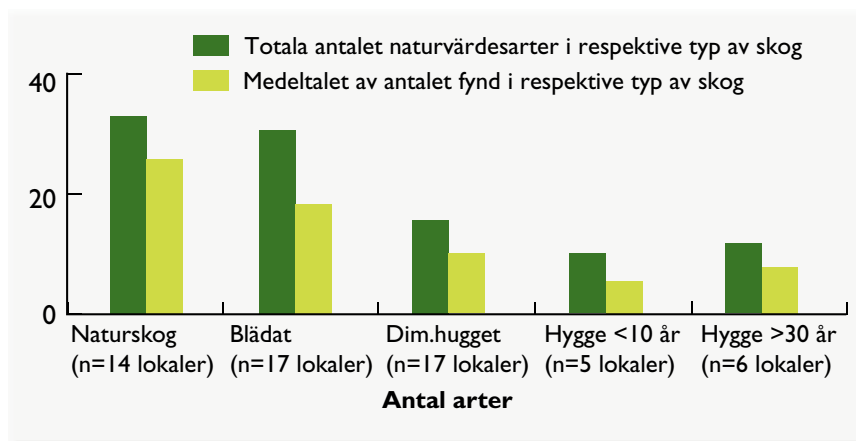
Vid blådningsbruk bär marken hela tiden ett relativt tätt bestånd av granskog. Blådningsbruk kan därför i sig antas vara mer gynnsamt än trakthyggesbruk för vissa marksvampar, skogsmesar, vissa kärlväxter och mossor, samt i viss mån även för hänglavar och barklevande lavar (figur B22).

¹⁰⁹ Wikström, P. 2000. Solving stand-level planning problems that involve multiple criteria and a single-tree growth model. SLU. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae. Silvestria*, 167.

¹¹⁰ Elfving, B., Brunberg, T. & Karlsson, B. 2006. Granskogsbruk med och utan kalhyggen - produktion och ekonomi. I: Karlsson, B. (redaktör), Trakthyggesbruk och kontinuitetsskogsbruk med gran, en jämförande studie. *Redogörelse* nr 5-2006, SkogForsk, Uppsala.

Däremot bedöms inte arter knutna till död ved eller gamla träd gynnas, eftersom de största träden successivt skördas och mängden död ved som skapas inte är högre än vid trakthyggesbruk. För att gynna sådana arter måste man ta naturvårdshänsyn även inom ramen för blådningsbruk.

Blådningsbruk i granskog bedöms dock generellt sett vara mer gynnsamt för den biologiska mångfalden än trakthyggesbruk.



Figur B22 Det sammanlagda antalet funna naturvärdesarter i respektive typ av skog (grön stapel) och medeltalet av antalet fynd av naturvärdesarter i dessa skogar (gul stapel). Med naturvärdesarter avses rödlistade arter samt signalarter av lavar och vedlevande svampar. De undersökta skogarna är naturskog, skog som blådats en eller ett fåtal gånger, tidigare dimensionsavverkad skog samt ungskog uppkommen efter avverkning för mindre än 10 år sedan eller för mer än 30 år sedan. Baserad på en fältinventering i mellersta och södra Norrland av 65 provytor. Källa: Kirppu & Dahlberg.¹¹¹

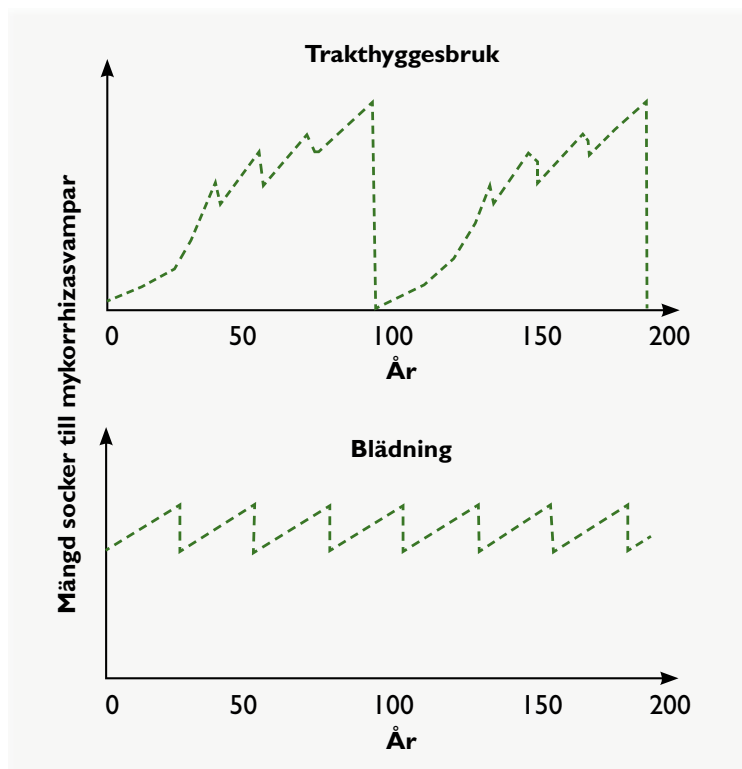
Svampar

Marksvampar och i synnerhet *mykorrhizasvampar* är förmodligen den grupp arter som skulle gynnas mest av blådningsbruk i jämförelse med trakthyggesbruk.¹¹²

Mykorrhizasvamparnas symbios med träd bygger på att svamparna får sin energi i form av assimilater från fotosyntesen från rötterna. Mängden mykorrhizasvamp beror direkt på hur många träd det finns och hur stor deras sammanlagda fotosyntes är. Avverkas 95 procent av träden i ett bestånd försvinner samtidigt 95 procent av mykorrhizasvamparnas livsförutsättningar. En slutavverkning medför därför att den helt övervägande mängden och merparten av arterna försvinner. Med blådningsbruk upphör inte förutsättningarna för mykorrhizasvampar i beståndet, utan de etablerade mycelen kan fortleva och också etableras på nyetablerade plantors rötter (figur B23).

¹¹¹ Kirppu, S. & Dahlberg, A. *Naturvärdesinventering i blådade skogar*. Rapport, Skogsstyrelsen. Manuskript.

¹¹² Dahlberg, A. SLU, inst. för skoglig mykologi och patologi. Manuskript



Figur B23 Förutsättningarna för mykorrhizasvampar att kontinuerligt finnas vid trakthyggesbruk och vid blådning skiljer sig markant åt. Vid varje blådningsstillfälle reduceras förutsättningarna i förhållande till uttagen volym, cirka 30 procent. Därmed finns goda förutsättningar för merparten av mykorrhizasvamparnas mycel, inklusive mer ovanliga och svårspredda arter att fortleva. På samma sätt förbättras förutsättningarna för mykorrhizasvampar vid trakthyggesbruk med förstärkt naturhänsyn och fröträd eller skärmställning.

Mykorrhizasvamparnas marklevande mycel är långlivade och bedöms kunna bli mycket gamla, som regel många decennier och potentiellt hundratals år. De flesta mykorrhizasvampar har förmodligen utvecklats under skogsförhållanden där behovet av att effektivt kunna spridas och nyetableras var lågt eftersom skogsområden sällan var trädlösa.¹¹³ Naturliga skogsbränder var oftast lågintensiva med många överlevande träd och på samma sätt var effekterna av stormfällningar eller insektsangrepp ofta lokala och inte 100-procentiga.

Det stora flertalet signalarter och rödlistade mykorrhizasvampar uppträder karaktäristiskt med få mycel och få individer, per skogsområde. Många av arterna var förmodligen ofta naturligt sällsynta i naturskogstillståndet, men kunde genom potentiellt långlivade mycel och lång trädkontinuitet fortleva i landskapet.

¹¹³ Dahlberg, A. 2001. Community Ecology of Ectomycorrhizal Fungi: an Advancing Interdisciplinary Field. *New Phytologist* 150, 555–562.

Lavar

En annan grupp arter som kan gynnas av blådningsbruk är hänglavar och lavar knutna till grov bark.¹¹⁴

Hänglavar sprids främst genom fragmentering. De har i och för sig ofta inga svårigheter att etablera sig i uppväxande skog, men är starkt spridningsbegränsade eftersom de är beroende av att kunna spridas in från äldre skogar med hänglav. Beräkningar visar att spridning normalt inte sker mycket längre än cirka 100 m under en omloppstid.¹¹⁵ Det är till och med så att blådningsbruk skulle kunna skapa gynnsammare förutsättningar genom att öka solinstrålningen samtidigt som de kvarvarande träden med hänglavar inte blir vindexponerade.

Lavar knutna till granbark kan också gynnas av blådningsbruk genom gynnsamt mikroklimat, speciellt om man har förstärkt naturhänsyn för grova äldre träd.

Övrig flora

Kärlväxter är förhållandevis tåliga, ofta lätta att hitta och avgränsa i fält. Blådningsbruk med väl planerad förstärkt hänsyn, bör ge likartade förutsättningar för kärlväxterna som under naturskogsförhållanden.

Blådningsbruk bedöms vara än mer positivt för mossor eftersom de är mer känsliga för uttorkning. Rödlistade mossor liksom signalartsmossor klarar sig oftast inte på hyggen med generell hänsyn och klarar sig dåligt även vid förstärkt hänsyn.

Fauna

Fåglar är rörliga och förflyttar sig över förhållandevis stora områden för att finna lämpliga miljöer och är därför mindre beroende av enstaka bestånd. Fullskiktade bestånd ger dock påtagligt förbättrade förutsättningar för häckningar och födosök för bland annat skogsmesar och exempelvis lavskrika.

Det finns omkring 1 200 skalbaggsarter i svensk skogsmark och precis som för andra artgrupper har de olika arter olika krav på livsmiljön.

De rödlistade skogslevande skalbaggsarterna är i första hand knutna till grova dimensioner av död ved och i sena nedbrytningsstadier samt till trädsvampar på döda eller döende träd. För att blådningsbruk ska gynna dessa arter krävs att man aktivt skapar förutsättningar för grova granar som tillåts dö och ligga kvar i skogen.

Rennäring och blådningsbruk

Skogen är en viktig resurs även för rennäringen och en förutsättning för att den ska kunna bedrivas. Rennäring och skogsbruk bedrivs därmed inom samma områden. Skogsbruket ändrar förutsättningarna för rennäringen genom att viktiga betesområden avverkas och markbereds samt att ungskogar växer upp. Särskilt gäller det vid avverkning av hänglavskogar, när skador uppstår på markbete samt genom försämrade snöförhållanden på grund av kalhyggen (figur B24).

¹¹⁴ Johansson P. *Störningskänslighet hos lavar i barrskogar*. Rapport, Skogsstyrelsen. Manuskript.

¹¹⁵ Dettki, H., Klintberg, P. & Esseen, P.A. 2000. Are Epiphytic Lichens in Young Forests Limited by Local Dispersal? *Ecoscience* 7(3), 317-325.

För rennäringsen kan blådningsbruk vara positivt som alternativ till trakthyggesbruk i granskogar med hänglavar. Lavarna har då bättre möjligheter att finnas kvar i ett skogsområde. Blådningsbruk kan rentav gynna förekomsten av hänglavar genom ökad solinstrålning efter avverkningen.



Figur B24 Hänglavar i maskinellt volymblådd skog i Jämtland, 16 år efter avverkningen. Foto Sebastian Kirppu.

Skogsbruksfilosofier och övriga avverkningsformer

Skogsbruksfilosofier är moraliska eller filosofiska riktlinjer för hur skogsbruk bör bedrivas. Exploaterande avverkningar tar ingen hänsyn till långsiktiga effekter på beståndet.

Utöver de avverkningsåtgärder som ryms inom ramen för organiserad, planerad, systematisk skogsskötsel finns det avverkningsåtgärder som närmast kan kallas exploaterande. Syftet med sådana avverkningar är i första hand att utvinna de lönsamma delarna av beståndet, utan att ta hänsyn till avverkningens effekter på beståndets långsiktiga virkesproduktion. Exempel på exploaterande avverkningar är *dimensionshuggning* och *fjällskogshuggning*.

En annan grupp avverkningar hör till idéer som enklast skulle kunna sammanfattas under begreppet ”skogsbruksfilosofier”, det vill säga någon form av grundläggande moraliska eller filosofiska riktlinjer för hur skogsbruk bör bedrivas. Exempel på sådana filosofier är *Continuous Cover Forestry (CCF)*, *Pro Silva*, *New Forestry* och *naturskultur*.

Dimensionshuggning

Dimensionshuggning innebär att man avverkar alla träd som är grövre än en given minsta diameter, oavsett trädens utseende eller placering i beståndet. Denna minsta givna diameter är normalt sett anpassad till virkesmarknadens krav men kan också sättas med viss hänsyn till skydd mot överavverkning.

Fram till 1945-1950 var dimensionshuggning vanligt i norra Sverige. Dimensionsgränserna varierade, men sjönk gradvis och var som lägst ca 15 cm i rotskären.¹¹⁶ Man avverkade inledningsvis nästan uteslutande tall. Beroende på hur utgångsbeståndet såg ut kunde resultatet bli kalt hygge, gles tallskog, relativt tät granskog, osv. Dimensionshuggning klassificeras därför som ett exploaterande ingrepp, eftersom man är mer fokuserad på att kunna ta ut en viss typ av virke än man är på att lämna ett växtligt bestånd efter sig. Framtida utveckling av restbeståndet kommer att vara mer beroende av slump än en genomtänkt plan.

Många av de avverkningssystem som använts när man inlett exploatering av naturskog runt om i världen är i realiteten en sorts dimensionshuggning.

Inom ramen för Skogsstyrelsens kontinuitetsskogsprojekt (2005-2008)¹¹⁷ gjordes en fallstudie av en sorts beståndsanpassad dimensionshuggning (inom projektet kallat måldiameterhuggning). Man fastställde då olika dimensionsgränser (lägsta slutavverkningsdiametrar) för olika trädslag utifrån en rad kriterier, till exempel önskad trädstorlek, gällande prislistor, virkeskvalitet, ingreppets åsyftade karaktär (styrka), och naturvårdshänsyn i det enskilda beståndet.

Ett av resultaten av fallstudien var att beståndsanpassad dimensionshuggning förutsätter mycket detaljerade beståndsdata för att resultera i ett utvecklingsbart bestånd efter avverkningen.

¹¹⁶ Holmgren, A. 1959. *Skogarna och deras vård i övre Norrland intill år 1930*. Domänstyrelsen, Stockholm, s 375-412.

¹¹⁷ Se: Cedergren, J. 2008. Kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk. *Meddelande* 2008:1. Skogsstyrelsen.

Fjällskogshuggning

Under lågkonjunkturen i slutet av 1960-talet införde dåvarande skogsvårdschefen vid SCA, Stig Hagner, en extensiv avverkningsform för bolagets fjällnära skogar. Den fick namnet *fjällskogshuggning* (figur B25).¹¹⁸ Under 1970-talet rekommenderades den emellanåt av skogsvårdsstyrelsen i Jämtland, men då under namnet *fjällskogsblädning*. Det är en avverkningsform, som mest liknar en lågskärm, där större delen av det gamla beståndet avverkas och bara mindre träd och all beståndsföryngring lämnas kvar. Efter avverkning är virkesförrådet oftast bara 20-40 m³sk per ha.

Tillväxten blir mycket låg, cirka 1 m³sk per ha och år under de första 20 åren, eftersom så litet virkesförråd lämnas¹¹⁹ och tillväxten återhämtar sig mycket långsamt när uttaget varit 50 procent eller mer.^{120 121} Det tar åtminstone 50-60 år för bestånden att komma upp till cirka 100 m³sk per ha och ”normal” produktion igen¹²², vilket gör att man förlorar minst 50 procent av produktionen under dessa 50-60 år.

Fjällskogshuggning ger en kontinuitet i trädsiktet vilket borde gynna arter som behöver en viss beskuggning och ett jämnt beståndsklimat. Arter knutna till gamla grova träd missgynnas dock, eftersom dessa träd avverkas.



Figur B25 Lucka, fortfarande kvar 40 år efter fjällskogshuggning på hög bonitet i Jämtland. Foto Sebastian Kirppu.

¹¹⁸ Lundqvist, L. 1984. Blädning och etappvis slutavverkning. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 6/84, 27-40.

¹¹⁹ Lundqvist, L. 2004. Stand development in uneven-aged sub-alpine *Picea abies* stands after partial harvest estimated from repeated surveys. *Forestry* 77, 119-129.

¹²⁰ Nilsen, P. 1988. Fjällskoghogst i granskog - gjenvekst og produksjon etter tidligere hogster. Rapport fra Norsk institutt for skogforskning.

¹²¹ , Lindman, J. 1984. Fjällskogblädning : tillväxtstudier i fyra bestånd. SLU, inst. för skogsskötsel. *Examensarbete i ämnet skogsskötsel*, 1984:5.

¹²² Lundqvist, L. 2004. Stand development in uneven-aged sub-alpine *Picea abies* stands after partial harvest estimated from repeated surveys. *Forestry* 77, 119-129.

Plockhuggning och genomhuggning

Det finns flera begrepp som använts genom åren för att beskriva avverkningar som innebär att man bara avverkar en del av träden i ett bestånd. Två av dessa är *plockhuggning* och *genomhuggning*. Vad skiljer dessa begrepp från gallring och blädning?

Begreppet gallring definieras som ”beståndsvårdande utglesning av skog med tillvaratagande av virke”.¹²³ Begreppet blädning definieras som ”en gallring där skogen efter avverkningen är fullskiktad”.

Det som skiljer plockhuggning och genomhuggning från gallring och blädning är de inledande orden i definitionen – ”beståndsvårdande utglesning”. Plock- och genomhuggning är alltså inte beståndsvårdande och ska därför betraktas som exploaterande ingrepp.

Begreppen förekommer ofta i äldre skoglig litteratur, skriven långt innan begreppen gallring och blädning hade definierats, men bör numera undvikas, eftersom de är diffusa och oprecisa.

Continuous Cover Forestry, Pro silva och New forestry

Grundfilosofin i *Continuous Cover Forestry* (CCF) bygger på antagandet att det i naturskog, opåverkad av skogsbruk, aldrig förekommer kalmare, utan att skogsmarken är ”kontinuerligt täckt med skog” i någon form. Begreppet är idag accepterat i stora delar av Europa som vägledande princip för hur skogsbruk bör bedrivas för att vara ekologiskt hållbart. Däremot är man inte alltid överens om hur begreppet ska tolkas.

Pro silva bygger på samma grundtanke, det vill säga att skogsbruket ska bedrivas så att man efterliknar naturskogens dynamik.

New forestry är en nordamerikansk variant av samma grundidé.

Naturkultur

Den grundläggande idén bakom *Naturkultur* är att det i äldre skog ibland finns undertryckta träd med potentiellt hög framtida kvalitet, om de tillåts växa vidare i flera decennier. Idén är att man ska prognosticera tillväxt och värdeutveckling för varje träd inom små grupper av träd som anses konkurrera om samma tillväxtresurser, vid olika kombinationer av avverkning av träd i gruppen. Man skördar sedan den kombination av träd som ger högsta framtida nuvärde för den kvarstående trädgruppen.¹²⁴ För att kompensera för gleshet i överbeståndet ska befintlig beståndsförnyring vid behov kompenseras med plantering.

Nuvärdeberäkningen baseras på en ränta som bestäms vid varje tillfälle av skogsägaren. Med en låg ränta avverkas få träd medan en hög ränta kan resultera i kalvhuggning.

Naturkultur förutsätter att man kan förutsäga hur alla enskilda träd i skogen kommer att växa i framtiden. Någon sådan prognosmodell finns inte, eftersom de enskilda trädens utveckling är så variabel att prognossäkerheten

¹²³ TNC 96 *Skogsordlistan*, Sveriges skogsvårdsförbund och Tekniska nomenklaturcentralen. 1994.

¹²⁴ Hagner, M., Lohmander, P. & Lundgren, M. 2001. Computer-aided choice of trees for felling. *Forest Ecology and Management* 151, 151-161.

blir mycket låg.¹²⁵ I marknadsföringen av Naturkultur ingår visserligen ett av Mats Hagner konstruerat dataprogram som beräknar trädens framtida värde, men programmet är konstruerat så att virkesproduktionen inte sänks av gallringar och att skogens framtida värde blir högre ju mer man avverkar. Båda antagandena är felaktiga och vilseledande.

Naturkultur har aldrig granskats vetenskapligt, men avverkningar som påminner om Naturkultur finns testat i en serie fältförsök, i huvudsak belägna i norra Sverige. Preliminära resultat visar att virkesförrådet efter avverkning varit i genomsnitt cirka 50 m³sk per ha i de två tätare försöksleden, att volymtillväxten varit i genomsnitt cirka 1 m³sk per ha och år under de 10-14 år som ytorna följts, och att inväxningen av nya småträd varit i genomsnitt cirka 6 st per ha och år.¹²⁶ Resultaten är något sämre än vad som tidigare uppmäts på ytor skötta med blädning och i bestånd som behandlats med fjällskogshuggning.

Kalhyggesfritt skogsbruk, kontinuitetsskogsbruk

I Sverige har nyligen begreppen kontinuitetsskogsbruk och kalhyggesfritt skogsbruk (i vardaglig kortform hyggesfritt) börjat användas som samlingsbegrepp för flera olika skötselåtgärder, -metoder och -system. Gemensamt för dem är att man aldrig lämnar marken kal. Problemet är att begreppen inkluderar både det mesta av trakthyggesbrukets åtgärder och metoder, exempelvis gallring och föryngring under skärm, och hela skogsskötselsystemet blådningsbruk. Vi får alltså en gränsdragning som skiljer ut åtgärden slutavverkning genom kalhuggning i den ena gruppen och alla andra skogsskötselåtgärder, -metoder och -system i den andra.

Inom trakthyggesbruket finns flera föryngringsmetoder som ofta hänförs till kalhyggesfritt skogsbruk – framförallt kanthuggning och luckhuggning – men dessa metoder innebär oftast att man gör små hyggen och de bör därmed egentligen inte betraktas som ”kalhyggesfria”. De praktiseras dessutom knappt alls idag och är mer att betrakta som kuriosa än som reella föryngringsalternativ.

Under första halvan av 1900-talet försökte man sköta delar av skogarna i Norrland med olika former av kalhyggesfria metoder, men resultatet blev ofta förödande ur både produktions- och föryngringssynpunkt.¹²⁷

¹²⁵ Hagner, M., Lohmander, P. & Lundgren, M. 2001. Computer-aided choice of trees for felling. *Forest Ecology and Management* 151, 151-161.

¹²⁶ Lundmark, T. & Wikberg, P.-E. 2008. Naturkultur. Utvecklingen i försöksserien de 10 första åren. *Rapport 23-2008*. Skogsstyrelsen.

¹²⁷ Hagner, S. 1999. *Forest management in temperate and boreal forests: current practices and the scope for implementing sustainable forest management*. Forestry Sector Outlook Studies – WBFPIRS/WP/03. FAO, Rome.

Litteratur

- Agestam, E., Ekö, P.-M. & Johansson, U. 1998. Timber quality and volume growth in naturally regenerated and planted Scots pine (*Pinus silvestris* L.) stands in S.W. Sweden. *Stud. For. Suec.* 204, 1-17.
- d'Alverny, A. 1904. L'aménagement des résineux en montagne. *Bulletin de la Société Forestière de Franche-Comté et Belfort* 7, 408-440, 465-489.
- Andreassen, K. 1994. Utvikling og produksjon i blådningskog. *Meddelelse fra Skogforsk* 47, 1-37.
- Ammon, W. 1951. *Das Plenterprinzip in der Waldwirtschaft - Folgerungen aus 40 Jahren schweizerischer Praxis*. Dritte verbesserte Auflage, Verlag Paul Haupt, Bern-Stuttgart.
- Anon. 1950. *Domänstyrelsens cirkulärskrivelse 1/50*. Kungliga Domänstyrelsen, Stockholm.
- Anon. 1978. *Levande skog - Naturvårdens synpunkter på skogsbruket*. Svenska Naturskyddsföreningen, Stockholm.
- Anon. 1992. *Skogspolitiken inför 2000-talet, Bilagor II*. Allmänna förlaget, Stockholm. 412 s.
- Arnborg, T. 1947. Föryngringsundersökningar i mellersta Norrland. *Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift*, s 247-293.
- Assmann, E. 1953. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* 124, s 175-177.
- Bailey, R.L. & Dell, T.R. 1973. Quantifying diameter distributions with the Weibull function. *Forest Science* 19, 97-104.
- Balsiger, R. 1914. *Der Plenterwald und seine Bedeutung für die Forstwirtschaft der Gegenwart*. Buchdruckerei Böhler & Co., Bern.
- Barth, A. 1929. Skjermforyngelsen i produksjonsøkonomisk belysning. *Acta Forestalia Fennica* 34, nr 15.
- Baur, G.N. 1964. *The Ecological Basis of Tropical Rainforest Management*. Forestry Commission New South Wales, Australia.
- Biolley, H.-E. 1920. *L'aménagement des forêts par la méthode expérimentale et spécialement la méthode du contrôle*. Attinger, Paris & Neuchâtel.
- Blennow, K. & Eriksson, H. 2006. Riskhantering i skogsbruket, *Rapport* nr 14-2006. Skogsstyrelsen, Jönköping. 51 s.
- Brunberg, T. 1988. Underlag för prestationsnormer för skördare i slutavverkning. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Kista. *Redogörelse* 4-1988.
- Brunberg, T. 1995. Underlag för produktionsnorm för stora engreppsskördare i slutavverkning. Skogforsk. *Redogörelse* 7-1995.
- Brunberg, T. 1997. Underlag för produktionsnorm för engreppsskördare i gallring. Skogforsk. *Redogörelse* 8-1997.
- Brunberg, T. 2004. Underlag till produktionsnormer för skotare. Skogforsk, Uppsala. *Redogörelse* 3-2004.
- Brunberg, T., Thelin, A. & Westerling, S. 1989. Underlag för prestationsnormer för engreppsskördare i gallring. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Kista. *Redogörelse* 3-1989.
- Bøhmer, J.G. 1957. Blådningskog II. *Tidsskrift for skogbruk* 65.
- Cedergren, J. 2008. Kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk. *Meddelande* 2008:1. Skogsstyrelsen.
- Chrimes, D. 2004. Stand Development and Regeneration Dynamics of Managed Uneven-aged *Picea abies* Forests in Boreal Sweden. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Silvicultura* 304, SLU.
- Chrimes, D. & Lundqvist, L. 2004. Simulated volume increment of managed uneven-aged *Picea abies* stands in central Sweden. I: Stand Development and Regeneration Dynamics of Managed Uneven-aged *Picea abies* Forests in Boreal Sweden. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae, Silvicultura* 304, SLU.
- Crow, T.R., Jacobs, R.D., Oberg, R.R. & Tubbs, C.H. 1981. Stocking and structure for maximum growth in sugar maple selection stands. USDA Forest service, *Research paper* NC-199.
- Dahlberg, A. 2001. Community Ecology of Ectomycorrhizal Fungi: an Advancing Interdisciplinary Field. *New Phytologist* 150, 555-562.
- Dale, Ö. & Stam, J. 1994. Grunnlagsdata for kostnadsanalyse av alternative hogstformer. Norsk institutt for skogforskning (NISK), Institutt for skogfag NLH, Ås. *Rapport fra skogforsk* 7, 37 s.

- Dannecker, K. 1929. *Der Plenterwald einst und jetzt*. Verlagsbuchhandlung von Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Dettki, H., Klintberg, P. & Esseen, P.A. 2000. Are Epiphytic Lichens in Young Forests Limited by Local Dispersal? *Ecoscience* 7(3), 317-325.
- Eliasson, L. 1998. Analyses of single-grip harvester productivity. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae. Silvestria*, 80, SLU.
- Eliasson, L., Lageson, H. & Valinger, E. 2003. Influence of sapling height and temperature on damage to advance regeneration. *Forest Ecology and Management* 175, 217-222.
- Elfving, B., Brunberg, T. & Karlsson, B. 2006. Granskogsbruk med och utan kalhyggen - produktion och ekonomi. I: Karlsson, B. (redaktör), Trakthyggesbruk och kontinuitets-skogsbruk med gran, en jämförande studie. *Redogörelse* nr 5-2006, SkogForsk, Uppsala.
- Elfving, B. & Nyström, K. 1996. Yield Capacity of Planted *Picea abies* in Northern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 11, 38-49.
- Eyre, F.H. & Zilgitt, W.M. 1953. Partial cuttings in northern hardwoods of the Lake States. Twenty-year experimental results. *USDA Technical Bulletin* 1076.
- Fjeld, D. 1994. Time consumption for selection and patch cutting with a one-grip harvester. Norwegian Forest Research Institute, Ås. *Communications of Skogforsk* 47.4, 27 s.
- Fjeld, D. & Granhus, A. 1998. Injuries after selection harvesting in multi-storied stands - the influence of operating system and harvest intensity. *Journal of Forest Engineering* 9(2), 33-40.
- Flury, P. 1929. Über den Aufbau des Plenterwaldes. *Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt für den Forstliche Versuchswesen* 15, 303-358.
- Flury, P. 1933. Über den Wachstumsverhältnisse des Plenterwaldes. *Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt für den Forstliche Versuchswesen* 18, 55-151.
- Fridman, J. 2000. Conservation of forest in Sweden: a strategic ecological analysis. *Biological Conservation* 96(1), 95-103.
- Fröding, A. 1992. *Gallringsskador - nuläge och förändringar sedan början av 1980-talet*. SLU, inst. för skogsteknik. 45 s.
- Gingras, J.-F. 1990. Harvesting methods favouring the protection of advance regeneration: Quebec experience. Forest Engineering Research Institute of Canada, Pointe-Clarie. *Technical Note* TN-144, 8 s.
- Glöde, D. & Sikström, U. 2001. Two felling methods in final cutting of shelterwood, single-grip harvester productivity and damage to the regeneration. *Silva Fennica* 35(1), 71-83.
- Granhus, A. & Fjeld, D. 2001. Spatial distribution of injuries to Norway spruce advance growth after selection harvesting. *Can. J. For. Res.* 31(11), 1903-1911.
- Gurnaud, A. 1878. *Cahier d'aménagement pour l'application de la méthode par contenance exposée sur la forêt des Éperons*. Exposition universelle de 1878, à Paris.
- Hagner, M. 1992. Naturkultur. Befriande gallring kombinerad med berikande plantering. *Skog & Forskning* 4/92.
- Hagner, M., Lohmander, P. & Lundgren, M. 2001. Computer-aided choice of trees for felling. *Forest Ecology and Management* 151, 151-161.
- Hagner, S. 1962. Naturlig förnygring under skärm. *Meddelanden från statens skogsforskningsinstitut* 52:4.
- Hagner, S. 1999. *Forest management in temperate and boreal forests: current practices and the scope for implementing sustainable forest management*. Forestry Sector Outlook Studies – WBFPIRS/WP/03. FAO, Rome.
- Hagström, S. 1994. En studie av avverkningskador på inväxningsbeståndet vid blådningsbruk. Institutionen för skogsteknik, SLU, Garpenberg. *Studentuppsatser* 2, 16 s.
- Hanewinkel, M. & Pretzsch, H. 2000. Modelling the conversion from even-aged to uneven-aged stands of Norway spruce (*Picea abies* L. Karst.) with a distance-dependent growth simulator. *Forest Ecology and Management* 134(1-3), 55-70.
- Hawkins, P.J. 1962. *European selection forests with special reference to methods of yield determination, in comparison with Callitris glauca (cypress pine) forests of southern Queensland*. Dissertation submitted for the Diploma in Forestry in the University of Oxford.
- Holgén, P. & Hånell, B. 1997. Skärmskogsbruk i Sverige - finns det några begränsningar. *Fakta Skog* Nr. 5, SLU, Umeå.
- Holmgren, A. 1959. *Skogarna och deras vård i övre Norrland intill år 1930*. Domänstyrelsen, Stockholm, s 375-412.

- Hufnagl, L. 1893. Der Plenterwald, sein Normalbild, Holzvorrath, Zuwachs und Ertrag. *Österreichische Vierteljahresschrift für Forstwesen* no. 9, 117-132.
- Johansson P. *Störningskänslighet hos lavar i barrskogar*. Rapport, Skogsstyrelsen. Manuskript.
- Jonkers, W.B.J. 1987. *Vegetation Structure, Logging Damage, and Silviculture in a Tropical Rain Forest in Suriname*. Agricultural University, Wageningen, the Netherlands.
- Juhlin Dannfelt, M. 1954. *Skogsskötsel - Lärokurs för statens skogsskolor*. Emil Kihlströms tryckeri AB, Stockholm.
- Kirppuu, S. & Dahlberg, A. *Naturvärdesinventering i blådade skogar*. Rapport, Skogsstyrelsen. Manuskript.
- Klang, F. 2000. Variation of Tree Properties Within Stands of *Picea Abies* and *Pinus sylvestris* at the Time of First Thinning. In: The Influence of Silvicultural Practices on Tree Properties in Norway spruce. *Acta Universitatis agriculturae Silvustria* 128.
- Kraft, A.D. 1892. Zur Regelung des Plänterwaldes. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* 46, 325-328.
- Lageson, H. 1996. Thinning from Below or Above? Implications on operational efficiency and residual stand. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae, Silvustria* 14.
- Leak, W.B. 1965. The J-shaped probability distribution. *Forest Science* 11, 405-409.
- Leak, W.B., Solomon, D.S. & Filip, S.M. 1969. A silvicultural guide for northern hardwoods in the northeast. *USDA Forest Service, Research paper* NE-143.
- Leemans, R. 1991. Canopy gaps and establishment patterns of spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in two old-growth coniferous forests in central Sweden. *Vegetatio* 93, 157-165.
- Leijonhufvud, W. 1921. Skogens förnygring. *Skogen*, 105-113.
- Lindman, J. 1984. Fjällskogblädning : tillväxtstudier i fyra bestånd. SLU, inst. för skogsskötsel. *Examensarbete i ämnet skogsskötsel*, 1984:5.
- Liocourt, F. de. 1898. De l'aménagement des sapinières. *Bulletin de la Société Forestière de Franche-Comté et Belfort* 6, 396-405.
- Lundmark, T. & Wikberg, P.-E. 2008. Naturkultur. Utvecklingen i försöksserien de 10 första åren. *Rapport* 23-2008. Skogsstyrelsen.
- Lundqvist, L. 1984. Blädning och etappvis slutavverkning. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 6/84, 27-40.
- Lundqvist, L. 1989. Volume increment on experimental plots managed with single-tree selection. I: *Blädning i granskog - strukturförändringar, volymtillväxt, inväxning och förnygring på försöksytor skötta med stamvis blädning*. Avhandling. SLU, inst. för skogsskötsel.
- Lundqvist L. 1991. Some notes on the regeneration on six permanent plots managed with single-tree selection. *Forest Ecology and Management* 46, 49-57.
- Lundqvist L. 1993. Changes in the stand structure on permanent plots managed with single-tree selection. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8, 510-517.
- Lundqvist, L. 1994a. Growth and competition in partially cut sub-alpine Norway spruce forests in northern Sweden. *Forest Ecology and Management* 65, 115-122.
- Lundqvist, L. 1994b. Beståndsförnygring i fjällnära granskog. SLU, inst. för skogsskötsel, *Arbetsrapporter* nr 80.
- Lundqvist, L. 1995. Simulation of sapling population dynamics in uneven-aged *Picea abies* forests. *Annals of Botany* 76, 371-380.
- Lundqvist, L. 2004. Stand development in uneven-aged sub-alpine *Picea abies* stands after partial harvest estimated from repeated surveys. *Forestry* 77, 119-129.
- Lundqvist, L. 2005. Blädningsskpendium. SLU, inst. för skogsskötsel, *Rapporter* nr. 61.
- Lundqvist, L. & Fridman, E. 1996. Influence of local stand basal area on density and growth of regeneration in uneven-aged *Picea abies* stands. *Scandinavian Journal of Forest Research* 11, 364-369.
- Lähde, E., Eskelinen, T. & Vaananen, A. 2002. Growth and Diversity Effects of Silvicultural Alternatives on an Old-growth Forest in Finland. *Forestry* 75, 395-400.
- Matthews, J.D. 1991. *Silvicultural Systems*. Oxford Science Publications, Oxford. 284 s.
- Meyer, H.A. 1933. Eine mathematisch-statistische Untersuchung über den Aufbau des Plenterwaldes. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 84, 33-46, 88-103, 124-131.
- Mitscherlich, G. 1952. Der Tannen-Fichten-(Buchen)-Plenterwald. *Schriftenreihe der Badischen Forstlichen Versuchsanstalt*, Freiburg im Breisgau, Heft 8.
- Mitscherlich, G. 1961. Untersuchungen in Plenterwäldern des Schwarzwaldes - Die Versuchsflächen Wolfach 3/II und Freudenstadt, Plenter wald 5. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* 132, heft 3 und 4.

- Morsing, M. 2001. *Simulating Selection System Management of European Beech (Fagus sylvatica L.)*. Avhandling, Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole (KVL).
- Murphy, P.A. 1980. Growth and yield of uneven-aged loblolly-shortleaf pine stands – a progress report. I: *Proceedings of the first biennial silvicultural research conference*. Barnett J.P. (redaktör), Atlanta Georgia Nov 6-7, 1980.
- Nilsen, P. 1988. Fjellskoghogst i granskog - gjenvekst og produksjon etter tidligere hogster. *Rapport fra Norsk institutt for skogforskning* 2/88.
- Nilson, K. 2001. Studies on single-tree selection from 1830 to 1949 – a review. I: Regeneration dynamics in uneven-aged Norway spruce forest with special emphasis on single-tree selection. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae, Silvestria* 209.
- Nilson, K. & L. Lundqvist. 2001. Effects of stand structure and density on development of natural regeneration in two Picea abies stands in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 16, 253-259.
- Näslund, M. 1942. Den gamla granskogens reaktionsförmåga efter genomhuggning. *Meddelande från statens skogsforsöksanstalt* 33, 1-212.
- Palmér, C.H. 2002. Nytänkande om blådnings: avverka bara skogens filéer. *Skogen* nr 1/02.
- Persson, H. A. 1992. Tvågreppsskördare vid avverkning i alternativa skötselmodeller. SLU, inst. för skogsteknik. *Uppsatser och Resultat* 240, 19 s.
- Petersson, S. 1997. *Diameterspridningens effekt på prestationen vid slutavverkning*. Modo Skog AB, skogstekniska avdelning., PM 4 s.
- Prodan, M. 1944. *Zuwachs- und Ertragsuntersuchungen im Plenterwald*. Dissertation. Albert Ludwigs-Universität zu Freiburg im Breisgau.
- Roach, B.A. 1974. What is selection cutting and how do you make it work? – What is group selection and where can it be used? Applied Forestry Research Institute, State University of New York, College of Environmental Science and Forestry, *Misc. Report* no. 5.
- Sarvas R. 1944. Tukkipuun harsintojen vaikutus etelä-Suomen yksityismetsiin. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 33.
- Schaeffer, A., A. Gazin & d'Alverny, A. 1930. *Sapinières: Le jardinage par contenance*. Presses Universitaires de France. Paris.
- Schütz, J-P. 1989. *Der Plenterbetrieb*. Unterlage zur Vorlesung Waldbau III, Fachbereich Waldbau, ETH, Zürich.
- Schöttle, R., Pfeil, C. & Kapahnke, F. 1998. Einsatz von Starkholz-Raupenharvestern in naturverjungten Altholzbeständen. *AFZ / Der Wald* 53(19), 981-984.
- Sikström, U. & Glöde, D. 2000. Damage to Picea abies regeneration after final cutting of Shelterwood with Single- and Double-grip Harvester Systems. *Scand. J. For. Res.* 15, 274-283.
- Sirén, M. 2001. Tree damage in single-grip harvester thinning operations. *Journal of Forest Engineering* 12(1), 29-38.
- Skogliga konsekvensanalyser, SKA03. 2004. *Rapport 2004:2*. Skogsstyrelsen.
- Skogsstyrelsen. 2002. Skogsvårdsorganisationens Utvärdering av Skogspolitikens effekter - SUS 2001. Huvudmeddelande. *Meddelande* 2002:1.
- Stoeßer, Dr. 1897. Zur Betriebseinrichtung und Ertragsregelung des Plenterwaldes. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*, 199-206.
- Suadicani, K. & Fjeld, D. 2001. Single-tree and group selection in montane Norway spruce stands: Factors influencing operational efficiency. *Scandinavian Journal of Forest Research* 16(1), 79-87.
- Söderström, V. 1978. *Ekonomisk skogsproduktion, Del 1: Naturliga och ekonomiska förutsättningar*. LTs förlag, Stockholm.
- TNC 96 *Skogsordlistan*, Sveriges skogsvårdsförbund och Tekniska nomenklaturcentralen. 1994.
- Wallmo, U. 1897. *Rationell skogsavverkning*. Stockholm.
- Wallmo, U. 1939a. Rationell skogsavverkning - ett försök att ytterligare sprida kunskap om vad med detta begrepp avses. *Skogen* nr 1, 8-13.
- Wallmo, U. 1939b. Stamvis eller gruppvis olikåldrig beståndsform. *Skogen* nr 6, 121-122.
- Wikström, P. 2000. Solving stand-level planning problems that involve multiple criteria and a single-tree growth model. SLU. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae, Silvestria*, 167.
- Öyen, B.H. & Nilsen, P. 2002. Growth Effects after Mountain Forest Selective Cutting in Southeast Norway. *Forestry* 75(4), 401-410.