RAPPORT
11 • 2012

Virkesproduktion och inväxning i skiktad skog efter höggallring

Lars Lundqvist

SKOGSSTYRELSEN

© Skogsstyrelsen oktober 2012

Författare
Lars Lundqvist
Författaren svarar för innehållet i Rapporten

Fotograf
© Martin Ahlström

Upplaga
Finns endast som pdf-fil för egen utskrift

ISSN 1100-0295
BEST NR 1850

Skogsstyrelsens böcker och broschyrer
551 83 Jönköping

Innehåll

Förord 1

Sammanfattning 2

Vad är skiktad skog? 4

Olika sätt att sköta skiktad skog 6

Virkesproduktion på beståndsnivå 8

Teoretisk bakgrund 8
Vetenskapliga studier 9

Föryngring och inväxning i heterogen skog 17

Teoretisk bakgrund 17
Vetenskapliga studier 18

Analys av några ”alternativa” modeller 20

Naturkultur 20
Naturnära skogsbruk 20
Lübeckmodellen 20
Måldiameterhuggning, dimensionshuggning 21
Hyggesfritt skogsbruk, kontinuitetsskogsbruk 21

Skogsvårdslagen och alternativa avverkningsformer 22

Sammanfattande slutsatser 24

Litteratur/källförteckning 26

Förord

Skogsstyrelsen har begärt att få en sammanställning av nuvarande kunskap inom området produktion och inväxning i skiktad skog under svenska förhållanden, framförallt i gles skiktad skog, samt en särskild genomgång av utvecklingen hos kompletteringsplanterade plantor av olika trädslag, satta i genomhuggen skog av olika täthet och under olika ståndortsförhållanden.

För att besvara ovanstående frågor har jag valt att redovisa studier som gjorts i Sverige, Norge och Finland, där man på ett eller annat sätt mätt den faktiska utvecklingen i skogen över längre tid. Studier som enbart bygger på simuleringar har därför exkluderats. För att sätta in det hela i ett sammanhang har jag valt att först redovisa olika sätt att sköta heterogen, skiktad skog. För att underlätta fortsatt debatt om olika sätt att bruka den svenska skogen har jag också beskrivit analyserat några av de begrepp som idag förekommer i debatten.

Umeå, oktober 2012

Lars Lundqvist

Framsidans foto: Demonstrationsyta med blädning ca 600 m.ö.h i fjällnära skog i närheten av Saxnäs, Västerbottens inland. Volym efter blädning ca 169 m^3sk/ha. Löpande volymtillväxt under de första 20 åren efter blädning ca 3 m^3sk/ha&år.

Sammanfattning

Skogens höjdskiktning beskrivs sen gammalt med beståndsformen. I samband med skogsskötsel brukar man bara urskilja tre huvudtyper och en samlingsform: enskiktad skog, där alla träd är ungefär lika höga och det finns ett tydligt krontak; tvåskiktad skog – där det finns två från varandra tydligt avgränsade höjdskikt, ett överbestånd och ett underbestånd, med varsitt krontak; fullskiktad skog – där träd av alla eller nästan alla höjder finns blandade med varandra, ett tydligt krontak saknas, och det finns fler små än stora träd; samt flerskiktad skog – ett samlingsnamn för skog som varken är en-, två- eller fullskiktad.

Skogsskötselsystem särskiljs enligt de beståndsformer de förutsätter/upprätthåller alternativt skapar. Än så länge finns bara två skogsskötselsystem beskrivna i litteraturen – trakthyggesbruk för skötsel av enskiktad skog, och blädningsbruk för skötsel av fullskiktad skog.

Trakthyggesbruk tillämpas idag på alla i landet förekommande kommersiellt intressanta trädslag. Blädningsbruk finns däremot bara tillämpat i granskog. Det anses att blädningsbruk rent teoretiskt borde fungera även i bokskog i Sverige, men än så länge saknas dokumenterade exempel på detta. När det gäller tallskog finns det inget som talar för att blädningsbruk fungerar där, eftersom tall inte kan upprätthålla fullskiktade bestånd.

I den skogliga debatten förekommer ett antal begrepp som presenteras som alternativa sätt att sköta skog: kontinuitetsskogsbruk, hyggesfritt skogsbruk, naturkultur, naturnära skogsbruk, måldiameterhuggning, Lübeckmodellen, osv. Motiven för de olika förslagen på ingrepp varierar mellan begreppen, men gemensamt för dem är att de egentligen bara beskriver hur enskilda ingrepp ska utföras. Gemensamt för flertalet begrepp är dessutom att de i huvudsak definieras av vad man inte gör, exempelvis att man inte kalhugger. Däremot innehåller inget av begreppen någon konkret modell eller plan för hur skogen ska utvecklas och skogsskötseln bedrivas på lång sikt.

Beståndstäthet uttrycks ofta med stamantalet, men när det gäller virkesproduktionen är grundyta och volym mer funktionella begrep. För både grundyta och volym gäller att, vid i övrigt lika förhållanden vad gäller exv. ålder eller diameterfördelningens form, ju tätare bestånd, desto högre produktion.

I fullskiktade bestånd skötta med blädningsbruk ska den löpande tillväxten vid optimal skötsel i princip vara konstant över tiden, med endast små variationer. Löpande tillväxten är därmed i princip lika med medeltillväxten och därmed också lika med boniteten. Detta förutsätter dock att virkesförrådet kontinuerligt ligger på en relativt hög nivå, eftersom det finns ett tydligt samband virkesförråd och tillväxt i fullskiktad skog. Kraftig utglesning av en fullskiktad skog sänker tillväxten i ungefär motsvarande grad. När beståndet sluter sig ökar tillväxten, men den kommer aldrig att överstiga boniteten, vilket innebär att den produktionsförlust som orsakades av den hårda avverkningen aldrig kan kompenseras längre fram, utan den produktionen är förlorad.

Samtliga redovisade studier uppvisar samma principiella förhållande mellan kvarvarande virkesförråd och löpande tillväxt efter gallring/blädning som Manfred Näslund redovisade redan 1942: ett linjärt förhållande vid små virkesförråd, som gradvis böjer av och planar ut vid större virkesförråd. Ingen av studierna antyder att tillväxten skulle sjunka om virkesförrådet tillåts stiga ytterligare. De kvarvarande träden tycks inte reagera på huggningsstyrkan som sådan, utan de tycks växa i förhållande till den kvarvarande skogens täthet, oberoende av hur hårt man gallrat.

Vid blädningsbruk ska redan befintliga träd räcka under de närmaste 100-150 åren, så inväxningen har ingen praktisk inverkan på virkesproduktionen förrän ännu längre fram i tiden. Det finns inga studier som tyder på att inväxningen skulle vara ett långsiktigt problem vid blädningsbruk utan man har tvärtom haft tillräcklig inväxning i samtliga fältförsök. Om man avverkar hårdare och lämnar ett så glest restbestånd att tillväxten kraftigt reduceras så tyder befintliga studier på att inväxningen ökar, men inte tillräckligt för att kompensera för produktionsförlusten. Det innebär att den produktionsförlust som görs under den tid som inväxande träd behöver för att nå gagnvirkesdimension inte kan kompenseras i efterhand utan den är förlorad totalt sett.

I nuvarande skogsvårdslag regleras gallring i 10§ samt i Skogsstyrelsens föreskrifter och allmänna råd. I allmänna råden anges miniminivå på virkesförråd efter gallring som funktion av grundytevägd medelhöjd. När denna kurva beräknades var huvudsyftet att reglera gallring i enskiktad skog och tanken var att tillväxten efter gallring skulle motsvara ca 55-60% av tillväxten i ogallrad skog. Samtidigt var tanken att kopplingen till grundytevägd medelhöjd skulle göra kurvan relativt oberoende av beståndsform. Vid höggallring i fullskiktad skog sänks dock inte bara nivån på virkesförrådet utan även den grundytevägda medelhöjden. Det gör att man kan höggallra betydligt hårdare i fullskiktad skog än i enskiktad, utan att hamna under kurvan.

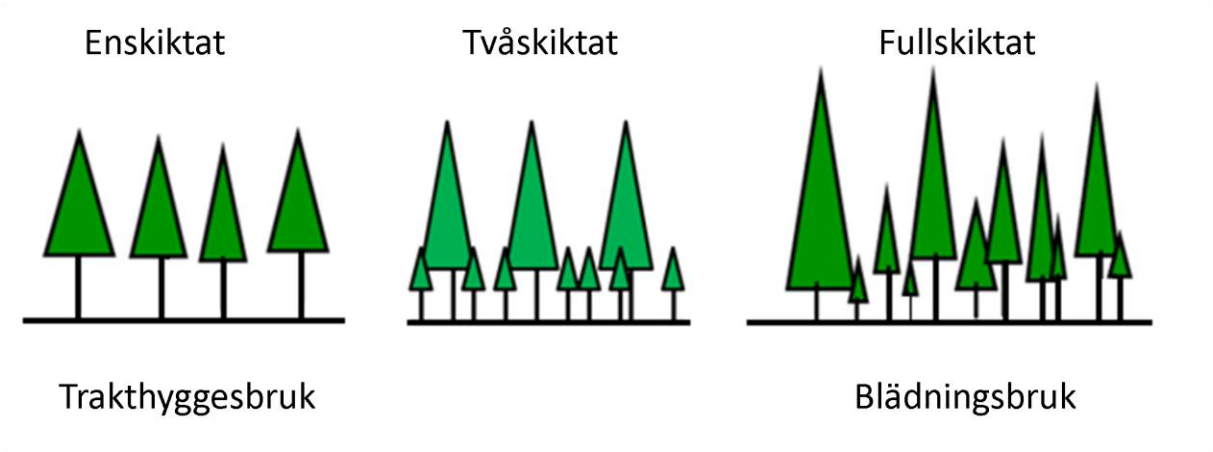
Under senare tid har förespråkare för ”kontinuitetsskogsbruk” hävdat att 10§ med tillhörande föreskrifter och allmänna råd begränsar möjligheterna att bedriva blädningsbruk och använda de olika alternativa principer som presenterats. Det är tvärtom så att lagstiftningen tillåter betydligt hårdare gallringar i full- och flerskiktad skog än i enskiktad skog. Skogsvårdslagstiftningen ger alltså större spelrum för blädningsbruk än för trakthyggesbruk. Arealen fullskiktad skog är dock så begränsad att det knappast finns skäl att revidera lagstiftningen bara för att undvika risken för alltför hårda blädningar på denna lilla areal.

Vad är skiktad skog?

Sedan tidigt 1950-tal har svenskt skogsbruk nästan uteslutande fokuserat på att skapa och vidmakthålla likåldriga, enskiktade skogar, dvs skogar där alla träd är ungefär lika höga och det finns ett tydligt krontak. Skogar som inte varit enskiktade har beskrivits med flera olika begrepp genom åren, som olikåldriga, flerskiktade, heterogena, skiktade, osv. I slutet av 1990-talet introducerades begreppet kontinuitetsskog för att beskriva områden som bl.a. varit skogbärande utan artificiellt trädslagsbyte. Gemensamt för alla begreppen är att den enskiktade skogen uppfattats som normen, det normala, och att de andra begreppen bara haft som funktion att betona just avvikelse från normen. Ett ökat intresse för alternativa sätt att sköta skogen har dock skapat ett behov av väl definierade begrepp som beskriver även andra sorters skogar än de enskiktade.

Skogens höjdskiktning beskrivs sen gammalt med beståndsformen. Det finns ett oändligt antal teoretiska höjdskiktningar, men i samband med skogsskötsel brukar man bara urskilja tre huvudtyper (figur 1) och en samlingsform:

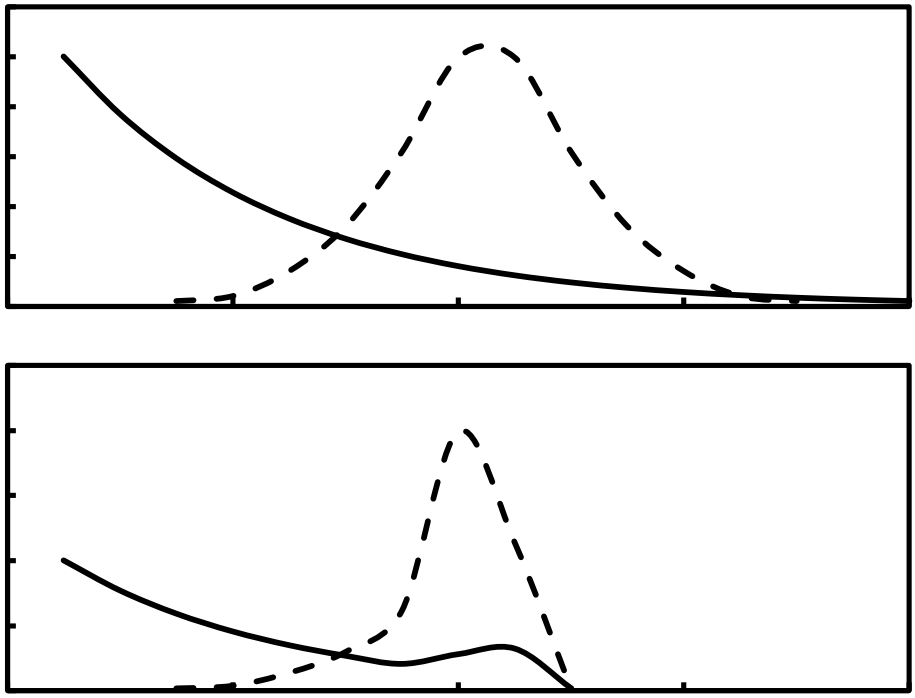
- enskiktad skog – alla träd är ungefär lika höga och det finns ett tydligt krontak
- tvåskiktad skog – det finns två från varandra tydligt avgränsade höjdskikt, ett överbestånd och ett underbestånd, med varsitt krontak (vanligen är sådan skog en övergångsfas i trakthyggesbruket)
- fullskiktad skog – träd av alla eller nästan alla höjder finns blandade med varandra, ett tydligt krontak saknas, och det finns fler små än stora träd
- flerskiktad skog – ett samlingsnamn för skog som varken är en-, två- eller fullskiktad.



Figur 1. Beståndsformer och skogsskötselsystem.

Något som är viktigt att komma ihåg är att beståndsformen beskriver höjdskiktningen, dvs höjdfördelningen, men att man normalt inte mäter höjden utan diametern på träden. Ett fullskiktat bestånd uppvisar normalt en så kallat inverterat J-formad diameterfördelning medan ett enskiktat bestånd har en klockformad för-

delning, ofta ungefär en ”normalfördelning” (figur 2). Höjdfördelningen i en fullskiktad skog är däremot oftast tydligt bimodal och inte inverterat J-formad, medan den enskiktade skogens höjdfördelning är klockformad, precis som diameterfördelningen. I skog som inte är fullskiktad men som uppfattas som allmänt heterogen och ”skiktad” är diameterfördelningen ofta bimodal medan höjdfördelningen är i något slags mellanläge mellan tvåskiktad och fullskiktad. I de olika studier som redovisas nedan varierar beståndsformen mellan just detta mellanläge och tydligt fullskiktad.



Figur 2. Principskiss över diameterfördelningen (överst)och höjdfördelningen (nederst) i en fullskiktad (heldragen linje) och enskiktad (streckad linje) skog.

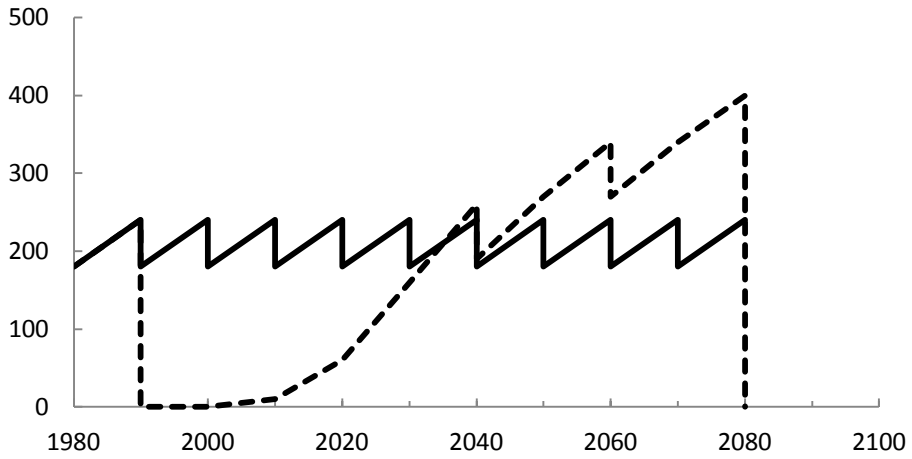
Olika sätt att sköta skiktad skog

När man ska analysera olika sätt att sköta skog måste man hålla isär enskilda avverkningar och hela skötselsystem. Enskilda avverkningar kan utföras nästan hur som helst, men när man ska försöka förutsäga de långsiktiga effekterna av olika avverkningsåtgärder måste man normalt sett också förutsäga ungefär hur skogens struktur kommer att utvecklas och hur kommande avverkningsåtgärder är tänkta att se ut. Uthålligt skogsbruk förutsätter att det finns en plan för hur skogen ska utvecklas och ungefär hur kommande åtgärder ser ut, dvs att man följer ett skogsskötselsystem.

Skogsskötselsystem särskiljs enligt de beståndsformer de förutsätter/upprätthåller alternativt skapar. Än så länge finns bara två skogsskötselsystem beskrivna i litteraturen – trakthyggesbruk för skötsel av enskiktad skog, och blädningsbruk för skötsel av fullskiktad skog. Man kan tycka att det borde finnas fler tänkbara system, men än så länge har det inte presenterats några andra kompletta skötselsystem i den skogliga litteraturen (se exv. Burschel & Huss 1987).

Det som skiljer systemen åt är alltså beståndsformen. Ett alternativt sätt att beskriva skillnaden mellan systemen är att säga att i trakthyggesbruket är beståndens ålder och åldersutveckling centrala begrepp, medan diameterfördelningen har motsvarande funktion inom blädningsbruket.

Principen för trakthyggesbruk är ungefär densamma som i jordbruk, dvs man startar på mer eller mindre kal mark med att anlägga ett nytt bestånd. Den uppväxande skogen sköts under gång med röjning och gallring, och till slut skördas hela beståndet genom slutavverkning (figur 3).



Figur 3. Principskiss över det stående virkesförrådets utveckling över tiden för trakthyggesbruk (streckad linje) och blädningsbruk (heldragen linje).

Principen för blädningsbruk påminner mer om hur vi sköter djurpopulationer eller om dynamiken i mänskliga samhällen. Alla storlekar (”åldrar”) av träd finns representerade i hela skogen hela tiden. Skörden fokuserar på de grövsta storleksklasserna (och efterliknar därmed självgallringen som är högst bland de största träden), och de stora träd som skördas ersätts kontinuerligt av nya mindre träd som växer in underifrån.

Trakthyggesbruk tillämpas idag på alla i landet förekommande kommersiellt intressanta trädslag. Blädningsbruk finns däremot bara tillämpat i granskog. Det anses emellanåt att blädningsbruk rent teoretiskt borde fungera även i bokskog i Sverige, men än så länge saknas dokumenterade exempel på detta. När det gäller tallskog finns det inget som talar för att blädningsbruk fungerar där, eftersom tall inte kan upprätthålla fullskiktade bestånd. Det finns inte heller några dokumenterade exempel på vare sig fullskiktad tallskog eller blädningsbruk tillämpat i tallskog. Som en konsekvens härrör därför de studier som redovisas i det följande från granskog.

När det gäller mer allmän information om blädningsbruk hänvisas till Skogsskötselserien nr 11, Blädningsbruk (Lundqvist et al. 2009).

I den skogliga debatten förekommer numera ett antal begrepp som presenteras som alternativa sätt att sköta skog: kontinuitetsskogsbruk, hyggesfritt skogsbruk, naturkultur, naturnära skogsbruk, måldiameterhuggning, Lübeckmodellen, osv. Motiven för de olika förslagen på ingrepp varierar mellan begreppen, men gemensamt för dem är att de egentligen bara beskriver grundläggande principer för hur enskilda ingrepp ska utföras. Gemensamt för flera av begreppen är dessutom att de i huvudsak definieras av vad man inte gör, exempelvis att man inte kalhugger. Däremot innehåller inget av begreppen någon konkret modell eller plan för hur skogen ska utvecklas och skogsskötseln bedrivas på lång sikt. I Skogsskötselseriens del 1, Skogsskötselns grunder och samband (Albrektson et al. 2008), definieras de flesta av begreppen som skogsbruksfilosofier, ”dvs någon form av grundläggande moraliska eller filosofiska riktlinjer för hur skogsbruk bör bedrivas”. I slutet av denna rapport presenteras några av begreppen mer i detalj och även deras ställning i förhållande till nuvarande Skogsvårdslag.

Hur olika avverkningsingrepp påverkar beståndsutveckling och tillväxt påverkas dock inte av motiven. Skogen kan förväntas uppföra sig på samma sätt oavsett om ingreppet kallas blädning, naturkultur eller kontinuitetsskogsbruk. Hur enskiktad skog uppför sig efter gallring är väl känt, så i det följande redovisas därför vad vi vet om hur full- och flerskiktad skog uppför sig efter olika former av gallring.

Virkesproduktion på beståndsnivå

Teoretisk bakgrund

Beståndstäthet uttrycks ofta med stamantalet, men när det gäller virkesproduktion är grundyta och volym mer funktionella begrep. För både grundyta och volym gäller att, vid i övrigt lika förhållanden vad gäller exv. ålder eller diameterfördelningens form, ju tätare bestånd, desto högre produktion (se vidare nedan).

Även beståndsformen har stor inverkan på produktionen.

I enskiktade bestånd följer volymtillväxten ett dynamiskt förlopp där den löpande tillväxten initialt är noll, sedan hastigt ökar för att så småningom gradvis avta. Högsta långsiktiga tillväxt uppnås när den löpande tillväxten sjunkit till medeltillväxtens nivå. Medeltillväxtens maximala kulmination anger högsta möjliga långsiktiga produktion, dvs boniteten. I enskiktade bestånd kompenseras den obefintliga och/eller låga tillväxten i början av omloppstiden av en mycket hög löpande tillväxt i den yngre skogen, då tillväxten ofta är 1,5-2 ggr högre än boniteten. Den långsiktiga produktionsnivån påverkas i hög grad av stamantalet. I trakthyggesbruk är det därför viktigt att lyckas etablera ett tillräckligt stamrikt bestånd under föryngringsfasen. Tillväxten påverkas också av grundyta/volym på så sätt att vid given ålder/höjd så är tillväxten positivt korrelerad med såväl grundyta som volym (se exv. Albrektson et al. 2008).

I fullskiktade bestånd skötta med blädningsbruk ska den löpande tillväxten vid optimal skötsel i princip vara konstant över tiden, med endast små variationer. Den löpande tillväxten är då i princip lika med medeltillväxten och därmed också lika med boniteten för blädningsbruk. Detta förutsätter dock att virkesförrådet kontinuerligt ligger på en relativt hög nivå, eftersom det finns ett tydligt samband virkesförråd och tillväxt i fullskiktad skog. Det innebär att kraftig utglesning av en fullskiktad skog sänker tillväxten i ungefär motsvarande grad. När beståndet sluter sig ökar tillväxten, men den kommer aldrig att överstiga boniteten, vilket innebär att den produktionsförlust som orsakades av den hårda avverkningen aldrig kan kompenseras längre fram, utan den produktionen är förlorad (Lundqvist et al. 2009).

Sambandet mellan virkesförråd och tillväxt är bara delvis ett kausalt samband. Virkesförrådet genererar inte tillväxten, men är en förutsättning och delvis egentligen en konsekvens av den. För att förstå detta måste man inse att i en fullskiktad skog som är i balans så förändras inte diameterfördelningen över tiden på annat sätt än att några träd från de grövsta diameterklasserna växer ur dessa och in i ännu grövre. De ersätts av att samma antal träd växer ur de näst grövsta klasserna in i de grövsta, och så vidare neråt, så att det totala antalet träd i varje diameterklass förblir konstant. Avverkningen kan då, teoretiskt sätt, begränsas till de träd som växte ur de grövsta diameterklasserna. Volymtillväxten är visserligen i realiteten fördelad på samtliga träd i beståndet, men den manifesteras i att ett fåtal träd växer ur den grövsta diameterklassen och in i ”avverkningsstorlek”.

De enskilda träden växer förhållandevis långsamt i en fullskiktad skog. Man kan räkna med att det tar åtminstone 100-150 år för träd att växa från brösthöjd till 45 cm diameter på en medelgod mark, med en bonitet kring 6 m^3sk/ha&år. Ett 45

cm-träd har en stamvolym på ca 1,5 m^3. För att kunna avverka i genomsnitt ett 45 cm-träd per år måste det finnas ett träd per årsklass, dvs 100-150 träd i beståndet, under förutsättning att inga träd dör. Mortaliteten är normalt sett låg i fullskiktad granskog, men ca 0,5% av träden dör årligen. På 150 år innebär det att ca hälften av träden dött på vägen. För varje träd som ska avverkas efter 150 år krävs att det finns 2 träd när de passerar brösthöjd. Det innebär att det totalt måste finnas ca 200-250 träd per 45 cm-träd som ska avverkas. Den sammanlagda volymen av dessa träd är ca 50-60 m^3/ha.

För att kunna avverka i nivå med boniteten (6 m^3/ha&år) måste man kunna avverka i genomsnitt fyra 1,5 m^3-träd per år, vilket innebär att det måste finnas fyra gånger 200-250 träd i beståndet, dvs 800-1000 st/ha, vars sammanlagda volym motsvarar 200-240 m^3/ha. En hög, genomsnittlig årlig tillväxt förutsätter alltså att det finns ett stort antal träd som är på väg att bli stora, och därmed också ett stort virkesförråd i beståndet.

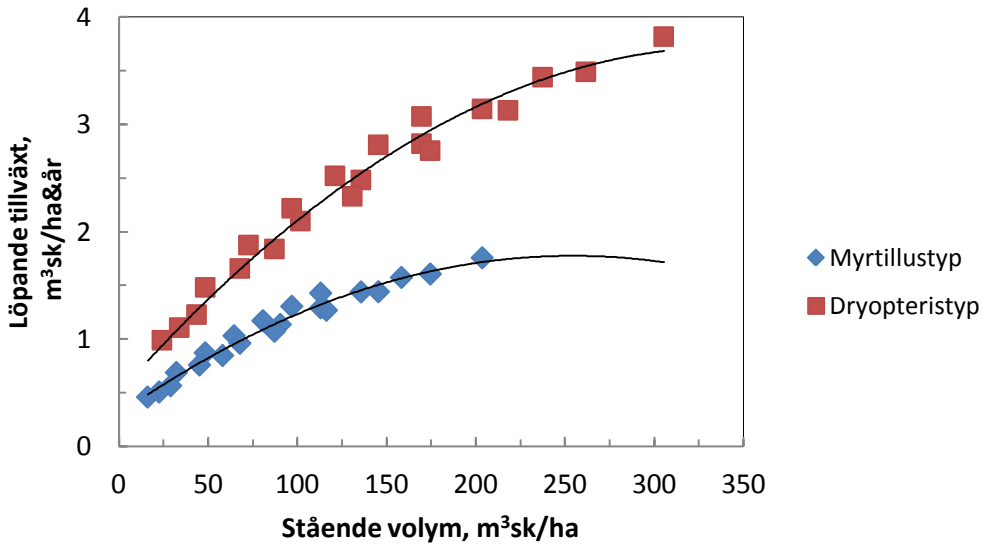
Vid diskussion om olika alternativa sätt att sköta skog hänvisas ibland till Skogsfakultetens försöksserie med gallring och gödsling i tall- och granskog, de s k GG-försöken. Ett av resultaten från försöksserien var att det var mycket liten skillnad i produktion mellan hög- och låggallrade ytor. Det man måste komma ihåg är att man hade mycket höga krav på jämnhet för de bestånd som skulle ingå i försöksserien, både när det gällde trädens rumsliga fördelning och storleksvariationen. GG-ytorna hade betydligt mindre spridning i höjd och diameter i utgångsläget än vad som kan bedömas vara normalt, och framförallt jämfört med de bestånd som ofta blir aktuella för ”alternativa” åtgärder. Resultaten från GG-försöken kan därför inte okritiskt förväntas gälla för all skog. Hög- och låggallring påverkar skogen på olika sätt och ju större storleksvariation det är, desto större skillnad i effekt blir det mellan de två gallringsformerna.

Vetenskapliga studier

Det finns ett flertal studier över volymtillväxten i fullskiktad och flerskiktad skog publicerade i de nordiska länderna sen tidigt 1900-tal. Under 1940- och 50-tal genomfördes en större studie i vardera Sverige (Näslund 1942), Finland (Sarvas 1944) och Norge (Bøhmer 1957). Studierna genomfördes oberoende av varandra men slutsatserna överensstämmer mellan de tre studierna.

Näslund (1942) baserade sin analys på tillfälliga provytor i 157 bestånd, väl utspridda över norra Sverige mellan 61° 42’ och 67° 30’, från Hamra i Gävleborgs län till Jukkasjärvi i Norrbotten. Ett krav för bestånden var att det skulle ha förflutit minst 15 år sedan senaste gallringen och att intervallet mellan tidigare utförda gallringar också skulle vara minst 15 år. I varje bestånd lades en provyta (500-1000 m^2) ut där man beskrev läge, topografi, markförhållanden och vegetation. Samtliga träd numrerades och klavades i brösthöjd, och samtliga stubbar som härrörde från senaste gallringen klavades under bark. På 10 provträd på varje yta mättes barktjocklek, diameter i stubbhöjd, höjd, krongränshöjd och två borrprov togs med tillväxtborr. På varje yta fälldes 1-3 provträd, vilka sedan sektionsklavades och borrprov togs på ett flertal höjder. Dessutom mättes den årliga höjdtillväxten sedan senaste gallringen.

Ett av huvudsyftena med studien var att härleda funktioner för diametertillväxt efter gallring. Med hjälp av funktionerna skattades beståndsutvecklingen efter gallring. När det gäller gallringarnas inverkan på volymtillväxten så sammanfattades detta i två figurer – volymtillväxt vid olika gallringsstyrka samt inverkan av virkesförråd före gallring på tillväxten efter gallring. Resultaten visade dels att tillväxten sjönk med stigande gallringsstyrka, men att höggallring förmodligen hade svagare inverkan än likformig gallring, och dels att virkesförrådet före gallring hade en stark positiv inverkan på tillväxten efter gallring, och att den dessutom tycktes vara mer eller mindre oberoende av gallringsstyrkan. Om man kopplar ihop dessa två samband får man nedanstående principiella förhållande mellan virkesförråd och löpande volymtillväxt efter gallring (figur 4). Observera att de absoluta tillväxtnivåerna per ha inte är tillförlitliga eftersom funktionerna bygger på den relativa tillväxtreaktionen hos enskilda träd.



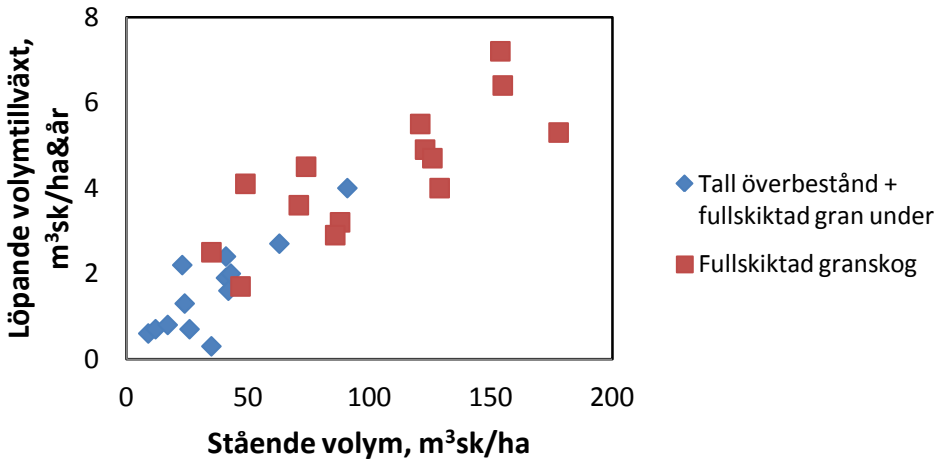
Figur 4. Samband mellan stående volym och löpande tillväxt efter gallring i äldre olikåldrig granskog, baserat på tabell 27 och figur 47 hos Näslund (1942).

En intressant slutsats av Näslunds analyser är att det absoluta virkesförrådet har en större betydelse än gallringen som sådan, dvs att träden i stort sett växer i proportion till det utrymme de har, och att separata funktioner för gallringsreaktion därmed är onödiga. I Näslunds redovisning saknas diameterfördelningar för de enskilda ytorna. Däremot finns ett stort antal fotografier och av dessa framgår att ett stort antal av de undersökta bestånden var mer en- eller tvåskiktade än fullskiktade.

Sarvas (1944) rekonstruerade tillväxten efter flera olika former av avverkningar i både tall- och granskog i södra Finland. Totalt inventerades 159 bestånd. I varje bestånd mättes en 0,25 ha provyta där alla träd högre än 1,3 m och alla stubbar klavades. Dessutom togs ca 20 provträd på vilka man mätte höjd, diameter vid 6 m höjd, samt tog ett borrspån för ålders- och tillväxtbestämning. I en del av bestånden var resultatet vad vi idag skulle kalla fröträdsställning med tall, medan det i andra fall var fullskiktad granskog. I det följande begränsas redovisningen till de 27 bestånd där det efter avverkningen återstod ett bestånd med någorlunda stor höjdspridning och där man inte gjort en rensningshuggning i de nedre höjd-

skikten (”Reinigungshieb, ungefär motsvarande hyggesrensning). Den generella slutsats som kan dras av materialet är att tillväxten efter gallring var tydligt korrelerad med kvarvarande virkesförråd (figur 5).

Det som i figuren kallas ”tall överbestånd + fullskiktad gran under” kan närmast beskrivas som ett bestånd där ett tidigare tallbestånd gradvis håller på att ersättas av gran som växer in underifrån, och där man vid tidigare avverkningar hade avverkat nästan alla tallar.

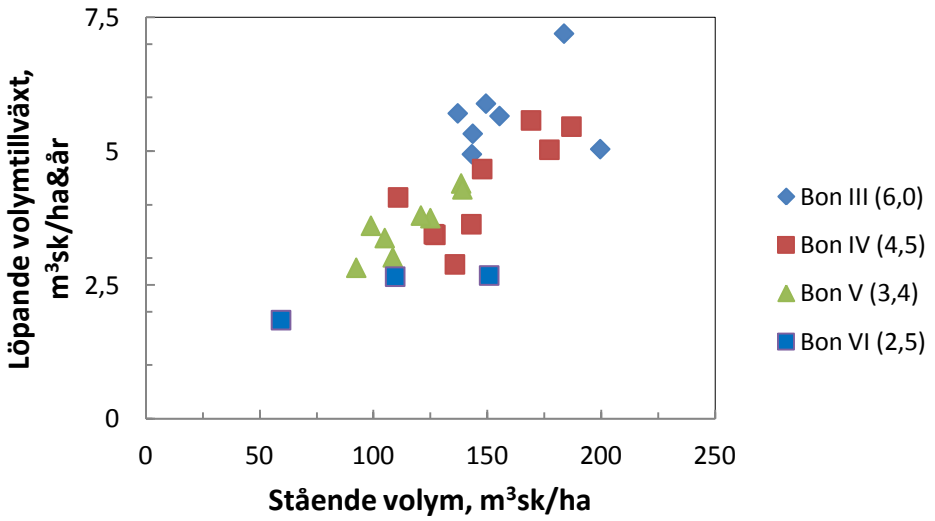


Figur 5. Löpande tillväxt efter höggallring i skog med olika trädslagsblandning och struktur, efter Sarvas (1944).

Bøhmer (1957) följde beståndsutvecklingen på 35 fasta försöksytor under 22-31 år. Ytorna (storlek 0,57-2,0 ha) var väl fördelade över Norge både geografiskt, höjd över havet och bonitetsmässigt.

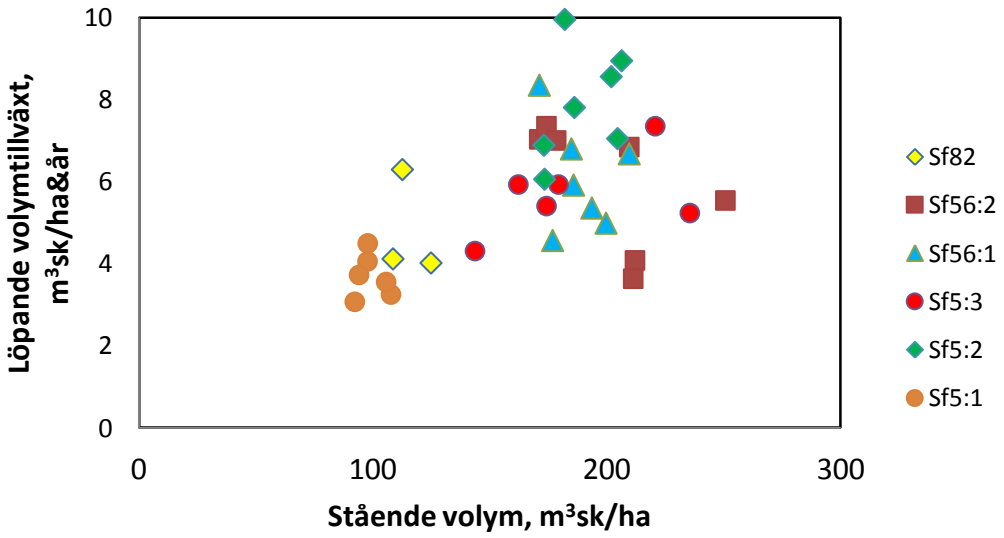
Ytorna boniterades med det svenska Jonson-systemet, och en av Bøhmers egna slutsatser av studien var att tillväxten var hög och låg nära eller ovanför de produktionsnivåer som Jonson-boniteten angav. I rapporten presenteras genomsnittligt virkesförråd, genomsnittlig löpande tillväxt och genomsnittlig relativ årlig volymtillväxt för varje provyta under observationsperioden. Den relativa volymtillväxten var positivt korrelerad med boniteten, från ca 2,7% för bonitet VI (2,5 m^3/ha&år) till ca 3,9% för bonitet III (6,0 m^3/ha&år), och den absoluta tillväxten var positivt korrelerad med den stående volymen (figur 6). Studien visar på svårigheten att på ett korrekt sätt bonitera fullskiktad granskog.

Nilsen (1988) inventerade fjällskogshuggna bestånd i närheten av Trysil respektive Lillehammer, 7-13 år efter avverkning. Skogstillståndet mättes på totalt 32 stycken 400 m^2 provytor. Grundytetillväxten rekonstruerades från årsringsmätta borrkärnor från provträd på ytorna. Nilsen redovisade bara ”relativ grundytetillväxt”, definierad som grundytetillväxten efter avverkning dividerad med grundytetillväxten före avverkning. Resultaten (figur 10 i Nilsen 1988) antyder en svag eller obefintlig gallringsreaktion vid svaga höggallringar, men en stark gallringsreaktion i brösthöjd vid gallringsstyrkor som överstiger ca 40-50%. Dessvärre finns ingen redovisning av hur höjdtillväxten påverkats av avverkningarna så det går inte att avgöra hur volymtillväxten har påverkats.



Figur 6. Genomsnittlig löpande tillväxt för fasta försöksytor i Norge med olika genomsnittligt stående virkesförråd, efter Bøhmer (1957). Ytorna var boniterade enligt det svenska Jonson-systemet, där siffrorna inom parentes anger uppskattad medeltillväxt vid medeltillväxtens kulmination i enskiktad, likåldrig skog.

Lundqvist (1989) redovisade beståndsutvecklingen på elva fasta försöksytor som skötts med blädning under 30-63 år. Materialet redovisades grafiskt uppdelat på ytornas geografiska belägenhet, vilket samtidigt innebar uppdelning i ståndorts-index.



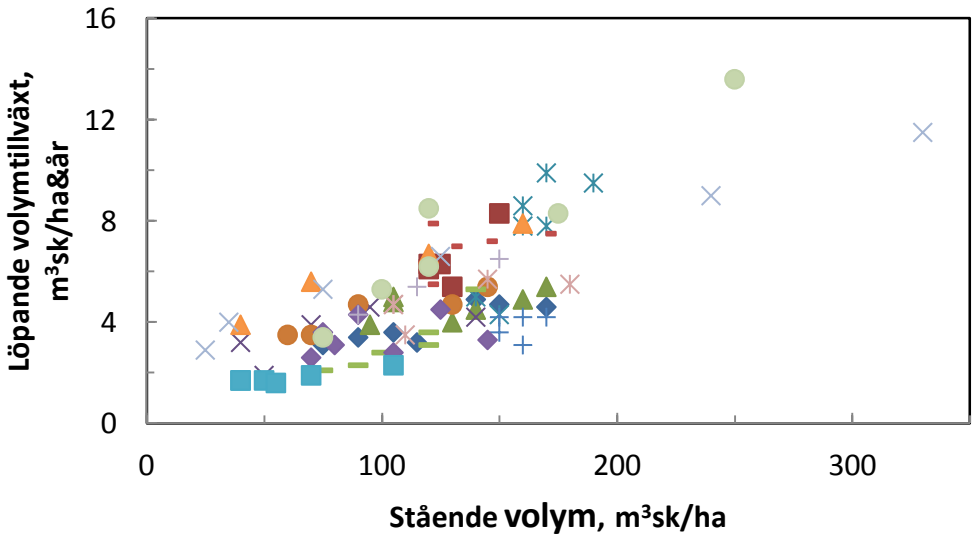
Figur 7. Årlig löpande tillväxt mellan blädningarna för fasta försöksytor på Siljansfors försökspark. Stående volym anger virkesförråd vid periodens början, efter blädning. Baserat på data från Lundqvist (1989).

Den generella trenden på ytorna var att ytor som genomgående hade haft litet virkesförråd också hade haft låg tillväxt, och för ytor där virkesförrådet varierat över tiden var små virkesförråd associerade med låg tillväxt. Det fanns också en tydlig indikation att det fanns en högsta tillväxtnivå som den löpande tillväxten inte kunde överstiga ens om beståndet tilläts växa utan avverkningar. Om man begränsar analysen till de sex ytor på Siljansfors försökspark som var belägna öster om

riksvägen, i närheten av varandra och som kan antas ha ungefär samma bonitet, så framkommer samma mönster som i tidigare undersökningar (figur 7). Yta Sf56:2 gallrades vid de sista blädningarna så att strukturen omvandlades från fullskiktat mot mer tvåskiktat och de två lägsta tillväxterna noterades i det skedet.

Lundqvist (1989) skattade boniteten för försöksytorna baserat på ståndortsindex skattat från uppgifter om markvegetation, höjd över havet, breddgrad, osv., enligt Skogshögskolans SIS-system (Hägglund och Lundmark 1987). En jämförelse av medeltillväxten för varje yta under hela observationsperioden med den sålunda skattade boniteten visade att 7 av de 11 ytorna haft en medeltillväxt som översteg boniteten. Senare analyser visar dock att boniteringssystemet normalt sett underskattar SI i granskog i Norrland, särskilt på bördiga marker (Tegnhammar 1992). Lundqvist (1989) påpekade att medeltillväxten på ytorna var lika med eller översteg boniteten även om SI underskattats 1-5 m. Av Tegnhammars analys framgår att underskattningen av SI kan bedömas vara i storleksordningen 2-4 m på de högst producerande försöksytorna. Med hänsyn tagen till detta kan man konstatera att medelproduktionen på de bäst producerande ytorna förmodligen varit 80-90% av boniteten.

Andreassen (1994) redovisade beståndsutvecklingen på 16 fasta försöksytor (0,25-1,24 ha) som blädats under 28-69 år. Antalet ingrepp på ytorna varierade mellan 2 och 11, och medelintervallet mellan ingreppen mellan 5,6 och 27 år. Studien saknar en direkt analys av sambandet mellan virkesförråd vid tillväxtperiodens början och den löpande tillväxten under perioden, men i studien redovisas volymutvecklingen över tiden för varje enskild yta och den genomsnittliga löpande tillväxten för varje decennium.



Figur 8. Genomsnittlig löpande tillväxt på fasta försöksytor under 10-årsperioder plottad mot genomsnittligt virkesförråd under perioden. Baserat på data från Andreassen (1994). De olika symbolerna betecknar individuella försöksytor.

Genom att matcha dessa med varandra får man figur 8, som tydligt visar den löpande tillväxtens starka samband med det stående virkesförrådet. Andreassen gjorde också ett försök att uppskatta boniteten på de enskilda försöksytorna. En jämförelse med den observerade medeltillväxten under hela observationsperioden

visade att den genomsnittliga produktionsnivån på försöksytorna varit ca 20% lägre än den bedömda boniteten.

Lundqvist (1994) rekonstruerade tillväxten i tre hårt fjällskogshuggna bestånd, två i Västerbotten där SI var ca G14-G15 och ett i Jämtland med SI ca G18. Virkesförråden efter avverkning var 29-44 m^3sk/ha. Analysen visade dels volymtillväxten för träd av olika storlek och dels volymtillväxten på beståndsnivå och den bekräftade i stora drag slutsatserna av Näslunds (1942) studie. De enskilda träden växte ungefär i proportion till sin storlek och det blev ett nästan linjärt samband mellan virkesförråd och volymtillväxt. Hagner (2003) har senare hävdat att detta skulle vara ett artificiellt samband orsakat av att ytor med stort virkesförråd skulle vara omgivna av glesare partier och att träden på de täta ytorna därför skulle växa bra tack vare glesheten runt omkring. Det faktum att ytstorleken var 314 m^2 (10 m radie) och att enskilda träd i huvudsak växte i förhållande till sin storlek gör att det inte finns något i materialet som tyder på att kritiken skulle vara korrekt.

Lundqvist (2004) redovisade beståndsutvecklingen under 20 år i åtta fjällnära granbestånd som behandlats med fjällskogshuggning, dvs i stort sett alla träd grövre än 10 cm dbh hade avverkats. Volymen före avverkning var 75-140 m^3sk/ha och efter 9-34 m^3sk/ha. Tjugo år senare var den stående volymen 25-50 m^3sk/ha, vilket indikerar en genomsnittlig volymtillväxt under perioden på 0,3-1,5 m^3sk/ha&år. Studien visade också att det vid studier som bygger på rekonstruktion av tillväxten är viktigt att fånga den formförändring som sker hos träden efter hårda huggningar. Kubering med samma höjdkurva resulterade i Lundqvists studie i en överskattning av tillväxten med i genomsnitt 27%.

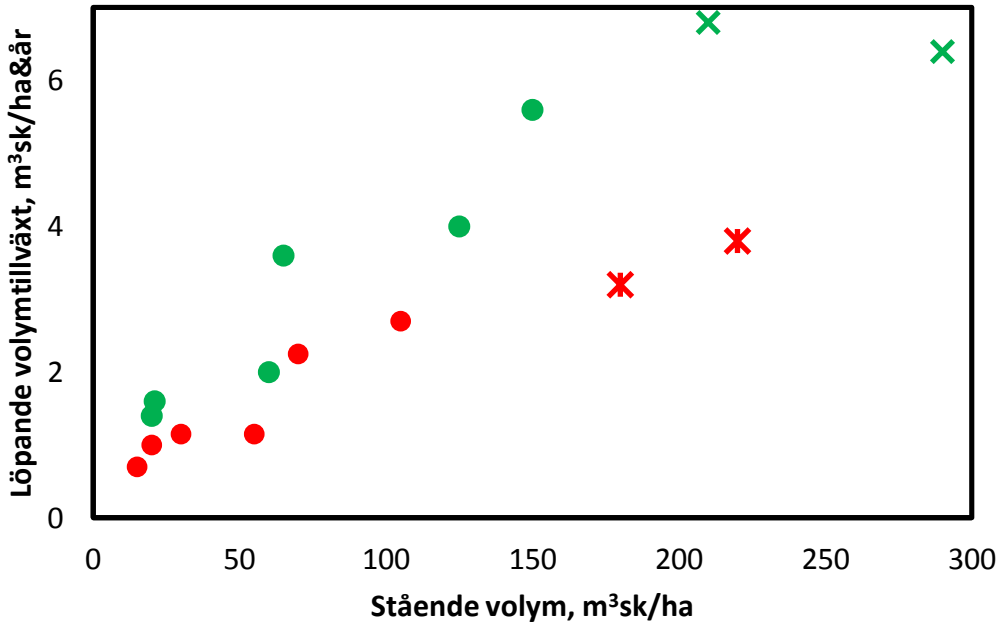
Lähde et al(1994) analyserade material från den finska nationella skogsinventeringen från perioden 1951-1953. Endast ytor i gallringsfas eller senare samt med minst 40 m^3sk/ha virkesförråd ingick i analysen. De enskilda provytorna klassificerades som fullskiktade, enskiktade eller annan beståndsform, och delades också upp i barrbestånd och blandskog. Enligt titeln var ytorna dominerade av tall men av uppgifter i artikeln framgår att ytorna hade ett mycket stort inslag av gran. Analysen visade ett tydligt samband mellan stående virkesförråd och löpande volymtillväxt. Det framgår dock inte av studien hur volymtillväxten hade beräknats så resultaten bör tolkas med en viss försiktighet.

Lähde et al (2002) redovisade beståndsutvecklingen under 11 år på 23 försöksytor utlagda i grandominerad skog över hela Finland. Virkesförrådet före blädning var 130-399 m^3/ha och efter blädning 95-298 m^3/ha. Volymtillväxten var signifikant positivt korrelerad med virkesförrådet vid periodens början och varierade mellan ca 3 och ca 9 m^3/ha&år.

Øyen och Nilsen (2002) presenterade tillväxtdata från 16 provytor utlagda i fjällnära skog 8-9 år efter kraftig höggallring (ungefär fjällskogshuggning). Virkesförrådet 8-9 år efter avverkning var 35-60 m^3/ha för 15 av ytorna och 137 m^3/ha i den sextonde. Resultaten visade att tillväxten var beroende av både bonitet och virkesförråd, på så vis att vid samma virkesförråd var tillväxten högre vid högre bonitet, vilket överensstämmer med Näslunds (1942) studie.

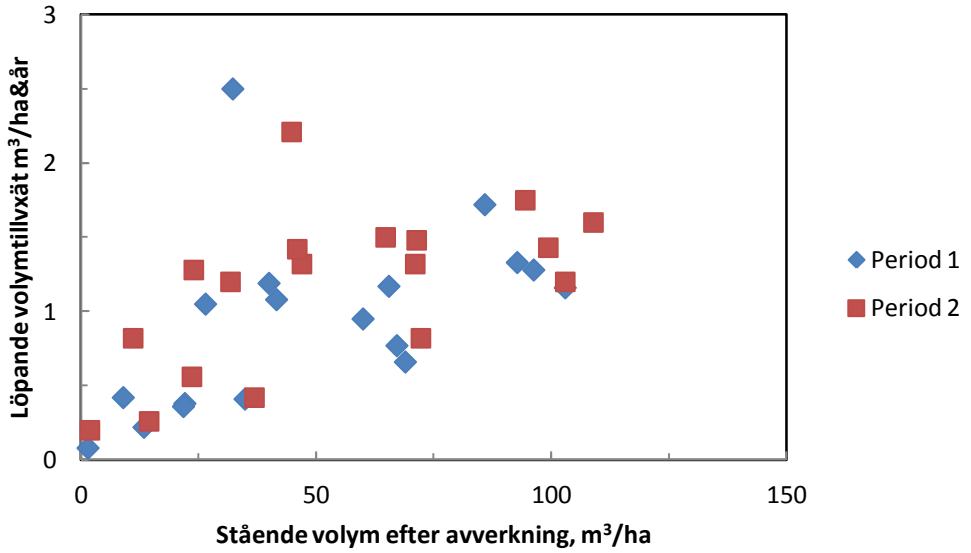
Lundqvist et al. (2007) redovisade resultat från två fältexperiment belägna i Jämtland och Norrbotten. Totalt omfattade försöksserien 28 försöksytor à 0,25 ha

varav 12 behandlats med blädning samt 4 orörda kontrollytor. Bestånden hade tidigare varit orörda i ca 30 år i Jämtland och mer än 60 år i Norrbotten. Virkesförråden efter blädning var 19-106 (Jämtland) respektive 18-155 m^3sk/ha (Norrbotten), och kontrollytornas virkesförråd betydligt högre på båda lokalerna. Tillväxten var tydligt korrelerad med virkesförrådet och högst tillväxt hade kontrollytorna (figur 9).



Figur 9. Löpande volymtillväxt under de första 10 åren efter höggallring med olika styrka (cirklar) samt på orörda kontrollytor (stjärnor) i ursprungligen fullskiktad granskog, i fältförsök i Norrbotten (Ätnarova, röd) och Jämtland (Fagerland, grön).Baserad på data från Lundqvist et al. (2007)

Wikberg och Lundmark (2008) presenterade data från den försöksserie med Naturkultur som Mats Hagner anlade i slutet av 1980- och början av 1990-talet. Volymtillväxten var tydligt korrelerad med virkesförrådet på ytorna och på de flesta av ytorna var tillväxten högre period 2 än period 1 (figur 10). Noterbart är att tillväxten låg på en betydligt lägre nivå än vad som redovisats i andra försöksserier, ca halva tillväxten jämfört med ytor i fullskiktad granskog, exv Bøhmer (1957) och Lundqvist (1989, 2007). En tänkbar förklaring är att naturkulturytorna anlades i skogar som visserligen hade en stor dimensionsspridning men däremot inte var fullskiktade vid anläggning, utan mer påminde om mellanläget mellan tvåskiktad och fullskiktad, med bimodal diameterfördelning. Nya återinventeringar och analyser av materialet kan förhoppningsvis klargöra detta.



Figur 10. Löpande volymtillväxt under de två första 5-årsperioderna efter avverkning på fasta försöksytor behandlade enligt principen naturkultur. Baserat på data från Wikberg & Lundmark (2008).

Ahlström (2011) redovisade utvecklingen under 20 år i ett demonstrationsförsök med bland annat blädning i fjällnära skog (Bieliteförsöket). De ingående behandlingarna var blädning, luckor, dimensionshuggning samt orörda kontrollytor. Resultaten bekräftade att ett litet virkesförråd efter gallring resulterar i låg löpande volymtillväxt.

Spreer (2010) redovisade utvecklingen i den enda hittills existerande direkta långsiktiga jämförelsen av olika skogsskötselsystem i fält. Försöksytorna var belägna på Leksberget, Siljansfors försökspark, söder om Mora. De två försöksled som är av speciellt intresse är den yta som sköttes med återkommande blädningar och den som dimensionshöggs och därefter i stort sett lämnades orörd. Virkesförrådet på den blädade ytan sänktes drastiskt vid de inledande blädningarna och hölls därefter på en låg nivå fram till början av 1980-talet. Volymtillväxten var under denna period också låg. Sedan tidigt 1980-tal byggdes virkesförrådet upp och volymtillväxten steg gradvis och ser idag ut att kunna fortsätta ligga på en nivå som motsvarar ungefär 80-90% av medeltillväxten på den yta som planterades 1925. Den dimensionshuggna ytans medeltillväxt under de ca 80 åren var ca 60% av den planterade ytans.

Samtliga ovan redovisade studier uppvisar samma principiella förhållande mellan kvarvarande virkesförråd och löpande tillväxt efter gallring/blädning som Manfred Näslund redovisade redan 1942: ett linjärt förhållande vid små virkesförråd, som gradvis böjer av och planar ut vid större virkesförråd. Ingen av studierna antyder att tillväxten skulle sjunka om virkesförrådet tillåts stiga ytterligare. Studierna stöder också den observation som Näslund gjorde, nämligen att det inte går att observera någon tydlig gallringsreaktion. De kvarvarande träden tycks inte reagera på huggningsstyrkan som sådan, utan de tycks växa i förhållande till den kvarvarande skogens täthet, oberoende av hur hårt man gallrat.

Föryngring och inväxning i heterogen skog

Teoretisk bakgrund

Vid trakthyggesbruk utgörs hela den framtida produktionen under den kommande omloppstidens 80-100 år, av de plantor som bildar plantskog när omloppstiden börjar. Vid blädningsbruk utgörs den framtida produktionen i första hand av stora och halvstora träd som redan finns i beståndet. De räcker normalt i de 100-150 år som det tar för dagens plantor att bli fullstora träd. De plantor och småträd som finns idag räcker dessutom normalt för att försörja med inväxning så att stamantalet och diameterfördelningen förblir oförändrade under dessa 100-150 år.

Med inväxning avses att små träd växer förbi en viss storleksgräns. I nordiska studier är inväxningsgränsen normalt sett satt någonstans i intervallet 0-10 cm dbh, ofta kring 5-8 cm dbh. Inväxningen påverkar inte möjligheterna att bläda under de närmaste 40-50 åren. Däremot påverkar inväxningen förbi ca 8-10 cm i brösthöjd virkesförrådet och mängden träd som ska bli avverkningsbara om 50-100 år.

De plantor som etableras under de kommande ca 100 åren ska alltså inte börja generera inväxning förrän om ca 100 år. Av det skälet finns det ingen anledning att vid blädningsbruk bry sig om plantor och föryngring. Att redan idag ta hänsyn till huruvida det etableras nya plantor i den fullskiktade skogen är lika ologiskt som att inför en slutavverkning idag ta hänsyn till hur man ska föryngra efter nästa slutavverkning om 80-100 år.

Inväxningens storlek styrs av samspelet mellan antal plantor/träd under inväxningsgränsen och dessas årliga tillväxt och mortalitet (Lundqvist 1995). Antalet plantor/träd påverkas i hög grad av deras tillväxt, på så vis att hög tillväxt innebär att plantorna/träden växer igenom plant-/småträdsstadiet fort och det blir därmed ett mindre antal som samtidigt befinner sig i det höjdintervallet, jämfört med om plantorna/småträden växer långsamt. Det dynamiska samspelet mellan antal, tillväxt, mortalitet och inväxning gör det svårt att på ett enkelt sätt prognostisera inväxningen i fullskiktad skog. Vad som ytterligare komplicerar bilden är att plantor och småträd växer mycket långsamt i fullskiktad skog. Ca 40-60 år för att nå brösthöjd tillhör det normala, och ytterligare 30-50 år för att passera 5 cm dbh.

Hur påverkas då inväxningen av en blädning? De studier som gjorts visar att mortaliteten bland plantor och småträd ökar, i vissa fall dramatiskt, och sambandet mellan mortalitet och huggningsstyrka tycks vara exponentiellt (Fjeld & Granhus 1998, Granhus & Fjeld 2001, Modig et al. 2012). Tillväxten ökar ofta, men inte alltid. Ökad tillväxt ökar inväxningen momentant, medan ökad mortalitet minskar inväxningen. Den sammanlagda effekten tycks vara att inväxningen ökar något eller förblir oförändrad. På försöksytor, där avverkningen skett med stor försiktighet, har man observerat ökad inväxning, medan man i praktiska bestånd inte fått någon tydligt ökad inväxning. En momentant ökad inväxning i trädskiktet innebär dock att antalet plantor och småträd under inväxningsgränsen minskar, såvida det inte samtidigt sker en ökad rekrytering av nya plantor. Ett lägre antal plantor/småträd gör att inväxningen så småningom sjunker till en nivå som ligger

lägre en den ursprungligen var. Samtliga processer är mycket långsamma, vilket gör att det tar flera decennier innan man kan se den totala effekten av hur en enskild blädning påverkat inväxningen.

Effekten av upprepade blädningar är ännu svårare att förutsäga, eftersom då tillkommer ytterligare en komponent – rekrytering av nya plantor.

En kanske viktigare fråga är hur inväxningen påverkar virkesproduktionen.

Vid blädningsbruk ska redan befintliga träd räcka under de närmaste 100-150 åren, så inväxningen har ingen praktisk inverkan på virkesproduktionen förrän ännu längre fram i tiden. Det finns inga studier som tyder på att inväxningen skulle vara ett långsiktigt problem vid blädningsbruk utan man har tvärtom haft tillräcklig inväxning i samtliga fältförsök (exv. Bøhmer 1957, Lundqvist 1989, Lundqvist et al. 2007).

Om man avverkar hårdare och lämnar ett så glest restbestånd att tillväxten kraftigt reduceras så tyder alltså befintliga studier på att inväxningen ökar, men inte tillräckligt för att på något vis kompensera för produktionsförlusten. Den produktionsförlust som görs under den tid som inväxande träd behöver för att nå gagnvirkesdimension kan inte kompenseras i efterhand utan den är förlorad totalt sett.

Vetenskapliga studier

Det finns endast ett fåtal studier av inväxning gjorda i Norden.

Lundqvist (1991) cirkelyteinventerade plantor 0,1-1,3 m höjd på totalt sex försöksytor, fyra på Siljansfors försökspark i Dalarna och två i norra Skåne. Inväxningen beräknades dels baserat på observerade data från tre av försöksytorna och dels teoretiskt baserat på plantornas höjdfördelning och höjdtillväxt. Den observerade inväxningen förbi brösthöjd (1,3 m) var ca 40-60 plantor/ha&år, och den teoretiskt beräknade ca 45-90 utom för en av ytorna där den bara var 8 pantor/ha&år.

Lundqvist (1993) redovisade förändringar i beståndsstrukturen på elva fasta försöksytor skötta med blädning under ca 30-70 år. Inväxningsgränsen var i denna studie 8,5 cm diameter i brösthöjd, och den genomsnittliga inväxningen per år för hela observationsperioden för respektive yta varierade mellan 4,5 och 16,9, med ett genomsnitt över samtliga ytor på drygt 8 stammar/ha&år. Inte i något fall var låg inväxning associerad med låg volymtillväxt.

Åren 1990-1991 anlades två stora fältförsök med blädning i granskog, det ena i Fagerland, några mil norr om Östersund och det andra på Ätnarova försökspark, söder om Gällivare. Lundqvist & Fridman (1996) analyserade granplantornas tillväxt före behandling och konstaterade att den småskaliga beståndstätheten (grundyta inom 10 m radie runt plantorna) inte påverkade vare sig antal plantor eller dessas tillväxt, och att inväxningen således borde vara oberoende av beståndstätheten. Nilson & Lundqvist (2001) redovisade granplantornas utveckling under de första åtta åren efter blädning och kunde konstatera att blädningen hade haft mycket liten inverkan på plantornas tillväxt. Lundqvist et al. (2007) redovisade inväxningen förbi 5 cm diameter i brösthöjd under de första tio åren efter behandling. Inväxning var 3-23 st/ha&år på Ätnarova och 11-28 i Fagerland, och på båda lokalerna tydligt negativt korrelerad med virkesförrådet efter blädning.

Lundqvist (2004) redovisade inväxningen i åtta bestånd i norra Jämtland som behandlats med fjällskogshuggning 20 år före den senaste inventeringen. Inväxningen förbi 8 cm diameter i brösthöjd var ca 5-12 st/ha&år och ej korrelerad med virkesförrådet efter avverkningen.

Lundqvist & Nilson (2007) analyserade föryngringen i den nordvästra delen av naturreservatet Kirjesålandet, en granurskog i norra Västerbotten. Dynamiken i plantskiktet analyserades teoretiskt baserat på uppgifter om plantornas höjdfördelning och tillväxt. Inväxningen förbi brösthöjd beräknades till 13 st/ha&år, och det fanns inget i skogens struktur eller dynamik i övrigt som antydde att den låga inväxningen varit ett problem.

Under senare år har det framförts idéer om att man skulle kunna komplettera eller rentav ersätta den naturliga föryngringen med en form av hjälpplantering inne i den mer eller mindre slutna skogen. Biologiskt är det fullt möjligt, men knappast ekonomiskt lönsamt. Det finns inte heller några studier som har visat att låg virkesproduktion skulle ha berott på för lite föryngring eller inväxning, eller omvänt att en hög inväxning skulle ha resulterat i hög virkesproduktion.

De uppföljningar som hittills gjorts av fältförsök där detta testats visar att granplantor som planterats inne i skogen redan efter 2-3 år har anpassat sig helt till den nya miljön och växer på samma sätt som naturligt föryngrade (Wikberg & Lundmark 2008). Granplantor behöver alltså ytterligare 30-50 år för att nå brösthöjd. Därefter tar det ytterligare ca 50 år att nå 10 cm diameter i brösthöjd.

Dödligheten för granplantor i höjdintervallet 0,1-1,3 m höjd inne i fullskiktad granskog är relativt låg, bara ca 2-3% per år (Nilsson & Lundqvist 2001, Lundqvist & Nilsson 2007). Den långa tid det tar att nå brösthöjd innebär ändå att ca 2/3 av plantorna dör innan de nått brösthöjd. Dödligheten sjunker sakta ju större plantorna blir, så att dödligheten bland de minsta träden bara är 0,5-1% per år, och sen fortsätter att sjunka ytterligare när träden blir större, men man kan ändå räkna med att högst 20% av plantorna överlever från 10 cm höjd till dess att de når 10 cm diameter i brösthöjd, 100 år senare.

När det gäller de tallplantor som planterats i fältförsöken med naturkultur var höjdtillväxten högre än för granplantorna, men dödligheten var å andra sidan också betydligt högre. Den fortsatta utvecklingen på ytorna får visa i vilken mån de planterade plantorna i framtiden kommer att utgöra ett märkbart tillskott i beståndet, men än så länge finns det ingenting som tyder på att den mycket låga volymtillväxten på försöksytorna i framtiden skulle kunna kompenseras av att man planterat inne i skogen efter avverkning.

Analys av några ”alternativa” modeller

Naturkultur

Detta är en metod som lanserats av Mats Hagner, fd professor i skogsföryngring vid SLU (Hagner 2004). Metoden består av två moment: dels s k ”befriande gallring” och dels ”berikande plantering”. Kärnan i metoden är trädvalet vid gallring, som ska baseras på högsta möjliga nuvärde i små trädgrupper. Teorin är att man med en prognosmodell ska kunna förutsäga hur de enskilda träden i en liten trädgrupp kommer att utvecklas i framtiden om man avverkar inget, ett eller flera träd i gruppen, nu eller i framtiden, och samtidigt beräknar trädens framtida värde vid varje tänkbar framtida tidpunkt för att därigenom beräkna optimal skötsel för trädgruppen. Detta ska sen upprepas för varje trädgrupp i hela skogen. Hagner betonar att begreppet bestånd inte ska användas utan all skötsel ska enbart beakta små trädgrupper. Efter genomförd gallring ska markägaren plantera i luckor och alltför glesa delar av skogen. Metoden är i huvudsak bara en princip för att välja träd vid gallring.

Naturnära skogsbruk

Begreppet naturnära skogsbruk (tyska ”naturnahe Waldwirtschaft) härstammar från andra hälften av 1800-talet (Gayer 1886) i Tyskland. Det vidareutvecklades av bl.a. Möller (1922) med begreppet ”Dauerwald”, som ungefär kan översättas med evig eller kontinuerlig skog, för att i modern tid utvecklas av bland annat den europeiska föreningen Pro Silva (Anon 2012).

Det finns flera definitioner av naturnära skogsbruk men gemensamt för dem är att de ingrepp som görs i skogen ska påverka skogens naturliga utveckling så lite som möjligt. Man strävar efter att efterlikna skogens naturliga dynamik, att minimera kostnader istället för att maximera intäkter, att i huvudsak bara gallra, att man förutsätter att föryngringen i huvudsak ska ske naturligt, och att man försöker ha en minimidiameter för träd som ska avverkas. Mindre” luckor” (max 0,25 ha) får dock öppnas i skogen för att gynna ljuskrävande trädslag. En viss andel av träden lämnas som evighetsträd och relativt stor andel av arealen lämnas för fri utveckling som referensområden.

Åtgärder som uppfattas som artificiella ska undvikas, exempelvis introduktion av främmande trädslag, gödsling, kraftig markpåverkan, kalhuggning, osv. De gallringar som görs bör dessutom inte vara så hårda att de markant förändrar hur skogen hade utvecklats utan gallring. Därmed finns det i konceptet naturnära skogsbruk ingen förutbestämd plan för hur skogen bör utvecklas över tiden och inga fasta kriterier för hur olika skogsbestånd bör se ut eller utvecklas. Grovt förenklat kan naturnära skogsbruk därmed i huvudsak sägas vara en vägledande princip för hur man ska välja träd om och när man gallrar.

Lübeckmodellen

Lübeckmodellen skulle kunna kallas ”naturnära kontinuitetsskogsbruk”, alltså en specialvariant av naturnära skogsbruk, utvecklad i Lübecks statsskogar sedan mitten av 1990-talet.

Måldiameterhuggning, dimensionshuggning

Måldiameterhuggning är bara ett nytt namn för dimensionshuggning, vilket innebär att man avverkar alla träd som är grövre än den fastställda minimidimensionen/måldiametern. Det är därmed enbart ett sätt att välja träd vid gallring.

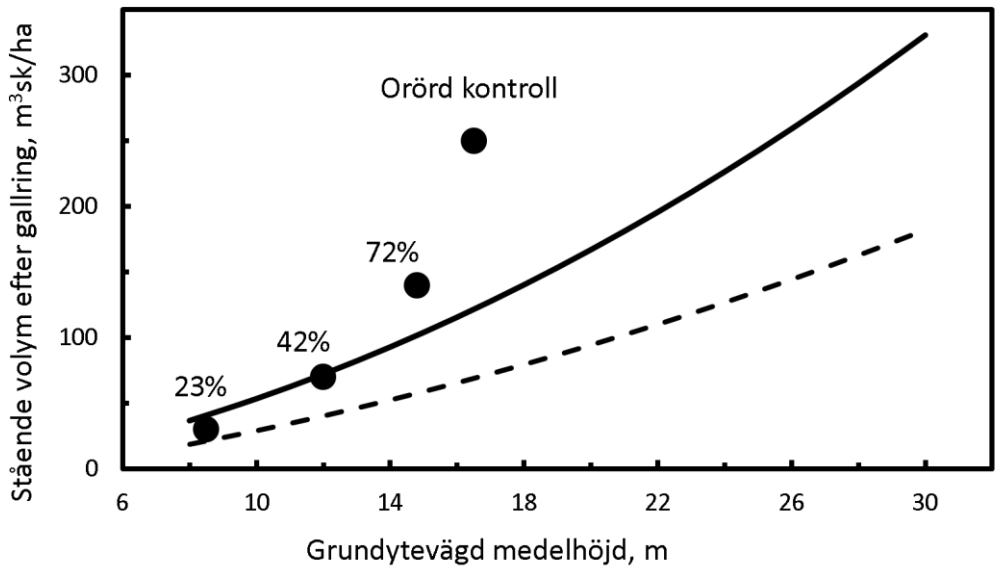
I Sverige har begreppet använts för att reglera gallringsuttagens styrka, genom att måldiametern precis som vid dimensionshuggning anger den nedre dimensionsgränsen för träd som får avverkas. I Tyskland har begreppet (zieldurchmesser) även använts tvärtom, för att beskriva den största diameter som träden ska få uppnå innan de avverkas. Vid den användningen av begreppet fungerar det istället som en indikation på när det är dags att gallra beståndet.

Hyggesfritt skogsbruk, kontinuitetsskogsbruk

”Kontinuitetsskogsbruk” lanserades ursprungligen av Skogsstyrelsen. För att undvika sammanblandning med begreppet ”kontinuitetsskog” så ändrade man dock namnet till ”hyggesfritt skogsbruk”. Till skillnad från tidigare redovisade begrepp så utgör ”hyggesfritt skogsbruk”/”kontinuitetsskogsbruk” inte någon idé om hur skogen ska skötas utan det är samlingsbegrepp som ska rymma allt det som inte ingår i traditionellt trakthyggesbruk med kalhuggning-plantering, dvs både blädningsbruk, Naturkultur, Lübeckmodellen, osv. Skogsstyrelsen inkluderar dessutom både skärmställning och luckhuggning i ”hyggesfritt”, dvs två föryngringsmetoder inom trakthyggesbruket (Bengtsson & Rosell 2012). Naturskyddsföreningen anser däremot att skärmställning inte kan ingå i ”hyggesfritt skogsbruk” eftersom huvuddelen av virkesskörden sker vid ett tillfälle och resultatet är en enskiktad ungskog (Anon 2010).

Skogsvårdslagen och alternativa avverkningsformer

I nuvarande skogsvårdslagstiftning regleras gallring och andra avverkningsformer i 10§ skogsvårdslagen samt i Skogsstyrelsens föreskrifter och allmäna råd. I allmänna råden anges miniminivå på virkesförråd efter gallring som funktion av grundytevägd medelhöjd. Om virkesförrådet efter gallring överstiger den nivå som anges av kurvan så är avverkningen en tillåten gallring. När kurvan beräknades så var huvudsyftet att reglera gallring i enskiktad skog och tanken var att tillväxten efter gallring skulle motsvara ca 55-60% av tillväxten i ogallrad skog. Samtidigt var tanken att kopplingen till grundytevägd medelhöjd skulle göra kurvan relativt oberoende av beståndsform. Vid gallring i fullskiktad skog uppstår dock ett fenomen som komplicerar bilden. Vid avverkningar strikt uppifrån sänks inte bara nivån på virkesförrådet utan även den grundytevägda medelhöjden. Det gör att man kan avverka betydligt hårdare i fullskiktad skog än i enskiktad, utan att hamna under kurvan, eftersom beståndet så att säga glider ner längs 10§-kurvan.



Figur 11. Genomsnittlig grundytevägd medelhöjd och stående volym efter försöksanläggning, samt volymtillväxt i förhållande till den orörda kontrollen (6,5 m^3/ha&år) under de första 10 åren för de tre försöksleden i blädningsförsöket i Fagerland (Jämtland). Kurvorna redovisar skogsvårdslagstiftningens lägsta krav på stående volym efter gallring enligt 10§ (heldragen svart) och gränsen för föryngringsplikt enligt 5§ (streckad svart).

Om man tar försöksytorna i Fagerland som exempel så framgår detta tydligt. Ju mer man avverkar, desto mer sänks medelhöjden. Därför är det bara de allra hårdaste gallringarna som har hamnat under 10§-kurvan. I den medelhårda gallringen har medelhöjden sänkts med över fyra meter, vilket gjort att lagstiftningens krav på kvarvarande virkesförråd sänkts från ca 125 till 75 m^3sk/ha.

Hur påverkar då skogsvårdslagstiftningen möjligheterna att använda de olika ”alternativa” modeller som redovisats ovan?

Vid *Naturkultur* är målet högsta nuvärde för trädgruppen. Därför blir förräntningen av de enskilda träden en viktig komponent. Alla träd vars internränta understiger markägarens räntekrav kommer att avverkas. Erfarenheten visar att detta oftast leder till mycket hårda höggallringar, där de kvarvarande beståndens virkesförråd understiger den nivå som anges i bilagan till 10§. Den hjälpplantering som görs kan antas ge en något högre inväxning på sikt, men den påverkar inte beståndets tillväxt förrän om tidigast 50-100 år och vid det laget har skogen sannolikt redan slutit sig på egen hand. Den berikande planteringen har därför i realiteten ingen inverkan på virkesproduktionen. Det är dock teoretiskt fullt möjligt att inkludera virkesförrådsnivån i bilagan till 10§ som en begränsning i systemet som inte får understigas och ändå vid gallring välja träd enligt principen Naturkultur.

Naturnära skogsbruk och *Lübeckmodellen* har ju som ett av sina huvudmål att vara skonsamma mot naturen. Begränsningarna i skogsvårdslagstiftningen mot för hårda gallringar kan därför knappast vara ett hinder för att bedriva naturnära skogsbruk.

Eftersom det i själva begreppen *dimensionshuggning/måldiameterhuggning* inte finns några riktlinjer för hur hårda eller svaga gallringar som ska göras så är det fullt möjligt att välja en dimensionsgräns som gör att man efter gallring inte understiger det virkesförråd som anges i bilagan till 10§.

Sammanfattande slutsatser

Det finns idag bara två skogsskötselsystem – blädningsbruk och trakthyggesbruk. Blädningsbruk är per definition ”hyggesfritt” men även trakthyggesbruk kan bedrivas utan stora kalhyggen, genom att man föryngrar under skärm eller genom exempelvis luckhuggning eller kanthuggning. För båda skötselsystemen gäller att det finns en tydlig bild av hur skogen ska se ut och utvecklas över tiden.

Inget av de olika ”alternativ” som presenterats ovan ställer upp några absoluta krav på hur skogen ska se ut eller hur den ska skötas. Det går därför inte att i fält avgöra om en skog är skött enligt principerna för Naturkultur, Lübeckmodellen, måldiameterhuggning eller hyggesfritt skogsbruk. Det går därmed inte heller att dra en skarp gräns mellan ”hyggesbruk” och ”hyggesfritt”, eftersom det i princip går att hävda att all skog är skött utan hyggen, fram till den dag då den kalhuggs.

När det gäller trakthyggesbruk finns det relativt god kännedom om hur man föryngrar med skärmställning, och kunskapen finns sammanfattad bland annat i Skogsskötselserien. När det gäller luckhuggning och andra etappvisa slutavverkningsmetoder är kunskapläget betydligt sämre. Med tanke på att de i princip fungerar som fröträdsställningar/skärmar fast på en mindre areal åt gången, så borde det gå att tillämpa de kunskaper som finns om dessa metoder.

När det gäller blädningsbruk vet vi att svaga blädningar som fokuserar på de största träden och efterlämnar ett stort virkesförråd (ovanför 10§-kurvan i bilagan till skogsvårdslagen vid den grundytevägda höjd beståndet hade före blädningen), resulterar i relativt hög uthållig tillväxt och lågt behov av inväxning. Det blir relativt tätt mellan avverkningarna, som ger grov medelstam och hög andel sågtimmer. Andelen skador blir normalt sett låg, och de svaga ingreppen gör dessutom att systemet blir biologiskt säkert. Den långsiktiga virkesproduktionen kan förväntas bli minst 60-100% av den bedömda boniteten, där den lägre siffran gäller om man jämför med den förväntade framtida produktionen med förädlat plantmaterial. Systemet fungerar dock bara i granskog.

Om man istället gör hårda gallringar som i värsta fall tar ut allt gagnvirke och efterlämnar ett litet virkesförråd (under 10§-kurvan i Skogsvårdslagen eller i nivå med kurvan men med kraftigt reducerad grundytevägd medelhöjd), blir resultatet låg och variabel tillväxt och stort behov av inväxning. Den låga tillväxten gör att det blir mycket långt mellan avverkningarna, och uttagen ger klen medelstam och relativt låg andel sågtimmer. De hårda ingreppen resulterar dessutom ofta i stora skador på kvarstående skog, såväl träd som plantor, både som en direkt följd av själva avverkningen och genom de vind- och snöskador som brukar följa. Den långsiktiga virkesproduktionen kan förväntas bli betydligt mindre än 50% av den bedömda boniteten. I det boreala området kommer den framtida föryngringen dessutom domineras av gran, oavsett vilket trädslag som dominerade det ursprungliga beståndet.

Enligt den beräkning som gjordes inom ramen för utredningen ”Skogspolitiken inför 2000-talet” (SOU 1992:76) fanns det då ca 1 miljon ha fullskiktad granskog, varav knappt 600 000 ha hade mer än 150 m^3sk/ha, huvuddelen belägen i Västerbottens inland, Jämtland och Småland. Det är alltså bara 2-4% av den totala

skogsmarksarealen som utgörs av fullskiktad granskog och som därmed skulle vara möjlig att bläda. Därutöver tillkommer skog som har en struktur som skulle gå att omforma till fullskiktad under överskådlig tid, dvs några få decennier.

Under senare tid har förespråkare för ”kontinuitetsskogsbruk” hävdat att 10§ med tillhörande föreskrifter och allmänna råd begränsar möjligheterna att bedriva blädningsbruk och de olika alternativa modeller som presenterats i föregående avsnitt. Som framgår ovan så är det tvärtom så att lagstiftningen tillåter betydligt hårdare gallringar i full- och flerskiktad skog än i enskiktad skog. Skogsvårdslag-stiftningen ger alltså större spelrum för blädningsbruk än för trakthyggesbruk. Arealen fullskiktad granskog är dock så begränsad att det knappast finns skäl att revidera skogsvårdslagstiftningen bara för att undvika risken för alltför hårda blädningar på denna lilla areal.

Litteratur/källförteckning

Ahlström, M. 2011. Bielite : en utvärdering av alternativa skötselmetoder i fjällnära granskog – struktur, inväxning och volymtillväxt. Examensarbeten, SLU, Institutionen för skogens ekologi och skötsel, 2011:3.

Albrektson, A., Elfving , B., Lundqvist, L. & Valinger, E. 2008. Skogsskötselserien nr 1, Skogsskötselns grunder och samband. Skogsstyrelsens förlag, Jönköping, http://www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

Andreassen, K. 1994. Development and yield in selection forest. Meddelelser fra Skogfors 47:5.

Anon. 2010. Skogsbruk utan hyggen. Rapport, Naturskyddsföreningen.

Anon. 2012. Pro Silva Principles. http://prosilvaeurope.org/

Bengtsson, L. & Rosell, S. 2012. Hyggesfritt skogsbruk. Skogsstyrelsen, Jönköping.

Bøhmer, J.G. 1957. Bledningsskog II. Tidsskrift for skogbruk 65.

Burschel, P. & Huss, J. 1987. Grundriss des Waldbaus. Verlag Paul Parey, Hamburg.

Hagner, M. 2002. Samband mellan stående volym och tillväxt i rikstaxytor kan inte användas för rekommendation om slutenhet. SLU, Institutionen för skogsskötsel, Arbetsrapporter nr 179.

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, 33-40.

Gayer, K. 1886. Der gemischte Wald, seine Begründung und Pflege, insbesondere die Horst- und Gruppenwirtschaft. Berlin.

Granhus, A. & Fjeld, D. 2001. Spatial distribution of injuries to Norway spruce advance growth after selection harvesting. Canadian Journal of Forest Research 31, 1903-1911.

Hagner, M. 2003. Effects of standing volume, harvest intensity and stand structure on volume increment in plots managed with long-term, single-tree selection. SLU, Institutionen för skogsskötsel, Arbetsrapporter nr 187.

Hagner, M. 2004. Naturkultur. Mats Hagners Bokförlag, Umeå.

Hägglund B. & Lundmark J-E. 1987. Handledning i bonitering med Skogshögskolans boniteringssystem – Del 2 Diagram och tabeller. Skogsstyrelsen, Jönköping.

Lundqvist L. 1989. Blädning i granskog - strukturförändringar, volymtillväxt, inväxning och föryngring på försöksytor skötta med stamvis blädning [Use of the selection system in Norway spruce forests - changes in stand structure, volume increment, ingrowth and regeneration on experimental plots managed with single-tree selection]. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsskötsel, Avhandling [Dissertation]

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 Picea abies plots managed with single-tree selection. Scandinavian Journal of Forest Research 8, 510-517.

Lundqvist, L. 1994. Growth and competition in partially cut sub-alpine Norway spruce forests in N Sweden. Forest Ecology and Management 65, 115-122.

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. & 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.

Lundqvist, L. & Nilson, K. 2007. Regeneration dynamics in an uneven-aged virgin Norway Spruce forest in northern Sweden. Scandinavian Journal of Forest Research, 22, 304-309.

Lundqvist, L., Chrimes, D., Elfving, B., Mörling, T. & Valinger, E. 2007. Stand development after different thinnings in two uneven-aged Picea abies forests in Sweden. Forest Ecology and Management 238, 141-146.

Lundqvist, L., Cedergren, J. & Eliasson, L. 2009. Skogsskötselserien nr 11, Blädningsbruk. Skogsstyrelsens förlag, Jönköping, http://www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien

Lähde, E, Laiho, O, Norokorpi, Y & Saksa, T. 1994. Structure and yield of all-sized and even-sized Scots pine-dominated stands. Annales de Sciences Forestiere 51, 111-120.

Lähde, E, Laiho, O, Norokorpi, Y & Saksa, T. 2002. Development of Norway spruce dominated stands after single-tree selection. Canadian Journal of Forest Research 32, 1577-1584.

Modig, E., Magnusson, B., Valinger, E., Cedergren, J. & Lundqvist, L. 2012. Damage to residual stand caused by mechanized selection harvest in uneven-aged Picea abies dominated stands. Silva Fennica 46(2), 267-274.

Möller, A. 1922. Der Dauerwaldgedanke – Sein Sinn und seine Bedeutung. Springer Verlag, Berlin

Nilsen, P. 1988. Fjellskoghogsst i granskog – gjenvekst og produksjon etter tidligere hogster [Selective cuttings in mountain spruce forests – regeneration and production after earlier cuttings]. Norsk Insitutt for Skogforskning, Rapport 2/88, 1-26.

Nilsson, K. & Lundqvist, L. 2001. Effect of stand structure and density on development of natural regeneration in two Picea abies in northern Sweden. Scandinavian Journal of Forest Research 16, 253-259.

Näslund, M. 1942. Den gamla norrländska granskogen reaktionsförmåga efter genomhuggning. Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt, häfte 33, nr 1.

Øen, B-H & Nilsen, P. 2002. Growth effects after mountain forest selective cutting in southeast Norway. Forestry 75, 401-410.

Sarvas, R. 1944. Tukkipuun harsintojen vaikutus etelä-Suomen yksityismetsiin [Influence of saw-timber harvesting on private forests in South Finland]. Helsinki.

SOU 1992:76. Skogspolitiken inför 2000-talet: Huvudbetänkande. Allmänna förlaget, Stockholm.

Spreer, S. 2010. Virkesproduktionen under 80 år i ett fältförsök i Dalarna med olika skogsskötselsystem. Examensarbeten, SLU, Institutionen för skogens ekologi och skötsel, 2010:06.

Tegnhammar, L. 1992. Om skattning av ståndortsindex för gran [On the estimation of site index for Norway spruce [Picea abies in Sweden]]. SLU, Institutionen for Skogstaxering, Rapport 52.

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

Av Skogsstyrelsen publicerade Rapporter:

1988:1	Mallar för ståndortsbonitering; Lathund för 18 län i södra Sverige
1991:1	Tätortsnära skogsbruk
1992:3	Aktiva Natur- och Kulturvårdande åtgärder i skogsbruket
1993:7	Betespräglad äldre bondeskog – från naturvårdssynpunkt
1994:5	Historiska kartor - underlag för natur- och kulturmiljövård i skogen
1995:1	Planering av skogsbrukets hänsyn till vatten i ett avrinningsområde i Gävleborg
1995:2	SUMPSKOG – ekologi och skötsel
1996:1	Women in Forestry – What is their situation?
1996:2	Skogens kvinnor – Hur är läget?
1997:2	Naturvårdsutbildning (20 poäng) Hur gick det?
1997:5	Miljeu96 Rådgivning. Rapport från utvärdering av miljeurådgivningen
1997:6	Effekter av skogsbränsleuttag och askåterföring – en litteraturstudie
1997:7	Målgruppsanalys
1997:8	Effekter av tungmetallnedfall på skogslevande landsnäckor (with English Summary: The impact on forest land snails by atmospheric deposition of heavy metals)
1997:9	GIS–metodik för kartläggning av markförsurning – En pilotstudie i Jönköpings län
1998:1	Miljökonsekvensbeskrivning (MKB) av skogsbränsleuttag, asktillförsel och övrig näringskompensation
1998:3	Dalaskog - Pilotprojekt i landskapsanalys
1998:4	Användning av satellitdata – hitta avverkad skog och uppskatta lövröjningsbehov
1998:5	Baskatjoner och aciditet i svensk skogsmark - tillstånd och förändringar
1998:6	Övervakning av biologisk mångfald i det brukade skogslandskapet. With a summary in English: Monitoring of biodiversity in managed forests.
1998:7	Marksvampar i kalkbarrskogar och skogsbeten i Gotländska nyckelbiotoper
1999:1	Miljökonsekvensbeskrivning av Skogsstyrelsens förslag till åtgärdsprogram för kalkning och vitalisering
1999:2	Internationella konventioner och andra instrument som behandlar internationella skogsfrågor
2000:1	Samordnade åtgärder mot försurning av mark och vatten - Underlagsdokument till Nationell plan för kalkning av sjöar och vattendrag
2000:4	Skogsbruket i den lokala ekonomin
2000:5	Aska från biobränsle
2000:6	Skogsskadeinventering av bok och ek i Sydsverige 1999
2001:1	Landmolluskfaunans ekologi i sump- och myrskogar i mellersta Norrland, med jämförelser beträffande förhållandena i södra Sverige
2001:2	Arealförluster från skogliga avrinningsområden i Västra Götaland
2001:3	The proposals for action submitted by the Intergovernmental Panel on Forests (IPF) and the Intergovernmental Forum on Forests (IFF) - in the Swedish context
2001:4	Resultat från Skogsstyrelsens ekenkät 2000
2001:5	Effekter av kalkning i utströmningsområden med kalkkross 0 - 3 mm
2001:6	Biobränslen i Söderhamn
2001:7	Entreprenörer i skogsbruket 1993-1998
2001:8A	Skogspolitisk historia
2001:8B	Skogspolitiken idag - en beskrivning av den politik och övriga faktorer som påverkar skogen och skogsbruket
2001:8C	Gröna planer
2001:8D	Föryngring av skog
2001:8E	Fornlämningar och kulturmiljöer i skogsmark
2001:8G	Framtidens skog
2001:8H	De skogliga aktörerna och skogspolitiken
2001:8I	Skogsbilvägar
2001:8J	Skogen sociala värden
2001:8K	Arbetsmarknadspolitiska åtgärder i skogen
2001:8L	Skogsvårdsorganisationens uppdragsverksamhet
2001:8M	Skogsbruk och rennäring
2001:8O	Skador på skog
2001:9	Projekterfarenheter av landskapsanalys i lokal samverkan – (LIFE 96 ENV S 367) Uthålligt skogsbruk byggt på landskapsanalys i lokal samverkan
2001:11A	Strategier för åtgärder mot markförsurning
2001:11B	Markförsurningsprocesser
2001:11C	Effekter på biologisk mångfald av markförsurning och motåtgärder
2001:11D	Urvalskriterier för bedömning av markförsurning
2001:11E	Effekter på kvävedynamiken av markförsurning och motåtgärder
2001:11F	Effekter på skogsproduktion av markförsurning och motåtgärder
2001:11G	Effekter på tungmetallers och cesiums rörlighet av markförsurning och motåtgärder
2002:1	Ekskador i Europa
2002:2	Gröna Huset, slutrapport
2002:3	Project experiences of landscape analysis with local participation – (LIFE 96 ENV S 367) Local participation in sustainable forest management based on landscape analysis
2002:4	Landskapsekologisk planering i Söderhamns kommun
2002:5	Miljöriktig vedeldning - Ett informationsprojekt i Söderhamn

2002:6	White backed woodpecker landscapes and new nature reserves
2002:7	ÄBIN Satellit
2002:8	Demonstration of Methods to monitor Sustainable Forestry, Final report Sweden
2002:9	Inventering av frötäktssbestånd av stjälkek, bergek och rödek under 2001 - Ekdöd, skötsel och naturvård
2002:10	A comparison between National Forest Programmes of some EU-member states
2002:11	Satellitbildsbaserade skattningar av skogliga variabler
2002:12	Skog & Miljö - Miljöbeskrivning av skogsmarken i Söderhamns kommun
2003:1	Övervakning av biologisk mångfald i skogen - En jämförelse av två metoder
2003:2	Fågelfaunan i olika skogsmiljöer - en studie på beståndsnivå
2003:3	Effektivare samråd mellan rennäring och skogsbruk -förbättrad dialog via ett utvecklat samrådsförfarande
2003:4	Projekt Nissadalen - En integrerad strategi för kalkning och askspridning i hela avrinningsområden
2003:5	Projekt Renbruksplan 2000-2002 Slutrapport, - ett planeringsverktyg för samebyarna
2003:6	Att mäta skogens biologiska mångfald - möjligheter och hinder för att följa upp skogspolitikens miljömål i Sverige
2003:7	Vilka botaniska naturvärden finns vid torplämningar i norra Uppland?
2003:8	Kalkgranskogar i Sverige och Norge – förslag till växtsociologisk klassificering
2003:9	Skogsägare på distans - Utvärdering av SVO:s riktade insatser för utbor
2003:10	The EU enlargement in 2004: analysis of the forestry situation and perspectives in relation to the present EU and Sweden
2004:1	Effektuppföljning skogsmarkskalkning tillväxt och trädvitalitet, 1990-2002
2004:2	Skogliga konsekvensanalyser 2003 - SKA 03
2004:3	Natur- och kulturinventeringen i Kronobergs län 1996 - 2001
2004:4	Naturlig föryngring av tall
2004:5	How Sweden meets the IPF requirements on nfp
2004:6	Synthesis of the model forest concept and its application to Vilhelmina model forest and Barents model forest network
2004:7	Vedlevande arters krav på substrat - sammanställning och analys av 3.600 arter
2004:8	EU-utvidgningen och skogsindustrin - En analys av skogsindustrins betydelse för de nya medlemsländernas ekonomier
2004:10	Om virkesförrådets utveckling och dess påverkan på skogsbrukets lönsamhet under perioden 1980-2002
2004:11	Naturskydd och skogligt genbevarande
2004:12	Når vi skogspolitikens mångfaldsmål på artnivå? - Åtgärdsförslag för uppföljning och metodutveckling
2005:1	Access to the forests for disabled people
2005:2	Tillgång till naturen för människor med funktionshinder
2005:3	Besökarstudier i naturområden - en handbok
2005:4	Visitor studies in nature areas - a manual
2005:5	Skogshistoria år från år 1177-2005
2005:6	Vägar till ett effektivare samarbete i den privata tätortsnära skogen
2005:7	Planering för rekreation - Grön skogsbruksplan i privatägd tätortsnära skog
2005:8a-8c	Report from Proceedings of ForestSAT 2005 in Borås May 31 - June 3
2005:9	Sammanställning av stormskador på skog i Sverige under de senaste 210 åren
2005:10	Frivilliga avsättningar - en del i Miljökvalitetsmålet Levande skogar
2005:11	Skogliga sektorsmål - förutsättningar och bakgrundsmaterial
2005:12	Målbilder för det skogliga sektorsmålet - hur går det med bevarandet av biologisk mångfald?
2005:13	Ekonomiska konsekvenser av de skogliga sektorsmålen
2005:14	Tio skogsägares erfarenheter av stormen
2005:15	Uppföljning av skador på fornlämningar och övriga kulturlämningar i skog
2005:16	Mykorrhizasvampar i örtrika granskogar - en metodstudie för att hitta värdefulla miljöer
2005:17	Forskningsseminarium skogsbruk - rennäring 11-12 augusti 2004
2005:18	Klassning av renbete med hjälp av ståndortsboniteringens vegetationstypsindelning
2005:19	Jämförelse av produktionspotential mellan tall, gran och björk på samma ståndort
2006:1	Kalkning och askspridning på skogsmark - redovisning av arealer som ingått i Skogsstyrelsens försöks-verksamhet 1989-2003
2006:2	Satellitbildsanalys av skogsbilvägar över våtmarker
2006:3	Myllrande Våtmarker - Förslag till nationell uppföljning av delmålet om byggande av skogsbilvägar över värdefulla våtmarker
2006:4	Granbarkborren - en scenarioanalys för 2006-2009
2006:5	Överensstämmer anmält och verkligt GROT-uttag?
2006:6	Klimathotet och skogens biologiska mångfald
2006:7	Arenor för hållbart brukande av landskapets alla värden - begreppet Model Forest som ett exempel
2006:8	Analys av riskfaktorer efter stormen Gudrun
2006:9	Stormskadad skog - föryngring, skador och skötsel
2006:10	Miljökonsekvenser för vattenkvalitet, Underlagsrapport inom projektet Stormanalys
2006:11	Miljökonsekvenser för biologisk mångfald - Underlagsrapport inom projekt Stormanalys
2006:12	Ekonomiska och sociala konsekvenser i skogsbruket av stormen Gudrun
2006:13	Hur drabbades enskilda skogsägare av stormen Gudrun - Resultat av en enkätundersökning
2006:14	Riskhantering i skogsbruket
2006:15	Granbarkborrens utnyttjande av vindfällen under första sommaren efter stormen Gudrun - (The spruce bark beetle in wind-felled trees in the first summer following the storm Gudrun)

2006:16 Skogliga sektorsmål i ett internationellt sammanhang
2006:17 Skogen och ekosystemansatsen i Sverige
2006:18 Strategi för hantering av skogliga naturvärden i Norrtälje kommun (”Norrtäljeprojektet”)
2006:19 Kantzonens ekologiska roll i skogliga vattendrag - en litteraturöversikt
2006:20 Ägoslag i skogen - Förslag till indelning, begrepp och definitioner för skogsrelaterade ägoslag
2006:21 Regional produktionsanalys - Konsekvenser av olika miljöambitioner i länen Dalarna och Gävleborg
2006:22 Regional skoglig Produktionsanalys - Konsekvenser av olika skötselregimer
2006:23 Biomassaflöden i svensk skogsnäring 2004
2006:24 Trädbränslestatistik i Sverige - en förstudie
2006:25 Tillväxtstudie på Skogsstyrelsens obsytor
2006:26 Regional produktionsanalys - Uppskattning av tillgängligt trädbränsle i Dalarnas och Gävleborgs län
2006:27 Referenshägn som ett verktyg i vilt- och skogsförvaltning
2007:1 Utvärdering av ÄBIN
2007:2 Trädslagets betydelse för markens syra-basstatus - resultat från Ståndortskarteringen
2007:3 Älg- och rådjursstammarnas kostnader och värden
2007:4 Virkesbalanser för år 2004
2007:5 Life Forests for water - summary from the final seminar in Lycksele 22-24 August 2006
2007:6 Renskador i plant- och ungskog - en litteraturöversikt och analys av en taxeringsmetod
2007:7 Övervakning och klassificering av skogsvattendrag i enlighet med EU:s ramdirektiv för vatten - exempel från Emån och Öreälven
2007:8 Svenskt skogsbruk möter klimatförändringar
2007:9 Uppföljning av skador på fornlämningar i skogsmark
2007:10 Utgör kvävegödsling av skog en risk för Östersjön? Slutsatser från ett seminarium anordnat av Baltic Sea 2020 i samarbete med Skogsstyrelsen
2008:1 Arenas for Sustainable Use of All Values in the Landscape - the Model Forest concept as an example
2008:2 Samhällsekonomisk konsekvensanalys av skogsmarks- och ytvattenkalkning
2008:3 Mercury Loading from forest to surface waters: The effects of forest harvest and liming
2008:4 The impact of liming on ectomycorrhizal fungal communities in coniferous forests in Southern Sweden
2008:5 Långtidseffekter av kalkning på skogsmarkens kol- och kväveförråd
2008:6 Underlag för en nationell strategi för skötsel och skydd av sumpskogar
2008:7 Regionala analyser om kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk
2008:8 Frötäkt och frötäktsområden av gran och tall i Sverige
2008:9 Vägledning vid skogsmarkskalkning
2008:10 Områden som skogsmarkskalkats inom Skogsstyrelsens försöksverksamhet 2005-2007
2008:11 Inventering av ädellövplanteringar på stormhyggen från 1999 i Skåne
2008:12 Aluminiumhalter i skogsbäckar och variationen med avrinningsområdenas egenskaper
2008:13 Åtgärder för ett uthålligt brukande av skogsmarken - resultat från studier finansierade inom Movib
2008:14 Användningen av växtskyddsmedel inom skogsbruket
2008:15 Skogsmarkskalkning
2008:16 Skogsmarkskalkningens effekter på kemin i mark, grundvatten och ytvatten i SKOKAL-områdena 16 år efter behandling
2008:18 Effekter av skogsbruk på rennäringen - en litteraturstudie
2008:19 Hyggesfritt skogsbruk i ädellövskog - En litteratursammanställning
2008:20 Kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk i ädellövskogar - slutrapport för delprojekt Ädellöv
2008:21 Skoglig kontinuitet och historiska kartor - en metodstudie för bokskog
2008:22 Kontinuitetsskogar och Kontinuitetsskogsbruk – Slutrapport för delprojekt Skötsel – hyggesfritt skogsbruk
2008:23 Naturkultur – Utvecklingen i försöksserien de 10 första åren
2008:24 Jämförelse av ekonomi och produktion mellan trakthyggesbruk och blädning i skiktad granskog – analyser spå beståndsnivå baserade på simulering
2008:25 Skogliga konsekvensanalyser 2008 – SKA-VB 08
2009:1 Åtgärdsplanering i reglerade vattendrag – arbetsgång och åtgärdsförslag i övre Ångermanälven
2009:2 Skog & Historia i Uppland – Gröna Jobb 2004-2008
2009:3 Utvärdering av metoder för kvantifiering av epifytiska hänglavar
2009:4 Kartläggning och Identifiering av kontinuitetsskog
2009:5 Skogsproduktion i stormområdet: Ett underlag för Skogsstyrelsens strategi för uthållig skogsproduktion
2009:6 Ekonomisk beskrivning av konsekvenser i samband med ledningsintrång i skogsmark
2009:7 Avverkning av nyckelbiotoper och objekt med höga naturvärden – en gis-analys och inventeringsdata från Polytax
2009:8 Produktionsanalys i Gävleborgs län
2009:9 Skogsstyrelsens erfarenheter kring samarbetsnätverk i landskapet
2010:1 Föryngra – Vårda – Skydda – Underlag för Skogsstyrelsens strategi för hållbar skogsproduktion
2010:2 Effektiv rådgivning – Slutrapport
2010:3 Markägarenkäten. Skogsstyrelsens delrapport för undersökningarna om processen för formellt skydd 2005-2008
2010:4 Landskapsansats för bevarande av skoglig biologisk mångfald – en uppföljning av 1997 års regionala bristanalys, och om behovet av samverkan mellan aktörer
2010:5 Översön av Skogsstyrelsens virkesmätningsföreskrifter – Analys och förslag
2010:6 Polytax 5/7 återväxttaxering: Resultat från 1999-2008
2010:7 Behöver omvandlingstalen mellan m^3f ub och m^3sk revideras? – En förstudie

2010:8	Åtgärdsprogram för bevarande av vitryggig hackspett och dess livsmiljöer 2005-2009 – Slutrapport
2010:9	Störningskänslighet hos lavar i barrskogar
2011:1	Polytax 5/7 återväxttaxering: Resultat från 1999-2009
2011:2	Inte klar
2011:3	Möjligheter att förbättra måluppfyllelse vad gäller miljöhänsyn vid föryngringsavverkning: Rapport efter en analys och rådgivande prioritering av åtgärder
2011:4	Fastighetsavtal – vidareutveckling av modell till flygfärdig produkt, Slutrapport
2011:5	Nedre Ångermanälven och Faxälven – förslag till miljöförbättrande åtgärder
2011:6	Upprättade renbruksplaner – 2005-2010
2011:7	Kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk – Slutrapport för delprojekt naturvärden
2011:8	Utredningsrapport – Långsiktig plan för Skogsstyrelsens inventeringar och uppföljningar
2012:1	Kommunikationsstrategi för Renbruksplan
2012:2	Förstudierapport, dialog och samverkan mellan skogsbruk och rennäring
2012:3	Hänsyn till kulturmiljöer – resultat från P3 2008-2011
2012:4	Kalibrering för samsyn över myndighetsgränserna avseende olika former av dikningsåtgärder i skogsmark
2012:5	Skogsbrukets frivilliga avsättningar
2012:6	Långsiktiga effekter på vattenkemi, öringbestånd och bottenfauna efter ask- och kalkbehandling i hela avrinningsområden i brukad skogsmark – utvärdering 13 år efter åtgärder mot försurning
2012:7	Nationella skogliga produktionsmål – Uppföljning av 2005 års sektorsmål
2012:8	Kommunikationsstrategi för Renbruksplan – Är det en fungerande modell för samebyarna vid samråd?
2012:9	Ökade risker för skador på skog och åtgärder för att minska riskerna
2012:10	Hänsynsuppföljning - grunder
2012:11	Virkesproduktion och inväxning i skiktad skog efter höggallring

Av Skogsstyrelsen publicerade Meddelanden:

1991:2	Vägplan -90
1991:5	Ekologiska effekter av skogsbränsleuttag
1995:2	Gallringsundersökning 92
1995:3	Kontrolltaxering av nyckelbiotoper
1996:1	Skogsstyrelsens anslag för tillämpad skogsproduktionsforskning
1997:1	Naturskydd och naturhänsyn i skogen
1997:2	Skogsvårdsorganisationens årskonferens 1996
1998:1	Skogsvårdsorganisationens Utvärdering av Skogspolitiken
1998:2	Skogliga aktörer och den nya skogspolitiken
1998:3	Föryngringsavverkning och skogsbilvägar
1998:4	Miljöhänsyn vid föryngringsavverkning - Delresultat från Polytax
1998:5	Beståndsanläggning
1998:6	Naturskydd och miljöarbete
1998:7	Röjningsundersökning 1997
1998:8	Gallringsundersökning 1997
1998:9	Skadebilden beträffande fasta fornlämningar och övriga kulturmiljövärden
1998:10	Produktionskonsekvenser av den nya skogspolitiken
1998:11	SMILE - Uppföljning av sumpskogsskötsel
1998:12	Sköter vi ädellövskogen? - Ett projekt inom SMILE
1998:13	Riksdagens skogspolitiska intentioner. Om mål som uppdrag till en myndighet
1998:14	Swedish forest policy in an international perspective. (Utfört av FAO)
1998:15	Produktion eller miljö. (En mediaundersökning utförd av Göteborgs universitet)
1998:16	De trädbevuxna impedimentens betydelse som livsmiljöer för skogslevande växt- och djurarter
1998:17	Verksamhet inom Skogsvårdsorganisationen som kan utnyttjas i den nationella miljöövervakning
1998:19	Skogsvårdsorganisationens årskonferens 1998
1999:1	Nyckelbiotopsinventeringen 1993-1998. Slutrapport
1999:3	Sveriges sumpskogar. Resultat av sumpskogsinventeringen 1990-1998
2001:1	Skogsvårdsorganisationens Årskonferens 2000
2001:2	Rekommendationer vid uttag av skogsbränsle och kompensationsgödsling
2001:3	Kontrollinventering av nyckelbiotoper år 2000
2001:4	Åtgärder mot markförsurning och för ett uthålligt brukande av skogsmarken
2001:5	Miljöövervakning av Biologisk mångfald i Nyckelbiotoper
2001:6	Utvärdering av samråden 1998 Skogsbruk - rennäring
2002:1	Skogsvårdsorganisationens utvärdering av skogspolitikens effekter - SUS 2001
2002:2	Skog för naturvårdsändamål – uppföljning av områdesskydd, frivilliga avsättningar, samt miljöhänsyn vid föryngringsavverkning
2002:4	Action plan to counteract soil acidification and to promote sustainable use of forestland
2002:6	Skogsmarksgödsling - effekter på skogshushållning, ekonomi, sysselsättning och miljön
2003:1	Skogsvårdsorganisationens Årskonferens 2002
2003:2	Konsekvenser av ett förbud mot permetrinbehandling av skogsplantor
2004:1	Kontinuitetsskogar - en förstudie
2004:2	Landskapsekologiska kärnområden - LEKO, Redovisning av ett projekt 1999-2003
2004:3	Skogens sociala värden
2004:4	Inventering av nyckelbiotoper - Resultat 2003
2006:1	Stormen 2005 - en skoglig analys
2007:1	Övervakning av insektsangrepp - Slutrapport från Skogsstyrelsens regeringsuppdrag
2007:2	Kvävegödsling av skogsmark
2007:3	Skogsstyrelsens inventering av nyckelbiotoper - Resultat till och med 2006
2007:4	Fördjupad utvärdering av Levande skogar
2007:5	Hållbart nyttjande av skog
2008:1	Kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk
2008:2	Rekommendationer vid uttag av avverkningsrester och askåterföring
2008:3	Skogsbrukets frivilliga avsättningar
2008:4	Rundvirkes- och skogsbränslebalanser för år 2007 – SKA-VB 08
2009:1	Dikesrensningens regelverk
2009:2	Viltanpassad Skogsskötsel – Skogliga åtgärder för att minska skador
2009:3	Ny metod och nya definitioner i uppföljningen av frivilliga avsättningar
2009:4	Stubbskörd – kunskapssammanställning och Skogsstyrelsens rekommendationer
2009:5	Vidareutveckling av pågående viltskadeinventeringar
2009:6	En märkbar förändring i skogsägarnas vardag – Projekt Skogsägarnas myndighetskontakter
2009:7	Regler om användning av främmande trädslag
2010:1	Vattenförvaltningen i skogen
2010:2	Nationell tillämpning av FLEGT – Forest Law Enforcement, Governance and Trade
2011:1	Rillsyn enl 9 kap miljöbalken av verksamhet på mark som omfattas av skogsvårdslagen
2011:2	Skogs- och miljöpolitiska mål – brister, orsaker och förslag på åtgärder
2011:3	Skogliga inventeringsmetoder i en kunskapsbaserad älgförvaltning
2011:4	Uppdrag om nationella bestämmelser som kompletterar EU:s timmerförordning samt om revidering av virkesmätningslagstiftningen

2011:5	Uppföljning av hänsyn till rennäringen
2011:6	Översyn av föreskrifter och allmänna råd för 30 paragrafen SvL – Del 1
2011:7	Hjortdjurens inverkan på tillväxt av produktionsträd och rekrytering av betesbegärliga trädslag – problembeskrivning, orsaker och förslag till åtgärder
2012:1	Förslag på regelförenklingar i skogsvårdslagstiftningen
2012:2	Uppdrag om nationella bestämmelser som kompletterar EU:s timmerförordning
2012:3	Beredskap vid skador på skog

Beställning av Rapporter och Meddelanden

Skogsstyrelsen,
Böcker och Broschyrer
551 83 JÖNKÖPING
Telefon: 036 – 35 93 40
växel 036 – 35 93 00
fax 036 – 19 06 22
e-post: bocker@skogsstyrelsen.se
www.skogsstyrelsen.se/bocker

I Skogsstyrelsens Meddelande-serie publiceras redogörelser, utredningar m.m. av officiell karaktär. Innehållet överensstämmer med myndighetens policy.
I Skogsstyrelsens Rapport-serie publiceras redogörelser och utredningar m.m. för vars innehåll författaren/författarna själva ansvarar.
Skogsstyrelsen publicerar dessutom fortlöpande: Foldrar, broschyrer, böcker m.m. inom skilda skogliga ämnesområden.
Skogsstyrelsen är också utgivare av tidningen SkogsEko.

Rapporten redovisar olika sätt att sköta heterogen, full- och flerskiktad skog, samt sammanfattar studier av produktion och inväxning i full- och flerskiktad skog som blädats/höggallrats. Än så länge finns bara två skogsskötselsystem beskrivna i litteraturen – trakthyggesbruk för skötsel av enskiktad skog, och blädningsbruk för skötsel av fullskiktad skog. Blädningsbruk är per definition ”hyggesfritt” men även trakthyggesbruk kan bedrivas utan stora kalhyggen, genom att man föryngrar under skärm eller genom exempelvis luckhuggning eller kanthuggning. För båda skötselsystemen gäller att det finns en tydlig bild av hur skogen ska se ut och utvecklas över tiden.

Samtliga redovisade tillväxtstudier uppvisar samma principiella förhållande mellan kvarvarande virkesförråd och löpande volymtillväxt: ett linjärt förhållande vid små virkesförråd, som gradvis böjer av och planar ut vid större virkesförråd.

Skogsvårdslagstiftningen tillåter betydligt hårdare gallringar i full- och flerskiktad skog än i enskiktad skog, och ger alltså större spelrum för blädningsbruk än för trakthyggesbruk. Arealen fullskiktad granskog är dock så begränsad att det knappast finns skäl att revidera skogsvårdslagstiftningen bara för att undvika risken för alltför hårda blädningar på denna lilla areal.

SKOGSSTYRELSEN