

Gallring i granskog

Cristofer Walentin
Institutionen för Sydsvensk Skogsvetenskap
Box 49, 230 53 Alnarp

Olika skogsägare kan ha olika mål med sitt skogsbruk. Med skogsskötsel styr man sin skog i önskvärd riktning. Om markägaren har den strikt företagsekonomiska avkastningen som sitt huvudmål så är gallringen ett användbart instrument. Även den skogsbrukare som sätter naturen eller allmänhetens önskan om vackra skogsflykter i första rummet är mycket troligt också betjänt av gallring (Kardell 1990, Kardell & Henckel 1994, Bleckert & Pettersson 1997). I detta avsnitt kommer dock fokus att ligga på produktion och ekonomi.

Den brukade skogen befinner sig i gallringsfas under en stor del av omloppstiden. Gallring syftar till att genom upprepane huggningar överföra tillväxtresurser till de träd som förväntas ge högst ekonomisk avkastning i framtiden. Den avgörande skillnaden mellan gallring och röjning är att vid en gallring tar man tillvara de träd man hugger bort. Skogsordlistan (TNC 1996) definierar gallring som beståndsvårdande utglesning av skog under tillvaratagande av virke.

Huvudorsakerna till ett gallringsingripande är följande:

- Styra över produktionen på utvalda stammar med möjlighet att påverka dimensionsutveckling, kvalitet, trädslag etc.
- Ta vara på så mycket levande virke som möjligt innan en del träd börjar dö av trängsel, svamp- och insektangrepp eller storm- och snöskador.
- Få intäkter tidigt i beståndets omloppstid och ett mindre kapital bundet i skogen.

Volymproduktion

För att förstå gallringens inverkan på volymproduktionen är det viktigt att ha begreppen totalproduktion samt gagnvirkesproduktion klara för sig. I så gott som alla skogar kommer träd, även utan människans aktiva ingripande via gallring, att dö. Träden kan dö av kalamiteter såsom storm, insekter, svampangrepp eller eld. Träd som dör på grund av att de utkonkurreras av andra, vanligen större träd, kallas självgallring. Med totalproduktion avses summan av självgallrat virke, virke förlorat av andra orsaker samt virke på rot. I jämförelser av olika gallringsprogram räknas självfallet också det uttagna virket med i totalproduktionen. Skogsskötaren är vanligen intresserad av det virke eller den biomassa som finns i stammen och stammen skall hålla en lägsta diameter i toppänden, det så kallade gagnvirket. Den totala produktionen av biomassa (stam, grenar, barr och rötter) i ett skogsbestånd är i princip alltid högre i en orörd och ogallrad skog än i en skog som vederfarits dessa åtgärder. Avseende stamvedsproduktionen kan en gallrad granskog, för vissa tidsperioder, ha en högre löpande tillväxt än en ogallrad (Bornebusch 1933, Assman 1954, 1970, Carbonnier 1974, Eriksson & Karlsson 1997). Det är dock fråga om mycket små skillnader som dessutom ändras över tid. Vanligen tappar dock ett bestånd i volymtillväxt efter gallring (Pettersson 1955, Assmann 1970, Mäkinen & Isomäki 2004a). Så länge gallringsstyrkan är måttlig är dock förlusterna små, är uttagen i första gallringen inte större än 40-50% av grundytan bör

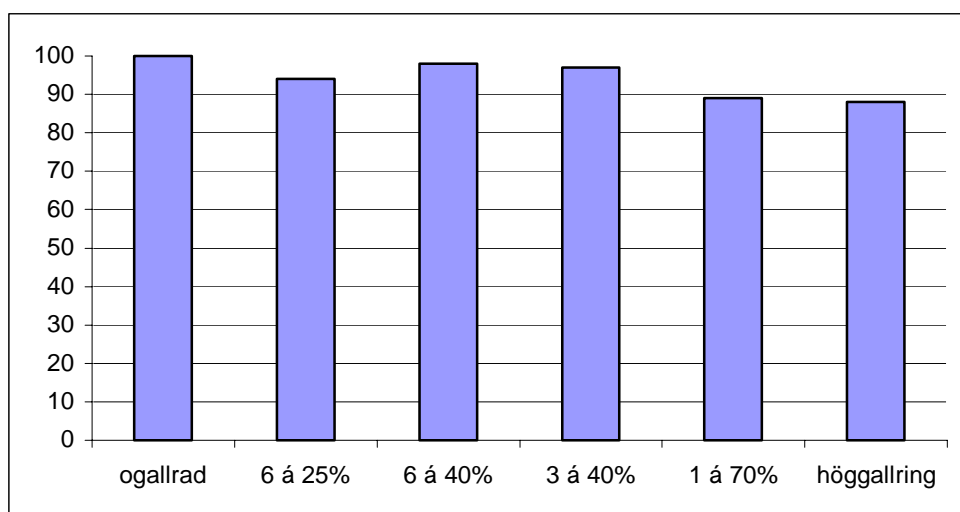
eventuella tillväxtförluster vara försumbara (Mar: Möller 1952, Eriksson & Karlsson 1997, Vuokila 1980, Johansson & Karlsson 2004). Vid högre ålder och senare gallringar bör dock gallringsstyrkan hållas tillbaka annars riskerar man produktionsförluster (Näslund 1942, Bryndum 1964, Carbonnier & Johansson 1975, Nilsen & Haveraaen 1983) men framförallt en kraftigt förhöjd risk för stormfällning (Persson 1975).

Faktaruta 1 – GG-försöken

För att belysa olika gallringsstyrkors påverkan på beståndets volymtillväxt utlades på 1960-talet de så kallade GG-försöken (gallring och gödsling). I detta sammanhang utlämnar vi dock frågan om gödslingens betydelse. I jämna och väl slutna bestånd lämpliga för första gallring testades, för gran i Götaland, bland annat följande behandlingar. Samtliga nedan redovisade försöksled, med undantag för ogallrat och höggallrat, behandlades med låggallring.

- Ogallrad kontroll
- Standardgallring: 20-25% grundyteuttag i första gallringen. Vid efterkommande gallringar (planerade till antalet sex) utgallras i stort sett hela grundytetillväxten sen förra ingreppet.
- Varanngångsgallring: 40% grundyteuttag i första gallringen. Gallras därefter bara varannan gång som standardgallringen gallras men då med dubbelt så stort uttag.
- Intensivgallring: 40% grundyteuttag i första gallringen. Därefter samma planerade antal gallringar som i standardgallringen med bibehållande av de procentuella skillnader som uppkommit i grunyt nivån efter första gallringen.
- Engångsgallring: 63-70% grundyteuttag i första gallringen och därefter ogallrat.
- Höggallring: Samma uttagsprocent avseende grundytan som standardgallringen och samma antal planerade ingrepp men uttaget orienterat mot de grövsta träden.

Senaste redovisade revision finns hos Eriksson & Karlsson (1997). Övre höjden vid försökets start varierade mellan tolv och femton meter och ståndortsindex var i medeltal G 33. För gran i Götaland har försöksserien för fyra bestånd (innehållande samtliga behandlingar) nått fram och förbi tidpunkten för den i ordningen femte gallringen i de försöksled med maximalt antal gallringar (sex stycken). Tillväxten för de olika behandlingarna under perioden motsvarande tiden mellan första och femte gallringen redovisas nedan.



Figur 1. Relativ volymtillväxt efter gallring för fem olika behandlingar jämfört med ogallrad kontroll.

Resultaten visar att volymtillväxten efter gallring oavsett gallringsprogram inte nämnvärt skiljer sig mot volymtillväxten i ogallrad skog. Vid ett grundyteuttag på sjuttio procent i första gallringen finns efter tjugofem år ingen signifikant tillväxtförlust jämfört med vare sig kontrollen eller andra gallringsprogram. Vid tidigare revisioner har dock det hårdast gallrade försöksledet visat tydligt signifikanta tillväxtförluster. Efter i medeltal sex, fjorton och nitton år efter första gallringen visar de hårdast gallrade ytorna signifikanta tillväxtförluster på tjugosex, tjugotre respektive femton procent. Höggallringsledet har visat statistiskt säkerställda tillväxtförluster jämfört med standardgallringen vid revisionerna efter sex och nitton år.

I GG-försöken finns förutom nämnda gallringsvarianter också en behandling med senarelagd förstagallring. Övre höjden i bestånden vid första gallringen varierade, som tidigare nämnts, mellan tolv och femton meter men för den senarelagda gallringen uppsköts huggningen tills man fått en ökning av den övre höjden med tre meter. Inte heller denna behandling gav några signifikanta tillväxtskillnader visavi kontrollen.

Resultaten från GG-försöken stöds också av dess pilotstudie anlagd utanför Åtvidaberg år 1961. Detta försök har redovisats av, bland andra, Charbonnier (1974), Persson (1986) samt Johansson & Karlsson 2004. Samlade i ett bestånd har följande program (jämför ovan), ogallrad kontroll, standardgallring, varannangångsgallring och engångsgallring upprepats tre gånger. Den hårda engångsgallringen i Åtvidabergsförsöket är något måttligare (60%) än för de faktiska GG-ytorna. Sett över hela observationsperioden finns inga signifikanta skillnader mellan de olika gallringsprogrammen. Den hårda engångsgallringen tappar dock en del tillväxt under den sista perioden i försökets liv. Knappt 25 år efter den hårda engångsgallringens utförande har den totala produktionen jämfört med kontrollen minskat med ca. 30 m³sk/ha. Samtidigt har förlusten av virke på grund av självgallring varit 50 m³sk/ha större i de ogallrade parcellerna (Persson 1986).

Faktaruta 2 - gallringsförsök

I slutet av 1800-talet och början av 1900-talet bildades runt om i Europa skogsförsöksanstalter, en begynnande skogsforskning. En av de viktigaste frågorna för dåtidens produktionsforskare rörde volymtillväxten vid olika gallringsprogram. Gallringsstyrkan i dåtidens försök beskrevs, eller lät sig knappast beskrivas, på samma sätt som idag. Då nutidens gallringsprogram karaktäriseras av relativt hårda gallringar med långa intervall så var dåtidens mönster det motsatta, mycket försiktiga ingrepp och ofta. För att tappa bort sig i uppgifter om varje enskild gallrings styrka för varje behandling och tillfälle skapades ett system där en viss gallringsstyrka över tid beskrevs med en bokstav. Schotte (1912) beskriver det svenska systemet för låggallring som följer:

- A-grad: Svag gallring. Inskränker sig till borthuggning av döda, döende eller sjuka träd samt snötryckta stammar.
- B-grad: Utöver träden i A-gradens gallring tas även undertryckta träd och vissa frodvuxna individer bort.
- C-grad: Efter gallring ”blott sådana träd kvarstå, som hafva normalt utvecklade kronor och god stamform och på alla sidor rum för fri utveckling af kronorna”.

Utöver ogallrad (A-grad), svag låggallring (B-grad) och stark låggallring (C-grad) tillkom så småningom även den extra starka låggallringen (D-grad). I danska försök tillämpades dessutom en s.k. L-hugst som gjordes så stark i beståndets ungdom att man hoppades på att träden skulle anpassa sig och stå emot hård vind (Læbælteshugst).

De nedan redovisade försöken karakteriseras av höga stamantal i utgångsläget samt av relativt svaga gallringsingrepp. De behandlingar som betraktas som starka ingrepp skiljer sig också från starka huggningar av idag eftersom stark gallring i äldre försök definieras som en över tiden starkt reducerad grundyta visavi ogallrad behandling och denna skapas inte genom ett eller få hårda ingrepp utan genom upprepade huggningar med korta intervall. Ofta inleds också huggningen i ett mycket tidigt skede.

I Danmark finns en lång tradition av försök med gallring i granskog. Redan 1933 redovisar Bornebusch volymtillväxtberäkningar i det s.k. Hastrups-försöket. Försökt som anlades 1910, vid en ålder av 35, med resp. A,B,C,D och L-huggning befanns efter en dryg 20-årig observationsperiod ha haft högst produktion vid B och C-huggning. Slutsatsen om en merproduktion efter ”lagom” stark gallring blev senare kritiserad. Det skall också påpekas att Bornebuschs volymredovisning baseras på s.k. ”Derbholz”, all stamvolym upp till en minimidimension av 7cm vilket för täta bestånd i yngre år kan ge avsevärda skillnader jämfört med ”vår” skogskubikmeter.

Ett flertal andra danska gallringsförsök finns också redovisade för den intresserade. På 1930-talet anlades en rad gallringsförsök på olika marktyper (Bryndum 1965). På mycket god granmark på ön Fyn redovisar Bryndum (1974) tillväxten för en 34-års period fram till och med en för försöket ödeläggande storm på hösten 1967. Skillnaden i volymstillväxt mellan de olika behandlingarna A- till D-grad var obefintlig. På sämre marker redovisar Bryndum (1969) likaledes små skillnader i tillväxt mellan olika huggningsgrader. Blott vid de initialt mycket kraftiga stamtalsreduktionerna kallade L-hugst fås en volymtillväxtreduktion på cirka femton procent jämfört med A-graden.

Liknande resultat som hos tidigare refererade Bornebusch (1933), med redovisad volymtillväxt ned till sju centimeters grovlek, men med än tydligare mertillväxt för aktiv gallring redovisas från det Brittiska s.k. Bowmont-experimentet. Detta försök skiljer sig från sina föregångare då det på alla sätt uppfyller statistiska krav på god försöksutläggelse men det saknar tyvärr det ogallrade A-ledet. I den tidigaste redovisningen av volymstillväxten för den första femtonårsperioden fann Hummel (1947) att tillväxten ökade med ökande gallringsstyrka, till viss del förklarat av att den svagare gallringsgraden hade en högre andel stamvolym under gränsen 7cm. Senare undersökningar visade dock även de på en mertillväxt för starkare gallring jämfört med B-graden, dock utan signifikanta skillnader mellan C- och D-graden (Mackenzie 1962, Hamilton 1976). Effekten av redovisning med relativt grov lägsta diameter tenderar att försvinna med tiden (Ekö et al 2004).

En del av de äldsta svenska gallringsförsöken redovisades på ett tidigt stadium av Schotte (1917, 1922). De tidiga resultaten visade på att tillväxten ökade vid aktiv gallring, även om Schotte själv påpekade att tidsperioden mellan gallring och utvärdering var alltför kort för att några generella slutsatser om gallringens påverkan på volymproduktionen skulle kunna dras. Vid senare genomgång och ett samlat grepp på hela materialet visade Pettersson (1955) att den högsta produktionen uppnåddes för de behandlingar där blott döda eller döende träd plockats ut (A-grad). Denna slutsats stöddes också av de, i Petterssons material ingående, provtytor, som vid försökets etablering varit så lika avseende yttre faktorer att en direkt jämförelse varit möjlig och som särskilt beskrivits av (Carbonnier 1959, Wiksten 1960, Fries 1961). Carbonniers (1954, 1957) studier av gran på Tönnersjöheden (Halland) och i Dalby (Skåne) är här av betydelse. Från försöket i Dalby är totalproduktionen vid 81 år (49 år efter försökets start) fallande med ökande gallringsstyrka. Om den ogallrade avdelningens produktion sätts till 100% så är produktionen i resp. svag, stark och extra stark låggallring 98, 96 och 93%.

Vidare så till de tyska gallringsförsöken. För bok, ett trädslag som i många avseenden kring gallring reagerar tämligen lika som granen (Bryndum 1987), redovisar Schwappach (1911) de första resultaten från fasta försök i Preussen. Han fann en mertillväxt efter stark gallring på mellan 7- och 16% beroende på bonitet. Dessa resultat, tillsammans med ett flertal andra tidiga resultat från olika gallringsförsök (Schotte 1917, 1922, Li 1923) runt om i världen kom att få stor betydelse för benägenheten att gallra (Mar:Møller 1938) även om dessa tidiga resultat efter längre observationsperioder fick revideras. Sålunda kunde Wiedemann (1932) vid återkommande inventering av de ytor Scwappach redogjort för visa att boken på god bonitet inom ett brett grundyteintervall var tämligen okänslig gällande volymproduktionen. På sämre bonitet kunde tillväxten i alltför täta bestånd bli något nedsatt. Liknande resultat som för boken redovisar Wiedemann (1937) för granen. Assmann (1954) redogör för granens tillväxt i ålderperioden 50-80 år efter olika starka gallringsingrepp på goda boniteter i Bayern och finner högst tillväxt i den svaga B-huggningen. Assmann har tidigare (1950) lanserat en teori om den optimala grundytan, en grundytenivå något lägre än den ett bestånd maximalt kan uppnå, för vilken volymproduktionen skall vara som störst.

Schobers (1979, 1980) sammanställning av åtskilliga tyska försök i gran visar också han på måttliga skillnader av olika starka huggningar på volymproduktionen. Så länge den relativa grundytan i gallrade parceller inte understiger 80% av A-gradens är skillnaden i tillväxt blott 1-3% lägre. En eventuell merproduktion kan också skönjas om ingreppen är mycket svaga (Jämför Assmann 1954). För det gallringsprogram med intensivast huggning redovisar Schober en tillväxtförlust på ca. 10%.

Gallringsform

Den som kämpat sig igenom såväl faktaruta 1 som 2 har sålunda lärt sig att granen inte är särskilt känslig för hårda gallringsuttag avseende volymproduktionen. Det förtjänar dock att påpekas att detta gäller i idealt skötta bestånd med ideala förutsättningar. I ”verklighetens skogar” med praktikens skötsel får man alltid räkna med produktionsförluster vid gallring (Eriksson 1976, Ekö 1979) på grund av ojämna bestånd, stickvägar, körskador m.m.

Vidare har samtliga hittills refererade gallringsförsök främst behandlat låggallring. Som indikeras i faktaruta 1 tycks dock höggallring kunna ge vissa produktionsförluster. Frågan om gallringsformen är därtill ofta på tapeten (Viklund 2005) så ett närmare utredande av denna fråga kan vara på sin plats.

I dag definierar vi vanligen gallringen som låg-, likformig- eller höggallring. För att beskriva gallringsmetoden så enkelt som möjligt är den s.k. gallringskvoten till stor hjälp. Denna kan definieras något olika. Gallringskvoten kan beskrivas som uttagets medeldiameter genom endera beståndets medeldiameter före eller efter gallring. Vanligen tittar man dock inte allena på trädens storlek vid huggningen utan man försöker även beakta de enskilda trädens kvalitet. Vanligen önskar man att efter en gallring ha träd i god växt, av god kvalitet och relativt jämnt rumsligt fördelade. Vanligen borthugger man små och skadade träd före gallringen (rensningshuggning) samt i själva huggningsarbetet vargar och övriga icke önskvärda träd.

På teoretisk grund har man antagit att höggallringen genom att i uttaget vara orienterat mot de träd som dittills vuxit bäst kommer leda till att det kvarvarande beståndet baseras på individer med en genetiskt sämre förmåga till hög skogsproduktion. Detta skulle knappast vara något problem vid enstaka ingrepp men väl vid många ingrepp av höggallringskaraktär eller i ett blädningsskogsbruk (Jäghagen & Albrektsson 19XX, Welander 1910). Å andra sidan har ett flertal undersökningar visat att de grövre träden har en sämre relativ tillväxt än de mindre (Eide & Langesæter 1941, Braathe 1952). En kvarlämnad kubikmeter av grova träd har sålunda en lägre produktion än en kubikmeter av kläna träd. Det finns en rad praktiska försök där man jämfört olika gallringsformer. Den intresserade hänvisas till faktaruta 1 eller 3. För den som inte mäktar med ännu en faktaruta konstateras blott att gallringsformen har mindre betydelse än uttagets storlek när det gäller att uppnå en hög volymproduktion (Vuokila 1970). I försök med höggallring i praktiskt drift har det visat sig att uttaget i grundyta per hektar inte sällan blir för högt (Lagesson 1996).

Faktaruta 3 – Försök med gallringsform

I praktiska försök har skillnaden mellan höggallring och konventionell låggallring visat sig mycket små. Eriksson & Karlsson redovisar en genomsnittlig tillväxtförsämring hos gran på 6.3% efter upprepade höggallringar visavi låggallring av samma styrka och antal. Motsvarande siffra för tall anges till 2.3%. Vid den av Eriksson & Karlsson (1997) sista angivna revisionen var inga skillnader mellan hög- och låggallring signifikanta.

Schober (1979) redovisar resultat från ett försök med s.k. ”Plenterdurchforstung” där jämförelsen mellan hög- och låggallring etablerats i ett 60-årigt överslutet bestånd med grundtytor över 55 m² per hektar och som följts i drygt 60- års tid. Höggallring har under denna tidsperiod varit låggallringen underlägsen med sju procent även om grundtytetillväxten varit högre för förstnämnda gallringsform. I äldre danska försök redovisade av Möller & Holmsgaard (1947) undersöktes volymtillväxten i planterad granskog på Själland. De undersökta huggningsstyrkorna var svag och stark låggallring samt höggallring. För den redovisade tillväxtperioden 1933-45 kunde ingen skillnad noteras mellan de olika behandlingarna. Vid sin analys av de äldre svenska gallringsförsöken utlagda i 1900-talets första årtionden anger Henrik Pettersson (1955), högst produktion för konsekvent tillämpad låggallring och lägst för dito höggallring.

Finska försök visar på en svagt tillväxthöjande effekt av höggallring i tall med en något svagare reaktion för gran enligt samma behandling. Björk tycks dock svara sämre på höggallring (Mielikäinen & Valkonen 1991).

I äldre skog kan annars höggallringen, eller ingrepp med dragning åt höggallring, rentav ge en tillväxthöjande effekt visavi låggallring av samma huggningsintensitet (Näslund 1942). I ett danskt försök på Jylland i äldre (77-årig) granskog på sämre mark redovisar Madsen (1979), 10 år efter försökets initiering, en högre produktion efter huggning från toppen jämfört med låggallring, detta trots en i genomsnitt högre gallringsstyrka i de höggallrade försöksleden.

Vid en jämförelse mellan låg- kron- och höggallring i ett 37-årigt bestånd, med *Pinus resinosa*, gallrat med samma grundtyteuttag, var skillnaderna i volymproduktion efter 12 års observationstid osignifikanta men indikerande högre produktion efter höggallring (Smith 2003). Det synes rimligt att, såsom Smith (2003) och Voukila (1970) påstå att gallringsformens betydelse för volymproduktionen är av mindre betydelse än gallringsstyrkan.

Effekten av stickvägar

Den skisserade bilden av gran som redovisades i faktaruta 1, 2 och 3 ovan beskriver gallringens effekt på skogen utan stickvägar. När vi i praktiken talar om grundyteuttag i förstagallring beaktar vi uttaget såväl i vägarna som mellan dessa. Vilken effekt har stickvägen på volymtillväxten i beståndet?

Beroende på vägnas bredd och avståndet mellan dessa upptar stickvägsarealen vanligen runt tjugo procent av arealen (10 – 30 %). En fyra meter stickväg med tjugofem meters avstånd mellan vägarna ger en stickvägsareal på fjorton procent. Fjorton procent av beståndet som kan anses vara slutavverkat. Dock står det träd i vägkanten som kan tillgodogöra sig utrymmet i stickvägen så att vi inte får en fjortonprocentig tillväxtminskning. Hur stor del av stickvägen kan de stickvägsnära träden kompensera för? Hur stor är den ”biologiska ” stickvägsbredden?

Stickvägarna kan antas ge tillväxtminskningar av minst tre olika orsaker. Dels på grund av den så kallade kalyteeffekten. Kantträden förmår inte ta till vara alla tillväxtresurser som de bortgallrade träden i stickvägen tidigare kunnat nyttja. Därtill fås en tillväxtminskning genom att möjligheten att selektivt välja stammar med god tillväxtpotential minskar med ökande andel träd som tvingande faller ut i stickvägen (se figur 3). Vid fyra meter breda stickvägar och tjugofem meters avstånd mellan dessa kommer cirka femtio procent av gallringuttaget att vara tvingande. Minskas stickvägsavståndet till femton meter så utgör uttaget i stickvägen hela åttio procent av den totala skörden. Få möjligheter står då till buds att gallra bort träd med dålig tillväxtpotential och istället satsa på dem med god möjlighet till tillväxt. Sist men inte minst kompakterar gallringsmaskinerna jorden så att rötternas möjlighet till tillväxt och upptag av vatten och näring minskar (Kardell 1978, Bredberg & Wästerlund 1983, Wästerlund 1992).

Kardell (1978) undersökte tillväxtförlusterna närmast stickvägen förorsakade av själva körningen. För en tioårsperiod efter körningen blev tillväxtförlusterna mellan fem och femton kubikmeter beroende på körningens intensitet. Den största förlusten fås om markskadorna blir så kraftiga att de kantnära trädens rötter blir avkörda. Resultatet skall inte generaliseras utan ses som ett exempel. Tillväxtförlusterna orsakade av maskinernas körning skall alltså läggas till de förluster som uppstår av själva stickvägen i sig. Fries (1976) fann att produktionsförlusterna under en femårsperiod efter körning med tunga maskiner var cirka fem procent.

Om körskadorna är högst måttliga uteblir tillväxtförlusterna (Fries 1974, Kardell & Nilsson 1986), eller så kan rent av resultatet bli en svag positiv tillväxtökning, troligen orsakad av bättre näringsomsättning i hjulspåren.

Stickvägnas effekt på tillväxten har varit föremål för flera undersökningar. I en finsk studie (Niemetsiö 1989) konstateras att tillväxtförlusterna orsakade av stickvägen varierar mellan 0-10% under en 10 års period beroende på beståndets och vägnätets täthet. Detta givet att inga skador uppstår på de stickvägsnära träden. Objekten i undersökningen var bördiga granbestånd i södra Finland.

I ett gallringsförsök på Sperlingsholms gods i Halland redovisar Ericsson m.fl. (1994) en tillväxtförlust under sjutton år på totalt tio procent givet fem meter breda stickvägar på tjugofem meters avstånd från varandra. Förlusten sjunker till fem procent vid tre och en halv meters

stickvägsbredd med bibehållet stickvägsavstånd. Liksom i studien av Niemetsiö (1989) inkluderades i denna studie blott den s.k. kalyteeffekten.

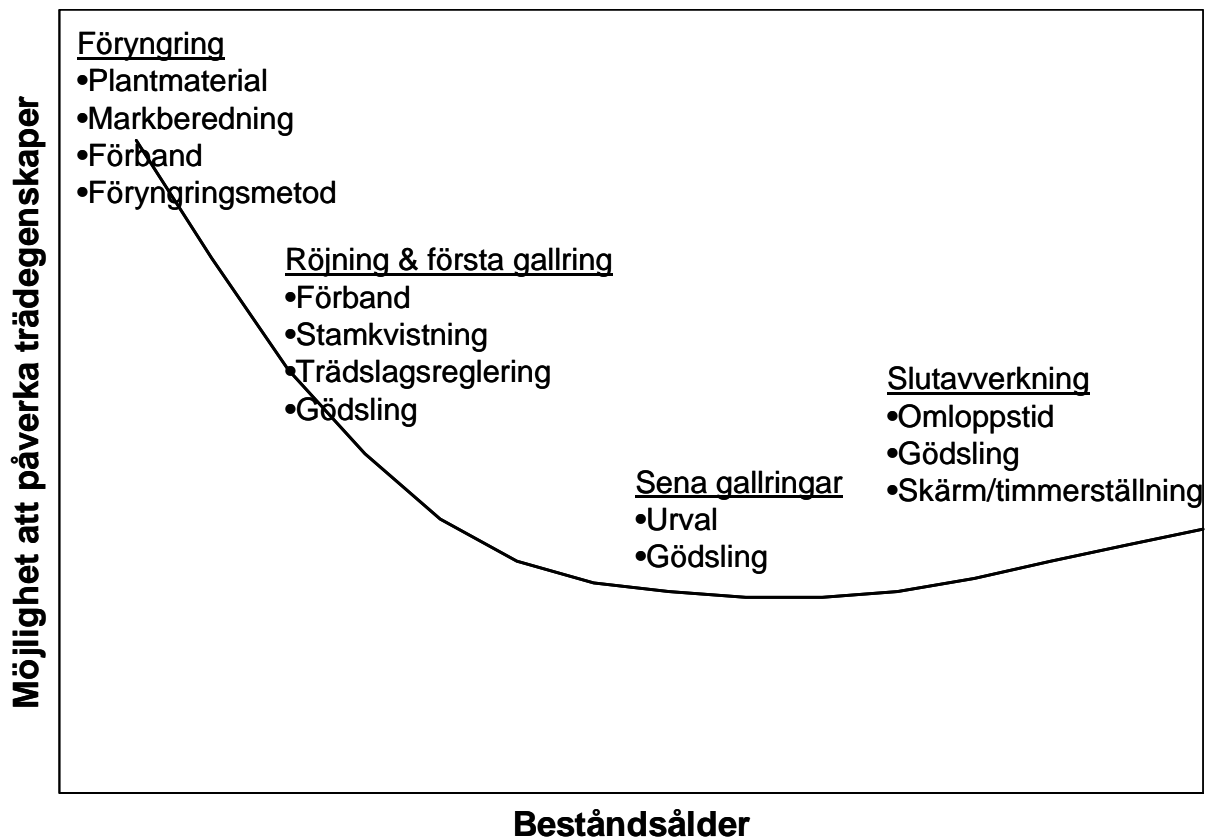
Den ringa produktionsförlusten som stickvägen i sig orsakar stöds också av de studier där man jämfört radgallring och selektiv gallring av motsvarande styrka. Elfving (1985) redovisar att försök i såväl tall som gran där tillväxten efter 50% grundyteuttag endera efter borthuggande av varannan rad i ursprungsförband 1.5x1.5m eller som rent selektiv gallring utan vägar blott givit tillväxtskillnader till den senares fördel på 4% avseende volymen.

Vid stickvägsupptagningen och ett normalt gallringsuttag i beståndet i övrigt kommer de stickvägsnära träden bli friställda med en gallringsstyrka på omkring 55 – 65 % (Pettersson 1996). Detta leder till att de stickvägsnära träden kommer att få en rejäl tillväxtökning (Hamilton 1976, Eriksson 1987, Isomäki & Niemistö 1990). Samtidigt är det de stickvägsnära träden som löper störst risk att råka ut för skador på stam och stödrötter (Arvidsson & Spahr 1980, Sirén 1991, Bettinger & Kellog 1993, Fjeld & Granhus 1998, Hartsough 2003). Gallringskadorna efter avverkning och skotning på stam och rötter kan ge upphov till röta (Nilsson & Hyppel 1968, Isomäki & Kallio 1974, Vasiliauskas 2001). De träd som skall svara för en stor del av gallringsreaktionen är alltså i många fall av sämre kvalitet. Det finns således stor anledning att anstränga sig för att gallra med så låga skadenivåer som möjligt.

Gallring och kvalitet

Kvalité kan definieras som ”alla sammantagna egenskaper hos en produkt som ger dess förmåga att tillfredställa uttalade eller underförstådda behov”. Detta kan avseende grantimmer vara få och kläna kvistar, täta årsringar, rak stam, liten juvenilsvedsandel m.m, med det kan också vara en rad andra saker.

Innan vi förlorar oss i juvenilsvedsandel, raket, densitet m.m. bör vi ha i åtanke att den kanske viktigaste kvalitetsparametern för gran är dess dimension. Vi har olika stora möjligheter att påverka kvalitén under olika faser av beståndets omloppstid. (se figur X).



Figur 2. Hypotetisk modell över möjlighet att påverka virkesegenskaper med hjälp av skogsskötsel under olika delar av omloppstiden (fritt efter Klang 2000)

Störst möjlighet att påverka kvalitén har vi i föryngrings- och röjningsfasen. Här skapar vi något för framtiden. I gallringsfasen gäller det huvudsakligen att förvalta det vi tidigare skapat. I slutet av omloppstiden har vi återigen relativt goda möjligheter att påverka kvalitén. Den främsta orsaken härtill är att tiden mellan efterfrågan på en bestämd råvara och möjligheten att avverka är kort.

Även om figur 4 principiellt visar att möjligheten att påverka kvalitén är relativt liten i gallringsfasen så skall vi inte bortse från de möjligheter som finns. I inledningen av gallringsfasen finns vanligen ett stort spann avseende en rad egenskaper hos träden, t.ex. kistighet, rakhet, grovlek m.m. Genom att aktivt göra ett urval för de egenskaper man vill prioritera kan kvalitén klart förbättras.

Faktaruta 4 – Möjlighet att påverka virkesegenskaper med hjälp av gallringar

I en studie av Klang (2000a) undersöktes två likåldriga planterade granbestånd samt två likåldriga naturligt föryngrade tallbestånd på bördiga marker i södra Sverige med avseende på variationen för olika kvalitetsegenskaper. De undersökta kvalitetsegenskaperna var diameter, stamraket, kvistighet och allvarliga defekter (sprötkvist, slängkrök, dubbelstam etc.). Därtill studerades den rumsliga fördelningen av träd med god kvalitet. Alla studerade egenskaper visade på stor variation. För trädens diameter i brösthöjd och diametern för grövsta kvist fanns ett samband men träd med fina och klena kvistar fanns i alla diameterklasser. Det intressanta ovan är inte sambandet mellan brösthöjdsdiameter och kvistgrovlek ty detta samband är väl känt (Johansson 1992, Vestöl et al. 1999) utan det faktum att utgallring av grova träd inte automatiskt leder till att man får finare kvist. Sambandet mellan brösthöjdsdiameter och övriga kvalitetsegenskaper var lågt. För de undersökta bestånden fanns avseende trädens rumsliga fördelning inga problem att gallra med sikte på god kvalitet

Vis av kunskapen från ovan nämnda studie undersökte Klang (2000b) möjligheten att genom gallring aktivt påverka kvalitén. Två förstagallringsbestånd med gran undersöktes. Fem olika gallringsmetoder användes, höggallring, låggallring, gallring för god kvalitet, gallring för dålig kvalitet och gallring utan hänsyn till diameter eller kvalitet. De kvalitetsegenskaper man ville testa var grövsta gren i grenvarvet närmast brösthöjd, antalet kvistar (grövre än åtta millimeter) för de tre grenvarven närmast brösthöjd, genomsnittligt avstånd mellan dessa grenvarv, stamraket (tre klasser), lutande träd, samt allvarliga defekter. Svårigheter att skilja på lutande och krokiga träd i fält gjorde att lutande träd fick ingå i gruppen krokiga. Genom kvalitetsgallring minskade andelen krokiga och/eller lutande träd i beståndet med sexton procent och andelen träd med allvarliga defekter med sju procent. Låggallring minskade andelen krokiga träd med fem procent medan höggallring ökade andelen krokiga träd med fyra procent. För de övriga egenskaperna hade både hög- och låggallring mycket liten effekt. Studiens viktigaste slutsats är att om man gallrar bort de fula träden blir de fina kvar. Eller kanske snarare att för att få en god kvalitet i kvarvarande bestånd efter gallring bör man inte fokusera på de enskilda trädens storlek utan på den faktiska variationen i kvalitetsegenskaper inom alla diameterklasser.

Genom gallring påverkar vi de enskilda trädens tillväxt, de växer vanligen snabbare. Flera studier har visat på ett negativt samband mellan trädens tillväxt och densitet hos barrträd (Hildebrandt 1954, Ericsson 1966, Jörgensen 1997). I en studie utförd i Danmark av Madsen m.fl. (1978) jämfördes fyra gallringsstyrkors effekt på densiteten. Den hårdaste gallringen resulterade i träd med 25 % lägre densitet jämfört med den lindrigaste gallringen. I en undersökning av Pape (1999a) studerades densiteten i de gallringsförsök, GG-försöken, som ovan redogjorts för avseende effekten på volymproduktionen (Faktaruta 1). I det gallringsprogram där uttaget varit 20% av grundytan i första gallringen och därefter upprepad med svaga uttag kunde ingen nedgång i densiteten i jämförelse med ogallrade kontroller konstateras. Den hårda engångsgallring med 70% uttag av grundytan påverkade densiteten negativt men nedgången var mycket ringa, blott 7%. Pape (1999b) förklarar skillnaden mot tidigare undersökningar av Madesen m.fl. (1978) och Ericsson (1966) med att plantantalet i utgångsbestånden i de av honom undersökta bestånden varit mycket lägre, i medeltal cirka 3 500 stammar per hektar.

Sambandet mellan lägre densitet och årsringsbredd gäller för långsamt växande granar. Densitetens avtagande med ökande årsringsbredd planar ut kraftigt för årsringar över 3-3.5mm (Dutilleul m.fl. 1998, Pape 1999c). Kraftig gallring i bestånd med, före ingreppet, täta årsringar ger sålunda en tydlig negativ effekt på virkets densitet i jämförelse med ogallrade bestånd. På bördiga marker i södra Sverige med normala utgångsförband (2000-3500 stammar per hektar) är årsringen redan så bred att en ytterligare tillväxtstegring inte nämnvärt påverkar densiteten negativt.

En annan mycket viktig kvalitetsegenskap som påverkas av det enskilda trädens tillväxtshastighet är juvenilvedsandelen. Årsringarna närmast mörgen, juvenilveden, har andra egenskaper än virket i övrigt (Bendtsen 1978), egenskaper som vanligen ses som mycket negativa både av massaindustrin och sågverken. För att minska mängden juvenilved brukar man rekommendera att beståndet hålls tätt i ungdomen. Det är dock viktigt att påpeka att detta bara påverkar juvenilveden i trädets lägsta delar, någonstans på trädet avsätts alltid juvenilved. Skall man minimera mängden juvenilved i hela trädet så skall alltså trädet växa långsamt mest hela tiden. Det låter inte riktigt lockande. Zobel & van Buijtenen 1989 fastslår att andelen juvenilved minskar med ökande tillväxt. Vi får mer juvenilved vid högre tillväxt men vi får ännu mer mogen ved. Pape (1999a) undersökte inte blott gallring och densitet utan även gallringens påverkan på mängden juvenilved. Generellt minskade mängden juvenilved i bottenstocken efter gallring. Höggallring minskade mängden juvenilved mer än låggallring givet att träden fick växa till samma slutdiameter, dvs en förlängd omloppstid i fallet höggallring.

Vid genomhuggning av gran försämras stamformen (Petrini 1937, Näslund 1942, Bryndum 1976, Pape 1999, Karlsson 2000), skillnaden mellan en kubikmeter fast mått och en kubikmeter toppmått ökar för bottenstocken. Efter gallring eller annan friställning kommer träden avsätta en större andel av sina tillväxtresurser till stammens lägsta delar (Myers 1963, Holgen 1999) och även till stödrötter (Johansson 1941, Urban m.fl. 1994). De dominerande träden i beståndet har vanligen sämre stamform (kraftigare avsmalning) än de medhärskande, behärskade och undertryckta träden (Larson 1963). Detta innebär att höggallring ger bättre stamform för beståndet som helhet medan låggallring försämrar stamformen (Pape 1999a). En sämre stamform må ge ett lägre virkesutbyte vid toppmätning men det kan ha vissa fördelar. Resursallokeringen till trädens basala delar efter genomhuggning förklaras ofta som en adaptation till ökad vindpåfrestning (Pryor 1937, Jacobs 1954, Larsson 1965, Valinger 1990). Vid höggallring plockas sålunda de träd ut som kan antas vara mest stormfasta. Pape (1999a) visar att den så kallade H:D kvoten (höjd/diameter) blir signifikant högre vid höggallring och detta indikerar en ökad risk för storm och snöskador. Detta för oss osökt in på nästa avsnitt, risker med grangallring.

Risker med grangallring

Granen må vara ett trädslag med många användningsområden, därtill är skötsel av granskog behäftad med mycken praktisk erfarenhet och forskning. Två stora problem finns dock med granen och de är båda viktiga att beakta i samband med beståndsbehandlingen, storm och rotröta.

Rotrötan gås igenom på annat håll i denna webb-bok så vi konstaterar blott att det finns ett samband mellan antalet gallringar i granskog och mängden röta, samt mellan gallringsstyrkan och rötriskan (Vollbrecht & Agestam 1995, Vollbrecht & Bilde Jørgensen 1995).

Avseende risken för stormskador så är denna som högst i äldre bestånd (höga träd) samt i nyligen gallrade skogar (Cremer et al. 1982, Laiho 1987, Lohmander & Helles 1987, Valinger & Lundqvist 1992).

De i denna skrift så frekvent omnämnda GG-försöken har också bibringat kunskap om vindens härjningar efter gallring. Persson (1972) kunde för de tidigaste etablerade blocken av GG-försöken studera gallringsstyrkans betydelse för risken att drabbas av storm- och snöskador i de stormar och snöoväder som relativt frekvent hemsökte landets olika delar under 60-talets slut för att toppas av höststormen 1969. Slutsatsen var att i nyligen gallrade bestånd så steg frekvensen vindskador med ökande gallringsstyrka. Persson (1972) håller det vidare för sannolikt att sambandet inte är linjärt utan krökt på ett sådant sätt att skadorna ökar än mer när gallringsstyrkan blir hög. I unga, nyligen gallrade bestånd, sjunker dock risken för kraftiga skador av vind relativt fort (Persson 1975).

För låggallrade bestånd ser bilden avseende snöskador annorlunda ut än beträffande vinden. Undantaget de första åren efter gallring så minskar normalt snöskadornas omfattning med ökande gallringsstyrka (Flury 1908, Hesselman 1910, Persson 1972, Bryndum 1976). Detta förklaras med att man vid en låggallring tar ut de träd som löper störst risk att drabbas av skador till följd av snö (Persson 1972). Sålunda borde höggallrade bestånd löpa en större risk för att drabbas av snöskador än låggallrade, vilket också visats av Schotte (1916), Persson (1972) och Valinger & Lundqvist (1993). Skadorna till följd av snö och vind i GG-försöken genomförs ånyo av en undersökning på 90-talet (Valinger & Pettersson 1996). Den sammanlagda skadebilden (vind och snö) under en genomsnittlig observationstid om 12 år visade på störst skador i ogallrade bestånd och lägst i de bestånd som gallrats ofta med små uttag varje gång. Hård engångsgallring och höggallring var näst efter de ogallrade parcellerna de som lidit störst skada. Inga skillnader mellan olika behandlingar var dock signifikanta.

Då ett flertal undersökningar visat att orörda och täta bestånd motstår skador efter hårda vindar på ett mycket bra sätt (Sjöström 1932, Hedemann-Gade 1936, Andersen 1954, Werner & Årman 1955) så bör man, om ett undvikande av stormskador är det enda som är av intresse, för varje givet utgångsläge lämna skogen orörd fram till slutavverkningen. Som påpekats tidigare kommer dock den samlade skadebilden av storm och snö härvid knappast minska (Valinger & Pettersson 1996) och därtill kommer sannolika förluster genom självgallring (Persson 1986, Skovsgaard 1997, Slodičák & Novák 2003).

Ett gallringsfritt skogsbruk som beaktar snöskaderisken och risken för omfattande självgallring och därtill producerar virke av tillfredställande dimensioner måste därmed anläggas i glesa förband. Det gallringsfria skogsbruket kan finna god tillämpning i områden som frekvent hemsökes av stormar och där täckningsbidraget i tidiga gallringar är negativt

(Cameron 2002). För svenskt vidkommande är dock gallringen i flertalet situationer ett utmärkt hjälpmedel för att förbättra ett bestånds totalekonomi. Som påpekats av Persson (1975): "Skaderisken varierar även med beståndets ålder eller höjd varför gallringarnas inplacering under beståndsutvecklingen kan vara av väsentlig betydelse för den samlade skaderisken". Det bästa sättet att undvika stormskador, och sannolikt även snöskador, är att, med beaktande av övriga för skogsskötseln viktiga faktorer, ha ett så lågt stamantal som möjligt i ungdomen och ett så högt stamantal som möjligt i beståndets slutfas. Gallringen bör vara kraftig i unga bestånd och helt avstås ifrån i äldre bestånd för att minimera stormskaderisken (Burschel 1981). Nørgård Nielsen hävdar att, om målet är ett stabilt bestånd över en hel omloppstid med möjlighet att variera densamma, så skall inte antalet träd vid 6m medelhöjd överstiga 2000-3500 stammar per hektar och ingen gallring skall utföras i skogen under omloppstidens sista tredjedel.

Ett uppskjutande av första gallringen för att härigenom via fortsatt diameterutveckling förbättra det ekonomiska utfallet i en första gallring (Olsson 1986, Valsta 1992, Hyytiäinen & Tahvonon 2002) kommer sannolikt att öka risken för stormskador (Werner & Årman 1955, Persson 1975). Huruvida en kostnad tidigt i beståndets omloppstid (istället för en intäkt några år senare) kan motiveras ekonomiskt utifrån ett långsiktig stabilare bestånd är en fråga som endast den enskilde skogsägaren (om någon?) kan svara på

Ekonomi

Hitintills har vi lärt oss att volymproduktionen, om än tämligen okänslig för gallringsform och gallringsstyrka, minskar med aktiv gallring, maskinerna skadar träden, stubbarna är inkörspport för röta, stormen kan lättare fälla de träd som finns kvar, ett flertal kvalitetsegenskaper försämras vid gallringen. Vari ligger beståndsvården?

Om vi nu för en stund roar oss med definitioner kan vi ju ta itu med begreppet beståndsvård. Beståndsvård definieras som åtgärder vilka höjer en fastighets skogsbruksvärde och skogsbruksvärdet är den del av en latbruksfastighets taxeringsvärde som kan hänföras till skogen (Skogsordlistan, TNC 96). Alltså blir gallringens uppgift, om vi följer skogsordlistans definitioner, att lämna efter sig ett bestånd av högre värde än det hade innan åtgärden. Såvida intäkten för gallringen inte investeras i skogen kommer skogsbruksvärdet efter gallring initialt att sjunka. På lång sikt kommer dock förhoppningsvis den utförda huggningen att ge ett värdefullare slutbestånd än om gallringen inte utförts. Gallringens beståndsvårdande uppgift ligger i att de enskilda träden blir grövre och därmed värdefullare.

Sättet ovan att definiera gallring leder till ett synsätt som innebär att ekonomin i skogen inte skall ta hänsyn till räntefaktorn. Huruvida den enskilde skogsägaren, med den ekonomiska avkastningen som ett huvudmål för sitt ägande, bör sträva att maximera kassaflödet eller nuvärdet låter sig inte avgöras här. Vi kan blott konstatera att om skogsägaren är intresserad av att maximera nuvärdet givet en räntefaktor $> 0\%$ så faller till viss del definitionen av gallring ovan. Gallringens huvudsyfte blir nu istället, att för en given räntefaktor, tjäna, att tillsammans med framtida intäkter ge det högsta nuvärdet oberoende av om skogsbruksvärdet ökar eller minskar. Härvid kommer gallringen i en komplicerad avvägning mellan å ena sidan önskan om ett högt täckningsbidrag för den utförda huggningen och önskan om ett värdefullt kvarvarande bestånd med goda utvecklingsmöjligheter (jmf. Olsson 1986).

Är det då ekonomiskt riktigt att gallra? Mer än i något annat skogligt spørsmål är denna fråga avhängig en lång rad olika förutsättningar och antaganden. Utöver den svåra uppgiften att korrekt bedöma alternativvärdet över de långa tidsperspektiv över vilka en skoglig åtgärd förlöper tillkommer svårigheterna med att korrekt bedöma framtida intäkter från den slutprodukt man önskar producera. Sist men inte minst skall gallringens påverkan på de spørsmål som ovan behandlats, produktion, storm- och snöskaderisk, röta m.m. vägas samman på ett riktigt sätt. Pettersson (1933) formulerar produktionsforskningens uppgift som följer ”att för olika biologiska förutsättningar utreda den beståndsutveckling, som med olika behandling kan åstadkommas, och att bland dessa biologiskt möjliga alternativ utvälja de för olika förhållanden ekonomiskt mest fördelaktiga”.

En rad studier av gallring och ekonomi, i såväl gran som andra trädslag, visar på att det är lönsamt att gallra. Det förtjänar dock att påpekas att studier av gallringens eventuella lönsamhet utförs i sammanhang där man gallrar. Gallrar gör man ju för att man har en känsla av att det nog är lönsamt. Att sålunda för varje skogsbestånd oberoende av dess, och dess ägares, unika förutsättningar hävda att gallring är bra låter sig inte göras. Intressanta studier av lönsamheten i gallring utgörs av de långsiktiga gallringsförsök där man utöver att studera skogens biologiska utveckling även dokumenterat intäkter och utgifter i de olika behandlingarna.

I det i faktaruta 2 tidigare omtalade Hastrupsförsöget, redovisat av Bryndum (1933), genomgås utöver volymtillväxten även ekonomin för de olika huggningsgraderna. Maximal volymproduktion uppnås vid ett svagare ingrepp än den som bör utföras om man önskar optimera sitt ekonomiska utfall. Bornebusch sammanfattar väl gallringens positiva inverkan på det ekonomiska utfallet: ”og der kommer da andre Faktorer ind, som taler till Gunst for den stærkere hugst, nemlig et stort tidligt Udbytte og en hurtig Opnaaelse af store salgbare Dimensioner og dermed en større Værdi pr. Kubikmeter.”.

Att maximal volymproduktion uppnås vid ett svagare ingrepp än den som bör utföras om man önskar optimera sitt ekonomiska utfall är även den slutsats man kan dra av Henrik Petterssons båda arbeten, barrskogens volymproduktion (1955) och barrskogens värdeproduktion (1962). Även för gallringsförsöket i Dalby (Skåne) konstaterar Charbonnier (1957) att volymproduktionen minskar vid hårdare gallring medan produktionens nettovärde stiger. Nuvärdet vid en räntefot av 3% har samma allmänna utvecklingstendens som nettovärdet men ökningen med tilltagande gallringsstyrka är än mer uppenbar. Samtliga de gallringsförsök i gran för vilka Bryndum (1969, 1974, 1976, 1978) redovisar det ekonomiska utfallet går också i linje med resultatet ovan. Såväl med som utan ränta förbättras det ekonomiska utfallet med stigande gallringsstyrka. Överlägsenheten för starkare gallring stegras väsentligt när räntefaktorn beaktas.

De ovan redogjorda försöken kan bara besvara frågan om vilket av ett givet gallringsprogram som i efterhand visat sig vara mest lönsamt och de är därtill tämligen föråldrade.

Med hjälp av olika prognoshjälpmedel över skogens tillväxt och med antaganden om räntefaktor, priser m.m. kan man för i stort sätt alla tänkbara alternativ räkna ut det som är mest ekonomiskt fördelaktigt. Härvid bör läsaren göras uppmärksam på att inga modeller kan ta hänsyn till alla faktorer av betydelse. Faktorer som de faktorer, om de hade beaktats, kunnat styra resultatet i en helt annan riktning.

Baserat på tillväxtmodeller av Elfving (1982) och Söderberg (1981) utförde Olsson (1986) en rad ekonomiska beräkningar för att finna det optimala gallringsprogrammet. Olsson jämför

kassaflöde och nuvärde för olika typer av förstagallring. Gallringsstyrkan varierades från 30- till 50%, tidpunkten för första gallringen tilläts variera med upp till 10 år och gallringskvoten var endera 0.8, 1.0 eller 1.2. Efterföljande gallringar styrdes med hänsyn till tidigare uttag i enligt med skogsstyrelsen gallringsmallar. Täckningsbidragen i första gallringen steg med såväl huggstyrka, gallringskvot som ålder. Första gallringens inverkan på kommande åtgärder gjorde dock att kassaflödet minskades såväl vid uppskjuten första gallring som vid ökande uttag. Den vinst som höggallringen givit i första gallringen förblev dock svagt positiv. Med 3% kalkylränta ökade nuvärdet om första gallringen skjutits upp med 10 år, gallringskvoten ökat samt om gallringsstyrkan tillätits att måttligt stegras till 40%. Vid 50% uttag sjunker återigen nuvärdet.

Olsson (1986) konstaterar också att ”den frihet som finns vid valet av tidpunkt, styrka, form och teknik i gallring är sannolikt väsentligt större än den vi utnyttjar”. Intressant nog samma slutsats som Charbonnier (1964) dragit dryga två decenier tidigare. ”Den slutsatsen bör i alla fall kunna dras att en skogsägare utan att avlägsna sig alltför långt från ett optimalt produktionsresultat har en betydande frihet vid valet av skötselprogram.” Det viktiga är inte hur vi gallrar utan att vi gallrar.

I en ekonomisk analys för gran inkluderat såväl utgångsförband i plantering, som gallringprogram och slutavverkningsålder konstaterar Solberg & Haight (1991) att valet av utgångsförband är starkt avhängigt såväl räntefaktor som ståndortsindex. Valet av planteringsförband påverkar dock inte antalet gallringar eller styrkan i dessa. Liksom tidigare såväl Olsson (1986) som Charbonnier (1964) konstaterar Solberg & Haight (1991) att skogsskötaren har ett stort fritt intervall att verka inom. Få gallringar med kort omloppstid eller många gallringar med lång omloppstid ger likvärdigt ekonomiskt utfall. Solberg & Haight (1991) konkluderar dock att för samtliga gallringsregimer så är höggallring att föredra. Höggallringens ekonomiska företräden är en omtvistad fråga. Såväl Solberg & Haight (1991) som Olsson (1986) finner höggallringen ekonomiskt fördelaktig. Olssons tillväxtmodell gynnar dock höggallring på ett sett som, åtminstone för gran, med beaktandet av resultaten från ett flertal långliggande försök får anses tvivelaktigt. Jäghagen & Albrektson (1989) analyserade höggallringens effekter på ekonomin i tall och fann, trots att använda tillväxtmodeller gynnade tillväxten vid höggallring, att ekonomin visserligen förbättrades klart i första gallringen men att denna effekt senare ”åts upp” av lägre intäkter i kommande gallringar. Jäghagen & Albrektson (1989) menar att höggallringens eventuella fördelar inte ligger i bättre totalekonomi utan i en jämnare fördelning av intäkterna under en omloppstid. Baserat på ett flertal undersökningar om skillnader mellan hög- och låggallring med varierande trädslag, tillväxtförutsättningar och ekonomiska förutsättningar konstaterar Valsta (1992) att låggallring tycks att föredra om man syftar till maximal tillväxt medan höggallring är att föredra om man önskar att maximera nuvärdet. Valstas (1992) egen studie av gallring i gran visar att ekonomin förbättras markant av att gallra. Kassaflödet ökar, något beroende på antalet utförda gallringar, med mellan 20-25% medan motsvarande för nuvärdet med 3% kalkylränta ligger runt 40%.

Valsta (1992) finner vidare att höggallring ger något förbättrad ekonomi trots något lägre tillväxt. Valsta finner stöd för sina slutsatser i en lång rad refererade undersökningar om skillnader mellan hög- och låggallring med varierande trädslag, tillväxtförutsättningar och ekonomiska förutsättningar konstaterar Valsta (1992) att låggallring tycks att föredra om man syftar till maximal tillväxt medan höggallring är att föredra om man önskar att maximera nuvärdet.

Baserat på långliggande försök beräknar Mielikäinen & Valkonen (1991) ekonomin i högkontra låggallring av samma styrka för tall, gran och björk. Nuvärdet, vid 4% ränta, steg med ca. 10% över en omloppstid för tall, delvis tack vare en högre volymproduktion. För såväl gran som björk minskade volymtillväxt, kassaflöde och nuvärde vid höggallring.

Eftersom prislistan på såväl gran och talltimmer är dimensionsberoende, likväl är avverkningskostnaden per kubikmeter, så kan en jämnare diameterfördelning i beståndet vara gynnsamt för det slutliga ekonomiska utfallet. Hyytiäinen et al. (2005) konstaterar att bäst ekonomi uppnås om man vid gallring tar ut träd i båda ändarna av diameterfördelningen jämväl träden av låg kvalitet oberoende av storlek.

Det är också viktigt att beakta att den optimala gallringsregimen är beroende av hur beståndet varit skött fram till gallringen. Skiftande val av planteringsförband skapar olika förutsättningar för optimal gallring (Valsta 1992) och röjningens betydelse för möjligheten att genomföra ekonomiskt bärkraftiga gallringar bör också påpekas (Cain & Shelton 2003, Fahlvik 2005).

För närvarande pågår studier vid SLU, institutionen för sydsvensk skogsvetenskap i Alnarp, av kombinationen av olika planteringsförband och gallringsstrategier. Kan glesa förband (3x3m) i kombination med höggallring vara ett kvalitets och tillväxtmässigt godtagbart alternativ till gängse tvåmetersförband och låggallring och hur blir det slutgiltiga ekonomiska utfallet? Liknande studier har utförts på *Pinus pinaster* i Spanien och visar att glesa förband (3x3m) med hårdare gallring orienterat högre i diameterklasserna ger bättre ekonomiskt utfall än 2x2m förband och försiktig låggallring (Rodríguez Soalleiro et al. 2000).

Sammanfattning

Det finns en stor frihet för den enskilde skogsägaren att sköta sin skog både avseende volym- och värdeproduktion. Gallringen bör inte ses som en isolerad företeelse utan alltid sättas i relation till tidigare och efterkommande beståndsbehandling. Såvida man inte tror på en ökande prisdifferentiering i framtiden mellan granvirke av god och sämre kvalitet synes ett skogsbruk som, för ett flertal av de skogsskötselmässiga val som uppstår under omloppstiden (planttäthet, gallringsstyrka och omloppstid), ger avkall på maximal volymproduktion vara det skötselsystem som på ett tillfredställande sätt kombinerar låg risk med bra förräntning.

Referenser

- Arvidsson, A. and Spahr, M. 1980. Makeri gallringssystem – en utvärdering av Makeri-skördare och Makeri-skotare i gallring. Skogshögskolan, Institutionen för skogsteknik, Garpenberg. Stencil nr 102.
- Assmann, E. 1950. Grundflächen und Volumzuwachs der Rotbuche bei verschiedenen Durchforstungsgraden. Forstwissenschaftliches Centralblatt 69: 256-286.
- Assmann, E. 1954. Grundflächenhaltung und Zuwachsleistung Bayerischer Fichten-Durchforstungsreihen. Forstwissenschaftliches Centralblatt 73.

- Assmann, E. 1970. *The Principles of Forest Yield Study. Studies in the Organic Production, Structure, Increment and Yield of Forest Stands.* Pergamon Press Ltd., Headington Hill Hall, Oxford.
- Bendtsen, A. B. 1978. Properties of wood from improved and intensively managed trees. *Forest Products Journal* 28(10): 61-72.
- Bettinger, P. and Kellog, L.D. 1993. Residual stand damage from cut-to-length thinning of second-growth timber in the Cascade Range of western Oregon. *Forest Products Journal* 43: 59-64.
- Bleckert, S. & Pettersson, R. 1997. *Liv i skogen.* Utgiven av Södra, Växjö.
- Bornebusch, C. H. 1933. Et Udhgningsforsøg i Rødgran. *Det Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark. Beretning Nr 107.*
- Braathe, P. 1952. Planteavstandens virkning på bestandutviklingen og masseproduksjon i granskog. *Medd. Fra. det norske Skogsforsøksvesen.*
- Bredberg, C.-J. & Wästerlund, I. 1983. Wurzel- und Bodenschäden durch Fahrzeuge. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 102: 86-98.
- Bryndum, H. 1964. Forsøgsvæsenets afsluttede Rødgranprøveflader. *Det Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark. Beretning Nr 221.*
- Bryndum, H. 1965. Produktionsundersøgelser i Rødgran. *Dansk Skovforenings Tidsskrift* 50.
- Bryndum, H. 1969. Rødgranhugstforsøget i Gludsted Plantage. *Det Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark. Beretning Nr 246.*
- Bryndum, H. 1974. Rødgranhugstforsøget på Ravnholt. *Det Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark. Beretning Nr 273.*
- Bryndum, H. 1976. Preliminary results from some new Danish thinning experiments with Norway spruce on fertile soils. *Forestry Commission Bulletin No.55: 22-36.*
- Bryndum, H. 1978. Hugstforsøg i ung Rødgran på leret Morænejord. *Det Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark. Beretning Nr 295.*
- Bryndum, H. 1987. Danish thinning experiments with conifer and hardwood in outline. *Proceedings of IUFRO. International Interdivisional Conference on Thinning. Moscow-Riga, September 9-17, 1985. Part 1.*
- Burschel, P. 1981. Neue Erziehungskonzepte für Fichtenbestände. *Allgemeine Forst Zeitung*, 51-53: 1386-1395.
- Cain, M.D. & Shelton, M.G. 2003. Effects of Alternative Thinning Regimes and Prescribed Burning in Natural Even-Aged Loblolly-Shortleaf Pine Stands: 25 Year Results. *Southern Journal of Applied Forestry* 27(1): 18-29.
- Cameron, A.D. 2002. Importance of early selective thinning in the development of long-term stand stability and improved log quality: a review. *Forestry* 75: 25-35.
- Carbonnier, C. 1954. Några exempel på produktionen i planterad granskog i södra Sverige. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 44 Nr 5.
- Carbonnier, C. 1957. Ett gallringsförsök i planterad granskog. *Svenska Skogsvårdsföreningens Tidsskrift.* Nr 5.
- Carbonnier, C. 1959. Gallringsförsök i naturbestånd av tall i Norrbottens län. *Svenska Skogsvårdsföreningens Tidsskrift* 57. Nr 3: 367-385.
- Carbonnier, C. 1964. Beståndsbehandlingsens inflytande på produktionen. *Skogshögskolan. Institutionen för Skogsproduktion. Rapporter och Uppsatser nr 5.*

- Carbonnier, C. 1974. Preliminära resultat från ett gallringsförsök i granskog. Skogshögskolan. Institutionen för Skogsproduktion. Rapporter och Uppsatser nr 29.
- Carbonnier, C. och Johansson, S. 1975. Tönnersjöhedens försökspark 50 år. Program för exkursion fredagen den 8 juni 1973. Skogshögskolan. Institutionen för Skogsproduktion. Rapporter och Uppsatser Nr 34.
- Cremer, K.W., Borough, C.J., McKinell, F.H., Carter, P.R. 1982. Effects of stocking and thinning on wind damage in plantations. *New Zealand journal of forestry science* 12(2): 244-268.
- Eide, E. & Langsæter, A. 1941. Produktionsundersökelse i granskog. Medd. Fra. det norske Skogsforsøksvesen VII.
- Ekö, P. M. 1979. Gallringens inverkan på volymproduktionen. II Gallringseffekt under praktiska förhållanden. SLU. Projekt Hugin Rapport nr 18.
- Ekö, P.M., Larsson-Stern, M. & Albrektson, A. 2004. Growth and Yield of Hybrid Larch (*Larix x eurolepis* A. Henry) in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 19. 320-328.
- Elfving, B. 1982. Hugins ungskogstaxering 1976-1979. SLU, Skogsfakulteten, Hugin Rapport nr 27.
- Elfving, B. 1985. Five year growth in a line-thinning experiment with pine and spruce. I: The influence of spacing and selectivity in thinning on stand development, operations and economy. Proceedings of the meeting of IUFRO Project Group P.4.02.02. Dublin, Ireland, 24-28 September 1984: 114-121.
- Ericson, B. 1966. Gallringens inverkan på vedens torr-råvolymvikt, höstvedhalt och kärnvedhalt hos tall och gran. Skogshögskolan, Institutionen för Skogsproduktion. Rapporter och Uppsatser Nr. 10.
- Eriksson, H. 1976. Granens produktion i Sverige. Skogshögskolan. Institutionen för Skogsproduktion. Rapporter och Uppsatser Nr 41.
- Eriksson, H. 1987. New Results from Plot No. 5 at Sperlingsholm Estate in Southwestern Sweden in the European Stemnumber Experiment in *Picea abies*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 2: 85-98.
- Eriksson, H. & Karlsson, K. 1997. Olika gallrings- och ödslingsregimers effekter på beståndsutvecklingen baserat på långliggande experiment i tall- och granbestånd i Sverige. SLU. Institutionen för Skogsproduktion. Rapport 42.
- Eriksson, H., Johansson, U. & Karlsson, K. 1994. Effekter av stickvägsbredd och gallringsform på beståndsutvecklingen i granskog. SLU. Institutionen för Skogsproduktion. Rapport 38.
- Fahlvik, N. 2005. Effects of different precommercial thinning strategies on a heterogeneous stand of Scots pine, Norway spruce and Birch. . In: *Aspects of Precommercial Thinning in Heterogeneous Forests in Southern Sweden*. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae 2005:68. Doctoral thesis, SLU, Southern Swedish Research Centre, Alnarp.
- Fjeld, D. and Granhus, A. 1998. Injuries After Selection Harvesting in Multi-Store Spruce Stands – The Influence of Operating Systems and Harvest Intensity. *Journal of Forest Engineering* 9(2): 33-40.
- Fries, J. 1974. Synpunkter på valet av skötselmetod och drivningsteknik vid gallring. I: Framtidsskogen – Skogsproduktionens mål och medel. Skogshögskolan. Institutionen för Skogsproduktion. Rapporter och Uppsatser Nr 33: 128-140.
- Fries, J. 1976. Körskador och produktionsförluster. Skogshögskolan. Institutionen för Skogsproduktion. Rapporter och Uppsatser Nr 40.
- Hamilton, G.J. The Bowmont Norway Spruce Thinning Experiment 1930-1974. *Forestry* 49. 109-121.

- Hamilton, G.J. 1976. Effects of line thinning on increment. Forestry Commission Bulletin No.55: 37-45.
- Hartsough, B. Economics of Harvesting to Maintain High Structural Diversity and Resulting Damage to Residual Trees. Western Journal of Applied Forestry 18(2): 133-142.
- Hedemann-Gade, E. 1936. I vad mån kan skogsvården motverka stormskador? Skogen: 157-161.
- Hildebrandt, G. 1954. Untersuchungen an Fichtenbeständen über Zuwachs und Ertrag reiner Holzsubstanz. Deutscher Verlag der Wissenschaften. Berlin.
- Holgén, P. 1999. Seedling Performance, Shelter Tree Increment and Recreation Values in Boreal Shelterwood Stands. Acta Universitatis Agriculturae Silviculturae 120. Doctoral thesis, SLU, Umeå.
- Hummel, F.C. 1947. The Bowmont Norway spruce sample plots (1930-45). Forestry 21. 30-42.
- Hyytiäinen, K. & Tahvonen, O. 2002. Economics of Forest Thinnings and Rotation Periods for Finnish Conifer Cultures. Scandinavian Journal of Forest Research 17: 274-288.
- Hyytiäinen, K., Tahvonen, O. & Valsta, L. 2005. Optimum Juvenile Density, Harvesting, and Stand Structure in Even-Aged Scots Pine Stands. Forest Science 51(2). 120-133.
- Isomäki, A. & Kallio, T. 1974. Consequences of injury caused by timber harvesting machines on the growth and decay of spruce (*Picea abies* L.(Karst.)). Acta Forestalia Fennica 136.
- Isomäki, A. & Niemistö, P. 1990. Effects of strip roads on the growth and yield of young spruce stands in southern Finland. Folia Forestalia 756.
- Jacobs, M.R. 1954. The effect of wind sway on the form and development of *Pinus radiata* D.Don. Australian Journal of Botany 2: 35-51.
- Johansson, K. 1992. Effects of Initial Spacing on the Stem and Branch Properties and Graded Quality of *Picea abies* (L.) Karst. Scandinavian Journal of Forest Research 7: 503-514.
- Johansson, S. 1941. Tillväxtens lokalisering hos träden efter huggningar. Skogen 28(16): 229-230.
- Johansson, T. & Karlsson, K. 2004. Experiment med olika gallringsstyrkor och gallringsintervall i granskog. Resultat från en 40 årig studie. SLU, Institutionen för Bioenergi. Rapport Nr 4.
- Jäghagen, K. & Albrektson, A. 1989. Höggallring kan vara bäst! Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 5, 34-41
- Kardell, L. 1978. Traktorskadorna och tillväxtförluster hos gran – analys av ett 10-årigt försök. Sveriges Skogsvårdsförbund Tidskrift 76: 305-322.
- Kardell, L. 1990. Talltorpsmon i Åtvidaberg. 1. Förändringar i upplevelsen av skogen mellan 1978 och 1989. SLU, Institutionen för Skoglig Landskapsvård. Rapport 46.
- Kardell, L. & Nilsson, P.O. 1986. Ett skånskt körskadeförsök i gran. Sveriges Skogsvårdsförbund Tidskrift 84: 2-17.
- Kardell, L. & Henckel, S. 1994. Granåker. Synpunkter på odlingsmarkens övergång till skog. SLU, Institutionen för Skoglig Landskapsvård. Rapport 58.
- Karlsson, K. 2000. Stem Form and Taper Changes After Thinning and Nitrogen Fertilization in *Picea abies* and *Pinus sylvestris* Stands. Scandinavian Journal of Forest Research 15: 621-632.
- 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 Silviculturae 128. Doctoral thesis, SLU, Southern Swedish Research Centre, Alnarp.
- Lagesson, H. 1996. Effects of Thinning Type on the Harvester Productivity and on the Residual Stand. Journal of Forest Engineering 8: 7-14.

- Larson, P.R. 1963. Stem form development of forest trees. Forest Science Monograph 5: 1-42.
- Larson, P.R. 1965. Stem form of young *Larix* as influenced by wind and pruning. Forest Science 11: 412-424.
- Laiho, O. 1987. Susceptibility of forest stands to windthrow in southern Finland. Folia Forestalia 706.
- Li, T.T. 1923. Do thinnings actually increase growth per acre compared to unthinned stands? Journal of Forestry 21: 125-128.
- Lohmander, P. & Helles, F. 1987. Windthrow Probability as a Function of Stand Characteristics and Shelter. Scandinavian Journal of Forest Research 2. 227-238.
- Mackenzie, A.M. 1962. The Bowmont Norway Spruce Sample plots 1930-60. Forestry 35: 129-138.
- Madsen, S. FL. 1979. Et 10-årigt forsøg med særlige hugstmetoder og jordfræsning i gammel gran i Gludsted plantage. Det Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark. Beretning Nr 308.
- Madsen, T.L., Moltesen, P. & Olesen, P.O. 1978. The influence of thinning degree on basic density, production of dry matter, branch thickness and number of branches of Norway spruce. Det Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark 36(2): 181-204.
- Mar:Møller, C. 1938. Skovdyrkningens Udvikling 1888-1938. I: Danmarks Skove. København 1938.
- Mar: Møller, C. 1952. Tyndingens indflydelse på massetillvæksten I. Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift 4: 319-342.
- Mielikäinen, K. & Valkonen, S. 1991. Effect of thinning method on the yield of middle-aged stands in southern Finland. Folia Forestalia 776.
- Myers, C.A. 1963. Vertical distribution of annual increment in thinned Ponderosa Pine. Forest Science 9(4): 394-404.
- Mäkinen, H. & Isomäki, A. 2004a. Thinning intensity and growth of Norway spruce stands in Finland. Forestry 77. No 4: 349-364.
- Mäkinen, H. & Isomäki, A. 2004b. Thinning intensity and growth of Scots pine stands in Finland. Forest Ecology and Management.....
- Mäkinen, H., Hynynen, J. & Isomäki, A. Intensive management of Scots pine stands in southern Finland: First empirical results and simulated further development. Forest Ecology and Management.....
- Nørgård Nielsen, C.C. 19XX. Einflüsse von Pflanzenabstand und Stammzahlhaltung auf Wurzelform, Wurzelbiomasse, Verankerung sowie auf die Biomasseverteilung im Hinblick auf die Sturmfestigkeit der Fichte. Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt. Band 100. J.D. Sauerländer's Verlag Frankfurt am Main.
- Niemistö, P. 1989. A Simulation Method for Estimating Growth Losses Caused by Strip Roads. Scandinavian Journal of Forest Research 4. 203-214.
- Nilsen, P. & Haveraaen, O. 1983. Årringsbredder hos gjenstående trær etter hogst i eldre granskog. Norsk Institutt for Skogforskning. Rapport nr.9.
- Nilsson, P.O. and Hyppel, A. 1968. Studier over rötangrepp i sårskadnor hos gran. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift. No 8: 674-713.
- Näslund, M. 1942. Den gamla norrländska granskogens reaktionsförmåga efter genomhuggning. Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt 33.
- Olsson, P. 1986. Beståndsbehandling – ekonomiska analyser av tekniska och biologiska faktorer. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. Redogörelse nr 6.
- Pape, R. 1999a. Effects of Thinning Regime on the Wood Properties and Stem Quality in *Picea abies*. Scandinavian Journal of Forest Research 14.

- Pape, R. 1999c. Influence of Thinning and Tree Diameter Class on the Development of Basic Density and Annual Ring Width in *Picea abies*. Scandinavian Journal of Forest Research 14.
- Persson, O. 1986. Åtvidabergsförsöket. Gallring i granskog. SLU. Institutionen för Skogsproduktion. Rapport nr 18.
- Persson, P. 1972. Vind- och snöskadors samband med beståndsbehandlingen – inventering av yngre gallringsförsök. Skogshögskolan. Institutionen för Skogsproduktion. Rapporter och Uppsatser Nr 23.
- Persson, P. 1975. Stormskador på skog – Uppkomstbetingelser och inverkan av skogliga åtgärder. Skogshögskolan. Institutionen för Skogsproduktion. Rapporter och Uppsatser Nr 36.
- Petrini, S. Om kanträdens reaktion vid friställning och överbeståndets produktion vid skärmföryngring. – Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt 29: 557-586.
- Pettersson, F. 1996. Effekter av olika röjnings- och gallringsåtgärder på beståndsutvecklingen i tall- och granskog. Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut. Redogörelse nr 5.
- Pettersson, H. 1933. Skogsförsöksanstaltens gallringsförsök, en bearbetning och ett program. Sveriges Skogsvårdsförenings Tidskrift.
- Pettersson, H. 1955. Barrskogens volymproduktion. Meddelanden från Statens skogsforskningsinstitut 45 nr 1A.
- Pettersson, H. 1962. Barrskogens värdeproduktion. Meddelanden från Statens skogsforskningsinstitut. Band 52. Nr1.
- Pryor, L.D. 1937. Some observations on the roots of *Pinus radiata* in relation to wind resistance. Australian Forestry 1: 37-40.
- Rodríguez Soalleiro, R., Álvarez Gonzalez, J.G. & Schröder, J. 2000. Ann. For Sci. 57: 747-754.
- Schober, R. 1979. Massen-, Sorten- und Wertertrag der Fichte bei verschiedener Durchforstung. Teil I. Allgemeine Forst und Jagdzeitung 150: 129-152.
- Schober, R. 1980. Massen-, Sorten- und Wertertrag der Fichte bei verschiedener Durchforstung. Teil II. Allgemeine Forst und Jagdzeitung 151: 1-21.
- Schotte, G. 1912. Om gallringsförsök. Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt 9: 211-269.
- Schotte, G. 1916. Om snöskadorna i södra och mellersta Sveriges skogar åren 1915-16. Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt 13: 111-166.
- Schotte, G. 1917. Om skogsproduktionens höjande genom beståndsvårdsgärder. – Skogar och skogsbruk. Studier tillägnade Frans Kempe på hans sjuttioårsdag. Stockholm.
- Schotte G. 1922. Beskrivning av Skogsförsöksanstaltens Försöksytor i Skåne. Skogsförsöksanstaltens Exkursionsledare V. Centraltryckeriet. Stockholm.
- Schwappach, A. 1911. Die Rotbuche. Neudamm.
- Sirén, M. 1991. Små avverkningsmaskiner i förstagallring. In: Sirén, M. Flerträdsteknik och skonsamma maskiner i förstagallring. Slutrapport från ett av Nordiska Skogsarbetsstudiernas Råd (NSR) genomfört forskningsprojekt, 1987 – 1989. Folia Forestalia 772: 66-71.
- Sjöström, H. 1932. Skogsbruket och vindfällsskadorna. Skogen: 309-315.
- Skovsgaard, J.P. 1997. Tyndingsfri drift af sitkagran. En analyse af bevokningsstruktur og vedmasseproduktion i utyndede bevoksninger af sitkagran (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.) i Danmark. Forskningsserien nr. 19. Forskningscentret for Skov og Landskab.
- Smith, D.M. 2003. Effect of Method of Thinning on Wood Production in a Red pine Plantation. Northern Journal of Applied Forestry 20(1): 39-42.

- Solberg, B. & Haight, R.G. 1991. Analysis of Optimal Economic Management Regimes for *Picea abies* Stands Using a Stage-Structured Optimal-Control Model. *Scandinavian Journal of Forest Research* 6: 559-572.
- Slodičák, M. & Novák, J. 2003. Thinning experiments in Norway spruce stands after 40 years of investigation – 1st series.
- Söderberg, U. 1981. Produktionsprognoser grundade på enskilda trädts tillväxt. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift.
- Tekniska nomenklaturcentralen (TNC) nr 96. Skogsordlista. Ekblads, Västervik 1994
- Urban, S.T., Lieffers, V.J. and MacDonald, S.E. 1994. Release in radial growth in the trunk and structural roots of White spruce as measured by dendrochronology. *Canadian Journal of Forest Research* 24: 1550-1556.
- Valinger, E. 1990. Inverkan av gallring, gödsling, vind och trädstorlek på tallars utveckling. Doktorsavhandling. SLU, Institutionen för Skogsskötsel. Umeå.
- Valinger, E. & Lundqvist, L. 1992. The influence of thinning and nitrogen fertilisation on the frequency of snow and wind induced stand damage in forests. *Scottish Forestry* 46: 311-320.
- Valinger, E. & Lundqvist, L. 1993. Rätt skogsskötsel ger lägre risk för snö- och vindskador i tallbestånd. *Skogsfakta* nr 11.
- Valinger, E. and Pettersson, N. 1996. Wind and snow damage in a thinning and fertilization experiment in *Picea abies* in southern Sweden. *Forestry* 69(1), 25-33.
- Valsta, L. 1992. An optimization model for Norway spruce management based on individual-tree growth models. *Acta Forrestalia Fennica* 232.
- Vasiliauskas, R. 2001. Damage to trees due to forestry operations and its pathological significance in temperate forests: a literature review. *Forestry* 74(4): 319-336.
- Vestøl, G.I., Colin, F. & Loubère, M. 1999. Influence of Progeny and Initial Stand Density on the Relationship between Diameter at Breast Height and Knot Diameter of *Picea abies*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14: 470-480.
- Viklund, E. 2005. Välj låggallring – Olönsamt med kvalitetsgallring. *Skogen* 9: 26-30.
- Vollbrecht, G. & Agestam, E. 1995. Modelling incidence of root rot in *Picea abies* plantations in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 10: 74-81.
- Vollbrecht, G. & Bilde Jørgensen, B. 1995. Modelling the incidence of butt rot in plantations of *Picea abies* in Denmark. *Canadian Journal of Forest Research* 25: 1887-1896.
- Vuokila, Y. 1970. Selection from above in intermediate cuttings. *Acta Forestalia Fennica* vol. 110.
- Vuokila, Y. 1980. The dependence of growth and yield on the density of spruce plantations in Finland. *Folia Forestalia* 448.
- Welander, A. 1910. Trakthuggning eller blädning. Iakttagelser gjorda under en studieresa år 1908. *Skogsvårdsföreningens Tidskrift* 4: 201-216.
- Wiedemann, E. 1932. Die Rotbuche 1931. Hannover.
- Werner, F. & Årmann, J. Stormfällningens dynamik – en studie. *Skogsvårdsföreningens Tidskrift* 53: 311-330.
- Wiedemann, E. 1937. Die Fichte 1936. Hannover.
- Wiksten, Å. 1960. Beskrivning och analys av några fasta gallringsförsök i mellersta Norrland. *Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt* 49 nr 6.

- Wästerlund, I. 1992. Extent and Causes of Site Damage due to Forestry Traffic. *Scandinavian Journal of Forest Research* 7: 135-142.
- Zobel, B.J. & van Buijtenen, P. 1989. *Wood Variation – Its Causes and Control*. Springer Verlag, Berlin.