

GALLRING



Skogsskötselserien är en sammanställning för publicering via Internet av kunskap om skogsskötsel utan ställningstaganden eller värderingar.

Texterna har skrivits av forskare och har bearbetats redaktionellt både sakligt och språkligt. De är upphovsrättsligt skyddade och får inte användas för kommersiellt bruk utan medgivande.

I Skötselserien ingår:

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

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

Omarbetningar (revisioner) för att ta fram andraupplagor har till stor del även bekostats av Erik Johan Ljungbergs Utbildningsfond och Stiftelsen Skogssällskapet.

Skogsskötselserien – Gallring

Första upplagan, januari 2009

Andra omarbetade upplagan, april 2015

Författare:

Eric Agestam, Skog Dr, universitetslektor

© Eric Agestam och Skogsstyrelsen

Redaktör: Clas Fries, Skogsstyrelsen

Typografisk formgivning: Michael Ernst, Textassistans AB

Grafisk profil: Louise Elm, Skogsstyrelsen

Diagrambearbetning, layout och sättning: Bo Persson, Skogsstyrelsen

Foto omslag: Bo Persson

Utgivning: Skogsstyrelsen, www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien

Innehåll

Gallring	5
Varför gallra skog?	7
Gallringens utförande	9
Första gallringen	9
Gallringsstyrkan	10
Gallringsintervall	10
Gallringsform	11
Schematisk gallring	11
Fri gallring	11
Gallringskvot	15
Påverkan på träd och bestånd	17
Diameter och diameterfördelning	17
Övre höjd	22
Trädens form och volym	24
Avsmalning	24
De enskilda trädens volym	26
Volymtillväxt och volymproduktion	27
Tall	30
Gran	33
Tillväxtförluster för tall och gran	35
Naturlig avgång	36
Contortatall	37
Gallring och trädens yttre egenskaper	38
Täthet och urval	38
Diameter	38
Avsmalning	39
Kvist	39
Krokighet – rakheter	40
Andra defekter	40
Urval som instrument att förbättra kvaliteten	41
Gallringen och trädens inre egenskaper	44
Densitet	44
Juvenilved	45
Kärnvedhalt	46
Växtvridenhet	46
Sammanfattning av gallringens påverkan på inre kvalitetsegenskaper ..	47
Avverkning och stickvägar	48
Stickvägar	48
Skador på träd, rötter och mark	49
Stickvägar och tillväxtförluster	50
Stickvägar och virkeskvalitet	53
Stickvägsbredd och stickvägsavstånd	54
Gallring och skador	55
Stormskador	55
Allmänt om risk för stormskador	55
Trädhöjd	56
Gallringsstyrka	56

Gallringstidpunkt	57
Sammanfattning av risker för stormskador på skog	57
Snöskador.....	57
Rotröta	59
Insekter.....	61
Märgborre.....	61
Granbarkborre och sextandad barkborre.....	62
Svamp	63
Törskate.....	63
<i>Gremmeniella</i>	63
Gallringsmallar – planeringshjälpmedel.....	65
Olika typer av gallringsmallar	65
Skogsstyrelsens gallringsmall.....	66
INGVAR	67
Gallring i skötta blandbestånd	68
Blandbestånd av tall och gran.....	68
Blandbestånd med björk	68
Lagar och regler	70
Gallringsförsök	71
Försöksleden	72
Beteckningar försöksled.....	75
Ekonomiskt utfall av gallringsprogram	77
Tall	78
Gran.....	79
Ytterligare aspekter på gallring.....	81
Gallring i konfliktbestånd	81
Gallring med uttag av skogsbränsle.....	82
Gallring med olika möjliga inriktningar i heterogen skog.....	83
Gallra eller inte gallra – gallring i praktiken.....	85
Rätt gallringstidpunkt viktigare för vissa trädslag	85
Fältbesök ger viktig information om gallring	85
Att planera gallringar är en utmaning	86
Gallring om målet inte är volymproduktion	86
Naturvård	86
Rekreation och friluftsliv	88
Litteratur	91

GALLRING

Allmänt. Gallring är en ”beståndsvårdande utglesning av skog under tillvaratagande av virke” medan utglesning av skog utan att virke tas tillvara kallas röjning. Det finns idag avsättning av allt klenare virke och gränsen mellan röjning och gallring är därför alltmer flytande.

Gallring formar skogen. Gallring är ett kraftfullt verktyg för skogsvårdaren och naturvårdaren att forma sin skog i önskvärd riktning, till exempel välja trädslag, öka framkomligheten och bevara viktiga miljöer. De ekonomiska fördelarna med gallring är att den kan ge en tidig inkomst och en inkomst från virke som annars skulle förstöras samt att värdet på kvarstående skogen ökar.

Gallringsbegrepp. En gallring kan beskrivas med gallringsstyrka och tidpunkt. Gallringsstyrkan avser oftast andelen grundyta som tas ut. Gallringsformen beskriver sättet att välja träd som ska tas ut, till exempel genom låggallring, höggallring eller krongallring. Gallringskvoten beskriver gallringsformen i siffror. Den beräknas genom att sätta medeldiametern för det utgallrade virket i relation till beståndets medeldiameter efter gallring.

Träd och bestånd påverkas av gallring. Efter gallring delar färre träd på de tillgängliga resurserna. Träden ökar sina rotsystem och sin barrmassa vilket resulterar i en högre diametertillväxt och volymtillväxt för de enskilda träden. Beståndets totala volymproduktion är störst i den ogallrade skogen och sjunker med stigande gallringsstyrka.

Teknik. Idag sker den mesta gallringen med hjälp av skördare och uttransport med skotare. Därigenom har kostnaderna minskat och nettoinkomsten från gallringar har förbättrats. Utvecklingen går mot maskiner som kostnadseffektivt även kan avverka klena träd för exempelvis energianvändning.

Skador. Gallring påverkar risken för att beståndet utsätts för skador av vind och storm, snö, insekter och svampar. Mekaniserad gallring kan också ge direkta skador på träden som resulterar i tillväxtnedsättningar i beståndet.

Gallringsprogram och gallringsmallar. Det finns ett oändligt antal sätt att sätta ihop ett gallringsprogram. De viktigaste parametrarna är tidpunkt för första gallringen, uttagens storlek, gallringsform och antal gallringar. Fördelar med gallring, som ökad diametertillväxt, ska vägas mot till exempel risk för stormskador. Gallringsmallar är ett hjälpmedel för att väga samman olika aspekter på gallring.

Lagar och regler. Skogsvårdslagen från 1993 är betydligt liberalare än sina föregångare när det gäller gallring. Tidigare var i princip höggallring förbjuden men resultat från nya gallringsförsök öppnade för att höggallra.

Gallring definieras som ”beståndsvårdande utglesning av skog under tillvaratagande av virke”¹ medan utglesning av skog utan att virke tas tillvara kallas röjning². Det finns idag avsättning av allt klenare virke och gränsen mellan röjning och gallring är, med denna definition, allt-mer flytande. Här beskrivs gallring som en åtgärd som utförs i skog med en övre höjd överstigande ca 10 m och där huvuddelen av det avverkade virket tas tillvara.

Gallring är en mycket vanlig åtgärd i Sverige. De allra flesta skogar i Sverige gallras en eller ett par gånger under en omloppstid. Bestånd på bördiga marker, som har snabbare och större tillväxt, gallras i allmänhet flera gånger, medan bestånd på magra marker ofta bara gallras en gång. Ambitiös beståndsanläggning och en vilja att producera särskilda och värdefulla sortiment från skogen medför i allmänhet också att skogsägaren väljer att gallra sin skog flera gånger.

Under de senaste decennierna har gallringsaktiviteterna i våra skogar varierat (figur G1). För närvarande gallras ca 400 000 ha årligen. Jämförelsevis slutavverkas ca 200 000 ha och röjs ca 250 000 ha.³ Av den totala avverkningen om nästan 90 milj. m³sk kommer ca 30 % från gallring. Volymen som tas ut i gallring har rört sig kring 25–30 milj. m³sk/år medan arealen har varierat mycket mer. Före 1960 gallrades vissa år mer än 800 000 ha årligen. Uttagen i varje gallring var alltså lägre och varje bestånd gallrades oftare än idag.⁴

Till och från har ett gallringsfritt skogsbruk framförts som ett eftersträvanvärt alternativ. Höga kostnader för gallring gjorde att gallringsfritt skogsbruk diskuterades under några decennier i slutet av 1900-talet.

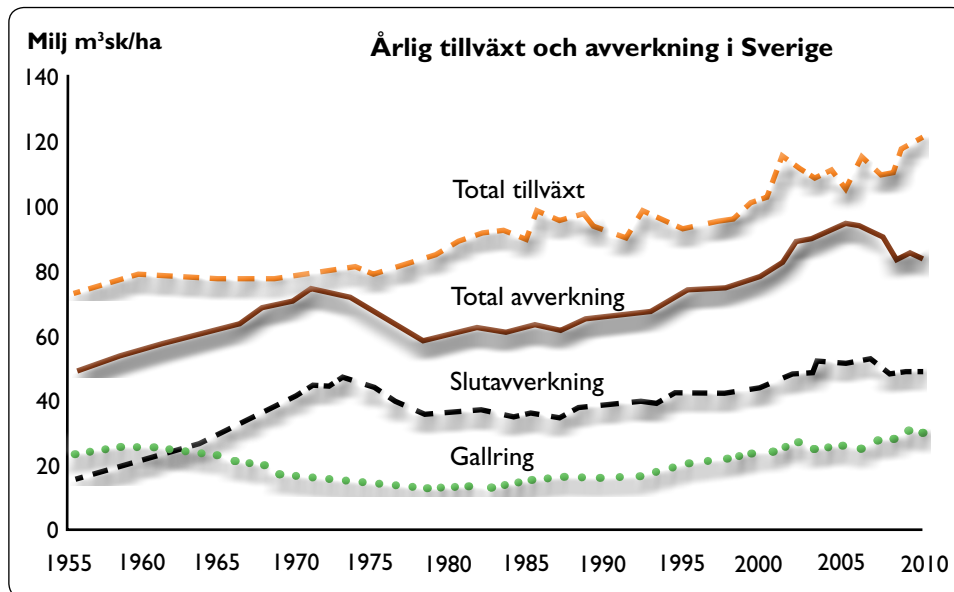
Risken för stormskador har aktualiserat diskussionen om gallringsfritt skogsbruk efter stormarna i södra Sverige 2005 och 2007 och i norra Sverige 2011 och 2013. Idag är de flesta aktörer i skogsbruket trots detta inne på att gallring är en värdefull och viktig åtgärd.

¹ Den formella definitionen enligt Skogsencyklopedin, tillgänglig på: www.kunskapdirekt.se/sv/kunskapdirekt/Skogsencyklopedin/

² *Skogsskötselserien*, del 5. Röjning. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

³ Uppgifter för åren 2008–2013: *Skogsdata 2014*. 2014. SLU. Tillgänglig på: www.slu.se/sv/webbtjanster-miljoanalys/statistik-om-skog/skogsdata/

⁴ Enander, K.-G. 2003. Den stora skogsrestaureringen eller När modernismen nådde skogsbruket. *Skogshistoriska sällskapets Årsskrift*.



Figur G1 Årlig avsatt tillväxt (inklusive tillväxt på avverkade träd), årlig total avgång och årlig avverkning perioden 1956–2010. Glidande femårsmedelvärde. Alla ägoslag. Källa: Riksskogstaxeringen. www.riksskogstaxeringen.slu.se/Resultat/.

Varför gallra skog?

Gallring är inte nödvändigt att utföra. Skog klarar sig utan gallring. Att överhuvudtaget sköta skogen aktivt har i stora delar av Sverige bara gjorts i några hundra år och i delar av Norrland under högst ett sekel. Gallring utförs för att förbättra skogen på ett eller flera sätt.

Det dominerande skälet till att gallra är att förbättra skogsbrukets ekonomi på kort och lång sikt men gallring påverkar också skogens känslighet för olika skador. Från att främst ha varit ett medel att få ett ekonomiskt utbyte eller förbättra framtida värdet av skogen är gallring allt oftare ett också verktyg i naturvårdsarbete och kulturmiljövård. Det kan vara fråga om att gynna önskvärda trädslag, miljöer eller strukturer i skogen, att få skog av särskilt utseende, att öppna landskapet för att få bättre utsikter, att påverka miljöer för jaktbart vilt eller att förbättra biotoper för fauna och flora.

Ekonomi vanligaste skälet att gallra

Gallringen påverkar skogen på många sätt och den är ett av skogsskötarens kraftfullaste verktyg för att styra skogens utveckling. De viktigaste skälen för att gallra är knutna till skogsbrukets ekonomi.

- Gallring ökar den mängd virke som kan tas tillvara, genom att gallring minskar risken för självgallring⁵. Med gallring kan träd tas tillvara som annars skulle dö på grund av för stor konkurrens.
- Gallring ger möjlighet att förbättra beståndet i ett eller flera avseenden:

⁵ Avgång av träd i ett skogsbestånd genom trängselverkan.

1. Genom urval i gallringen kan träd och trädslag med goda egenskaper få större möjlighet att utvecklas.
 2. Genom att reducera antalet träd minskar, för kortare eller längre tid, konkurrensen om tillväxtresurser.⁶ Kvarvarande träd kan då växa snabbare. Detta påverkar främst de enskilda trädens diameter och volym.
 3. Risken för en del skador, till exempel snöskador, kan minska genom gallring.⁷
 4. Urval och utglesning kan ge skog som är vackrare och har större biologiska värden.
- Gallring ger också ett direkt ekonomiskt utbyte.

Gallring är ett verktyg att förändra skogen till något bättre och värdefullare för ägaren, brukaren eller besökaren. Skulle gallring upphöra så skulle inte skogen försvinna, men skogen skulle se mycket annorlunda ut och bland annat ge ett sämre ekonomiskt utbyte. Hårdraget skulle det kunna formuleras: *Det är skogsägaren som kan ha ett gallringsbehov, inte skogen.*

⁶ Se: *Skogsskötselserien*, del 1: Skogsskötseln grunder och samband. Tillgänglig på: www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

⁷ Samtidigt innebär gallring en ökning av risken för stormskador och kan bli en inkörsport för rotröta.

Gallringens utförande

En gallring kan beskrivas med uttryck som **gallringsstyrka och tidpunkt**. Begrepp som **gallringsform och gallringkvot** är också viktiga för att beskriva **gallringsingrepp**.

Ett gallringsprogram brukar beskrivas utifrån:

- tidpunkt för första gallring
- gallringsstyrka
- gallringsintervall och antal gallringar
- gallringsform

Första gallringen

Första gallringen brukar utföras någon gång mellan 10 och 15 meters övre höjd. Lämplig tid för första gallring är en avvägning mellan möjligheten att få ut virke som är tillräckligt grovt för att kunna användas och behovet att minska konkurrensen för de enskilda träden.

Med den täthet som skog anläggs i och röjs till och med den användning av virke som vi har i Sverige idag, görs första gallringen lämpligen någon gång vid 10–15 meters höjd på beståndet. Det finns en skillnad mellan trädslag som främst beror på hur de reagerar på konkurrens när tätheten ökar i bestånden. För gran är det normalt att första gallring utförs vid 12–15 meters övre höjd och för tall vid 10–13 meters övre höjd. Lövträd gallras generellt vid en lägre övre höjd än barrträd. Men det finns en stor variation som beror på trädslag och tidigare skötsel.

Tall är mer känsligt för val av tidpunkt för första gallring än gran. Att vänta med första gallringen i tallskog kan innebära att många bra träd, framtidsråd eller kandidater att bli huvudstammar, har halkat efter i utveckling och har för små kronor för att vara bra alternativ att lämna kvar. Den här utvecklingen går fort i slutna tallbestånd efter ca 10 m övre höjd.

Gran når 12 meters övre höjd före 25 års ålder på bördiga marker (G32⁸ och bättre) medan det tar mer än 40 år på magrare marker (G22 och sämre). För tall är motsvarande åldrar ca 25 år (T26 och bättre) och 55 år (T18 och sämre).

Att utföra den första gallringen tidigt innebär att träden i genomsnitt är mindre än vid senare gallring. Därmed blir intäkterna små och gallringen dyrare att genomföra per avverkad kubikmeter.⁹ Å andra sidan får kvarvarande träd tidigt möjlighet att utnyttja fria utrymmen efter bortgallrade träd och kan växa bättre.

⁸ G32 är ståndortsindex (SI) för beståndet. SI avser övre höjden för en referensålder som för gran i Sverige är 100 år. Ett granbestånd där det antas att övre höjden vid 100 års totalålder är 32 meter har SI=G32.

⁹ Kostnaden per kubikmeter är högre för små träd än för stora. Se nedan om gallringens utförande.

För- och nackdelar med sen gallring

Att utföra den första gallringen sent innebär att träden är större än vid tidig gallring. Därmed blir kostnaderna mindre eftersom avverkningskostnaden är starkt beroende av volymen per träd och intäkterna högre. Gallring vid en högre ålder innebär också att beståndets volym är högre och en större total volym kan tas ut. Uppskjuten gallring innebär att tätheten ökar och därmed minskar tillväxten för de enskilda träden. Med hög täthet ökar också risken för självgallring.

I många fall är det ett dåligt alternativ att vänta med gallringen för att de enskilda träden ska få större volym eller att det ska vara möjligt att ta ut större volym i gallring. I stället minskar möjligheterna att göra ett bra urval och riskerna för olika typer av skador hos träden ökar. I täta bestånd, till exempel bestånd som inte har röjts eller endast röjts svagt, utvecklas volymen hos de enskilda träden dåligt och därmed är ökningen i nettoinkomst liten om gallringen skjuts upp. Ett av de starkaste skälen att röja täta bestånd är just att kunna få ett ekonomiskt netto vid gallring.

Gallringsstyrkan

Gallringsstyrkan uttrycks oftast som den del av beståndets grundyta¹⁰, volym eller stamantal som tas ut. Vanligast är att gallringsstyrkan uttrycks i procent uttagen grundyta. Att beståndets grundyta och inte stamantal används för att uttrycka gallringsstyrka beror på att grundyta har ett direkt samband med volymen vilket inte stamantal har. Grundytan är också förhållandevis lätt att mäta medan volymen är mer tidskrävande att mäta.

Gallringsstyrkan ligger i praktiska gallringar kring 20 till 40 %. Mindre uttag blir ofta oekonomiska och behovet av gallring återkommer snart. Det är ekonomiska och praktiska skäl som gör att få och hårdare gallringar ofta väljs framför många och svaga gallringar.

Stora uttag, det vill säga hög gallringsstyrka innebär att tätheten i beståndet reduceras så mycket att tillväxtförluster på beståndsnivå kan uppstå¹¹. Starka uttag innebär också ökade risker för stormskador.

Gallringsintervall

Gallringsintervallet är tiden mellan två gallringar. Tiden mellan gallringar och därmed antalet gallringar under en omloppstid kan variera mycket. Trädslag som ek och ask gallras betydligt fler gånger och med kortare intervall än trädslag som gran och tall. Övriga faktorer som påverkar gallringsintervallet är ålder, markens bördighet och ägarens mål med sitt skogsbruk.

I valet mellan få gallringar med stora uttag och fler gallringar med mindre uttag styr ofta markägarnas förhållanden. Med lång tid mellan gallringarna ökar möjligheterna till stora uttag. Många ser det som en fördel. Antalet gallringar som måste planeras in minskar vilket också kan vara en fördel. Samtidigt så blir det färre tillfällen att styra skogen i önskvärd riktning. Det blir också färre tillfällen att få intäkter från skogen.

¹⁰ Genomskärningsytan vid brösthöjd (1,3 m) för träden i ett bestånd, anges i m²/ha.

¹¹ Se avsnittet ”Gallringens påverkan på beståndet”.

Gallringsform

Gallringsform beskriver sättet att välja träd som ska tas ut. Begrepp som *lågallring*, *höggallring* och *krongallring* används (se faktaruta). Alla dessa former är *selektiv gallring*, det vill säga det görs ett aktivt urval.

Schematisk gallring

En helt annan gallringsform är *schematisk gallring*. Strängt taget görs då inget urval utan träden i tas ut i till exempel korridorer eller rader. Stickvägar kan ses som en schematisk gallring men påverkar inte hela beståndet. Att enbart utföra schematiska gallringar är mycket ovanligt i Sverige.

Fri gallring

Mycket få gallringar sker strikt som låg-, hög- eller krongallring. Vid gallring tas oftast hänsyn till trädens placering i beståndet och till trädens egenskaper (se faktaruta om trädklasser). Vid gallring eftersträvas att lämna träd jämnt fördelade över arealen och det är ett av skälen till att de ovan nämnda gallringsformerna sällan praktiseras renodlat.

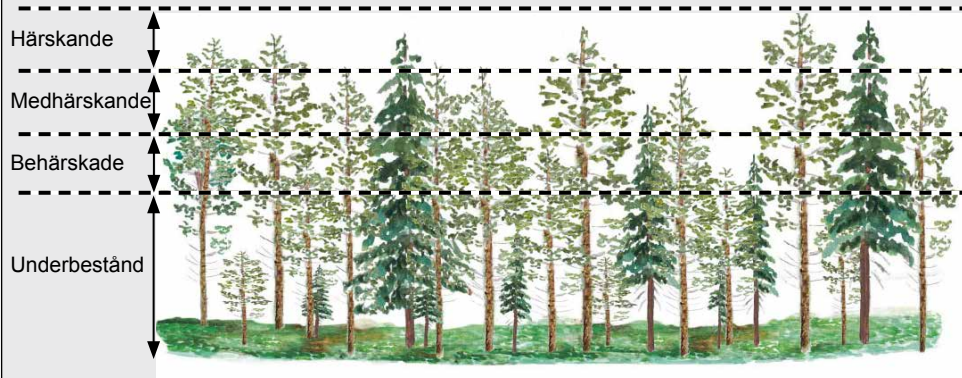
Målet med gallring är ofta att förbättra beståndets kvalitet. Det innebär att gynna träd med goda egenskaper och avverka träd med dåliga egenskaper. Ofta finns det i bestånd en del stora träd men med grova grenar så kallade *vargar*. Det är viktigt att gallra bort sådana träd om de hindrar andra träd att utvecklas.

Eftersom bra och dåliga egenskaper inte har en stark koppling till trädens storlek måste både stora och små träd tas ut för att förbättra beståndet. Ibland talas det om *fri gallring*, *fri dansk gallring* eller *kvalitetsgallring*. Dessa begrepp är inte definierade gallringsformer utan snarare uttryck för att träd väljs utifrån många olika kriterier, inte bara trädens diameter.

Exemplen i faktarutan visar mer eller mindre trädslagsrena bestånd. Liknande diskussion kan föras när det gäller blandbestånd. Olika trädslag växer olika snabbt, har varierande behov och är olika värdefulla. Därför behandlas trädslag på skilda sätt i gallring. Det är till exempel vanligt att successivt gallra ut björk i blandbestånd för att det är svårt att ge björkar det utrymme de behöver i blandskogar.

Trädklasser

Ett vanligt begrepp är trädklasser. Det används för att beskriva trädens ställning i den närmaste omgivningen i beståndet. I grunden delas träden upp i några huvudgrupper: *härskande*, *medhärskande*, *behärskade* och *undertryckta* träd.



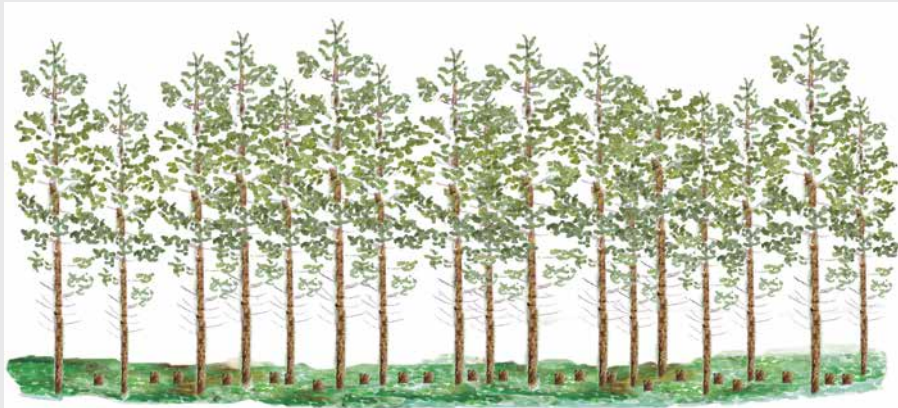
Figur G2 Trädklasser. *Härskande*: de största träden i beståndet. *Medhärskande*: något lägre höjd och något mindre krona än de härskande. *Behärskade*: höjden ca 2/3 av de härskande trädens höjd och *underbestånd* (även kallade *undertryckta*) når upp till ca 50 % (för tall 60 %) av de härskande trädens höjd. Illustration Bo Persson, efter förlaga av S. Falk.

Gallringsformer

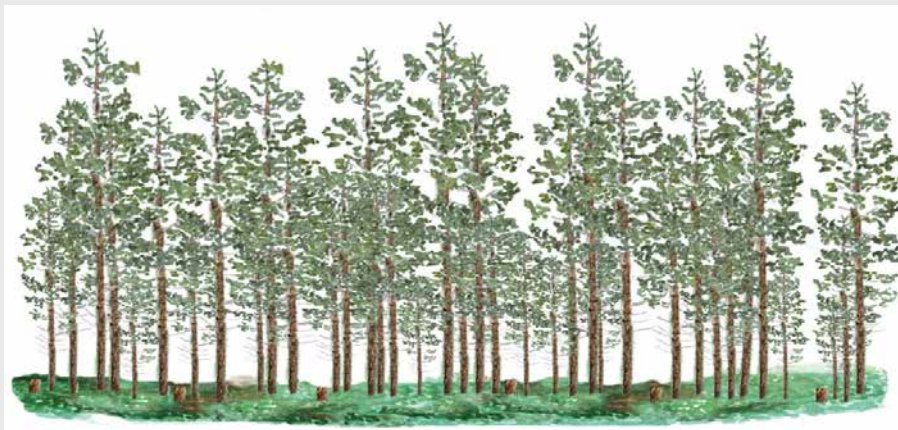
Vid *låg gallring* tas de klena träden ut medan de grövre lämnas. Tanken är att de klena träden inte kommer att utvecklas lika bra som de grova. Gallring sker främst genom uttag av undertryckta och behärskade träd samt av en del medhärskande. De flesta gallringar som utförs i tall och gran idag är låggallringar.



Figur G3 Låggallring. Bilden ovan visar beståndet före gallring och bilden högst upp på nästa sida när samma bestånd låggallrats, det vill säga träden med lägst diameter har tagits ut och någon hänsyn till skador och kvalitetsfel inte har gjorts. Illustration Bo Persson, efter förlaga av S. Falk.

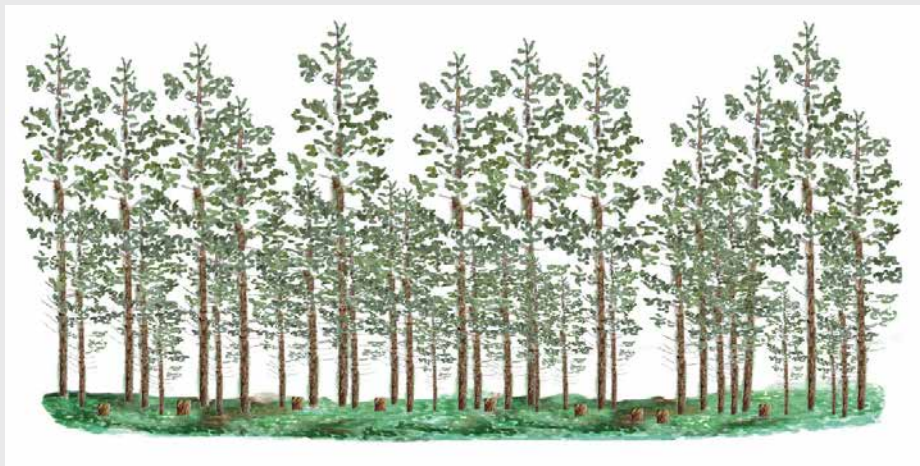


Höggallring innebär att de största träden tas ut. Definitionsmässigt är det träden med den största diametern, men eftersom de oftast också har den största höjden är det lika med att de högsta träden tas ut. Gallring sker genom uttag av härskande träd. Det framtida beståndet kommer i huvudsak att bestå av tidigare medhärskande och behärskade träd. Höggallring medför att färre träd tas ut än vid låggallring för att samma totala volym ska avverkas. De uttagna trädens volym blir hög och gallringen blir därmed billigare att utföra. Det är den stora fördelen med höggallring. Metoden var länge förbjuden eftersom det ansågs att avverkningen skulle försämrat beståndet och framtida tillväxt. Senare forskningsresultat har visat att tillväxtförlusterna inte är stora och intresset för höggallring har ökat. Det är numera inte heller förbjudet enligt skogsvårdslagen att höggallra. I praktiken är dock renodlad höggallring ovanlig.



Figur G4 Höggallring. Beståndet i exemplet ovan efter en höggallring, det vill säga träden med stort diameter har tagits ut men ingen hänsyn har tagits till skador och kvalitet hos kvarvarande träd. Illustration Bo Persson, efter förlaga av S. Falk.

Krongallring är en gallringsform som oftast är aktuell vid lövskogsskötsel. Vid krongallring gynnas träd som har goda förutsättningar att utvecklas till värdefulla träd. Det görs genom att träd med kronor som konkurrerar med de utvalda träden tas bort. Därigenom sker gallringen oftast i ett mellanskikt. Små träd som inte har kronor som konkurrerar med de utvalda trädens kronor lämnas. Kvalitetsmässigt bra träd bland de härskande och medhärskande träden gynnas och uttaget sker främst av medhärskande och behärskade träd medan undertryckta träd lämnas. Därför kan krongallrade bestånd ha en del små stammar och träd kvar i låga kronskikt och vara mer eller mindre tvåskiktade.



Figur G5 Krongallring. Samma bestånd som ovan men efter en krongallring. Kronorna på bra träd har gynnats medan små träd med kronor som inte konkurrerar får stå kvar. Beståndet är efter gallring tvåskiktat. Illustration Bo Persson, efter förlaga av S. Falk.

Gallringskvot

Ett vanligt uttryck som används för att beskriva gallringsformen är gallringskvoten. Den beräknas genom att sätta medeldiametern för det utgallrade virket i relation till medeldiametern i beståndet efter gallring. Det förekommer också att uttagets diameter sätts i relation till diametern före gallring. Det skapar förvirring att olika definitioner används.

$$\text{Gallringskvot} = \frac{\text{Diameter}_{ut}}{\text{Diameter}_{eg}}$$

Diameter_{ut} är medeldiameter för gallringsvirket och Diameter_{eg} är medeldiameter efter gallring.

En låggallring har gallringskvot mindre än ett. En höggallring har en gallringskvot större än ett. Är gallringskvoten kring 1,0 är det att betrakta som en likformig gallring.

Det är lätt att inse att gallringskvoten inte säger allt om hur uttaget görs. Även om en del stora träd gallras ut kan gallringskvoten hamna under 1,0 om också ett stort antal små träd tas ut.

Mer om medeldiameter och gallringskvot

Gallringskvot är förhållandet mellan utgallrade trädets medeldiameter och beståndets medeldiameter. Det används emellertid olika uttryck för att beskriva medeldiameter i ett bestånd. Gallringskvoten går att beräkna med vilken som helst av dessa diametrar.

Aritmetisk medeldiameter: D_a $D_a = \frac{\sum d}{n}$

D_a är lätt att räkna ut. Den används vid bortsättning och ofta vid uppföljning av praktiska gallringar.

Grundytamedelstammens diameter: D_g diametern svarar mot medelgrundtan, grundytan/antalet stammar.

$$D_g = \sqrt{\frac{\sum d^2}{n}}$$

D_g används till exempel vid beskrivning av försöksresultat och i produktionsstabeller. Fördelen är att den går att beräkna från stamantal och grundyta och att grova träd väger mer vid beräkningen.

Grundtytevägd medeldiameter, D_{gv} $D_{gv} = \sqrt{\frac{\sum d^3}{\sum d^2}}$

Grova träd, som betyder mer för ett bestånds värde, väger tungt. För samma bestånd är D_{gv} större än D_g och D_a får det lägsta värdet.

Exempel: Vi mäter tre träd, diametern är 15, 20 och 25 cm.

$$D_a = (15+20+25)/3 \qquad D_a = 20,00 \text{ cm}$$

$$D_g = \sqrt{((15^2+20^2+25^2)/3)} \qquad D_g = 20,41 \text{ cm}$$

$$D_{gv} = \sqrt{(15^3+20^3+25^3)/(15^2+20^2+25^2)} \qquad D_{gv} = 21,60 \text{ cm}$$

Mer om gallringskvot

Om antalet och grundytan för utgallrade och kvarvarande träd är känt är gallringskvoten:

där N_{eg} och N_{ut} är stamantal efter gallring respektive uttaget stamantal och G_{eg} och G_{ut} är grundyta efter gallring respektive uttagen grundyta.

$$Gkvot = \sqrt{\frac{N_{eg} * G_{ut}}{N_{ut} * G_{eg}}}$$

Nedanstående formel kan användas för att till exempel beräkna hur många träd som ska tas ut.

$$N_{ut} = \frac{N_{eg} * G_{ut}}{Gkvot^2 * G_{eg}}$$

Påverkan på träd och bestånd

Vid gallring minskar tillfälligt konkurrensen i beståndet; färre träd ska dela på de tillgängliga resurserna. Träden reagerar med att öka sitt rot-system och sin barmassa. Detta resulterar i en högre diametertillväxt. Övre höjden påverkas obetydligt. När trädens diametertillväxt ökar medan höjdtillväxten är opåverkad förändras trädens form jämfört med om ingen gallring utförts.

Den totala volymproduktionen minskar vid gallring, mer för tall än för gran. Produktionen av levande virke, det vill säga virke som tas tillvara, är för tall ungefär lika stor med gallring som utan gallring men med stora gallringsuttag minskar produktionen av levande virke. För gran erhålls den högsta volymen levande virke med gallring men med stora gallringsuttag är produktionen levande virke lika stor eller mindre jämfört med ingen gallring.

Diameter och diameterfördelning

Den tydligaste effekten av gallring på det enskilda trädet är en tillfällig ökning av diametertillväxten. Trädens ökande tillväxt syns på de bredare årsringarna efter gallring. När tillväxten avtar blir årsringarna smalare igen.

Grövre träd är nästan alltid värdefullare än klenare. För att kunna sälja virket som timmer måste det hålla en minimidiameter och timmerpriset ökar oftast med stigande diameter. Avverkningskostnaden per kubikmeter är också lägre för stora träd än för små. Därför är ökningen i diameter värdefull och ett viktigt skäl till att skog gallras.

Gallringens påverkan på beståndets medeldiameter beror – förutom på tillväxten – också på hur urvalet sker, alltså vilka träd som tas ut och vilka träd som lämnas kvar.

Om de uttagna trädens diameter är mindre än medeldiametern för beståndet i sin helhet, en låggallring, så blir medeldiametern större direkt efter en gallring även utan att någon tillväxt har skett.

Vid höggallring tas de grövsta träden ut. Därmed kommer medeldiametern direkt efter gallring att vara lägre än före gallring.

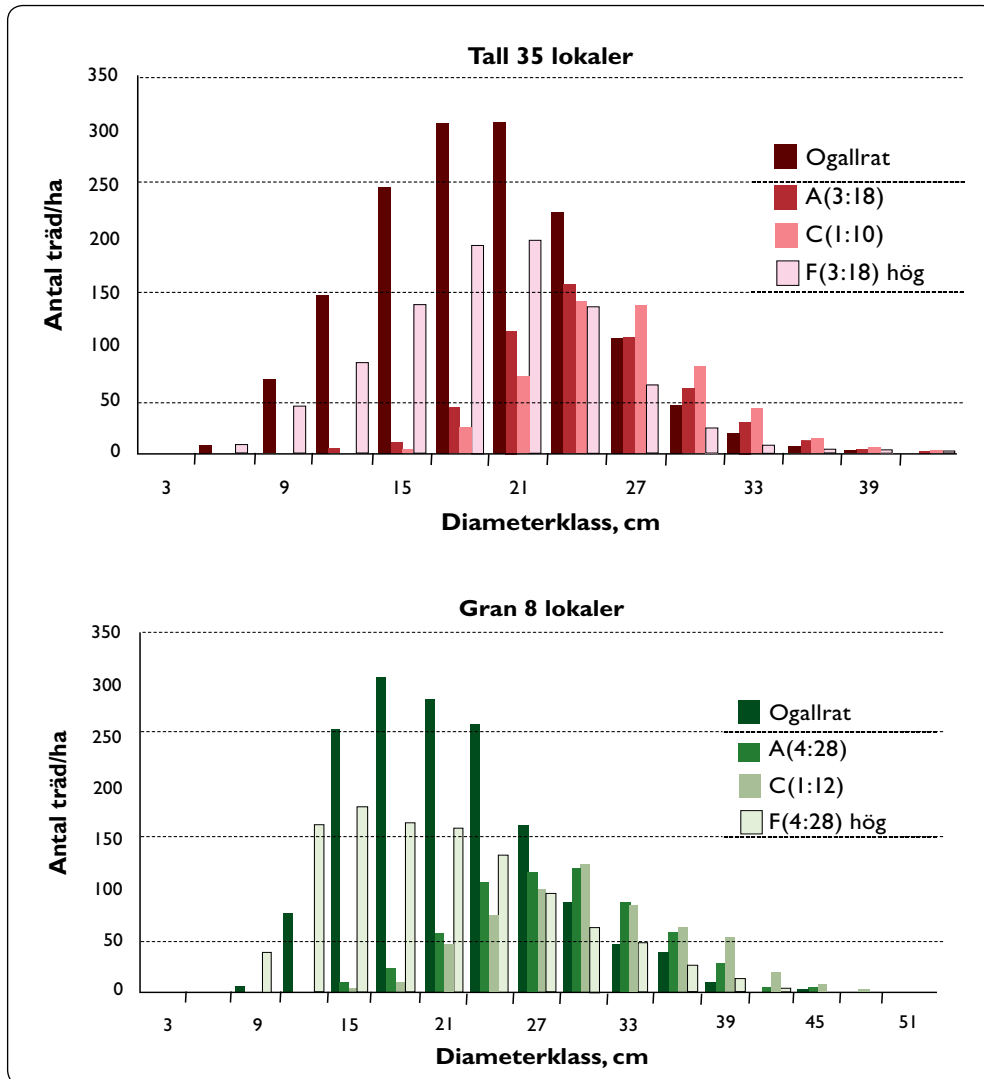
Oberoende av hur urvalet har gjorts får de kvarvarande träden efter gallring bättre utrymme och mindre konkurrens och därmed bättre förutsättningar för en ökning av diametertillväxten.

Sammantaget påverkar urval och tillväxt både de enskilda trädens diameter och diameterfördelningen i beståndet. Med stora uttag i gallringar koncentreras tillväxten till allt färre träd.

Gallringsingreppens effekter. Det finns många olika sätt att beskriva gallringsingreppens effekt på beståndens diameterfördelning. Vanligt är att visa frekvensen av träd i olika diameterklasser eller att beräkna och visa medeldiametern för de 100 grövsta träden, de 200 grövsta träden, etc. Det första sättet illustrerar den totala effekten av gallringsbehandlingarna på frekvensen stora och små träd.

Antalet små träd per hektar är betydligt högre om ingen gallring utförs eller om gallringen görs som en höggallring jämfört med om samma skog

lågallras. Detta gäller för alla trädslag och visas för några försök¹² med tall och gran i figur G6. Denna effekt av gallring är naturligtvis helt förväntad eftersom man vid låggallring främst tar ut de minsta träden. Figur G6 visar också att det finns flest grova träd i hårt låggallrade avdelningar och minst antal grova träd i ogallrade avdelningar.



Figur G6 Diameterfördelning (antal träd per 3 cm-diameterklass) vid slutrevisonen för olika gallringsbehandlingar. Det övre diagrammet visar resultat från 35 lokaler i tall och det under diagrammet visar resultat från 8 lokaler i gran. Första siffran i behandlingsbeteckningen avser antalet gallringar och den andra siffran avser medeltal av grundyta efter gallring.

Behandlingarna var för tall I(0:0)=ogallrad kontroll, A(3:18)=tre låggallringar med i medeltal 18 m²/ha i grundyta efter gallring; C(1:10)=en låggallring med i medeltal 10 m²/ha i grundyta efter gallring; F(3:18) hög=tre höggallringar med i medeltal 18 m²/ha i grundyta efter gallring.

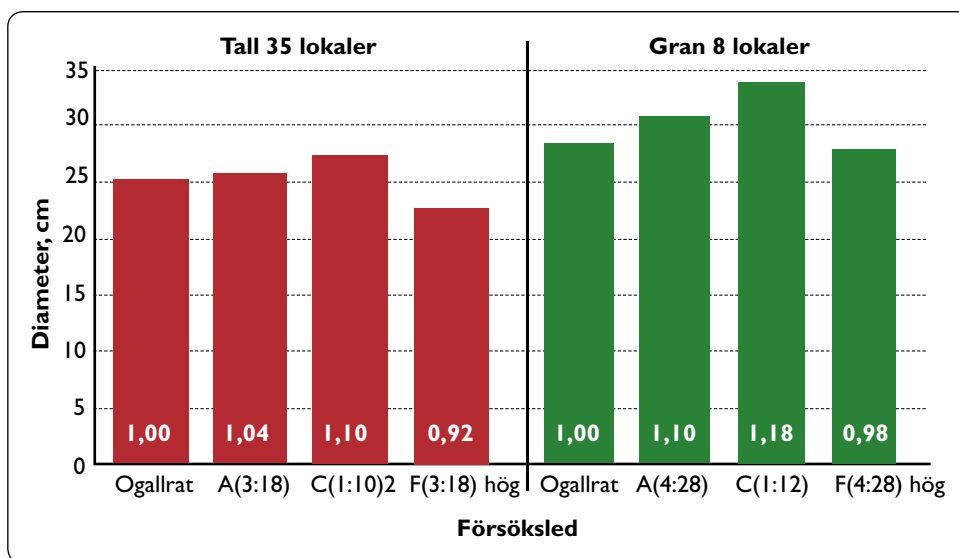
För gran var behandlingarna: I(0:0)=ogallrad kontroll, A(4:28)=fyra låggallringar med i medeltal 28 m²/ha i grundyta efter gallring, C(1:12)=en

¹² De så kallade GG-försöken som beskrivs i avsnittet ”Gallringsförsök”.

låg gallring med i medeltal 12 m²/ha i grundyta efter gallring, F(4:28)
 hög=tre höggallringar med i medeltal 28 m²/ha i grundyta efter gallring.

Första gallringen gjordes vid i medeltal 40 års ålder för tall och 33 års ålder för gran. Slutrevisionen gjordes vid i medeltal 72 års ålder för tall och 62 års ålder för gran. Data från GG-försöken vilka beskrivs i ett särskilt avsnitt.

Effekten av gallring på tillväxt hos de grövsta träden framgår tydligare i figur G7 där storleken för de 300 grövsta träden visas. Skillnaden i medeldiameter för de 300 grövsta träden mellan ogallrade och standardgallrade avdelningar (tre gallringar för tall och fyra gallringar för gran) var ca 1,2 cm för tall och ca 2,7 cm för gran. Skillnaden i medeldiameter för de grövsta träden mellan gallrade och ogallrade avdelningar ökar med ökande gallringsstyrka. För gran var skillnaden i medeldiameter ca 6,8 cm mellan ogallrad och kraftig engångsgallring (figur G7).



Figur G7 Medeldiameter (cm) för de 300 grövsta träden i respektive gallringsbehandling. Det vänstra diagrammet visar tall, medeltal för 35 lokaler, och det högra gran, medeltal för 8 lokaler. Första siffran i behandlingsbeteckningen avser antalet gallringar och andra siffran avser grundyta efter gallring i medeltal. För en utförligare beskrivning av behandlingarna se figur G6. Data från GG-försöken vilka beskrivs i ett särskilt avsnitt.

Grova träd i slutavverkningsbestånden är eftersträvansvärda eftersom de blir billigare att avverka och ger en högre inkomst. Det kan dock vara svårt att avgöra från figur G6 och G7 hur gallringsbehandlingarna påverkar den totala volymen grova träd. Ett annat sätt att åskådliggöra gallringens effekter är att visa den volym som finns i träd grövre än en viss diameter (figur G8). Här har träden sorterats i storleksordning, som i figur G6, och sedan har volymen summerats med början från de grövsta träden.

Figuren visar också att i slutbeståndet finns det större volymer kvar i de ogallrade bestånden än i de gallrade. Det finns också en mycket större andel klena träd kvar i de ogallrade och höggallrade bestånden. Från figuren kan till exempel följande uppgifter om tallbestånden vid tiden för slutavverkning utläsas:

TALL Försöksled	Volym i stammar grövre än 30 cm	Andel av volymen i träd som är grövre än 30 cm i brösthöjd	Minsta trädens diameter vid senaste revision (10 á 20 år till slutavverkning)
I(0:0)	36 m ³ sk/ha	9 %	ca 10 cm
A(3:18)	53 m ³ sk/ha	24 %	ca 16 cm
C(1:10)	80 m ³ sk/ha	32 %	ca 18 cm
F(3:18) hög	15 m ³ sk/ha	7 %	ca 10 cm

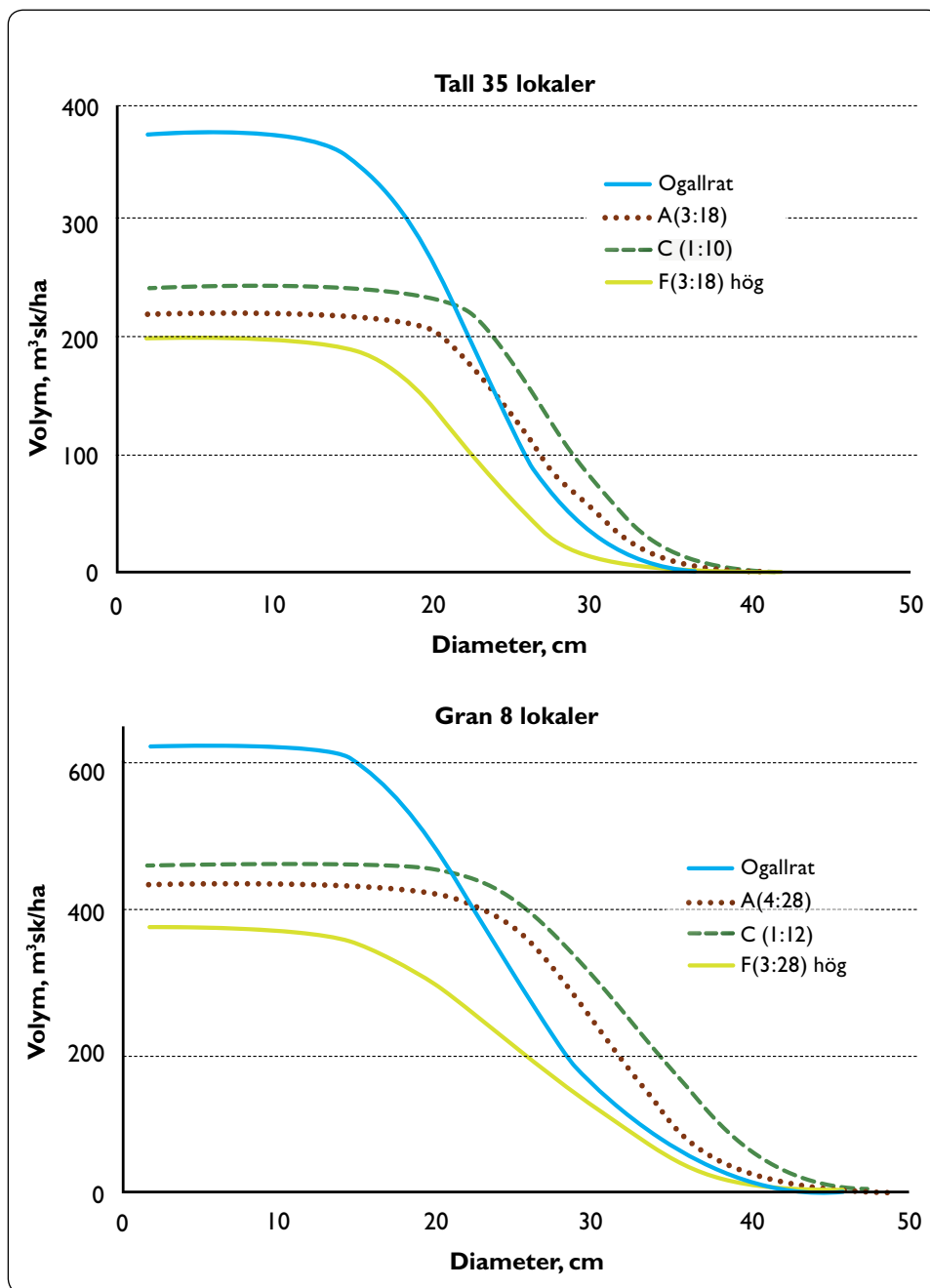
För gran är effekten på diametern av gallring större än för tall. I standardgallringen (A4:28) var totalvolymen i träd grövre än 30 cm ca 90 m³sk/ha högre än i den ogallrade avdelningen. Motsvarande skillnad mellan den hårda engångsgallringen och ogallrat var ca 160 m³sk/ha. För gran visas volymen som vid tiden för slutavverkning finns i träd grövre än 30 cm och andra exempel på information som kan utläsas från figur G8 i nedanstående uppställning:

GRAN Försöksled	Volym i stammar grövre än 30 cm	Andel av volymen i träd som är grövre än 30 cm i brösthöjd	Minsta trädens diameter vid senaste revisionen (~10 år till slutavverkning)
I(0:0)	162 m ³ sk/ha	26 %	ca 10 cm
A(4:28)	254 m ³ sk/ha	58 %	ca 16 cm
C(1:12)	316 m ³ sk/ha	67 %	ca 19 cm
F(4:28) hög	129 m ³ sk/ha	34 %	ca 10 cm

För tall är skillnaden i total volym grova träd mellan standardgallring (A3:18) och ogallrad (I 0:0) relativt liten (figur G8). Volymen grova träd är något större för den hårda engångsgallringen men skillnaden är fortfarande liten. Det är inte så att de grövsta träden inte reagerar på gallring i tall men eftersom den absoluta tillväxten är relativt liten så blir den absoluta skillnaden i tillväxt mellan gallrade och ogallrade avdelningar också relativt liten. Dessutom gallras en del av de grövsta träden ut, till exempel vargar, vilket sänker volymen grova träd i slutbeståndet.

Att effekten är större för gran än för tall kan dels tillskrivas att den absoluta tillväxten är högre för gran så en tillväxtskillnad kommer att ge högre absolut effekt. Dessutom har grova träd inte gallrats ut i samma utsträckning i gran som i tall.

Sammanfattningsvis så påverkas tillgänglig volym grova träd relativt lite av låggallring för tall medan låggallring i gran ger en klart högre volym grova träd jämfört med ogallrat (figurerna G6–G8). Figurerna visar också att antalet små träd är högt i de ogallrade avdelningarna men att de står för en liten del av totalvolymen. De kommer därför att endast marginellt påverka nettoinkomsten i slutavverkningen.



Figur G8 Ackumulerad volym med början med de grövsta träden. I figuren kan det avläsas hur mycket volym det finns i träd som är grövre än en viss diameter. Det övre diagrammet visar medeltal för 35 lokaler i tall och det undre visar medeltal för åtta lokaler i gran. Första siffran i behandlingsbeteckningen avser antalet gallringar och andra siffran avser grundyta efter gallring i medeltal. För en utförligare beskrivning av behandlingarna se figur G6. Data från GG-försöken vilka beskrivs i ett särskilt avsnitt.

Övre höjd

Trädens höjdtillväxt reagerar inte på samma sätt som diametertillväxten på gallring utan höjdtillväxten är mer eller mindre opåverkad av beståndens täthet. Höjdtillväxten påverkas i stället av ståndortens bördighet och trädets genetiska egenskaper.

Övre höjdens¹³ utveckling efter gallring är studerad i de så kallade GG-försöken¹⁴. Från första gallringen är övre höjdens utveckling sammanställd för i genomsnitt 35 år¹⁵ (tabell G1).

För tall påverkas övre höjdens utveckling i både låg- och höggallrade avdelningar jämfört med ogallrade. Höjdtillväxten från den första gallringen var omkring 0,7 meter lägre, motsvarande ca 8 % för låggallrade avdelningar jämfört med ogallrade.

Minskningen i övre höjdens utveckling var större för hårda upprepade gallringar jämfört med samma antal men svagare gallringar. Den hårda engångsgallringen hade till en början en större sänkning av höjdtillväxten men senare har höjdtillväxten ökat och för hela observationsperioden är skillnaden mot den ogallrad mindre än för övriga gallringsprogram. För tall är skillnaderna i övre höjdens utveckling tillräckligt stora för flera av jämförelserna i försöksmaterialet, för att de ska illustrera verkliga skillnader. I det praktiska skogsbruket har skillnaderna knappast någon betydelse; effekter som till exempel dimensionsutveckling och skaderisk är nog i allmänhet viktigare.

För gran finns inte samma minskning av övre höjdens utveckling som för tall. Övre höjdens utveckling efter den första gallringen är mer eller mindre opåverkad av gallringsstyrkan i alla försök där gallringsformen varit låggallring. De skillnader som finns är små och inte statistiskt säkerställda.

Höggallring medförde för både tall och gran att övre höjdens utveckling varit lägre än i motsvarande gallring utförd som låggallring. Lägre höjdtillväxt för övrehöjdsträden, men framförallt för att de grövsta och därmed de högsta träden tagits ut, har medfört en sänkning av övrehöjden med ca 14 % för gran och ca 27 % för tall.

¹³ Övre höjd avser medelhöjden för de 100 grövsta träden per ha.

¹⁴ För beskrivning av GG försöken se avsnittet ”Gallringsförsök”.

¹⁵ Elfving, B. 2008. *Top height increment in thinning and fertilization experiments with pine and spruce in Sweden*. Preliminary results. SLU, inst. för skogsskötsel.

Tabell G1 Övre höjdens utveckling i GG-försöken under i genomsnitt 34 år för tall och 36 år för gran. Första siffran i behandlingsbeteckningen avser antalet gallringar och andra siffran avser grundyta efter gallring i medeltal. För en utförligare beskrivning av behandlingarna se figur G6. Data från GG-försöken som beskrivs i ett särskilt avsnitt.

Behandling	Höjdtillväxt under observationsperioden (m)	Skillnad i höjdtillväxt jämfört med ogallrad (m)	Relativ höjdtillväxt, jämfört med ej gallrad
Tall	(antal ytor=13)		
I(0:0) (ej gallrad)	8,9		100
A(3:18)	8,2	-0,7	93
B(2:15)	8,3	-0,6	93
C(1:10)	8,8	-0,1	99
D(3:13)	8,0	-0,9	90
F(3:18)Hög	6,5	-2,4	73
Gran	(antal ytor=8)		
I(0:0) (ej gallrad)	12,7		100
A(4:28)	12,4	-0,2	98
B(2:23)	13,0	0,3	103
C(1:12)	12,4	-0,3	98
D(4:20)	12,3	-0,4	97
F(4:28)Hög	10,9	-1,8	86

Även i en stor serie gallringsförsök i Finland har skillnaderna i övre höjdens utveckling studerats. I tall hittades en liten minskning av övre höjden med stigande gallringsintensitet.¹⁶ Skillnaden var dock mindre än i de svenska försöken. För gran överensstämmer resultaten med de ovan presenterade svenska resultat, det vill säga inga skillnader hittades mellan övre höjdens utveckling beroende på gallringsprogram när gallringarna utfördes som låggallring¹⁷.

Idag är uppfattningen att gallringens effekter på övre höjdens utveckling är så liten att vi kan bortse ifrån den både för både tall och gran. Sett över hela omloppstiden är skillnaderna relativt sett mindre än vad som redovisats ovan.

Detta gäller emellertid inte höggallring där uttaget av de största och därmed högsta träden sänker över höjden för ett bestånd. I de svenska försöken med upprepad höggallring har övre höjden sänkts med ca 2 m för både tall och gran under de ca 35 år försöken har följts.

Eftersom övre höjden påverkas så lite av de vanliga gallringsformerna begränsas inte möjligheterna att använda höjdtillväxtskurvor för bestämning av ståndortsindex (SI). Men i bestånd som höggallrats har de grävsta och högsta träden tagits ut och därmed ska inte kurvor för höjdtillväxt användas vid bestämning av SI.

¹⁶ Mäkinen, H & Isomäki, A. 2004. Thinning intensity and growth of Scots pine in Finland. *Forest Ecology and Management* 201, s. 311–325.

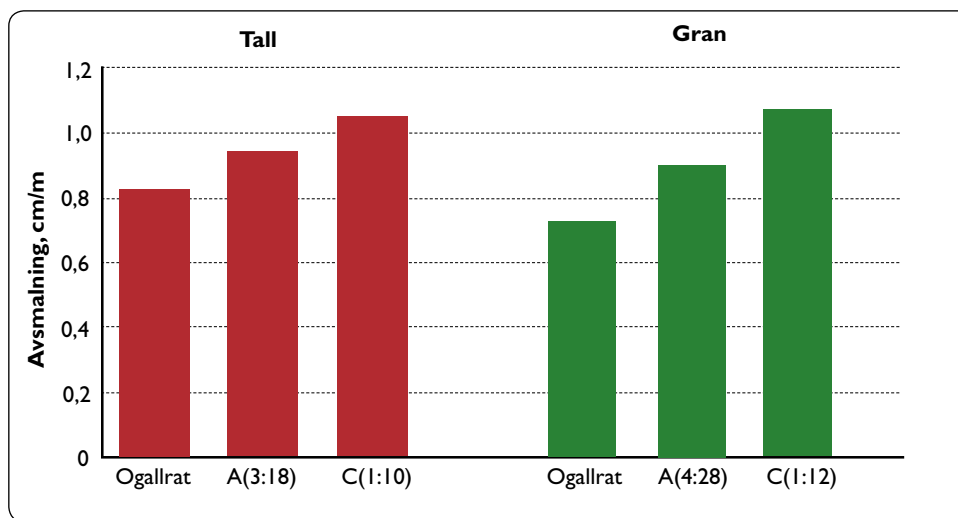
¹⁷ Mäkinen, H & Isomäki, A. 2004. Thinning intensity and growth of Scots pine in Finland. *Forest Ecology and Management* 201, s. 311–325.

Trädens form och volym

Med avsmalning avses hur mycket diametern minskar utefter stammen och anges i allmänhet i cm per löpmeter stam. Träd med liten avsmalning sägs ha bra form och träd med stor avsmalning dålig form. Trädens form har betydelse för till exempel mängden sågtimmer som går att utvinna ur en stam eller stock. Formen har också betydelse vid beräkning av trädens volym.

Avsmalning

Grova träd har en större avsmalning än klena träd med samma höjd. Med gallring påverkas diameterfördelningen i beståndet. Ökad diametertillväxt och urval, om gallringen görs som låggallring, påverkar diameterfördelningen. Med en större andel grova träd i gallrad skog än i ogallrad så kommer avsmalningen att vara större i medeltal för träd i gallrad skog (figur G9).



Figur G9 Medelavsmalning för tall och gran som behandlats med olika gallringsprogram. Gallring med flera svaga uttag (A(3:18) och A(4:28)) och en stark engångsgallring (C(1:10) och C(1:12)) jämförs med den ogallrade kontrollen (I(0:0)). Data från GG-försöken. Första siffran i behandlingsbeteckningen avser antalet gallringar och andra siffran avser grundtyta efter gallring i medeltal. För en utförligare beskrivning av behandlingarna se figur G6. Data från GG-försöken vilka beskrivs i ett särskilt avsnitt.

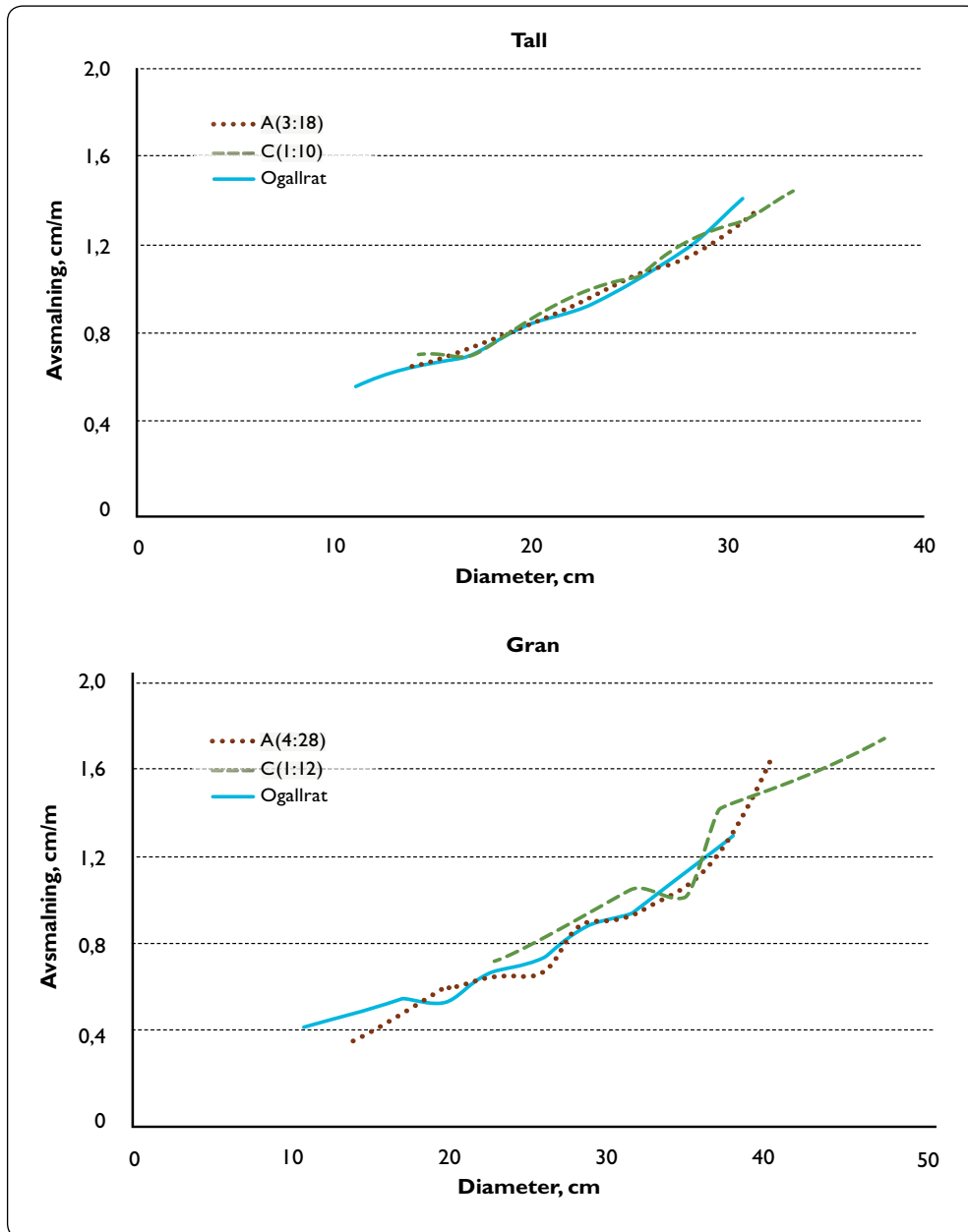
Om man däremot jämför träd med samma diameter så är trädens form endast obetydligt påverkad av gallring (figur G10).

För tall är skillnaden i avsmalning mellan träd med samma diameter i de olika gallringsbehandlingarna mycket liten. Med obetydlig skillnad i avsmalning för träd av samma storlek och eftersom gallring endast ger en liten ökning av volymen grova träd (figur G8), innebär det sammantaget att det inte är någon skillnad i avsmalning i genomsnitt för olika gallringsprogram för tall.

För gran har den hårda engångsgallringen gett en något större avsmalning jämfört med träd med samma diameter i den ogallrade kontrollen (figur G10).

Skillnaden i medelavsmalning mellan gallrat och ogallrat som framgår i figur G9 visar på att det förutom lika många grova träd också finns en stor mängd små träd i de ogallrade avdelningarna. Det minskar den genomsnittliga avsmalningen. Det har för både tall och gran ingen eller endast obetydlig praktisk betydelse eftersom timmerutbytet i de små träden är mycket litet.

Med liten avsmalning kan en stor del av en stock bli plankor och bräder, med stor avsmalning förloras virke. Men eftersom avsmalning är starkare korrelerad till trädens storlek än till gallringsbehandlingarna så är det en nackdel som inte går att komma ifrån om grova träd ska produceras. Det går helt enkelt inte att få grova träd med liten avsmalning, om inte omloppstiderna förlängs.



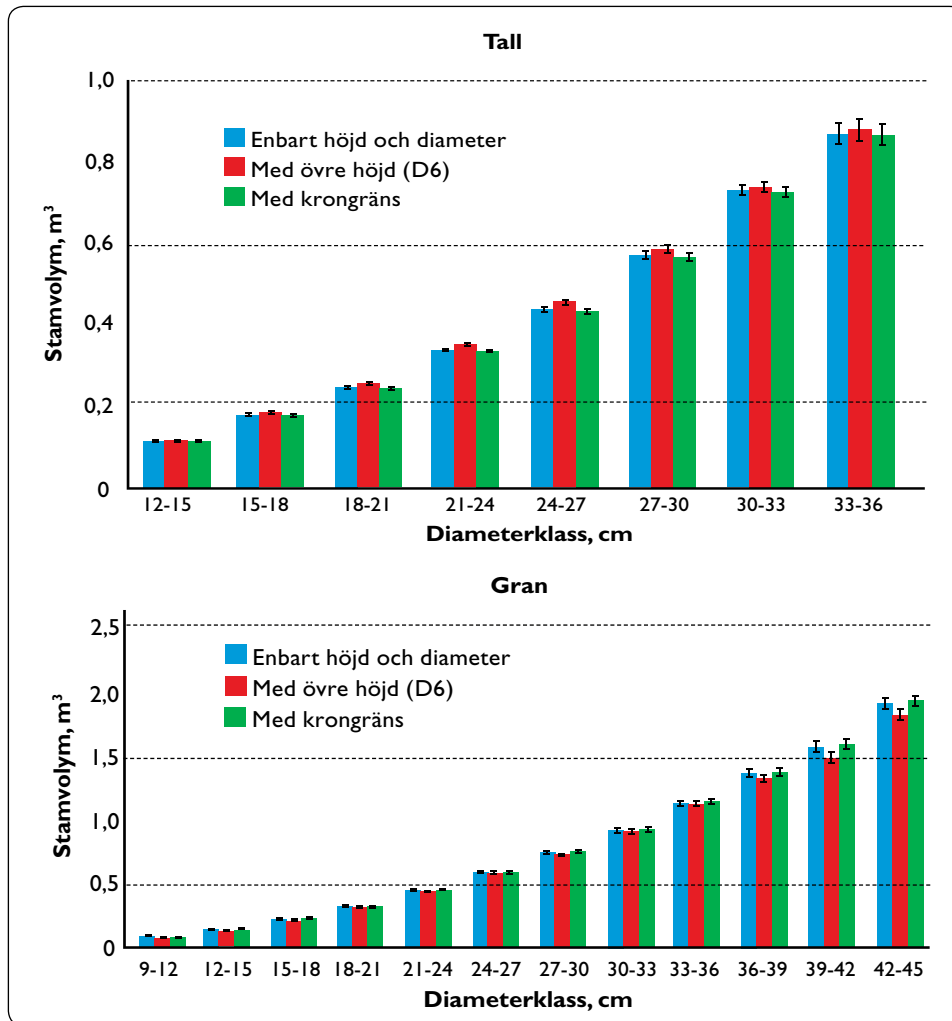
Figur G10 Avsmalning mellan brösthöjd och 6 meter (cm/m) för träd med olika brösthöjdsdiameter. Den övre figuren avser tall och den undre gran. I figurerna jämförs gallring med flera svaga uttag (A(3:18) och A(4:28)) och en stark engångsgallring (C(1:10) och C(1:12)) med den ogallrade kontrollen (I(0:0)). Data från GG-försöken. Första siffran i behandlingsbeteckningen avser antalet gallringar och andra siffran avser grundyta efter gallring i medeltal. För en utförligare beskrivning av behandlingarna se figur G6. Data från GG-försöken vilka beskrivs i ett särskilt avsnitt.

De enskilda trädens volym

Volymfunktioner som inte tar hänsyn till variation i trädens form ger samma volym för träd med samma brösthöjdsdiameter och höjd, medan den verkliga volymen kan skilja sig åt. När trädens volym beräknas med volymfunktioner kan variabler används som beskriver trädens form. Två variabler som ofta används är krongränshöjd och övre diameter.¹⁸ I GG-försöken mättes både krongränshöjden och en övre diameter (vid 6 m) på ett stort antal provträd, så volym beräknad med olika variabler kan jämföras.

Både för tall och gran gav skattning av trädens volym, med och utan övre diameter, liten skillnad och detsamma gäller för volym skattad med och utan krongränshöjd (figur G11). Det finns en svag tendens att volymen för grova tallar underskattas och att volymen för grova granar överskattas om man inte har med övre diameter i volymfunktionen, men skillnaden är liten och troligen inte av praktisk betydelse. Eftersom övre diameter är en besvärlig variabel att mäta i fält och eftersom den verkar ge endast marginellt bättre skattning av den verkliga volymen så är det oftast inte att rekommendera att göra sig besvär att klättra upp på stege och mäta en övre diameter.

¹⁸ Brandel, G. 1990. Volymfunktioner för enskilda träd: tall, gran och björk. SLU, inst. för skogsproduktion. *Rapport* nr 26.



Figur G11 Jämförelse av skattning av stamvolym med volymfunktioner där endast höjd och diameter ingår med skattning av stamvolym med volymfunktioner där variablerna övre diameter (6 m) och krongränshöjd ingår¹⁹. Medelvärden och standardavvikelse. Den övre figuren avser tall och den undre gran. Data från GG-försöken. GG-försöken beskrivs i ett eget avsnitt.

Volymtillväxt och volymproduktion

Gallringens effekter på beståndets volymproduktion är kanske den frågeställning som rönt störst intresse i gallringsförsök. Det genomgående resultatet från ett stort antal gallringsförsök i olika trädslag är att gallring sänker den totala volymproduktionen.²⁰ Effekterna varierar beroende på trädslag och ingrepp.

Produktion och tillväxt

Generellt så ger den ogallrade skogen den högsta totala volymproduktionen.

¹⁹ Brandel, G. 1990. Volymfunktioner för enskilda träd: tall, gran och björk. SLU, inst. för skogsproduktion. Rapport nr 26.

²⁰ Det finns en omfattande litteratur om gallringens effekter på volymproduktion. För sammanfattningar hänvisas till exempelvis: Wallentin, C. 2007. Thinning of Norway Spruce. SLU, *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* 2007:29, och Agestam, E. 1977. Gallringens effekt på arealproduktion. SLU, projekt Hugin. Rapport nr 12. Se också litteraturlistan.

Det förklaras med att den täta skogen utnyttjar tillgängliga tillväxtresurser bäst och att varje störning, i det här fallet gallring, medför en tillfällig minskning av utnyttjandet och därmed en sänkning av tillväxten. Efter en tid kommer de kvarvarande träden att utnyttja frigjorda resurser genom att de bygger ut sin ”produktionsapparat” (rotsystem och kronor) och därmed kan tillväxten vara tillbaka på samma nivå som för den ogallrade skogen. Förlusten som uppkommit under en kortare eller längre period just efter gallringen kan inte kompenseras genom att träden i den gallrade skogen senare växer fortare än i den ogallrade.

Är gallringsingreppet stort är det få träd som ska utnyttja stort frigjort utrymme. Då kommer det att ta lång tid innan de kvarvarande träden byggt ut sin produktionsapparat så att de kan utnyttja de frigjorda resurserna jämfört med om ingreppet är litet och många träd ska dela på nya lediga resurserna.

I ung skog och i skog på bördiga marker går det fortare för träden att utnyttja de lediga resurserna än i gammal skog och i skog på magra marker. Det beror delvis på att unga träd och träd på bördiga marker snabbare kan reagera på nya förhållanden. Men det beror också på att ingrepp i ung skog i allmänhet inte är lika drastiska som ingrepp i äldre skog. I äldre skog är träden stora och uttag av ett träd skapar ett större fritt utrymme än uttag av ett träd i en ung skog.

En del forskare²¹ hävdar att ovanstående är en förenkling och inte riktigt sant, utan den högsta volymproduktionen erhålls vid en täthet just under den där självgallring inträder. De talar om en optimal täthet i beståndet som ger den högsta tillväxten. Det är dock små skillnader och i praktiken skulle detta inte ha någon betydelse.

Det är också viktigt att hålla isär begreppen *totalproduktion* och *gagnvirkesproduktion*. Redovisningarna av gallringsförsök avser när inget annat sägs, totalproduktionen, det vill säga allt producerat virke, levande och dött, oberoende av dimensioner (se faktaruta).

Totalproduktion, skogskubikmeter och gagnvirke

Totalproduktion. Alla produktionsstudier avser, om inte annat särskilt anges, totalproduktion. Med totalproduktion menas all tillväxt, det stående virket plus alla gallringsuttag men även det träd som har dött och inte tagits tillvara utan så småningom faller till marken och ruttar bort. Totalproduktionen uttrycks i skogskubikmeter (m^3sk). Totalproduktionen kan delas upp i levande virke (stående plus levande virke tillvarataget i alla gallringar) och självgallrat virke.

Skogskubikmeter (m^3sk) används för stående skog. Stammen, med bark, från stubbe till topp ingår. Grenar och stubbe ingår ej. Stubben är definierad som 1 % av trädhöjden. En skogskubikmeter är ett fast mått, det vill säga det ingår ingen luft.

I princip alla uppgifter om stående skog och tillväxt redovisas i m^3sk/ha respektive m^3sk/ha per år.

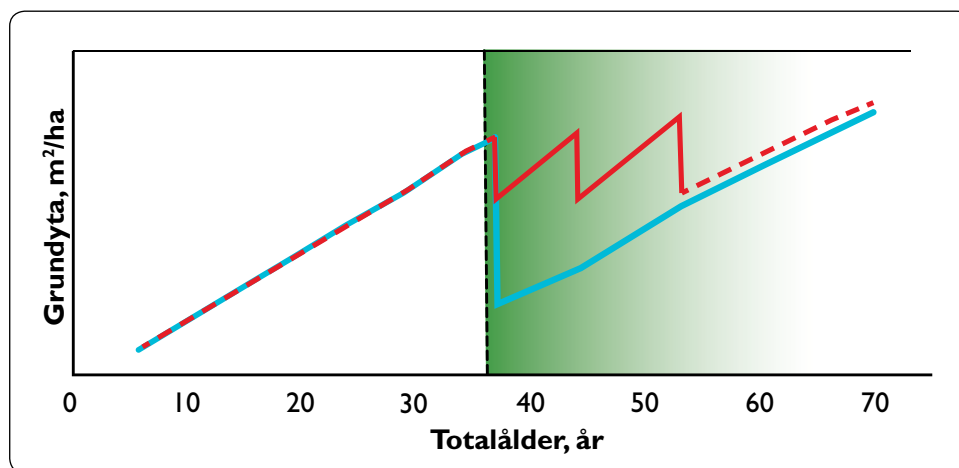
²¹ Assman, E. 1970. *The principles of forest yield studies – studies in organic production, structure, increment and yield of forest stands*. Oxford. 506 s.

Ofta används begreppet **gagnvirke** för levande (rått) virke tillräckligt grovt för att kunna säljas. Minimidiametern för vad som kan säljas varierar och därmed också vad som avses med gagnvirke.²² Idag sätts minimidiametern för massaved ofta till 5 cm i topp.

Ovan angavs att förändringarna i volymtillväxt efter gallring och därmed volymproduktion beror på beståndets ålder. Dessutom påverkar trädslag och ingreppets styrka och form. Generellt verkar det som om trädslag vi betraktar som ljuskrävande, ek, tall, björk med flera, får en större sänkning av volymtillväxten efter gallring än de vi betraktar som skuggtåliga, till exempel gran och bok.

Gallringsförsök följs en del av omloppstiden

Ofta sker inventering och redovisningen av gallringsförsök innan omloppstiden är slut. Därmed inräknas inte tillväxten mot slutet av omloppstiden i resultaten. Inte heller utvecklingen före första gallringen är inräknad. De skillnader i volymtillväxt som redovisas gäller för observationsperioden och inte för hela omloppstiden. Det betyder i allmänhet att relativa skillnader i tillväxt är mindre för en hel omloppstid än för den studerade perioden (figur G12).



Figur G12 Redovisning av gallringsförsök avser i allmänhet bara en del av omloppstiden. I denna principskiss anläggs ett gallringsförsök vid 36 års ålder med två gallringsprogram; tre gallringar respektive en hård gallring. Före gallringen vid 36 års ålder är tillväxten opåverkad. Försöket följs sedan till 58 års ålder. Mot slutet av omloppstiden är tillväxten i stort sett den samma för de två gallringsprogrammen. Om skillnader mellan gallringsprogrammen sätts i relation till produktionen under hela omloppstiden blir de relativa skillnaderna mindre än om de sätts i relation till produktionen under de 22 år försöket i exemplet har följts.

²² Enligt Skogsencyklopedin (tillgänglig på: www.kunskapdirekt.se/sv/kunskap-direkt/Skogsencyklopedin/): ”Skogsvirke av sådan dimension och beskaffenhet att det ekonomiskt kan förädlas. Virke för bränsleändamål räknas inte som gagnvirke.”

Tall

Gallringsstyrka – totalproduktion

För tallskog uppkommer förluster i total volymproduktion även vid svaga uttag och ökar när gallringsstyrkan ökar.²³ Resultaten från äldre gallringsförsök bekräftas av resultat från den nya serien gallrings- och gödslingsförsök, GG försöken.²⁴

Gallringsprogrammet med tre gallringar ner till i genomsnitt 18 m²/ha efter gallring (A(3:18)) har gett en sänkning av tillväxten med ca 20 % för en i genomsnitt 33 år lång observationsperiod (figur G13). Tre kraftiga gallringar, D(3:13), har gett en sänkning om ca 35 % under samma period. När gallringarna upprepas hålls tätheten på en konstant låg nivå och skillnaderna i volymproduktion jämfört med den ogallrade skogen ökar eftersom tätheten, och därmed produktionen, i den ogallrade skogen ökar.

Vid en mycket stark engångsgallring med ett uttag på 60–63 % (C(1:10)) erhöles också stora förluster i volymproduktion. Sänkningen i volymproduktion jämfört med den ogallrade skogen, har under den första perioden efter gallringen varit 32 % för att vid senare senaste perioden ha minskat till 30 %.

Att skillnaderna i volymproduktion mellan engångsgallrade ytor och de ogallrade inte ökar som för de andra försöksleden beror på att träden allt bättre utnyttjar det fria utrymmet. Därmed ökar tillväxten med tiden när inga nya gallringar utförs.

²³ Carbonnier, C. 1959. Gallringsförsök i naturbestånd av tall i Norrbottens län. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift*, nr 3, s. 367–385.

Fries, J. 1961. Några exempel på produktionen i tallskog i södra Sverige. *Meddelanden från Statens skogsforskningsinstitut* 50:3.

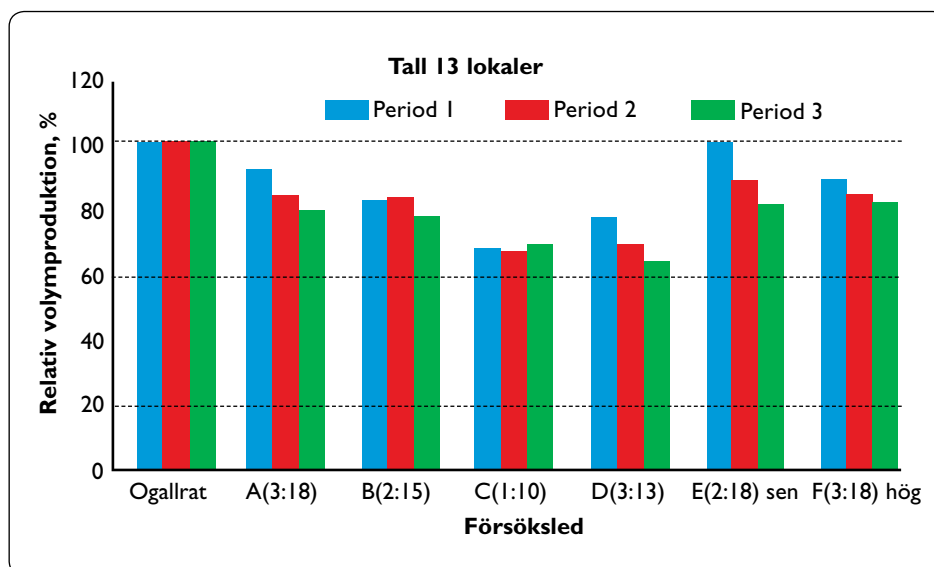
Agestam, E. 1977. Gallringens effekt på arealproduktion. SLU, projekt Hugin. *Rapport* nr 12.

Mielikäinen, K. 1979. The influence of low thinnings on the wood production and value of a pine stand. *Folia Forestalia* 401, s. 1–23.

Mäkinen, H & Isomäki, A. 2004. Thinning intensity and growth of Scots pine in Finland. *Forest Ecology and Management* 201, s. 311–325.

Nilsson, U., Agestam, E., Ekö, P.-M., Elfving, B., Fahlvik, N., Johansson, U., Karlsson, K., Lundmark, T. & Wallentin, C. 2010. Thinning of Scots pine and Norway spruce monocultures in Sweden – Effects of different thinning programmes and stand level gross- and net stem volume production. *Studia Forestalia Suecia* nr 219, 46 s.

²⁴ Mer om försöken i avsnittet ”Gallringsförsök”.



Figur G13 Relativ total volymproduktion i tall i GG-försöken. Tillväxten för den ogallrade avdelningen är satt till 100 %. Medeltal för 13 tallförsök. Period 1 är från första gallring till andra gallring (ca 11 år lång), period 2 är från första gallring till tredje gallring (ca 23 år) och period 3 från första gallring till slutrevision (ca 33 år och ca 72 års ålder). Första siffran i behandlingsbeteckningen avser antalet gallringar och andra siffran avser grundyta efter gallring i medeltal. För en utförligare beskrivning av behandlingarna se figur G6. Data från GG-försöken vilka beskrivs i ett särskilt avsnitt.

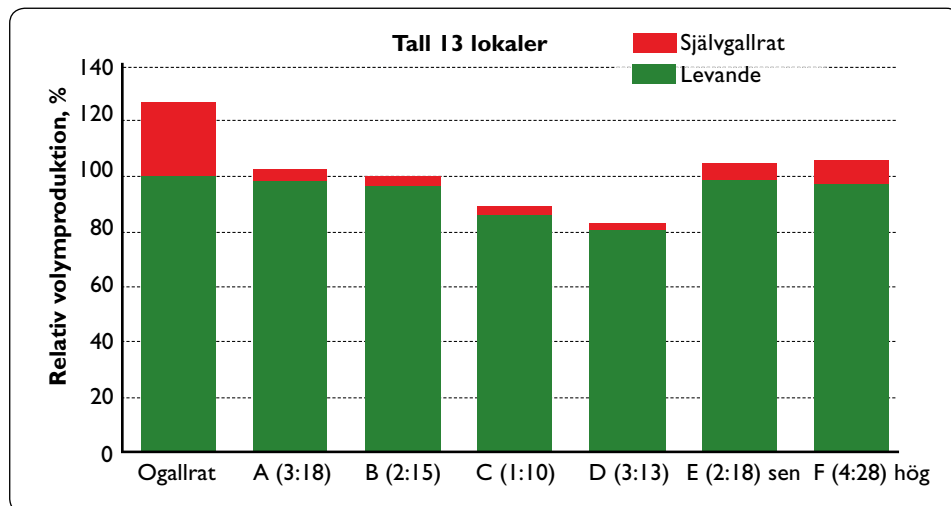
Skillnaderna gäller för perioden från första gallring så länge som försöken är observerade, dock undantagsvis ända till omloppstidens slut. Observationstiden för tallytorna är i medeltal 33 år (figur G13). Det är halva omloppstiden eller mindre. Om förlusten sätts i relation till hela omloppstiden blir skillnaderna relativt sett mycket mindre. Resultaten i den stora serien gallringsförsök är liknande som från andra försök med tall både i Sverige och i övriga nordiska länder.²⁵

Gallringsstyrka – produktion av levande virke

Redovisningen ovan avser totalproduktionen. Självgallringen är störst om ingen gallring utförts. Om endast produktion av levande virke jämförs så var det ingen skillnad mellan ogallrad och svagt gallrade avdelningar. Starka gallringar, C(1:10) och D(3:13), sänkte dock produktionen av levande virke. I engångsgallringen var minskningen ca 14 % jämfört med ogallrad kontroll, och för tre starka gallringar var minskningen ca 20 % (figur G14).

Jämförelsen i figur G14 har gjorts vid i medeltal 72 års totalålder och det återstår ca 10 år till slutavverkning. Självgallringen är hittills högre i de ogallrade avdelningarna jämfört med i de gallrade och allt talar för att den trenden fortsätter. Då kommer troligen produktionen av levande virke att vara något högre i de svagt gallrade avdelningarna än i de ogallrade och produktionen av levande virke i starkt gallrade avdelningar kommer att närma sig produktionen i ogallrade.

²⁵ Se not 23.



Figur G14 Levande virke, självgallrat virke och total volymproduktion från första gallring till slutrevision, GG-försöken tall. Relativa tal, jämförelse med levande virke ogallrad skog. Med självgallring avses här avgång på grund av trängsel och konkurrans och spridd avgång orsakad av snö och storm, men inte katastrofala snö- och stormskador. Första siffran i behandlingsbeteckningen avser antalet gallringar och andra siffran avser grundyta efter gallring i medeltal. För en utförligare beskrivning av behandlingarna se figur G6. För en utförligare beskrivning av behandlingarna se kapitel om GG-försök.

Gallringsform

Gallringsformen har ingen påverkan på volymtillväxten i tall. Hög- och låggallring till samma grundyta har gett lika stor minskning i volymproduktionen i tallskog (figurerna G13 och G14).

Resultatet av höggallring jämfört med låggallring i tall kan vid första anblicken vara förvånande. En teori är att i jämna välslutna tallbestånd är höggallring inte någon radikal åtgärd. Det är en liten diameterspridning med få små, klena träd att gallra fram vid normal tidpunkt för första gallring i en tallskog. Sådana träd har röjts bort eller dukat under innan gallring blir aktuellt.

Tidpunkt för första gallring

Försöksledet med senarelagd gallring i tall sänkte volymtillväxten mindre än övriga gallrade försöksled. Så har också grundytan varit högre i genomsnitt för hela försöksperioden. Första gallringen för försöksledet med senarelagd gallring utfördes när standardgallringen (A-ledet) gallrades andra gången. Avdelningarna med senarelagd gallring var alltså inte gallrade under den första tillväxtperioden och tätheten var densamma som för de ogallrade avdelningarna. Den lilla skillnaden i tillväxt under den första perioden mellan orörd och senarelagd gallring beror på variationen mellan avdelningar (försöksfel) och är ingen behandlingseffekt (figur G13).

Gran

Gallringsstyrka – totalproduktion

En stor mängd gallringsförsök har lagts ut i gran i Sverige och andra länder. Resultaten pekar i samma riktning. Gallring i gran påverkar endast i liten omfattning den totala volymproduktionen. Inte ens starka gallringar och kraftiga sänkningar av grundytan har, gett några stora skillnader i volymproduktion.²⁶

Den stora serien gallringsförsök i Sverige, GG-försöken (se avsnitt om gallringsförsök) innefattar ogallrade, mycket hård engångsgallring, höggallring och mer konventionella gallringsingrepp. Skillnaden i volymproduktion är också i den försöksserien liten för upprepade svaga gallringsingrepp. Med större uttag i gallringarna och därmed lägre kvarvarande grundyta efter gallring ökade produktionsförlusterna. För de starka engångsgallringarna, med ett uttag på ca 70 % som resulterade i en grundyta efter gallring på cirka 12 m²/ha i medeltal, sänktes volymproduktionen jämfört med ogallrad kontroll med ca 21 %. Motsvarande produktionsminskning för försöksledet med fyra starka gallringar, D(4:20), var ca 20 % (figur G15).

Jämförelsen i volymproduktion avser revisionen vid i medeltal 62 års ålder. Slutavverkning ligger nära i tiden och några stora förändringar av resultaten är inte att förvänta om jämförelsen skulle göras vid omloppstidens slut.

²⁶ Carbonnier, C. 1954. Några exempel på produktionen i planterad granskog i södra Sverige. *Meddelanden från Statens skogsforskningsinstitut* 44:5, 59 s.

Carbonnier, C. 1957. Ett gallringsförsök i planterad granskog. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift*, nr 5, s. 463–476.

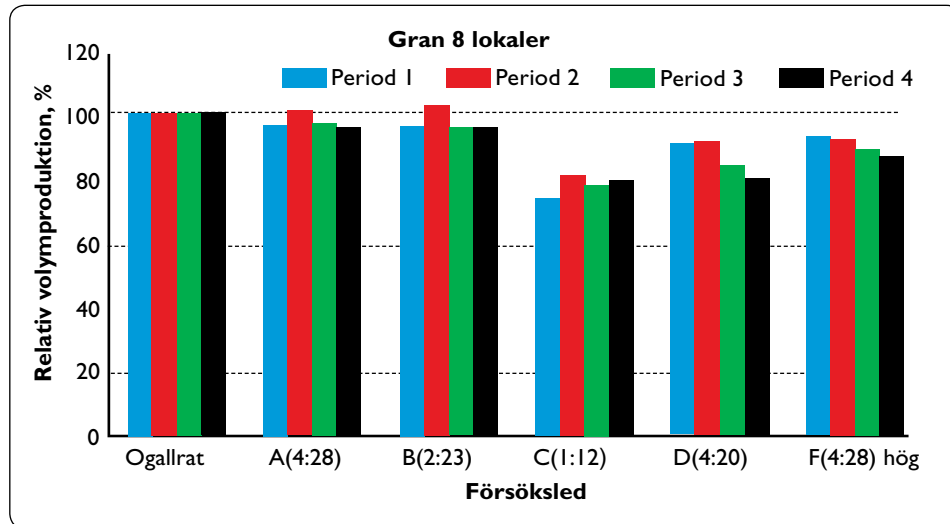
Agestam, E. 1977. Gallringens effekt på arealproduktion. SLU, projekt Hugin. *Rapport* nr 12.

Wallentin, C. 2007. Thinning of Norway Spruce. SLU, *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* 2007:29.

Eriksson, H. & Karlsson, K. 1997. Olika gallrings- och gödslingsregimers effekter på beståndsutvecklingen baserat på långliggande experiment i tall- och granbestånd i Sverige. SLU, inst. för skogsproduktion. *Rapport* nr 42.

Mäkinen, H., Isomäki, A. & Hongisto, T. 2006. Effect of half systematic and systematic thinning on increment of Scots pine and Norway spruce in Finland. *Forestry* 79, s. 103–121.

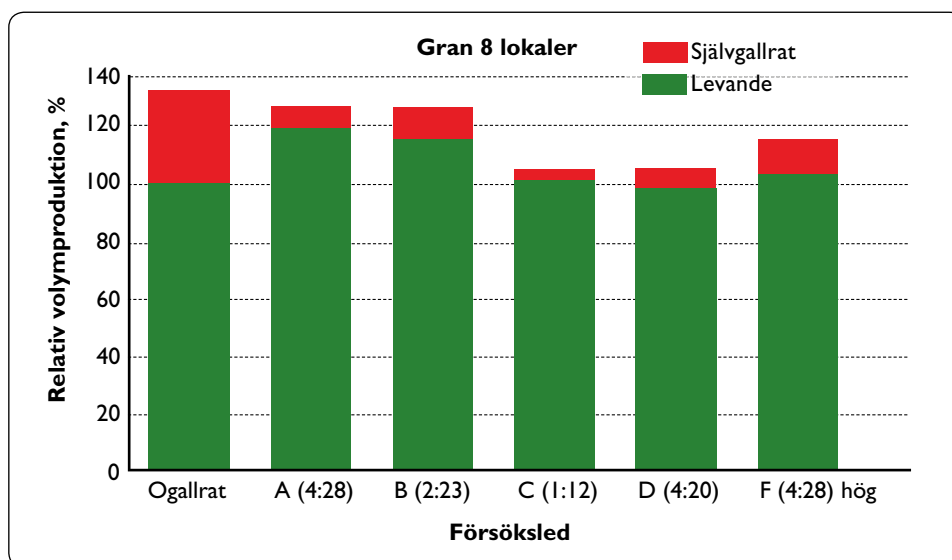
Nilsson, U., Agestam, E., Ekö, P.-M., Elfving, B., Fahlvik, N., Johansson, U., Karlsson, K., Lundmark, T. & Wallentin, C. 2010. Thinning of Scots pine and Norway spruce monocultures in Sweden – Effects of different thinning programmes and stand level gross- and net stem volume production. *Studia Forestalia Suecia* nr 219, 46 s.



Figur G15 Relativ total volymproduktion i gran i GG-försöken. Tillväxten för den ogallrade avdelningen är satt till 100 %. Medeltal för 8 försök med gran. Period 1 är från första gallring till andra gallring (ca 6 år), period 2 är från första gallring till tredje gallring (ca 13 år), period 3 från första gallring till fjärde gallring (ca 21 år) och period 4 är från första gallring till senaste revision (ca 29 år och ca 62 års ålder). Första siffran i behandlingsbeteckningen avser antalet gallringar och andra siffran avser grundyta efter gallring i medeltal. För en utförligare beskrivning av behandlingarna se kapitel om GG-försök

Gallringsstyrka – produktion av levande virke

Resultaten ovan avser total volymproduktion. Om levande virke och självgallrat virke särredovisas framgår att produktionen av levande virke är högst i de svagt gallrade försöksleden (figur G16). Försöksledet A(4:28) hade ca 22 % högre produktion av levande virke än de ogallrade avdelningarna och försöksledet B(2:23) ca 17 % högre produktion. Starkare gallringar, C(1:10) och D(4:20) och de höggallrade avdelningarna, hade ungefär samma produktion av levande virke som de ogallrade avdelningarna (figur G16).



Figur G16 Levande virke, självgallrat virke och total volymproduktion från första gallring till slutrevision, GG-försöken, 8 lokaler i gran. Relativa tal, 100 avser levande virke i ogallrade försöksledet. Med självgallring avses här avgång på grund av trängsel och konkurrens och spridd avgång orsakad av snö och storm, men inte katastrofala snö- och stormskador. Första siffran i behandlingsbeteckningen avser antalet gallringar och andra siffran avser grundyta efter gallring i medeltal. För en utförligare beskrivning av behandlingarna se kapitel om GG-försök.

Gallringsform

För gran finns en skillnad i volymproduktion mellan låg- och höggallrade avdelningar. Höggallring i granskog gav ca 10 % lägre volymtillväxt än låggallring till samma täthet (grundyta) (figur G15). Räknas bara levande virke var skillnaden något större eftersom självgallringen var större för höggallring än för låggallring (figur G16).

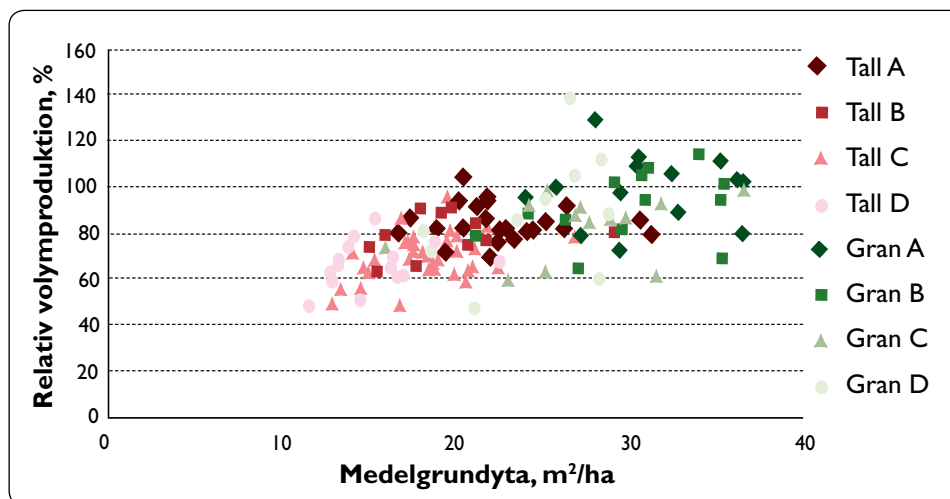
Gallringstidpunkt

För gran finns mycket få ytor där försöksledet senarelagd gallring finns med. Troligen har tidpunkten för första gallring i gran liten betydelse för volymproduktionen. Förutom den första perioden kommer grundytan att vara som i A-ledet och därmed kommer utvecklingen troligen att vara ungefär som för A-ledet (figurerna G15 och G16).

Tillväxtförluster för tall och gran

För tall uppkommer förluster i total volymproduktion vid all gallring. Förlusterna blir större med ökande intensitet, det vill säga hur mycket grundytan sänks. För tall är också produktionen av levande virke mindre i gallrade bestånd än i ogallrade, även om skillnaderna är små. För gran är skillnaderna i total volymproduktion små mellan gallrad och ogallrad skog. För gran, till skillnad från tall, ökar produktionen av levande virke med de svagare gallringarna. Skillnaden mellan trädslagen kan delvis bero på att gran har hunnit längre i beståndsutvecklingen än tall och är närmare slutavverkning. Om den relativa tillväxtminskningen jämfört med ogallrad skog sätts i rela-

tion till grundytan efter gallring finns ingen skillnad mellan hur tall och gran reagerar på gallring (figur G17). Det är inte det procentuella gallringsuttaget i sig utan grundytan (tätheten) efter gallring som har betydelse för tillväxten och tall och gran utvecklas likartat med samma grundyta efter gallring. Det är heller inte någon klar skillnad i förhållandet mellan grundyta och tillväxt för olika gallringsprogram (figur G17). Möjligen är sänkningen större för engångsgallringen än för andra gallringar. Att sänkningen av tillväxten efter gallring blir större för tall än för gran beror på att tallbestånden i medeltal har gallrats ner till en lägre grundyta än granbestånden.



Figur G17 Relativ volymproduktion för tall och gran. För varje tillväxtperiod har volymtillväxten på de gallrade avdelningarna jämförts med den ej gallrade avdelningen. GG försöken, 35 tallytor och 8 granytor. TallA avser tall och gallringsprogrammet A(3:18); TallB – B(2:15); TallC – C(1:10) och TallD – D(3:13). GranA avser gran och gallringsprogrammet A(4:28); GranB – B(2:23); GranC – C(1:12) och GranD – D(4:20). Första siffran avser antalet gallringar och den andra siffran avser medeltal av grundyta efter gallring i m²/ha. Ytterligare förklaring av försöksleden återfinns i figur G6 och tabell G3.

Naturlig avgång

En av orsakerna till att skog gallras är möjligheten att ta tillvara allt virke. Traditionellt räknas döda träd med i totalproduktionen.²⁷ Naturlig avgång kan delas upp i avgång på grund av trängsel (självgallring) och avgång på grund av andra orsaker där storm- och snöskador tillhör de vanligaste.

Om skog lämnas ogallrad kommer förr eller senare konkurrensen om vatten, näring och ljus bli så stor att en del träd kommer att dö. Ofta kallas det för avgång på grund av trängsel även om det inte är en helt korrekt beskrivning. Denna så kallade självgallring inträder tidigare i tät skog än i gles skog, till exempel om förnyringen varit lyckad och ingen röjning utförts. Skog på bördig mark kan hålla högre täthet innan självgallring inträffar. Det finns också en skillnad mellan trädslag så att till exempel gran kan hålla en högre täthet än tall innan självgallring startar.

²⁷ Se även faktaruta ”Totalproduktion, skogskubikmeter och gagnvirke” på sidan 28.

Självgallring på grund av trängsel och annan avgång har olika förlopp. Självgallring pågår i princip alltid i slutna skog, även om den accentueras under år som på något sätt är dåliga för träden. De träd som dör på grund av trängsel är nästan undantagslöst de minsta träden i bestånden.

Storm- och snöskador uppkommer mer slumpmässigt och vid enstaka tillfällen men kan då drabba en stor del av träden i ett bestånd. Många bestånd är helt förskonade från skador under omloppstiden medan andra kan bli helt ödelagda av snö och storm. Stormskador drabbar träd av alla storlekar. Snöskador kan drabba alla typer av träd men de största träden i ett bestånd klarar sig ofta bättre än små träd.^{28,29} I praktiken är det ofta svårt att bedöma avgångsorsaken, om ett träd dött på grund av hård konkurrens eller något annat. Det finns också en tendens att omfattande snö- och stormskador inte räknas med efter som fältförsök som drabbats av sådana skador ofta läggs ner. Redovisningen av självgallring i gallringsförsök innehåller därför avgång på grund av konkurrens, och spridd avgång förorsakad av snö och storm.

I GG-försöken var självgallringen i tallskog ca 21 % av totalproduktionen i de ogallrade avdelningarna, 3–4 % vid låggallring med undantag för sen förstagallring där ca 6 % var självgallring på grund av trängsel. Av de gallrade avdelningarna har de höggallrade högst självgallring, ca 9 % av totalproduktionen (figur G14). Detta gäller fram till i medeltal 72 års ålder och kan förändras under den tid som återstår fram till slutavverkning.

För granytorna var självgallringen ca 25 % av totalproduktionen i de ogallrade avdelningarna och 3–9 % för låggallring och ca 11 % för de höggallring (figur G16). Av de låggallrade avdelningarna har den hårda engångsgallringen den minsta självgallringen, ca 3 %. Detta gäller fram till i medeltal 62 års ålder. Den relativt korta tid som återstår fram till slutavverkning kommer inte att påverka andelen självgallring i de olika gallringsprogrammen nämnvärt.

Contortatall

Erfarenheten av gallring i contortatall i Sverige är begränsad. För att belysa gallringens påverkan på utvecklingen i contortabestånd anlades en serie gallringsförsök åren kring 1990. De första ytorna är reviderade och de återstående kommer att mätas de kommande åren.³⁰ Resultaten från de ytor som hittills mätts antyder att gallring i contorta sänker volymtillväxten något mer än för gran och tall.

De preliminära resultaten från de fyra gallringsförsök som reviderats visar på en sänkning av tillväxten med ca 10 % vid låggallring där 25 % av grundytan tagits ut och ca 20 % när 50 % har tagits ut. Det är av samma storleksordning som sänkningen i tillväxten för tall under första perioden efter

²⁸ Persson, P. 1972. Vind- och snöskadors samband med beståndsbehandlingen – inventering av yngre gallringsförsök. Skogshögskolan, inst. för skogsproduktion. *Rapport* nr 23, och: Persson, P. 1975. Stormskador på skog. Skogshögskolan, inst. för skogsproduktion. *Rapport* nr 36.

²⁹ Se också avsnittet ”Gallring och skador”.

³⁰ Agestam, E. 1990. Nya förbands- och gallringsförsök i contorta i Sverige. SLU, inst. för skogsskötsel. *Arbetsrapport* nr 50, och: Elfving, B. 2002. Förbands- och gallringsförsök med contorta. Mätdata från 1998–2000. SLU, inst. för skogsskötsel. *Arbetsrapport* nr 177.

gallring (figur G13). För contortatall finns bara uppgifter om en period och datamaterialet är mindre än för tall.

En viktig erfarenhet av försöken är att gallring i contorta verkar öka risken för stormskador och att äldre contorta är mycket känslig för höga vindstyrkor. Det är också de praktiska erfarenheten av stormarna Dagmar i december 2011 och Ivar i december 2013.³¹ Vid utformandet av gallringsprogram för contortatall bör därför stor hänsyn tas till risken för stormskador. Ett alternativ skulle kunna vara att inte gallra contorta överhuvudtaget och därmed inrikta produktionen på massaved och bioenergi. Ett annat kan vara att gallra tidigt för att ta ut de sämsta träden men sedan lämna skogen orörd. (Se också avsnittet om gallring och skador.)

Gallring och trädens yttre egenskaper

Gallring och utvecklingen av trädens kvalitet – kvalitetsdaning – är en fråga som innehåller många aspekter. Kvalitet är inte ett entydigt begrepp. Så är till exempel virkeskvalitet för massaindustri en helt annan sak än för sågverk och husbyggnad, medan möbeltillverkning åter ställer ytterligare andra krav på virket.

Täthet och urval

Gallring påverkar kvalitet eller virkesegenskaper på träden på i huvudsak två olika sätt. Genom att gallra ändras beståndets täthet och tätheten har stor inverkan på flera kvalitetsegenskaper. Det andra sättet att påverka kvaliteten är genom urvalet av träd. Det ger en möjlighet att gynna träd med önskade egenskaper.

Många kvalitets- eller virkesegenskaper är förknippade med trädens tillväxthastighet. I glesa bestånd växer träden fortare och därmed blir årsringarna bredare. Träd som växer fort har oftare grövre grenar än träd som växer långsammare.

Jämfört med föryngring eller röjning så innebär gallring mindre möjligheter att påverka kvaliteten. Gallringen påverkar inte heller de delar av ett träd som redan fanns när gallringen utfördes. Gallring sent under omloppstiden påverkar bara en liten del av träden.

Diameter

Diameter är en viktig faktor för kvalitet och värde på virket. Att trädens diameter ökar gör att de kan säljas som värdefullare sortiment och för många sortiment, till exempel sågtimmer, ökar priset med stigande diameter.

Avverkningskostnaderna sjunker i allmänhet med stigande storlek på träden. Sammantaget gör detta att diametern har stor betydelse för värdet på skogen men betydelsen varierar mellan trädslag. För gran är skillnaderna i värde mellan olika sortiment och mellan olika dimensioner liten medan den för tall i allmänhet är större.

³¹ Magnus Andersson, SCA Skog AB: Muntlig uppgift.

Avsmalning

Avsmalningen, det vill säga hur mycket diametern ändras utefter stammen, har betydelse för utbytet av sågtimmer. Liten avsmalning ger en större andel sågtimmer ur ett träd.

Gallring ökar diametertillväxten men inte höjdtillväxten, därmed får träden en stor avsmalning. Minst avsmalning blir det i ogallrad skog och vid höggallring, eftersom beståndet innehåller klenta träd med stor höjd. Jämfört med till exempel diameters betydelse för värdet av skog har avsmalningen liten betydelse.

Kvist

Gallring påverkar inte kvistarnas grovlek eller deras antal nedanför krongränsen³² eftersom kvistarna där är torra och inte kan bli grövre.

I ett glest bestånd ändras krongränsen långsammare än i ett tätt bestånd. Grenar lever längre i ett glest, gallrat bestånd än i ett tätt, ogallrat bestånd och därmed är krongränshöjden lägre i gallrad skog än i ogallrad. Krongränsen kan aldrig krypa neråt, så har krongränsen pressats uppåt genom att beståndet hållits tätt kommer krongränsen att vara hög även efter gallring.

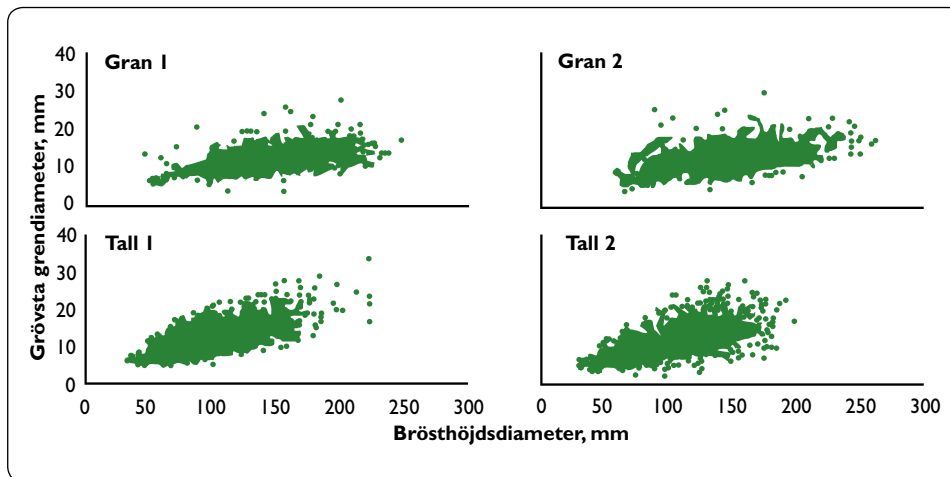
I ett glest bestånd finns större möjlighet för levande grenar att växa sig grövre än i ett tätt bestånd.

De snabbast växande träden får i allmänhet också de grövsta kvistarna. Sambandet mellan trädets diameter och kvistarnas grovlek är inte så starkt och variationen är stor (figur G18). Det finns träd med stor diameter som har klenta kvistar och det finns träd med liten diameter som har grova kvistar.³³

Önskvärt är naturligtvis att ta bort träd som har grova grenar och lämna träd som växer fort men har klenta grenar. Uttag av de grövsta träden har inte någon stor effekt på medelvärdet av grövsta grenens diameter (figur G18).

³² Krongräns: Fästpunkt för den nedersta grenen av den gröna kronan. Ensam frisk gren under den samlade kronan anses vanligen ej tillhöra denna, när den är isolerad från den övriga kronan av minst tre döda grenarv. (Se Skogsencyklopedin, tillgänglig på: www.kunskapsdirekt.se/sv/kunskapsdirekt/Skogsencyklopedin/.)

³³ Klang, F. 2000. The influence of Silviculture Practice on Tree Properties in Norway Spruce. SLU, *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* nr 128, och: Pettersson, F. 2003. Effekter på beståndsutvecklingen och ekonomin av olika förstagallringsåtgärder i tallskog. Skogforsk. *Redogörelse* nr 3–2003.



Figur G18 Figuren visar sambandet mellan trädets diameter och grövsta kvistens diameter i tre grenvarv närmast brösthöjd. Att ta bort stora träd sänker inte grendiametererna i någon större utsträckning. Försöken beskrivs i faktarutan ”Gallring och trädens yttre kvalitetsegenskaper”. Figur från Klang och Ekö.³⁴

Antalet kvistar per meter stam påverkas inte lika mycket av beståndets täthet som kvistarnas diameter.³⁵ Men det finns en tydlig tendens att det är längre mellan grenvarv med många kvistar och kortare avstånd mellan grenvarv med få kvistar.

Krokighet – raket

En av de viktiga kvalitetsparametrarna är raketen hos träd. Krökar uppkommer tidigt, redan vid föryngringsstadiet, och tätheten i gallringsfasen har ingen direkt påverkan. Små krökar kan döljas när träden växer sig grövre; krökarna växer in i trädet. Däremot är urvalet viktigt. Förutsatt att det finns raka träd är det möjligt att vid gallring ta bort krokiga träd och därmed förbättra beståndets kvalitet.

Andra defekter

Det finns också andra defekter som påverkar kvaliteten: sprötkvist³⁶, dubbelstammar, stamskador från tidigare avverkningar för att nämna några. I en gallring kan sådana träd tas ut, även om möjligheterna att ta ut alla defekta träd ofta är begränsade.

³⁴ I: Klang, F. 2000. The influence of Silviculture Practice on Tree Properties in Norway Spruce. SLU, *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* nr 128.

³⁵ Persson, A. 1977. Kvalitetsutvecklingen inom yngre förbandsförsök med tall. Skogshögskolan, inst. för skogsproduktion. *Rapport* nr 45, och: Klang, F. 2000. The influence of Silviculture Practice on Tree Properties in Norway Spruce. SLU, *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* nr 128.

³⁶ Sprötkivst: Starkt uppåtriktad, ofta barkdragande kvist. Ofta har sprötkvistar uppkommit efter övervallning av ett toppbrott. (Se Skogsencyklopedin, tillgänglig på: www.kunskapdirekt.se/sv/kunskapdirekt/Skogsencyklopedin/.)

Urval som instrument att förbättra kvaliteten

Det är flera olika egenskaper som gör att ett träd har bra eller dålig kvalitet. Ofta är det svårt att i större omfattning förbättra beståndets genomsnittliga kvalitet genom urval.

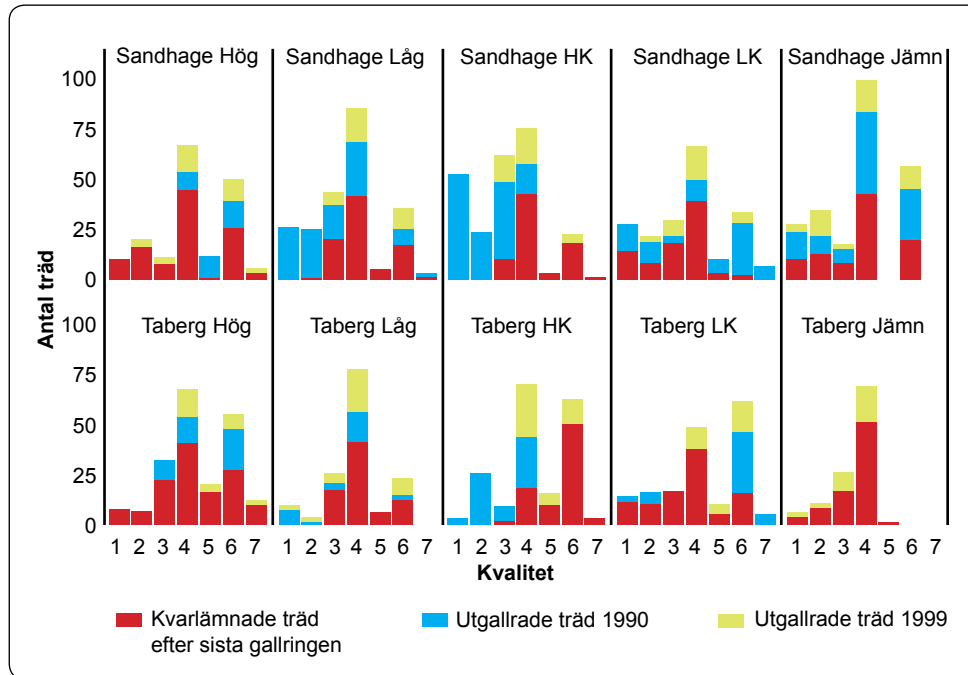
För det första så måste det vara möjligt att se defekterna om det ska gå att gallra ut de dåliga träden. Många fel är överhuvudtaget svåra att upptäcka och urvalet underlättas inte av det idag görs under tidspress från en maskinhytt i stickväg upp till 10 meter från trädet. De allra flesta träd har någon typ av defekt och urvalet är ofta en fråga om att värdera och jämföra olika egenskaper hos träd. Ett träd är ofta inte dåligt i alla avseenden. Därför är det svårt att förbättra flera olika kvalitetsaspekter. Gallras till exempel alla krokiga träd ut så har det ofta ingen eller endast liten påverkan på kvistgrovleken i beståndet.

Slutligen måste urvalet göras även med tanke på täthet och jämnhet i beståndet efter gallring. De bra eller dåliga träden står sällan jämnt fördelade inom beståndet. Därför är det ofta omöjligt att ta bort alla träd med defekter om beståndet efter gallring ska vara jämnt.

Fyra kvalitetsförsök. Gallringsförsök har varit inriktade på att studera effekterna på tillväxt och volymproduktion. För att få kunskap om gallringens effekter på virkets kvalitet anlades fyra gallringsförsök i Götaland. Trädens yttre kvalitet jämfördes mellan olika sätt att välja träd. Erfarenheterna från gallringsförsöken som beskrivs i faktarutan ”Gallring och trädens yttre kvalitetsegenskaper” visar på svårigheterna att genom urval förbättra kvaliteten i ett bestånd.

Resultaten skiljer sig också från vad som kan uppnås i praktiskt skogsbruk eftersom gallring då görs under tidspress och träden då inte hinner bedömas lika noga (figur G19).

Försöken visar att för att förbättra beståndets kvalitet vad gäller en egenskap måste urvalet ske grundat på just den egenskapen. Så ger till exempel höggallring, det vill säga uttag av stora träd, inte automatiskt en förbättring av kvaliteten. Det finns i och för sig stora träd med dålig kvalitet, men det finns också stora träd med bra kvalitet. Försöksledet med gallring mot god kvalitet har gett genomsnittligt bättre träd, men det finns fortfarande dåliga träd kvar. Alla dåliga träd kan inte tas ut i gallring om beståndet inte ska bli glest och ojämnt.



Figur G19 Kvalitet och kvalitetsfördelning efter gallring i två granbestånd i Asa försökspark, Småland. Försöken beskrivs i faktarutan ”Gallring och trädens yttre kvalitetsegenskaper”.³⁷

I redovisningen är flera kvalitetsegenskaper sammanvägda. Klass 1 och 2 är undertryckta eller dominerade träd, men fortfarande träd som bedöms överleva. Klass 3 är härskande och medhärskande träd av mycket dålig kvalitet, med krökar och många och grova kvistar, och eventuella andra skador som sprötkvist. Klass 7 är den bästa kvaliteten med raka träd med få och klena kvistar. Klasserna 4–6 är klasser med successivt bättre kvalitetsegenskaper.

Rött är träd som är kvar efter den sista gallringen (år 1999). Blått är träd som togs ut vid den första gallringen (1990) och gult vid den andra (och sista) gallringen.

Försöksleden är HK – gallring mot hög kvalitet, LK – gallring mot låg kvalitet, Hög – höggallring, Låg – låggallring, Jämn – gallring mot jämn rumslig fördelning i beståndet utan hänsyn till kvalitetsegenskaper. I hög- och låggallring har endast trädens diameter varit avgörande vid urval av träd.

Även om gallring i de två bestånden i figur G19 inte har gett identiska resultat visar de samstämmigt på svårigheten att med gallring ta ut alla ”dåliga” träd och bara lämna kvar ”bra” träd.

³⁷ Klang, F. 2000. The influence of Silviculture Practice on Tree Properties in Norway Spruce. SLU, *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* nr 128.

Gallring och trädens yttre kvalitetsegenskaper

För att studera hur olika kvalitetsegenskaper är fördelade i bestånd och för att se hur urvalet kan påverka kvaliteten hos träd i bestånd anlades en serie gallringsförsök i tall och gran.³⁸

Försöken hade liknande storlek och uppläggning som andra gallringsförsök, det vill säga parceller om vardera ca 0,1 ha, omgivna av en kapp. Två ytor i tall och två ytor i gran lades ut, vardera med sex behandlingar. Behandling lottades mellan avdelningarna. Försöken ligger alla i Småland, vid Åker och Kosta (tall) och i Asa försökspark (gran).

Före första gallring gjordes mätningar av yttre egenskaper som har betydelse för trädens kvalitet. I grenvarven närmast brösthöjd räknades antalet grenar grövre än 8 mm och den grövsta grenens diameter mättes. Trädens raket bedömdes och kvalitetsnedsättande skador som sprötkvisrar registrerades. Trädklass och eventuella vitalitetsnedsättande defekter registrerades. Totalt insamlades uppgifter från ca 3 000 granar och 3 000 tallar. Alla träd koordinatsattes för att bland annat kunna beräkna täthet i olika delar av beståndet och trädens fördelning över arealen.

Därefter gallrades bestånden. I alla försöksled har träd med dålig vitalitet, undertryckta träd, och träd med tillväxtnedsättande skador tagits bort, därefter har gallring skett med olika principer för urval:

Hög- och låggallring. Urvalet har gjorts efter trädens diameter och ingen hänsyn har tagits till andra kvalitetsegenskaper.

Gallring mot bra respektive dålig kvalitet. Olika egenskaper har rangordnats i ett kvalitetsindex. Till exempel har krokighet setts som ett allvarligare fel än många kvistar per meter stam. Därefter har urvalet skett efter kvalitetsindex. I gallring mot bra kvalitet har de bästa träden lämnats.

Ett försöksled har strävat mot **största jämnhet utan hänsyn till trädens egenskaper**, förutom tillväxtnedsättande fel. Slutligen finns en **ogallrad avdelning** i varje försök.

Gallringen utfördes med hjälp av ett datorprogram. Därigenom minskade inflytandet av subjektiva bedömningar. Utifrån koordinatsättningen av träden beräknades var beståndet var tätast, med ledning av trädens egenskaper togs ett träd bort, ny beräkning av beståndets täthet gjordes, ytterligare ett träd togs bort, och så vidare, tills önskad grundyta efter gallring hade uppnåtts. Alla avdelningar, utom den ogallrade, gallrades ner till samma grundyta.

³⁸Klang, F. 2000. The influence of Silviculture Practice on Tree Properties in Norway Spruce. SLU, *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* nr 128.

Gallringen och trädens inre egenskaper

Det finns flera faktorer som är av betydelse för virkets egenskaper men som inte är synliga utifrån. De viktigaste av dessa egenskaper är:

- Densitet
- Juvenilved
- Kärnvedshalt
- Växtvridenhet

På ännu mer detaljerad nivå finns ytterligare egenskaper som fiberlängd och fibervinklar.

Densitet

Gallring påverkar densiteten hos veden i träden. Densiteten är viktig vid framställning av massaved, men den har också samband med vedens styrkeegenskaper. Högre densitet ger högre massautbyte och styrkan hos sågat virke påverkas också positivt av högre densitet.

Med högre tillväxt i de enskilda träden ökar årsringsbredden. Breda årsringar har mer vårved³⁹ än smala årsringar. Eftersom vårveden har lägre densitet än sommarveden har bredare årsringar generellt lägre densitet än täta årsringar (figur G20).⁴⁰ För lövträd är förhållandet mellan årsringsbredd och densitet annorlunda. De flesta lövträd i Sverige är ströporiga och därför är skillnaden i densitet liten vid olika årsringsbredd. Ek, ask och alm är bandporiga vilket medför att densiteten ökar med stigande årsringsbredd.

Gallring påverkar tillväxten endast under en del av trädens växttid. Därför är gallringens effekter på densiteten i hela trädet relativt små.

Effekterna av gallring på vedens *torr-rådensitet*⁴¹ hos tall är mycket små. I genomsnitt hade gallrad skog samma densitet som ogallrad. I de hårdast gallrade försöksleden fanns en tendens till lägre densitet, upp till 4 %.⁴²

För gran är skillnaden något större. I samma studie som för tall ovan, var genomsnittliga torr-rådensiteten för gallrad skog 7 % lägre än för ogallrad skog med en tendens att hårda gallringar gav den största sänkningen av densiteten. Dessa uppgifter gäller årsringarna som avsattes i brösthöjd efter gallring. Det betyder alltså inte att hela trädet har påverkats på samma sätt.

³⁹ Om årsringens olika delar används olika benämningar, sommarved/höstved eller vårved/sommarved. Här har den andra benämningen använts, dvs. den del av årsringen som anläggs sist under året kallas sommarved.

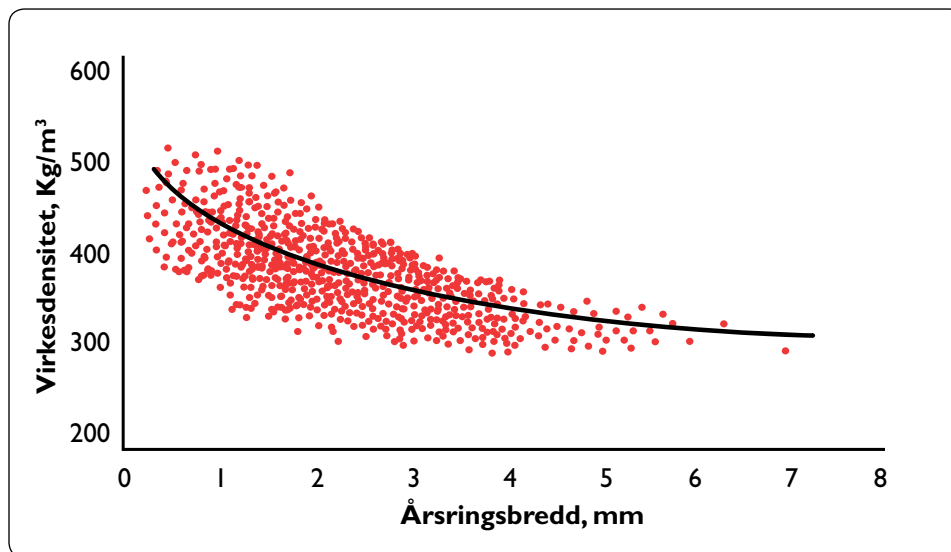
⁴⁰ Ericson, B. 1966. Gallringens inverkan på vedens torr-råvolymvikt, höstvedhalt och kärnvedhalt hos tall och gran. Skogshögskolan, inst. för skogsproduktion. *Rapport* nr 10, och: Pape, R. 1999. Effects of Thinning on wood Properties of Norway spruce on High Productive Sites. SLU, *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* nr 88.

⁴¹ Torr-rådensitet används vanligen för att uttrycka vedens densitet. Det är vikten av torr ved i förhållande till volymen rått virke, uttrycks i kg/m³ eller g/cm³.

⁴² Ericson, B. 1966. Gallringens inverkan på vedens torr-råvolymvikt, höstvedhalt och kärnvedhalt hos tall och gran. Skogshögskolan, inst. för skogsproduktion. *Rapport* nr 10, och: Pape, R. 1999. Effects of Thinning on wood Properties of Norway spruce on High Productive Sites. SLU, *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* nr 88.

I en senare studie har några av granytorna i GG-försöken studerats med avseende på bland annat virkets densitet.⁴³ Dessa studier ger liknande resultat som de tidigare, det vill säga att det är små skillnader i densitet mellan olika gallringsprogram för gran. Samma densitet har erhållits med hög- och med låg-gallring. Sambandet är inte linjärt utan skillnaden i densitet är större för smala årsringar än för breda.

Först när träden växer mycket långsamt är det några större skillnader i densitet. De studerade granbestånden växer på bördig mark och årsringarna är även i ogallrade bestånd förhållandevis breda. Det är också så att de bredaste årsringarna finns närmast märg och i åtminstone de nedre delarna av trädet är de årsringarna inte påverkade av gallring (figur G20).



Figur G20 Sambandet mellan årsringsbredd och virkets densitet för gran på god mark i Götaland.⁴⁴ Figuren visar effekten på densiteten vid olika årsringsbredd för sju gallringsförsök (GG-försöken) i gran i södra Sverige. Det kan se ut som om skillnaden i virkesdensitet är stor, men i praktiken blir den liten eftersom det finns så få träd med mycket smala årsringar. En mycket liten del av beståndets volym har årsringar under låt säga 2 mm i medeltal. I den ogallrade skogen är diametern lägst. Om diametern till exempel är 25 cm och åldern i brösthöjd är 60 år är medelårsringen 2,1 mm. Motsvarande årsringsbredd för 30 cm trädet är 2,5 mm.

Juvenilved

Juvenilved kallas veden i de 10–20 innersta årsringarna i trädet. Den har många oönskade egenskaper. Fibrerna är kortare och cellväggarna tunnare. Densiteten och cellulosainnehållet är lägre medan ligninhalten, växtvridenheten och tjurvedsandel⁴⁵ är högre. Sammantaget gör detta att virket är

⁴³ Pape, R. 1999. Effects of Thinning on wood Properties of Norway spruce on High Productive Sites. SLU, *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* nr 88.

⁴⁴ Pape, R. 1999. Effects of Thinning on wood Properties of Norway spruce on High Productive Sites. SLU, *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* nr 88.

⁴⁵ Tjurved eller tryckved: Reaktionsved som bildas hos barrträd på undersidan av grenar och lutande stammar. Tryckveden är ligninrikare, mörkare och har stor sommarvedsandel. (Se Skogsencyklopedin, tillgänglig på: www.kunskapdirekt.se/sv/kunskapdirekt/)

svagare och vrider sig mer än virke från andra delar av stammen och att masautbytet är sämre.

Gallring påverkar inte mängden juvenilved i de nedre delarna av stammen. Den är redan anlagd när gallringsfasen inträder. Men all gallring minskar andelen juvenilved i beståndet eftersom tillväxten utanför årsringarna med juvenilved ökar. I studierna av GG-försöken var det ungefär lika stor andel juvenilved i hög- och låggallrade bestånd mot slutet av omloppstiden.⁴⁶

Kärnvedhalt

Kärnveden bildas vid mårgen och fortsätter sedan att bildas ut mot trädets bark. I kärnveden inlagras hos en del trädslag, till exempel tall, lärk och ek, ämnen som gör att nedbrytning går långsammare och att kärnveden får en annan färg. Kärnvedsbildningen innebär att mårgråceller dör och porerna i fibrerna stängs. Därför leder inte kärnveden vatten. Gallring tycks inte påverka hastigheten med vilken kärnved bildas och därmed är mängden kärnved i beståndet densamma med olika gallringsprogram.^{47,48} Däremot är andelen kärnved mindre om diametertillväxten ökar efter gallring eftersom de nya årsringarna anläggs utan kärnved längst ut i stammen.

Växtvridenhet

Växtvridenhet beror på att fibrerna avviker från stammens längdriktning och förekommer hos alla träd. Ofta är växtvridenheten så liten att den inte direkt syns på stammen eller det sågade virket. Växtvridenhet är i Sverige framförallt studerat för gran.⁴⁹

Växtvridenhet är främst en genetiskt styrd egenskap men kan påverkas genom gallring. Fibervinkeln är störst för årsringarna 4 till 8 räknat från mårgen. Fibrerna lutar då åt vänster och träden blir i ungdomen vänstervridna. När trädet blir äldre minskar vinkel successivt för att övergå till att luta åt höger. Därmed blir träden så småningom högervridna. Hos stora träd avtar växtvridenheten långsammare än hos små träd. De stora träden har fler vänstervridna årsringar och träd med stor diametertillväxt har en större växtvridning än träd med liten diametertillväxt.

Gallring påverkar indirekt växtvridenheten. Låggallring tenderar att lämna kvar stora träd och öka trädens diametertillväxt, det finns då en tendens till att det finns fler träd med stora fibervinklar och träd som är mer vridna åt vänster. Höggallring leder till en mindre växtvridenhet. Effekterna är dock små. Det är också mycket svårt att ta hänsyn till fibervinkel vid gallring eftersom den inte syns annat än i extrema fall.

Skogsencyklopedin/.)

⁴⁶ Karlsson, K., Mörling, T. & Pape, R. 1999. Gallring på gott och ont – hur påverkas tillväxt och kvalitet hos tall och gran. SLU. *Skogsfakta* nr 10.

⁴⁷ Pape, R. 1999. Effects of Thinning on wood Properties of Norway spruce on High Productive Sites. SLU, *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* nr 88.

⁴⁸ Ericson, B. 1966. Gallringens inverkan på vedens torr-råvolymvikt, höstvedhalt och kärnvedhalt hos tall och gran. Skogshögskolan, inst. för skogsproduktion. *Rapport* nr 10.

⁴⁹ Säll, H. 2002. Spiral grain in Norway spruce. Växjö universitet. *Acta Wexionesia* nr 22.

Sammanfattning av gallringens påverkan på inre kvalitetsegenskaper

Många av de inre egenskaperna hos virke, som har betydelse för virkets användbarhet till sågat virke och till massaved, är inte studerade för tall och gran i både norra och södra Sverige. De mest ingående studierna är genomförda på sju GG-försök i gran på bördiga marker i södra Sverige och en sammanställning visas i tabell G2.

Tabell G2 En sammanfattning av gallringens effekter på virkets inre egenskaper hos gran, efter Pape (1999).⁵⁰ I tabellen jämförs fyra gallringsprogram med A(4:28) ”standardprogrammet”. A(4:28)=låg gallring fyra gånger ned till grundyta 28m²/ha i medeltal. De övriga försöksleden är F(4:28)hög=fyra höggallringar med i medeltal 28 m²/ha i grundyta efter gallring, B(2:23)=två låggallringar ner till i medeltal 23 m²/ha i grundyta, C(1:12)=engångsgallring ner till i medeltal 12 m²/ha i grundyta och Ogallrad.⁵¹

-- stor minskning, - minskning, 0 ingen skillnad, + ökning, ++ stor ökning

	A(4:28)	F(4:28)hög	B(2:23)	C(1:10)	Ogallrad
Årsringsbredd 1,3 och 4 m över mark	0	-	+(0)	++	-
Densitet 1,3 och 4 m över mark	0	+(0)	-(0)	-	0
Torrsubstans- produktion	0	0	0	--	0
Diameter juvenilved (enskilda träd)	0	-	0	+	0
Juvenilvedsmängd beståndet	0	0(-)	0	0	++
Grövsta grenens diameter mellan 1 och 2 m stamhöjd	0	0	0	+(0)	0
Relativ gren-diameter (Gren/stam-diam.)	0	+	0	0	+
Grön kronandel	0	0	+	+	-
Avsmalning mellan 1,3 och 4 meter	0	-(0)	0	+	-
Växtvridenhet	0	-	0(+)	+	-
Cellväggarnas tjocklek	0	+	0	0	+
Sommarvedhalt	0	+	0	0	+

⁵⁰ Pape, R. 1999. Effects of Thinning on wood Properties of Norway spruce on High Productive Sites. SLU, *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* nr 88.

⁵¹ Om årsringens olika delar används olika benämningar, sommarved/höstved eller vårved/sommarved. Här har den andra benämningen använts, det vill säga den del av årsringen som anläggs sist under året kallas sommarved.

Avverkning och stickvägar

Hur avverkning och uttransport sker påverkar i hög grad både det ekonomiska och biologiska resultatet av gallring. Sedan några tiotal år sker i princip all gallring med hjälp av skördare och uttransport med skotare. Därigenom har kostnaderna minskat och nettoinkomsten från gallringar har förbättrats. Men mekaniserad gallring kan ge skador på träden och tillväxtnedsättningar i beståndet.

Dagens mekaniserade gallringssystem innebär att en avverkningsmaskin vid den första gallringen tar upp en stickväg. Maskinen fäller, kvistar och kapar träden. Slutligen lägger den virket så att en skotare kan nå virket och köra ut det till avlägg.

Samma stickväg används vid kommande gallringar. I tidiga gallringar är skogen oftast tät och maskinen kör endast i stickvägen. I gles skog och vid senare gallringar kan maskinen eventuellt slingra fram inne i beståndet.

Det sker kontinuerligt en utveckling av metoder och maskiner. Idag prövas metoder med en så kallad drivare som är en kombinerad skördare och skotare; den kör alltså också ut virket. Den kan eventuellt komma att visa sig fördelaktig särskilt i gallringar med korta transportavstånd till avlägg. Intresset för att använda skogen även till energi har medfört en utveckling mot maskiner för avverkning av klena träd och metoder att transportera även toppar och grenar. Den utvecklingen av gallringstekniken är troligen bara i sin linda.

Stickvägar

Stickvägen måste vara tillräckligt bred för att avverkningsmaskin (skördare) och skotare ska kunna arbeta och ta sig fram. Kring 4 m är en vanlig bredd på stickvägar (figur G21).⁵² Även om en liten maskin används i första gallringen bör stickvägen planeras för att fungera även vid kommande gallringar. Det är inte lämpligt att vid senare gallringar bredda stickvägen. Kantträden härddas mot stormskador medan träden längre in inte stabiliseras på samma sätt. Därför bör kantträd lämnas vid kommande gallringar.

Avståndet mellan stickvägarna utgår från avverkningsmaskinens räckvidd. De längsta kranarna idag når ca 11 m från maskinen. Stickvägsavståndet, från vägmitt till vägmitt, skulle då teoretiskt kunna vara högst 22 m för att maskinen ska nå alla träd.

⁵² Att mäta stickvägsbredd är en vetenskap i sig. Det kan låta enkelt, men att fastställa stickvägsbredd när träden står ojämnt, vägen kröker osv. är svårt. Se till exempel: Fröding, A. 1983. Skador och stickvägar vid delmekaniserad gallring. SLU, inst. för skogsteknik. Rapport nr 152.

Problem med mekaniserad gallring

Det är positivt att de allra flesta gallringar idag, tack vare mekaniseringen, ger ett netto. Men det finns problem med mekaniseringen:

- Maskiner, både skördare och skotare, kan ge skador på stammar, rötter och mark.
- De stickvägar som behövs för maskinerna kräver utrymme som kan ge tillväxtnedsättningar och minskar arealen där ett urval av träd görs.
- Jämfört med den stämpling som tidigare gjordes innan avverkningen påbörjades är möjligheterna att göra ett ”bra urval” av träd vid gallringen begränsade.



Figur G21 En nyupptagen stickväg, förstagallring gran. Höör, Skåne.
Foto Eric Agestam.

Skador på träd, rötter och mark

All avverkning och all transport av virke medför risk för skador på träden (figur G22). Rena stamskador kan orsakas av maskiner, upparbetningsaggregat och träd som fälls och hanteras.

Skador på träd och rötter är inkörsportar för rötsvampar. En skada på en stam innebär ett direkt kvalitetsfel som sänker värdet på virket.

I stamskador är det två svampar som är vanliga på både tall och gran. Oftast är det blödsjinn (*Stereum sanguinolentum*), som också kallas stämplingsröta, som infekterar stamskador. Men även den allvarligare rötsvampen rottickan (*Heterobasidion spp*) kan infektera via stamskador. Rotticka behandlas utförligare i avsnittet om gallring och skador.⁵³

⁵³ Se även del 12 i *Skogsskötselserien*: Skador på skog. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.



Figur G22 Gammal körskada på gran. Foto Eric Agestam.

Skadade och avkörda rötter medför också nedsättning av trädens tillväxt. I extrema fall kan djupa körspår göra delar av stickvägen oåtkomliga för trädens rotsystem. Då kommer de positiva effekterna av gallring helt eller delvis att utebli för kanträden, med tillväxtförluster i beståndet som följd. Dessutom finns det risk för rötinfektioner i de avkörda rötterna.

Kanträd mer utsatta

Det är en allmän erfarenhet att träd i stickvägskanter oftare drabbas av både snö- och stormskador än träd längre in i bestånden.^{54,55,56,57} Det är inte klart om utformningen av stickvägsnätet kan göras så att riskerna minskar.

Eftersom risken för stormskador generellt är mindre när beståndets höjd är låg skulle ett sätt att minska risken för stormskador vara att hugga upp stickvägarna tidigt. Kanterna skulle då kunna klara sig bättre. Det är idag en mycket ovanlig åtgärd.

Stickvägar och tillväxtförluster

Upptagandet av stickvägar är inte något önskvärt eller positivt i sig. Genom att ta upp stickvägar minskar arealen där träd växer och kalytor skapas i beståndet. Ur både kvalitets- och tillväxtpunkt vore det bättre att gallra jämnt över hela arealen.

Stickvägen kan ses som en mycket lång och smal kalyta. Den medför en tillväxtförlust i beståndet, men den blir inte proportionell mot den upptagna

⁵⁴ Persson, P. 1975. Stormskador på skog. Skogshögskolan, inst. för skogsproduktion. Rapport nr 36.

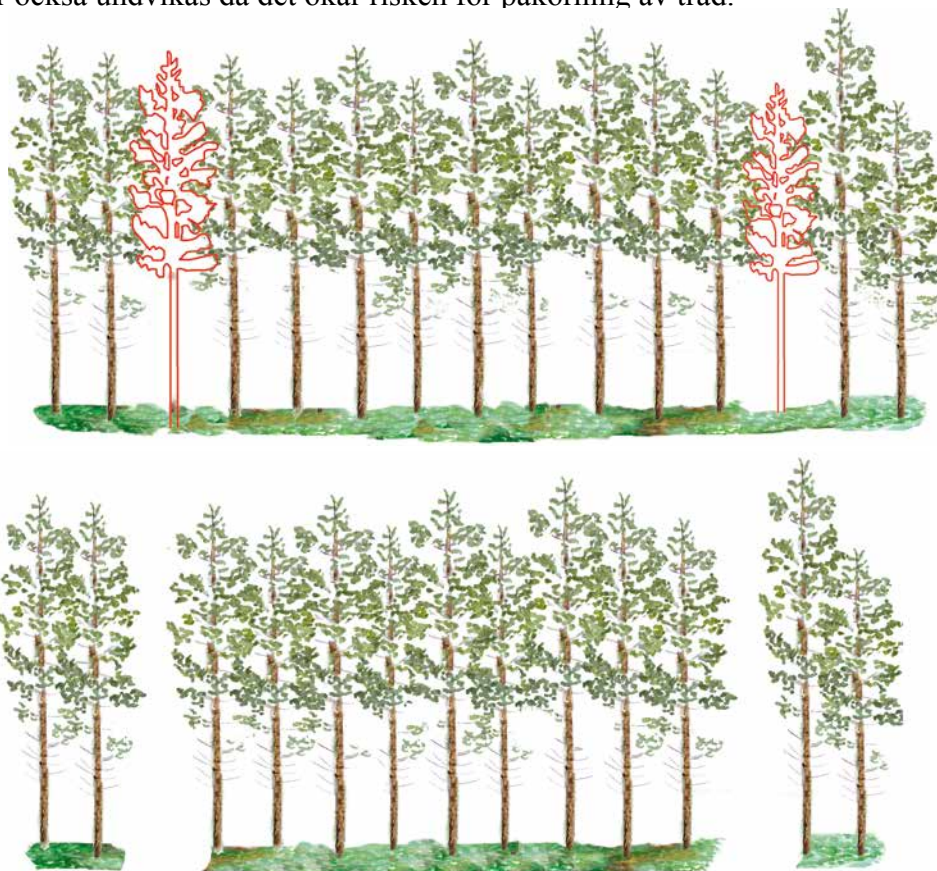
⁵⁵ Carlquist, C.-G. 1972. Studier över stormfällningarna av skog 1969 inom V Sverige. Domänverket, centralförvaltningen. Stencil.

⁵⁶ Bucht, S. & Elfving, B. 1977. Gallringsreaktion och tillväxtförluster i ett korridor-gallrat bestånd. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift*, s. 323–345.

⁵⁷ Fransson, A. 2008. Vindskador vid stickväg i 1:a och 2:a gallring i Boxholm, Östergötland. SLU, inst. för sydsvensk skogsvetenskap. *Examensarbete* nr 108.

ytan. Förlusternas storlek beror på flera faktorer, varav den sammanlagda arealen stickvägar och hur kantträden växer är två viktiga faktorer.

Uttaget i procent är i princip alltid mindre än stickvägsarealen i procent. Som exempel kan vi tänka oss 4 m breda stickvägar med 20 m stickvägsavstånd (stickvägsnitt till stickvägsnitt; det vill säga 16 m skog, 4 m stickväg osv.). Då är den teoretiska stickvägsarealen 20 %. Men för att skapa denna stickväg avverkas ca 10 % av stamantalet eller volymen (figur G23). Nu är det mycket ovanligt att stickvägar skapas genom att ta bort en rad träd. Vid utläggningen av stickvägar utnyttjas luckor, glesare delar i beståndet, osv. Alla luckor kan och ska inte utnyttjas, de kan till exempel utgöra kulturlämningar eller fuktiga partier med sämre bärighet. Och avståndet mellan stickvägar bör heller inte variera mer än någon eller några meter. Skarpa krökar bör också undvikas då det ökar risken för påkörning av träd.



Figur G23 En stickväg upptagen i ett planterat tallbestånd, planteringsavståndet 2 m. Stickvägen är upptagen genom att ta bort var 10:e rad. Då skapas en stickväg med 4 m bredd var 20 m (vägmitt till vägmitt). Andelen stickväg är då $4/20$ vilket motsvarar 20 %. Vart 10:e träd tas bort, det vill säga 10 %. Träden som står efter kanten utnyttjar redan en del av den blivande stickvägen, i princip halva avståndet fram till sina grannar. Att stickvägar anläggs genom att ta bort en trädrad är ovanligt.

Genom att ta upp stickvägen blir det tillväxtförluster i beståndet. Träden som står nära stickvägen får goda tillväxtförhållanden. Om inte träden eller dess rötter skadas bör de få tillgång till mer ljus, vatten och näring när konkur-

rerande träd som stått i stickvägen är borta. Den högre tillväxten hos kanträden kompenserar till stor del för uttaget i stickvägarna.

Stickvägens inverkan på beståndets utveckling minskar i och med att beståndet blir äldre och gallras fler gånger. Kanträden är mer eller mindre fredade och brukar inte tas bort vid kommande gallringar. Rotsystemet som etablerats i stickvägen kommer att fortsätta ge trädet förutsättningar till god tillväxt, förutsatt att träd och rötter inte skadas.

Stickvägar har en förhållandevis liten effekt på volymtillväxten.⁵⁸ (Se också faktarutan ”Tillväxtförluster med stickvägar”.) I de studier av effekterna av stickvägar och schematisk gallring som utförts i Norden och Europa har uppmätts tillväxtsänkningar med runt 5 % och i några fall upp mot 10 %, för perioder om 15 till 20 år efter att stickvägarna tagits upp. Resultaten förutsätter dock att varken stammar eller rötter skadas.

När beståndet gallras fler gånger minskar antalet träd och avståndet mellan träden i beståndet. Fyra meter mellan träden i ett kvadratförband motsvarar 625 träd per hektar. Det är ett normalt antal träd mot slutet av omloppstiden. Så en stickväg med 4 m bredd innebär att avståndet mellan träden är liknande det i beståndet i övrigt mot slutet av omloppstiden. Därför finns det anledning att anta att sänkningen av tillväxt beroende på stickvägen är begränsad till 10 à 20 år eller till dess att beståndet gallrats ytterligare en eller två gånger

Tillväxtförluster med stickvägar

När skogsbrukets mekanisering startade på allvar anlades en serie försök i Europa med stickvägar i granbestånd. En av dessa försökslokaler ligger i Halland på en bördig granmark, ståndortsindex = G35.⁵⁹ I försöket ingår gallring med stickvägar med bredderna 3,5 m och 5 m samt gallring utan stickväg och ogallrat. Avståndet mellan stickvägarna var 25 m (centrum till centrum). Arealen av stickvägarna var alltså 14 respektive 20 %.

Under observationsperioden, som var 17 år, har volymtillväxten sänkts med 3 % för de delar av skogen som gallrades utan stickvägar jämfört med ogallrad skog. Med 3,5 m stickvägar var minskningen i tillväxt 4 % jämfört med gallring utan stickväg och för gallring med 5 m stickvägar var minskningen 8 %.

Träden som stod närmast stickvägen hade ökat sin tillväxt mer än träden längre från stickvägen. I försöket i Halland sträckte sig effekten ca 3 m in ifrån stickvägskanten. Träden kring stickvägen växte ca 50 % bättre än träden längre in i beståndet vid både 3,5 m och 5 m stickvägar. Den extra tillväxten hos kanträden kompenserade en stor del av förlusten av tillväxt i stickvägen. Återstod outnyttjad stickväg 0,5 m respektive 2 m i försöken med 3,5 m respektive 5 m stickväg.

⁵⁸Wallentin, C. 2007. Thinning of Norway Spruce. SLU, *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* 2007:29.

⁵⁹Eriksson, H., Johansson, U. & Karlsson, K. 1994. Effekter av stickvägsbredd och gallringsform på beståndsutvecklingen i ett försök i granskog. SLU, inst. för skogsproduktion. *Rapport* nr 38.

Även i tallskog reagerar träden närmast stickvägen med en ökad tillväxt. Effekterna av stickvägsupptagning i tallskog på beståndets volymproduktion är av samma storleksordning som i granskog. I genomsnitt 8,4 % tillväxtnedsättning under 9 år efter gallring jämfört med gallring utan stickvägar uppmättes i en studie av 12 tallbestånd i norra Sverige.⁶⁰ Tillväxtreaktionen beror inte bara på stickvägsbredd utan också på trädens ålder och markens bördighet. Unga bestånd och bestånd på bördiga marker har en större tillväxtreaktion än äldre bestånd respektive bestånd på magra marker.

I en studie av schematisk gallring i gran och tall där 4,5 m breda remsor, som kan betraktas som stickvägar, jämfördes med selektiv gallring, kunde effekterna av det uteblivna urvalet kvantifieras. Studien visade att urvalet har betydelse. Effekten av att lämna bra träd ökade tillväxten med ca 6 %. I huvudsak därför växte den schematiskt gallrade skogen ca 4 % sämre än den selektivt gallrade. Däremot verkade effekterna av en jämn fördelning av träden, det vill säga att undvika stickvägar, vara liten.⁶¹ Liknande resultat har erhållits i finska studier av schematisk gallring i tall- och granbestånd.⁶²

Det finns också försök med stickvägar där inga skillnader i tillväxt uppmätts mellan gallring med eller utan stickvägar.⁶³

Stickvägar och virkeskvalitet

Stickvägar inverkar på trädens och virkets kvalitet på flera sätt. Det görs inget urval av träd i stickvägen och skador på träden i samband med avverkning och transport kan försämra virket.

Träden kring stickvägarna blir i princip fredade bland annat för att avverkning av dem ökar risken för vindskador på de nya kanträden. Kanträden gallras sällan bort vid senare gallringar även om de har dålig kvalitet eller fått skador vid gallringen.

I stickvägarna görs inget urval. Istället är det ett så kallat tvingande uttag som inte förbättrar genomsnittliga kvaliteten i beståndet. Upptagning av stickvägar är alltså ett schematiskt gallringsuttag där alla träd i stickvägen tas ut, oberoende om de är ”fina” ”eller ”fula”. Med större andel stickvägar (ökande bredd och minskande avstånd) ökar andelen schematisk gallring och därmed minskar möjligheterna att förbättra beståndets kvalitet genom urval.

⁶⁰ Bucht, S. 1981. Effekten av några olika gallringsmönster på beståndsutvecklingen i tallskog. SLU, inst. för skogsskötsel. *Rapport* nr 4.

⁶¹ Elfving, B. 1985. *Five year growth in a line-thinning experiment with pine and spruce*. Proceedings IUFRO project group P.4.0202. Dublin, Irland, sept. 1984.

⁶² Mäkinen, H., Isomäki, A. & Hongisto, T. 2006. Effect of half systematic and systematic thinning on increment of Scots pine and Norway spruce in Finland. *Forestry* 79, s. 103–121.

⁶³ Staland, F. & Andersson, G. 2002. Resultat från Sonstorp. Korta stickvägsavstånd gav högsta nuvärde. *Skogforsk. Resultat* nr 7–2002.

Träden nära stickvägarna får en annan konkurrens och växtmiljö jämfört med träden längre in från stickvägarna och kan därmed få andra kvalitets-egenskaper. Kvistavdöendet sker långsammare med lägre krongränshöjd och möjlighet för levande grenar att växa sig grövre som följd. I stickvägsförsöket i gran, som beskrivs i faktarutan, är sådana effekter uppmätta.

Krongränshöjden är lägre för träd vid stickvägen och de levande grenarna är grövre än hos träd som inte står vid stickvägen.⁶⁴ Därmed skulle kvaliteten kunna bli sämre för träd kring stickvägarna. Det är osäkert om detta har någon reell inverkan på kvaliteten.

I teorin skulle träd som växer med mycket osymmetrisk konkurrens kunna bli ovala. Det finns en väldigt svag sådan tendens i stickvägsförsöket i gran. Några effekter av sådan storlek att det skulle påverka utformningen av stickvägnätet är inte redovisat för svenska förhållanden.

Stickvägsbredd och stickvägsavstånd

Breda stickvägar och korta avstånd mellan dem ökar arealen som används till stickvägar och därmed risken för minskning av volymproduktionen och nackdelarna som stor andel tvingande uttag medför.

Fördelen med breda stickvägar är att risken för skador på träden i stickvägens kanter är mindre. Med breda stickvägar kan risken för vindskador i stickvägskanterna teoretiskt vara stora. Det är dock inte belagt.

Med kort avstånd mellan stickvägarna kan kranen hos en maskin nå hela området mellan stickvägarna och föraren har lättare att se vilka träd som ska gallras ut. Ett litet avstånd mellan stickvägarna betyder också att träden ska transporteras genom beståndet fram till stickvägen en kortare väg och därmed med mindre risk för skador på kvarstående träd. En nackdel med kort avstånd mellan stickvägarna är, precis som med breda stickvägar, att andelen tvingande uttag blir stort.

Vid långt avstånd mellan stickvägarna ökar risken att gallringen blir ojämnt fördelad. Ofta blir området närmast stickvägen väl gallrat och området mitt mellan stickvägarna sämre gallrat. Om avståndet mellan stickvägarna är så stort att kranen inte når hela området måste maskingallringen kompletteras med manuell fällning i den så kallade mellanzonen. Det är mycket dyrare med manuell fällning än med maskinell avverkning. Det är också vanligt att den aldrig blir utförd utan att en mer eller mindre ogallrad zon lämnas mitt emellan stickvägarna om avståndet är stort.

Risken för skador på träd är större vid stort stickvägsavstånd. Kranen ska nå längre in och träden ska transporteras långt genom beståndet. Det är svårare att från stickvägen se träden och göra ett bra urval.

I gles skog förekommer det att stickvägar anläggs med stort avstånd, ca 40 m. Stickvägen används i huvudsak för uttransport av virket. I zonen mellan stickvägar slingrar sig avverkningsmaskinen mellan träden utan att ta upp en egentlig stickväg.

⁶⁴ Eriksson, H., Johansson, U. & Karlsson, K. 1994. Effekter av stickvägsbredd och gallringsform på beståndsutvecklingen i ett försök i granskog. SLU, inst. för skogsproduktion. Rapport nr 38.

Gallring och skador

Gallring påverkar beståndet och ökar risken för att det utsätts för skador. Det är främst skador förorsakade av storm, snö, insekter och svampar som är problem i gallringsfasen.

Stormskador

Den kanske allvarligaste skadan som kan drabba skog i gallringsfasen och senare är storm. Mycket av den kunskap vi har idag härrör från stormen som drabbade södra Sverige 1969.⁶⁵ Stormen Gudrun i januari 2005 och senare stormar i delar av Norrland har i stort bekräftat de tidigare erfarenheterna.⁶⁶

Överhuvudtaget är det svårt att analysera beståndsbehandlings effekter på riskerna för stormskador. Stormar är oregelbundna, till synes slumpartade företeelser, och det är svårt att analysera vad som är effekter av vindstyrka, beståndsbehandling, hur ståndortens egenskaper, till exempel jordart och exposition, inverkar och vad som är mer eller mindre slumpartade effekter.

Allmänt om risk för stormskador

Risken för stormskador beror på många faktorer:

- vinden i sig
- ståndorten
- beståndet

Vindpåkänningen på ett skogsbestånd kan i vissa fall påverkas genom hur slutavverkningar förläggs i tid och rum. Ett äldre och stormfast bestånd kan ge skydd åt nygallrad skog, medan ett nyupptaget hygge kant i kant med den nygallrade skogen riskerar att leda till vindfällning. Ståndorten är svår att göra så mycket åt, även om dikesrensning eller nydikning (markavvattning) kan göra att trädens rötter tränger djupare och att de förankras bättre.

Det finns inget för storm säkert väderstreck, men västvindar är vanligast för stormar som faller skog.

Inga trädslag är stormsäkra. Barrträd är generellt mer drabbade av stormskador än lövträd.⁶⁷ Lövträden står avlövade under en stor del av de årtider då de kraftigaste vindarna brukar förekomma.

Bland barrträden skadas gran mer än tall av stormar. Det beror på flera faktorer. Gran har ett grundare rotsystem än tall. Men det beror också på att gran ofta föredras framför till exempel tall på marker med högt grundvatten och därmed skapas ett ytligt rotsystem. Gran väljs också ofta framför tall på bördiga marker där den växer sig hög och därmed blir ett större vindfång.

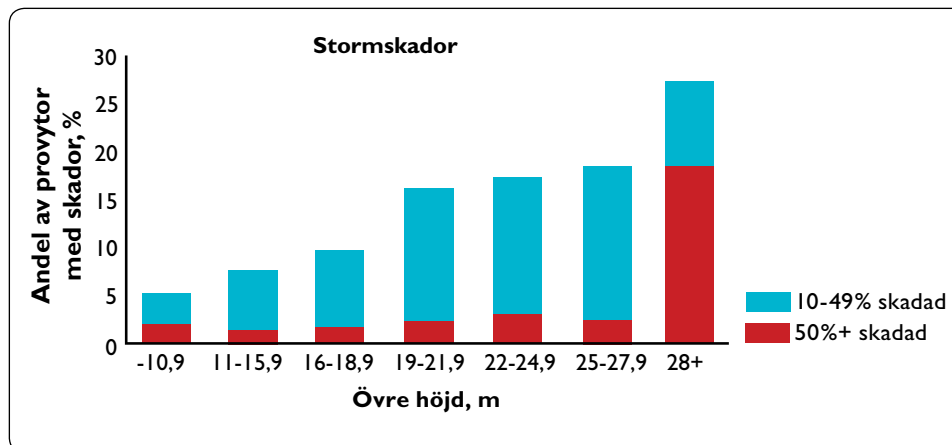
⁶⁵ Persson, P. 1972. Vind- och snöskadors samband med beståndsbehandlingen – inventering av yngre gallringsförsök. Skogshögskolan, inst. för skogsproduktion. *Rapport* nr 23.

⁶⁶ Valinger, E., Ottosson-Löfvenius, M., Johansson, U., Fridman, J., Claesson, S. & Gustafsson, Å. 2006. Analys av riskfaktorer efter stormen Gudrun. Skogsstyrelsen, *Rapport* 8–2006.

⁶⁷ Se tabell 1 i: Mason, B. & Valinger, E. 2013. Managing forests to reduce storm damage. I: Gardiner, B., Schuck, A., Schelhaas, M.-J., Orazio, C., Blennow, K. & Nicoll, B. (redaktörer). Living with storm damage to forests. *What Science Can Tell Us* 3, s. 87–96.

Trädhöjd

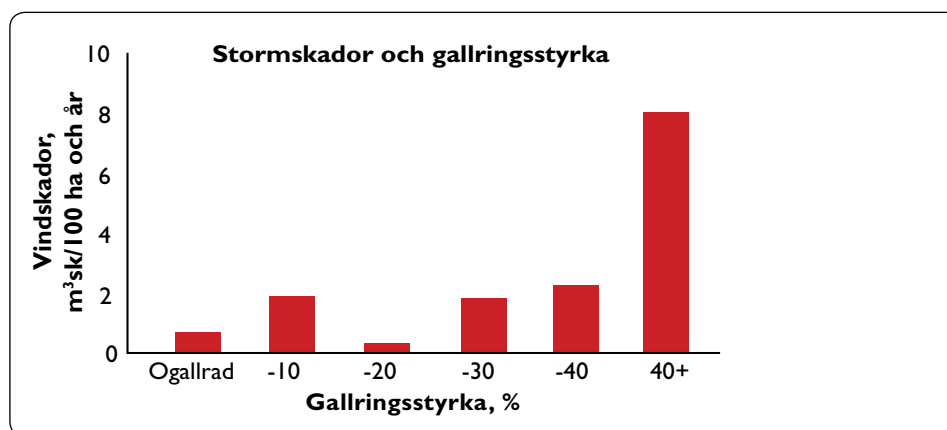
Risken för stormskador ökar med trädens höjd. Det är logiskt att större höjd på träden både innebär en större exponerad yta och en större hävstång. Det går inte att ange en höjd där stormskador inte uppträder. Men risken ökar kraftigt från ungefär de höjder då gallring börjar bli aktuell, det vill säga från 10–12 meter. Men det finns exempel på hur stormskador inträffar även före den höjden (figur G24).



Figur G24 Risken för stormskador ökar med stigande höjd hos träden. Figuren visar skador på riksskogstaxeringens provytor inventerade 1970 i västra Sverige. Skador avser procent av volymen. Efter Per Persson.⁶⁸

Gallringsstyrka

Gallring ökar risken för stormskador och med hårdare uttag ökar risken (figur G25). Minst risk för stormskador är det i ogallrad skog. Men att inte gallra är inte någon försäkring mot skador.



Figur G25 Med stigande gallringsuttag ökar risken för stormskador. Sammanställning av stormskador 1961–1969 i yngre gallringsbestånd på Siljansfors försökspark i Dalarna. Efter Per Persson.⁶⁹

⁶⁸ Persson, P. 1975. Stormskador på skog. Skogshögskolan, inst. för skogsproduktion. Rapport nr 36.

⁶⁹ Persson, P. 1975. Stormskador på skog. Skogshögskolan, inst. för skogsproduktion. Rapport nr 36.

Gallringstidpunkt

Risken för stormskador är mindre vid gallring när träden är låga än senare när träden är högre. Det är alltså ur stormskadesynpunkt bättre att gallra ett bestånd vid låg ålder än vid hög ålder.

Det verkar också som om risken för stormskador är störst just efter gallring och att den minskar med tiden.^{70,71}

Sammanfattning av risker för stormskador på skog

Det är mycket viktigt att ha risken för stormskador i åtanke vid planering av gallring. De ekonomiska konsekvenserna av stormskador kan bli mycket stora.

Planering av skogsbruksåtgärder på fastigheten är ett viktigt sätt att minska risken. Ett exempel på planeringsåtgärder är att inte ta upp ett hygge kant i kant med ett nygallrat granbestånd. Då är det bättre att planera så att det gallrade beståndet får växa några år efter gallring innan hygget tas upp.

För beståndet bör gallringar planeras in med tanke på riskerna för stormskador.

- Det är mindre risk för stormskador med gallring vid låg ålder än vid hög.
- Det är mindre risk med svaga gallringar än med kraftiga.

En vanlig rekommendation är att utföra få – kanske bara en – men hård gallring tidigt och framförallt att inte gallra under sista delen av omloppstiden.

Snöskador

För det mesta är snö inget problem för träd. Men tung, blöt snö i kronorna kan göra att träden knäcks eller böjs.

Risken är störst i täta skogar med klen diameter, särskilt om kronorna genom trängsel är osymmetriska. Träden prioriterar höjdtillväxt före diameter-tillväxt och i täta bestånd kan det innebära att det finns många träd som är höga men med liten diameter. Sådana träd löper risk att brytas av tung snö. Allt eftersom bestånden gallras ökar diametern och risken minskar. Vid låggallring tas också de klena träden ut. Snöskador är alltså främst ett problem i unga skogar där diametern är liten och tätheten stor, det vill säga från röjningsfasen och fram till tiden kring första gallring.

Andelen träd med liten diameter är i allmänhet stor i ogallrad och höggallrad skog och därför är också risken för snöskador störst i sådana skogar.⁷² I låggallrad skog är risken mindre eftersom de små klena träden tagits ut. Det verkar också som om låggallring med stora uttag på sikt ger mindre snöska-

⁷⁰ Persson, P. 1972. Vind- och snöskadors samband med beståndsbehandlingen – inventering av yngre gallringsförsök. Skogshögskolan, inst. för skogsproduktion. *Rapport* nr 23.

⁷¹ Valinger, E., Ottosson-Löfvenius, M., Johansson, U., Fridman, J., Claesson, S. & Gustafsson, Å. 2006. Analys av riskfaktorer efter stormen Gudrun. Skogsstyrelsen, *Rapport* 8–2006.

⁷² Persson, P. 1972. Vind- och snöskadors samband med beståndsbehandlingen – inventering av yngre gallringsförsök. Skogshögskolan, inst. för skogsproduktion. *Rapport* nr 23.

dor än låggallring med svaga uttag. I ogallrad skog kvarstår eller ökar risken för snöskador när beståndet blir äldre medan i låggallrad skog minskar risken för snöskador med tiden. Därmed ökar skillnaden mellan låggallrad skog och ogallrad skog vad gäller risken för snöskador.

Snöskador drabbar främst klenta träd och därmed inte så värdefulla träd eller så stora volymer. Totalt sett har snöskador mindre betydelse än stormskador. Lokalt, vid till exempel kraftiga snöfall och temperaturer kring noll, kan dock snöskador vara ett mycket stort problem.

Rotröta ^{73,74}

Röta i träd orsakas av svampar. Svampen bryter ner cellulosa och lignin i veden. Det finns flera svampar som angriper levande träd. Det två vanligaste i Sverige är rotticka (*Heterobasidium spp*) och honungsskivling (*Armillaria spp*). Mest skada gör rottickan. Ofta kallas den också rotröta men eftersom det finns flera rötsvampar kan det vara förvillande.



Figur G26 Gallringsvirke av gran med rötskador. Foto Eric Agestam.

Rottickan sprids med sporer till färsk vedytor. Blottad ved, till exempel körskadorna på stammar och rötter, är sådana ytor där rottickan kan infektera ett träd. Betydligt större yta färsk ved och därmed en mycket viktig inkörsport för rotticka erbjuder stubbar i en gallring. Gallring är den kanske vanligaste tillfället för rottickan att angripa ett bestånd.

Även om huvuddelen av sporer från en fruktkropp sprids inom några 100 m kan sporer spridas mycket långt. Alla gallringar kan därför infekteras. Det räcker med två sporer som sammanväxer på en färsk stubbyta för att

⁷³ En utförligare beskrivning av rottickan finns i del 12 i *Skogsskötselserien*: Skador på skog. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

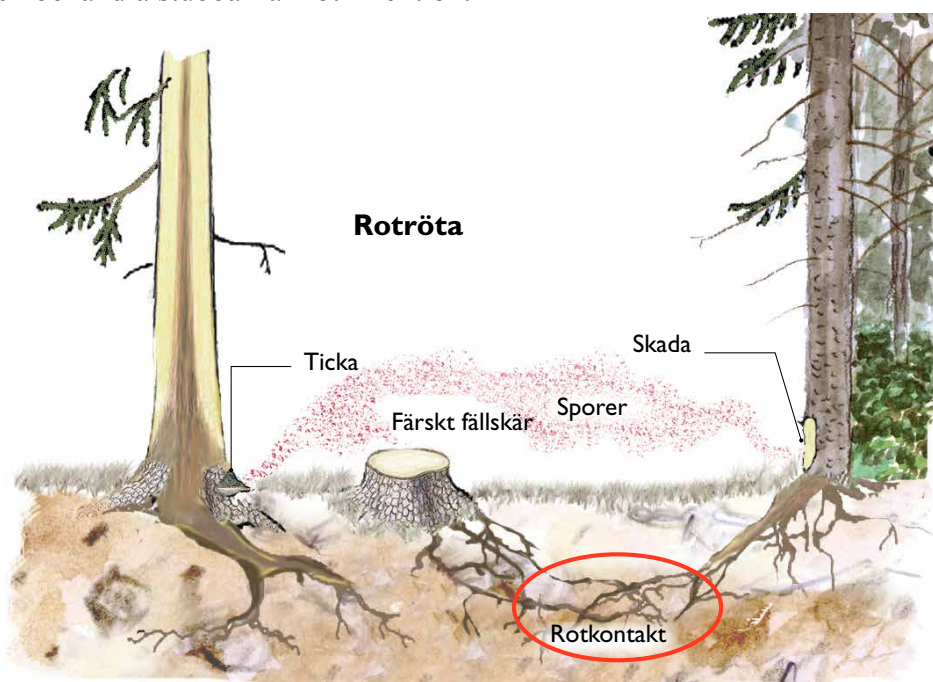
⁷⁴ Rönnberg, J., Berglund, M., Norman, J. & Stureson, C. (redaktör). 2011. *Rotröta – om rotröta i allmänhet och rotticka på gran i synnerhet*. Studentlitteratur AB, Lund.

ett mycel ska kunna utvecklas. Det finns i princip alltid sporer i luften men antalet sporer och därmed risken för infektioner är betydligt större under vår, sommar och höst än under vintern. Det finns ingen säkert temperatur, men +5 °C brukar anges som en gräns. Vädret har också betydelse, regnigt väder erbjuder sämre möjligheter för sporena att infektera stubben än varmt och torrt väder. Risken för infektion är hög just efter avverkning, men färsk stubbytor kan vara mottagliga upp till ett par veckor efter avverkning.

Infekterar genom rötterna

Från infekterade stubbar växer rottickan ner genom stubben och ut i rötterna. Genom rotkontakter kan rottickan infektera andra träd (figur G27). Tillväxthastigheten kan vara så stor som 0,5–1 meter per år i död ved. I levande träds rotsystem är tillväxten lägre, upp till ca 0,5 meter per år, men variationen för tillväxt både i död och levande ved är stor.

Rottickan i olika former kan drabba alla trädslag.^{75,76} Gran är det trädslag som drabbas mest och med störst ekonomiska konsekvenser. Därför är det främst i granskog som skyddsåtgärder vidtas. Det finns två sätt att skydda skogen mot infektioner: gallra när sporspridningen är så liten som möjligt och behandla stubbarna mot infektion.



Figur G27 Rottickans spridningsvägar. Den vanligaste infektionsvägen i ett gallringsbestånd är via sporer till en färsk stubbe. Därifrån når rottickan friska granar via rotsystemet. Illustration Bo Persson efter förlaga av S. Falk.

⁷⁵ Utförligare beskrivning av rottickan finns i del 12 i *Skogsskötselserien*: Skador på skog. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

⁷⁶ Rönnberg, J., Berglund, M., Norman, J. & Stureson, C. (redaktör). 2011. *Rottröta – om rottröta i allmänhet och rotticka på gran i synnerhet*. Studentlitteratur AB, Lund.

Gallra vid kallt väder

Eftersom antalet sporer i luften är litet när temperaturen är under +5 °C är risken för infektioner mindre då än under andra perioder. Att gallra under den här perioden anses vara det bästa skyddet mot rotticka.

Bestånd som man särskilt vill skydda mot rottickan bör därför gallras vintertid. Det kan vara granbestånd där det inte finns någon tidigare infektion. Särskilt värdefullt är det att hindra rotrötan att infektera unga bestånd.

Av många anledningar går det inte att enbart gallra vintertid. För att minska risken för infektioner vid gallring under andra årstider än vintern kan stubbarna behandlas med kemiska eller biologiska preparat som minskar möjligheterna för rottickans sporer att etablera sig.

Urealösning har använts men idag är biologisk bekämpning med ”Rotstop” vanligast.⁷⁷ Det är sporer av en konkurrerande svamp (pergamentsvamp) som hindrar rottickan att infektera stubben. Idag är de allra flesta avverkningsmaskiner som används i gallringar utrustade med utrustning för applicering av medel mot rotticka.

Insekter

Insekter är inget stort problem i samband med gallring eftersom virket i allmänhet transporteras ut. Kvarglömt eller kvarlämnat virke kan dock användas av insekter för förökning och därmed utgöra ett problem. De insekter som kan göra skada på kvarvarande bestånd efter gallring är *märgborrar* och *granbarkborrar*.

För att minska risken för insektsskador på växande skog finns bestämmelser i skogsvårdslagen om virke i skogen och om lagring av virke. Med hänsyn till insekternas utveckling i olika delar av Sverige finns datumregler för regioner i landet. Grundregeln är att sammanlagt högst 5 m³ råa granar grövre än 10 cm eller råa tallar med skorp bark får lämnas i skogen utan att de behandlas och virke som avverkats under vintern får inte lagras utanför skogsindustri under sommaren.⁷⁸

Märgborre

Det finns två arter av märgborrar: större och mindre märgborren. De är båda knutna till tall. Märgborrarna svärmar mellan april och maj och lägger sina ägg under barken hos tall. Den större märgborren kräver grövre tallbark, skorp bark, medan den mindre lägger sina ägg under den tunnare glansbarken. I allmänhet använder de färskt virke men kan även yngla i försvagade träd.

Den nya generationen märgborrar lämnar yngelvirket i juli. De flyger upp i kronorna och äter märgen i tallens årsskott. Skadorna gör att årsskotten faller av. Förlusten av skott medför tillväxtförluster hos angripna träd och detta är det allvarliga problem märgborrarna orsakar. Men märgborrar kan också försaka att träd dör. Då är det oftast försvagade träd som skadas av märg-

⁷⁷ Se del 12 i *Skogsskötselserien*: Skador på skog. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

⁷⁸ Skogsstyrelsen. 2014. *Skogsvårdslagstiftningen. Gällande regler 1 september 2014*. Tillgänglig på www.skogsstyrelsen.se, Lagen.

borrens gångsystem. Skadorna kan jämföras med ringbarkning; transporten mellan trädets krona och rötter stryps.^{79,80}

De avfallna årsskotten kan lätt observeras på marken under skadade tallar. Angripna tallar får ett typiskt luggslitet utseende. Det var förut vanligt att se sådana angripna tallbestånd vid virkesterminaler och sågverk. Genom att vi numera undviker lagring mellan svärmningen och kläckningen eller vattenbegjuter virkeslager är det idag mindre vanligt med sådana angrepp.

Virke som fällt under försommaren efter mörghorrens svärmning hinner torka så mycket att det är ointressant för mörghorren nästa vår. Men virke som fällt under sensommar, höst och vinter kan utgöra yngelmateriel för mörghorren. I tallskog är det viktigt att inte lämna kvar tallvirke i skogen eller vid bilväg. Virke där insekterna har ynglat ska tas ut innan den nya generationen hinner lämna virket, vilket sker från slutet av juni och under juli. I allmänhet lagras inte virke så länge efter gallringar och mörghorren är därför numera oftast inte något stort problem.

Granbarkborre och sextandad barkborre

I granskog är det under gallringsskedet främst sextandad barkborre och granbarkborre som kan göra skada. Den sextandade barkborren utnyttjar kient virke och är därmed i huvudsak ett problem i ung gallringsskog och röjningsskogar.⁸¹

Granbarkborre, eller åttatandad barkborre, kan ställa till skada i gallringsskog. Den är ca 5 mm lång och använder gran grövre än ca 15 cm.

Den flyger under våren när det blivit kring 18 °C varmt. Den borrar sig in genom barken på färskt virke eller på stående granar och lägger sina ägg mellan bark och ved. Borrmjöl kan observeras på stammarna vilket visar att svärmningen har börjat. Insekter som hittat granvirke utsöndrar ett doftämne som lockar till sig fler granbarkborrar. De nya insekterna lämnar virket eller stammarna under slutet av sommaren och övervintrar i marken.

Granbarkborren för med sig en blånadssvamp. Det är svampen som skadar och dödar granar. Svampen täpper till ledningsbanorna i veden så att träden dör.⁸²

I vanliga fall är det vindfällena och kvarlämnat virke som är tillgängligt för granbarkborren. Om mycket lämpligt virke blir tillgängligt kan den massföra sig. Många angrepp på en nedsatt gran kan döda den. Vid stark förökning kan granbarkborre döda gran i hela bestånd.

Bekämpning av granbarkborre sker främst genom att undvika lagring av granvirke i skogen eller vid bilväg. Vid gallring tas granvirke i allmänhet ut från skogen och till industri inom några veckor. Med gott om yngelplatser

⁷⁹ Se mer om mörghorren i del 12 i *Skogsskötselserien*: Skador på skog www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

⁸⁰ Långström, B. & Solheim, H. 2001. Vem dödar tallen – mörghorren eller dess blånadssvampar? SLU. *Fakta skog* nr 15–2001.

⁸¹ Se mer om granbarkborren i del 12 i *Skogsskötselserien*: Skador på skog, och även i *Skogsskötselserien*, del 5, Röjning. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

⁸² Långström, B. 2006. Insekts- och svampskador efter stormen. I: Agestam, E., Bergquist, J., Bergqvist, G., Johansson, K., Langvall, O., Långström, B. & Petersson, P. Stormskadad skog – föryrgring, skador och skötsel. Skogsstyrelsen. *Rapport 9–2006*.

i vindfällan, kvarlämnat virke och i skadade träd med nedsatt vitalitet kan även friska granar angripas.

Svamp

Rottickan är, jämte storm, den allvarligaste skadegöraren i gallringsskog. Det finns dock många fler svampar som kan orsaka skador på träd i gallringsskedet. Flera av dessa skadar barr eller bark och sätter ner trädens tillväxt eller dödar träd. De allvarligaste på barrträd torde vara *törskate* och *gremmeniella*.

Törskate

Två svampar samlas under det svenska namnet törskate⁸³, *Cronartium flaccidum* och *Peridermium pini*. *Cronartium flaccidum* värdväxlar med flera växter medan *Peridermium pini* infekterar direkt från tall till tall.

Törskate angriper tall, medan contorta verkar vara okänslig. Ett vanligt symptom på angrepp är enstaka döda grenar eller död topp. Nedanför den döda toppen eller grenen finns då ett mörkt kåindränkt sår. I ett tidigt skede kan svampens blåsroststadium observeras. Det är gulvita blåsor med orangefärgade sporer som gör att stammen eller grenen ser förtjockad ut. Senare bildas kåindränkta långsträckta sår på stammen. De kan vara flera meter långa. Kampen mellan svamp och träd kan pågå många år. När den angriper en stam eller en gren kan den växa runt och snöra av stammen eller grenen med följd att den delen av trädet dör.

Träd där törskateangrepp syns på stam eller grenar bör gallras ut för att minska risken för fortsatt spridning och för att virket ska tas tillvara innan trädet dör. Effekten är osäker vilken troligen beror på att det är svårt att observera törskateangrepp, särskilt om de sitter långt upp i kronan. Dessutom har angrepp många gånger skett innan de alls kan observeras.

Sedan början av 2000-talet har skett omfattande angrepp av törskatesvamp i tallungskog och gallringsskog av tall i Norrbottens och ner i Västerbottens län.⁸⁴

Gremmeniella

Svampen *Gremmeniella abietina*⁸⁵ kallas också tallens knopp- och grentorka, även om den angriper flera barrträdsarter. I Sverige är den främst ett problem för tall och contortatall. Vanligen är det plantor och ungskog som skadas, men den kan även förorsaka skador på skog i gallringsfasen. Den är spridd i hela landet. Jämfört med till exempel stormskador är skador av *gremmeniella* små, men de kan undantagsvis få stor omfattning.

Svampen drabbar oftare tall än gran men särskilt gran som växer tillsammans med tall kan drabbas. Under 1980-talet förorsakade *gremmeniella*

⁸³ Se mer om törskate i *Skogsskötselserien* nr 12, Skador på skog, www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

⁸⁴ Wulff, S. & Hansson, P. 2013. Nationellt Riktad Skadeinventering (NRS) 2012. SLU, inst. för skoglig resurshushållning. *Arbetsrapport* 386.

⁸⁵ Mer om *gremmeniella*: *Skogsskötselserien* Del 12, Skador på skog. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

svåra angrepp på contortatall i norra Sverige och under de första åren på 2000-talet skadades stora arealer tall i Småland, Bergslagen och mellersta Norrland.

Svampen skadar genom att döda unga skott och knoppar. Den kan också ge sårskador på stammarna som kan döda träden på ett par år.

Genom angreppen sänks trädens vitalitet och andra skadegörare, till exempel mörghorre, kan angripa träden. Vid allvarliga angrepp av *gremmeniella*, ensam eller i kombination med andra skadegörare, kan träden dö. Det behövs mycket stora barrförluster, 90 % eller mer, innan risken för mörghorreangrepp blir stor.⁸⁶

Som för många andra skadegörare på skog är en allmän uppfattning att täta bestånd är mer mottagliga för angrepp och att gallring i förebyggande syfte kan vara verkningsfullt genom att trädens vitalitet stärks och att de därigenom klarar angrepp bättre. För *gremmeniella* finns också en rekommendation att i bestånd med angrepp bör avverkning inte göras under fuktigt väder sommar eller höst, för under sådana förhållanden ökar sporspridningen.⁸⁷

⁸⁶ Sikström, U. & Weslien, J.O. 2004. Tall kan överleva kraftiga angrepp av *Gremmeniella*. Skogforsk, *Resultat* nr 6–2004.

⁸⁷ *Skogsskötselserien*, del 5. Rönjning. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

Gallringsmallar – planeringshjälpmedel

En gallringsmall är ett hjälpmedel i formen av ett diagram eller en tabell för att underlätta beslut om en enskild gallring eller utformandet av gallringsprogram för bestånd.

Gallringsmallen ska ses som en rekommendation grundad på kunskap och bedömningar. En gallringsmall visar en prognos för hur ett bestånd utvecklas och ger rekommendationer om när gallring bör utföras och om täthet efter gallring. I gallringsmallar kombineras kunskap om total volymproduktion, enskilda trädets dimensionsutveckling, erfarenheter av kostnader och intäkter, risker, med mera.

Det finns mycket att ta hänsyn till när det gäller val av gallringsprogram:

- Beståndets utveckling med och utan gallring.
- Risk för självgallring och minskad tillväxt hos de enskilda träden om beståndet är tätt.
- Minskning av den totala volymproduktionen om beståndet är glest.
- Möjligheten att snabbt få grova stammar om beståndet är glest.
- Risk för skador av olika slag, särskilt stormskador.
- Möjligheter till intäkter.

Det finns ett oändligt antal sätt att sätta ihop ett gallringsprogram. De viktigaste parametrarna är tidpunkt för första gallringen, uttagens storlek, gallringsform och antal gallringar. Gallringsmallar är ett hjälpmedel för att väga samman olika aspekter på gallring.

En bra gallringsmall ger rekommendationer utifrån en avvägning av biologisk kunskap, ekonomiska faktorer och risker.

Olika typer av gallringsmallar

Gallringsmallar kan vara uppbyggda på olika sätt och kräver olika indata. För att använda mallar behövs uppgifter om beståndets täthet, dess utvecklingsfas samt markens bördighet. Tätheten beskrivs ofta med stamantal eller grundyta, utvecklingsfasen med ålder eller övre höjd och bördigheten med ståndortsindex.

Gallringsmallar som visar stamantal vid olika ålder eller övre höjd är enkla att använda och förstå. Det är också lätt att mäta stamantal per hektar med hjälp av till exempel cirkelprovtytor. Nackdelen är att antalet stammar inte beskriver tätheten så bra i ett bestånd. Bestånd med samma antal stammar och höjd kan ha mycket olika volym beroende på trädets diameter.

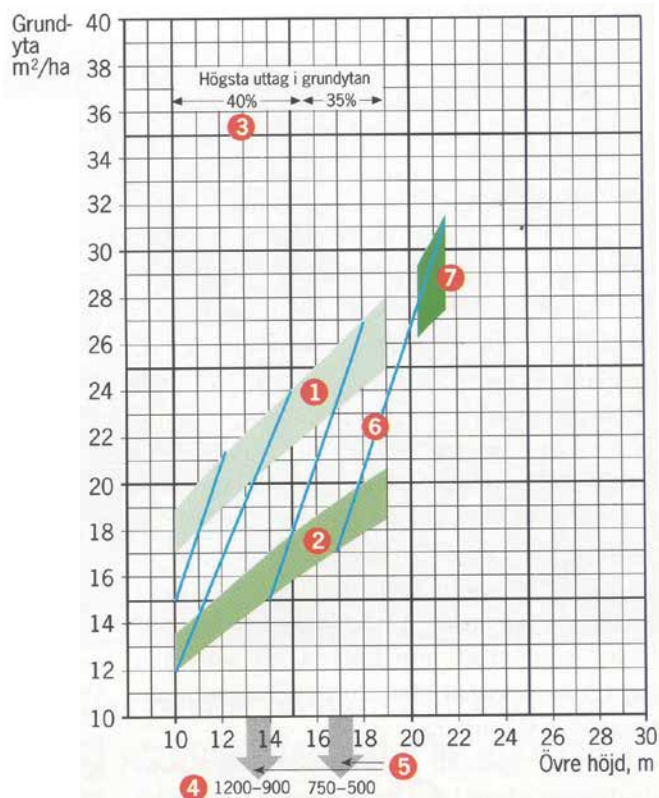
De vanligaste gallringsmallarna för tall och gran i Sverige använder grundyta för att beskriva beståndets täthet. Grundytan har den fördelen att den är enkel att mäta med relaskop och att den har ett starkt samband med beståndets volym. En nackdel är att grundytan blir osäkert bestämd med relaskop men med klave och måttband är det lätt avhjälpt. Volym är tidskrävande och därmed dyrt att bestämma. Därför är det mer sällan volymen används för att beskriva beståndets täthet.

Det finns flera varianter av gallringsmallar som använder grundyta. De idag vanligaste mallarna för svenska förhållanden är Skogsstyrelsens gallringsmallar och gallringsmallen *INGVAR*, framtagen av Skogforsk.

Skogsstyrelsens gallringsmall

Skogsstyrelsen har tagit fram gallringsmallar för tall och gran i Sverige. För att använda dem behövs ståndortsindex, beståndets ålder eller övre höjd och beståndets grundyta.

I tidigare gallringsmallar fanns en "självgallringsgräns" inlagd.⁸⁸ I den senaste versionen av mallarna finns den inte med. Mallarna innehåller istället fält som rekommenderar när det är dags att gallra och nivån på grundyta efter gallring (figur G28).



Figur G28 Gallringsmall. 1) Gallring rekommenderas ske när grundytan ligger inom det övre fältet. 2) Rekommenderad grundyta efter gallring. 3) Rekommenderat högsta uttag. 4) Ungefärligt stamantal efter gallring vid "normal" täthet. 5) Vanliga gallringstidpunkter. 6) Tillväxtlinjer, grundytans utveckling. 7) Ett rimligt slutmål. Från Skogsstyrelsens anvisningar till gallringsmallar.

Fälten i gallringsmallen är avvägningar mellan många faktorer. Det övre fältet som ger rekommendationer om när det är dags att gallra är en avvägning mellan risken för självgallring och låg dimensionsutveckling vid hög beståndstäthet och önskemålet om hög täthet som ger hög total volymproduktion.

⁸⁸ Den så kallade B69, *Beståndsvård och produktionsekonomi*. Skogsstyrelsen, 1969.

Det nedre fältet är på samma sätt en avvägning mellan risken för förluster i total volymproduktion och möjligheten till en snabb dimensionsutveckling i vid låg täthet i beståndet. Andra faktorer som har funnits med vid konstruktion av gallringsmallarna är risken för stormskador vid höga uttag och att uttagen ska kunna göras stora nog för god ekonomi.

I gallringsmallen finns också angivet vad som är normalt stamantal och gallringstidpunkt. Ett fält är angivet som målfält, det vill säga en rekommendation om lämplig tid och täthet vid slutavverkning. Slutligen finns i gallringsmallen linjer som visar beståndets troliga utveckling, grundytans ökning över tiden. Med de linjerna kan prognoser göras för beståndens utveckling.

INGVAR

Skogforsk har tillsammans med skogsägareföreningen Södra lyft in gallringsmallar i datorn. Mycket annat arbete har också gjorts men principerna är desamma som Skogsstyrelsens gallringsmallar. INGVAR⁸⁹ ger också möjlighet att beräkna uttag, gagnvirkesvolym, medeldiameter och medelstammens volym. Med programmet kan och göras prognoser. Därigenom kan följderna av olika gallringprogram under en omloppstid beräknas och utfallen jämföras. Programmet finns att ladda hem från Skogforsk.se.⁹⁰

Alla gallringsmallar är rekommendationer och inga regler. Skogsstyrelsens gallringsmall och INGVAR beskriver beståndsutvecklingen och ger goda råd om gallring. Men det är viktigt att veta att det finns ett stort mått av värderingar bakom utformandet av gallringsmallar. Gallringsprogram lämpliga för de allra flesta skogsägares ryms inom mallarna men för skogsägare med andra idéer eller särskilda mål med sitt skogsbruk finns det möjlighet att gå utanför mallarna

Eftersom gallringsmallar förutom ”biologiska samband” också innehåller många avvägningar, varav en del grundar sig på ekonomiska förhållanden, ser gallringsmallar olika ut för olika ägare och för olika tidpunkter. Skogsägare med stora innehav har också gjort egna gallringsmallar som bättre stämmer med deras mål med sitt skogsbruk. Skogsstyrelsens nuvarande gallringsmallar har varit oförändrade sedan mitten på 80-talet vilket är ett gott betyg. De senaste årens stormar har ökat medvetenheten om risker med gallring och det återspeglas i nyare gallringsmallar som INGVAR. Där är rekommenderad tidpunkt för sista gallring tidigarelagd jämfört med äldre gallringsmallar.

⁸⁹ Jacobsson, S., 2008. INGVAR – gallringsmall och planeringsinstrument. Skogforsk. Resultat nr 10–2008.

⁹⁰ Se: www.skogforsk.se/kunskap/kunskapsbanken/2008/INGVAR/

Gallring i skötta blandbestånd

Hittills har endast gallring i rena gran- och tallbestånd behandlats. Forskningen i Sverige har koncentrerats till sådana bestånd och hjälpmedel som gallringsmallar avser också trädslagsrena bestånd, trots att en stor del av våra skogar är blandbestånd. Här behandlas översiktligt gallring i skötta blandbestånd.

Blandbestånd av tall och gran

Även om tall och gran anses ha olika ljuskrav så är skillnaderna i lämplig beståndstäthet inte så stor och de har ungefär samma omloppstid. Därför kan likåldriga blandbestånd av tall och gran gallras på liknande sätt som rena tall- och granbestånd. Effekterna av gallring på volymproduktion och dimensionsutveckling förväntas vara likartade de som vi ser i rena tall- respektive granbestånd. Inte heller någon blandskogseffekt på volymproduktionen är att förvänta.⁹¹

På de allra bördigaste markerna har oftast gran en betydligt bättre volymproduktion än tall och inriktningen blir ofta att gynna gran genom att i huvudsak gallra ut tall. På magra marker är i allmänhet tall det mest produktiva trädslaget och som gynnas vid gallring.

Av olika skäl är det ibland önskvärt med blandbestånd och då ska gallringarna inriktas på att ge både tall och gran möjlighet att utvecklas. Vid lyckad etablering av tall och gran kan gran behöva gynnas i ungdomen då tall ofta har en mycket snabbare start än gran. Men det finns många förhållanden som gör att det kan vara tvärtom, att tall behöver gynnas mer än gran.

Gallringsmallarna för rena tall- och granbestånd ger en vägledning om lämplig täthet. Tallbestånd bör ha en lägre täthet än granbestånd enligt gallringsmallar. I blandbestånd kan ett medeltal av tätheten för tall och gran vara ett riktmärke.

Blandbestånd med björk

Björk skiljer sig från tall och gran på flera sätt. Optimal omloppstid är kortare, ungdomstillväxten är snabbare men avtar tidigare och björk är mer ljuskrävande och känsligare för trängsel, särskilt jämfört med gran. Detta ger både möjligheter och problem.

Björkens snabba ungdomstillväxt kan utnyttjas för att erhålla en högre volymproduktion. Beståndet ska då växa mer eller mindre skiktat med björk över gran. För att erhålla största volymproduktion inriktas gallringen på att björken ska vara avvecklad efter några decennier. När de sista björkarna gallras ut återstår ett rent granbestånd under andra halvan av omloppstiden. Den typen av blandbestånd kan ge ca 10 % högre volymproduktion än rena granbestånd räknat över en hel omloppstid.⁹²

Det finns inte så stor erfarenhet av att behålla björk tillsammans med gran eller tall under en hel omloppstid i Sverige. Björken behöver mer utrymme

⁹¹ Agestam, E. 1985. En simuleringsmodell för blandbestånd av tall, gran och björk i Sverige. SLU, inst. för skogsproduktion. *Rapport* nr 15.

⁹² Tham, Å. 1989. Yield prediction after heavy thinning of birch in mixed stands of Norway spruce and birch. SLU, inst. för skogsproduktion. *Rapport* nr 23.

och ljus än gran och tall och blir ofta missgynnad i beståndsvården genom att den får stå för trångt. Björkens tidigare låga värde kan också ha gjort att den ofta har gallrats ut tidigare än vad som varit nödvändigt.

Undersökningar från Finland visar att produktionen i blandbestånd av björk med tall eller gran kan ha en volymproduktion som är i samma storleksordning som i rena tall- eller granbestånd. Skillnaderna i volymproduktion på medelgoda marker rör sig om några procent.^{93,94} Liknande studier finns inte för riktigt bördiga marker.

Gallring i blandbestånd med björk kräver mer av skogsbrukaren. Troligen betyder det också att fler gallringar till lägre täthet än i rena gran- eller tallbestånd bör genomföras. Att i bestånd med björk tillsammans med gran eller tall få alla inblandade trädslag att utvecklas innebär att gallringar måste utföras vid rätt tidpunkt så att inte kronorna blir trängda. Ska björk bevaras måste den få utrymme redan från början. Det kan betyda att tätheten i beståndet måste vara lägre än i ett rent barrbestånd, något som kan sänka produktionen. Det är lättare att sköta blandbestånd med björk om de ingående trädslagen växer i grupper än om de växer blandade med varandra ett och ett.

⁹³ Mielikäinen, K. 1981. Structure and development of mixed pine and birch stands. *Communications institute forestalis Fenniae* 99.3. (På finska med engelsk sammanfattning.)

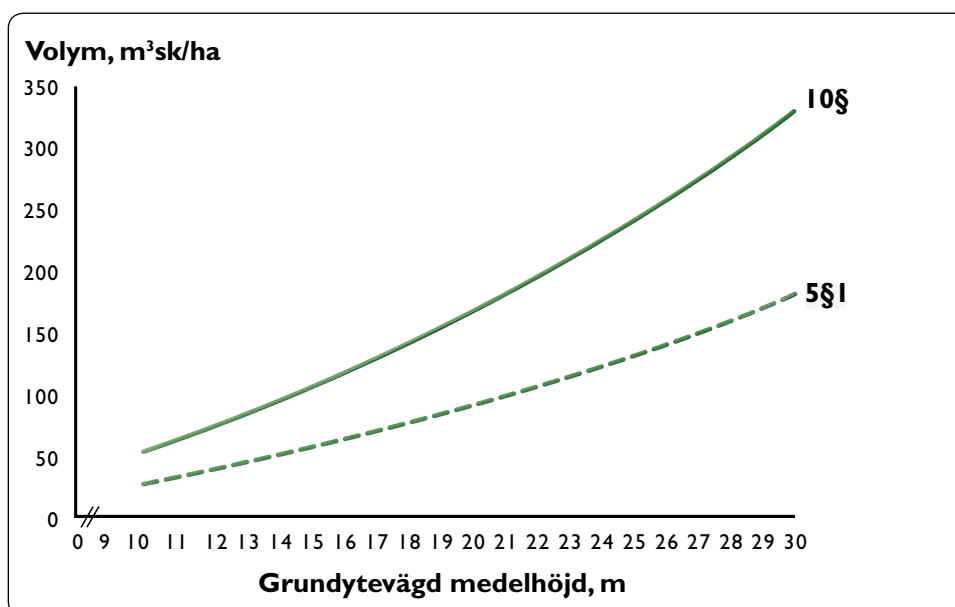
⁹⁴ Mielikäinen, K. 1985. Effect of an admixture of birch on the structure and development of Norway spruce stands. *Communications institute forestalis Fenniae* 113. (På finska med engelsk sammanfattning.)

Lagar och regler

Skogsvårdslagen från 1993 är betydligt liberalare än sina föregångare när det gäller gallring. Tidigare var i princip höggallring förbjudet. Resultat från GG-försöken öppnade för höggallring.

Skogsvårdslagen anger att avverkning ska främja skogens utveckling eller vara ändamålsenlig för återväxt av ny skog. I föreskrifter och allmänna råd till skogsvårdslagens 10 §, anges hur skogens utveckling ska främjas. Virkesförrådet efter gallring ska vara så stort att markens virkesproducerande förmåga utnyttjas. De kvarlämnade träden ska vara jämnt fördelade över arealen, trädslag som kan ge en tillfredställande virkesproduktion ska gynnas i gallringen och skador ska så långt som möjligt undvikas.⁹⁵

I en bilaga till skogsvårdslagen finns ett diagram för att avgöra när skogens täthet är för låg (figur G29).



Figur G29 Virkesförrådsdiagram till skogsvårdslagen 10 § och 5 §.⁹⁶ Den heldragna linjen visar lägsta tillåtna täthet efter gallring, 10 § i skogsvårdslagen. Observera att höjden uttrycks som grundytevägd medelhöjd. Den är i allmänhet någon eller några meter lägre än ett bestånds övre höjd.

⁹⁵ Skogsstyrelsen. 2014. *Skogsvårdslagstiftningen. Gällande regler 1 september 2014*. Tillgänglig på www.skogsstyrelsen.se, Lagen.

⁹⁶ Skogsstyrelsen. 2014. *Skogsvårdslagstiftningen. Gällande regler 1 september 2014*. Tillgänglig på www.skogsstyrelsen.se, Lagen. Bilaga 1: Virkesförrådsdiagram.

Gallringsförsök

Gallring och dess effekt på skogen var en viktig forskningsuppgift när skogsforskningen i Sverige organiserades i Skogsforskningsinstitutet år 1902.⁹⁷ De tidiga försöken har gett mycket kunskap om gallring, men för att ytterligare förbättra kunskapen om hur gallring och gödsling påverkar utvecklingen i tall- och granskogar anlade dåvarande Skogshögskolan en ny stor serie försök från 1960-talets slut. De har nu följts i mer än 30 år och starkt bidragit till vår kunskap om gallringens effekter i tall och gran.

En stor serie gallrings- och gödslingsförsök, ofta kallade GG-försöken, anlades i Sverige från 1966 till 1981. Försöken anlades som ett så kallat blockförsök där en lokal, ofta kallad försöksyta, kan betraktas som ett block. Varje block innehåller 6–9 försöksled, det vill säga olika behandlingar. Sverige delades upp i fyra regioner och målsättningen var att lägga ut tio block i vardera trädslaget i varje region. Det visade sig dock omöjligt att hitta lämpliga försöksbestånd i gran i norra Sverige varför antalet ytor i gran är lägre än i tall. Tallytorna är väl spridda över hela landet. Granytorna är koncentrerade till södra Sverige och den nordligast finns vid Hudiksvall. Totalt utlades 48 block (eller ytor) i tallskog och 23 block (ytor) i granskog.⁹⁸

Varje försöksyta, eller block, består av flera avdelningar. Avdelningarna är i allmänhet 0,1 ha stora, ofta 25 m x 40 m, men små avvikelser förekommer. De är omgivna av en ca 10 m bred kapp som behandlats på samma sätt som resten av avdelningen. Det var höga krav på att avdelningarna inom ett block skulle var jämförbara före första gallring. Efter utstakning och kontroll av att avdelningarna före behandling var jämförbara lottades försöksleden mellan avdelningar inom en yta.

Den första gallringen utfördes vid i genomsnitt 13 m övre höjd för tall och 14 m för gran, men variationen är stor. Stamantalet före den första gallringen var i genomsnitt 2 200 för tall och 3 200 för gran. Ståndortsindex är för tallytorna i genomsnitt 24,8 m och för granytorna 33,1 m.

I efterhand har det visat sig att skillnaderna mellan regioner är liten vad gäller effekterna av gallring. Det finns i och för sig en skillnad i behandling av tall. I norra Sverige genomförs som mest tre gallringar och i södra fyra, men det påverkar inte de generella resultaten. Därför visas här resultaten för tall och gran för hela Sverige.

Tallytorna har kommit olika långt och alla försöksled finns inte på alla lokaler. I redovisningarna varierar därför antalet ytor. 35 tallytor med de vanligaste försöksleden har gallrats två gånger och sedan mätts ca tio år efter den sista gallringen. 13 av dessa ytor har dessutom försöksleden B(2:15), D(3:13)

⁹⁷ Näslund, M. 1952. Skogsforskningsinstitutets tillkomst och utveckling, 1902–1952. *Medd. från Statens skogsforskningsinstitut* 42:1.

⁹⁸ Nilsson, U., Agestam, E., Ekö, P.-M., Elfving, B., Fahlvik, N., Johansson, U., Karlsson, K., Lundmark, T. & Wallentin, C. 2010. Thinning of Scots pine and Norway spruce monocultures in Sweden – Effects of different thinning programmes and stand level gross- and net stem volume production. *Studia Forestalia Suecia* nr 219, 46 s.

och E(3:18) (se nedan). I genomsnitt var åldern för de 35 tallytorna vid första gallringen 40 år och senaste revisionen genomfördes vid i genomsnitt 72 års ålder.

För gran redovisas resultaten genomgående för åtta ytor. På dessa ytor har A-, D- och F-försöksleden gallrats minst fyra gånger och därefter mätts ca tio år efter den fjärde gallringen. I genomsnitt var åldern vid första gallringen 33 år och den senaste revisionen gjordes vid 62 års ålder.

Försöksleden

Försöksleden fastställdes efter diskussion mellan institutionen för skogsproduktion vid dåvarande Skogshögskolan och skogsbruket i Sverige. De viktigaste försöksleden finns på alla ytor inom en region. Andra försöksled finns inte på alla ytor. De viktigaste försöksleden var:

- I ingen gallring (kan benämnas jämförelse, eller kontroll)
- A standardgallring (vad som betraktades som normalt gallringsprogram när försöken planerades)
- B gallring till samma genomsnittliga täthet som standardgallringen men med färre och därmed större uttag
- C engångsgallring
- D extra stark gallring
- E senarelagd första gallring
- F höggallring med samma grundytanivå som standardgallring

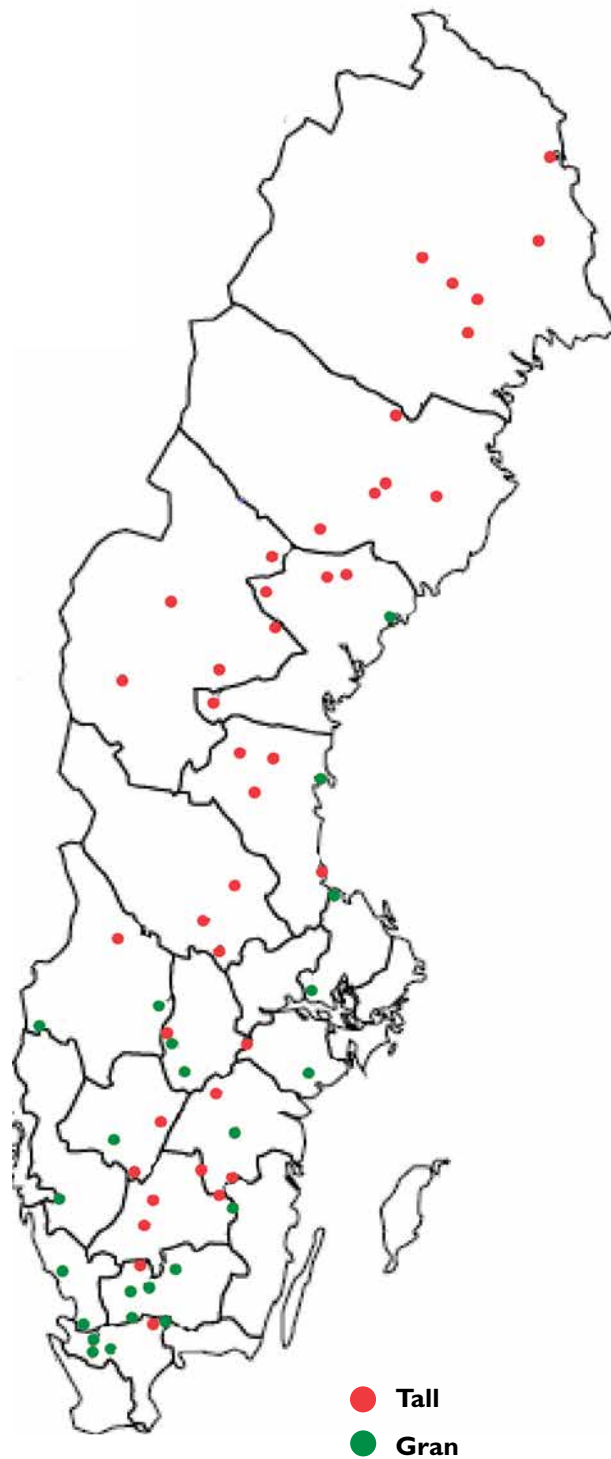
Fakta om försöksleden, uttag med mera finns i tabell G3 och G4.

I försöken ingick också gallring kombinerat med gödsling med kväve och med kväve plus fosfor. På några block finns också försök med stamkvistning, tidigarelagd första gallring och kvävegödsling av ogallrad skog. Inget av dessa försöksled behandlas här.

Gallringarnas utförande var noga definierade. Första gallringen skulle utföras som ett procentuellt uttag medan kommande gallringar utfördes för att reducera grundytan till i stort sett samma grundytanivå som efter den första gallringen. Grundytan efter gallring skulle öka med 2 m² per ha för en 10-års period (tabell G3 och figur G31).

Tabell G3 De viktigaste försöksleden för tall i serien GG-försök.

Försöksledets beteckning	Antal gallringar	Uttag första gallringen	Genomsnittlig grundyta efter gallring	Beskrivning av gallringsprogram
I (0:0)				Orörd, inga aktiva åtgärder.
A(3:18)	3	25 %	18 m ² /ha	Låggallring, ofta kallad standardgallring.
B(2:15)	2	40–43 %	15 m ² /ha	Låggallring. Samma genomsnittliga grundyta som A men färre uttag.
C(1:10)	1	63 %	10 m ² /ha	Engångsgallring, låggallring.
D(3:13)	3	45–50 %	13 m ² /ha	Låggallring. Gallrad vid samma tidpunkter som A men till en lägre grundyta.
E(2:18)sen	2	25 %	18 m ² /ha	Låggallring. Första gallringen ca 5 år senare än led A.
F(3:18)hög	3	25 %	18 m ² /ha	Höggallring. Första uttaget, antalet gallringar och grundyta efter samtliga gallringar jämförbart med A.



Figur G30 Karta över GG-försöken. Ursprungligen delades landet in i fyra regioner, i princip Götaland, Svealand, Norrlands kustland och Norrlands inland. Senare bearbetning av försöken visar att utvecklingen är lika i hela landet och vid redovisning av resultat har alla regioner slagits ihop.

Tabell G4 De viktigaste försöksleden för gran i serien GG-försök.

Beteckning	Antal gallringar	Uttag första gallringen	Genomsnittlig grundyta efter gallring	Beskrivning av gallringsprogram
I (0:0)				Orörd, inga aktiva åtgärder.
A(4:28)	4	20 %	28 m ² /ha	Låggallring. Ofta kallad standardgallring.
B(2:23)	2	40 %	23 m ² /ha	Låggallring till samma genomsnittliga grundyta som A men färre uttag.
C(1:12)	1	70 %	12 m ² /ha	Låggallring. Engångsgallring.
D(4:20)	4	50 %	20 m ² /ha	Låggallring. Gallrad vid samma tidpunkter som A men till en lägre grundyta.
F(4:28)hög	4	20 %	28 m ² /ha	Höggallring, första uttaget, antalet gallringar och grundyta efter samtliga gallringar jämförbart med A.

Beteckningar försöksled

I redovisningen av gallringsförsöken betecknas försöksleden med att ange antalet gallringar och grundytan efter första gallring.

Observera att grundytan efter gallring inte har varit densamma för alla lokaler utan försöksledsbeteckningen anger ett medeltal för alla lokaler. Att grundytan efter första gallring inte var densamma för alla lokaler berodde på att gallringsingreppet vid förstagallringen bestämdes av uttagsprocent istället för grundyta efter gallring. Därpå kommande gallringar gjordes ner till samma grundyta som vid första gallringen vilket innebär att gallringsstyrkan variera mellan gallringar.

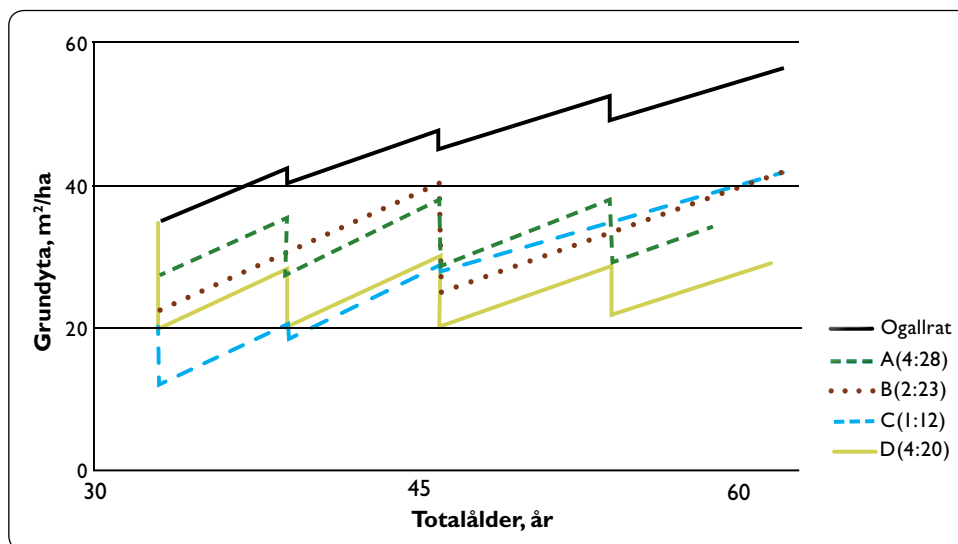
Var tillväxten hög kan gallringsstyrkan vara högre än vid den första gallringen men om tillväxten varit låg kan gallringsstyrkan vara lägre vid andra gallringen.

Om gallringen utfördes som höggallring anges det. I alla andra försöksled utfördes gallringarna som låggallring. Försenad gallring innebar att första gallringen sattes in samtidigt som andra gallringen i försöksleden som gallras oftast (A, D, F).

Exempel:

A(4:28) – fyra gallringar, i medeltal ner till en grundyta på 28 m²/ha efter gallring. Låggallring.

F(4:28)hög – fyra gallringar, i medeltal ner till en grundyta på 28 m²/ha efter gallring. Gallringarna gjordes som höggallring.



Figur G31 Principerna för gallring i serien GG-försök. Som exempel visas gallringsprogrammen för några av försöksleden i gran. Vid första gallringen togs 20 %, 40–43 %, 70 % och 40–50 % av grundytan ut och lämnade i medeltal 28, 23, 12 och 20 m²/ha efter gallring. Vid kommande gallringar reducerades grundytan ner till ungefär samma grundyta som efter den första gallringen. Minskningen i grundyta för den ogallrade avdelningen, I(0:0) är självgallring.

All gallring gjordes genom selektiva uttag. Stickvägar lades utanför avdelningarna eller i yttre delarna av kapporna. Kapporna gallrades på samma sätt som nettoavdelningen. Gallringen skulle göras så att träden i kvarvarande beståndet blev jämnt fördelade.

Gallringen i alla aktivt gallrade försöksled, utom ett, hade ett tydligt inslag av låggallring. Särskilt den första gallringen var inriktad mot mindre stammar och gallringskvoten skulle vara mellan 0,7 och 0,9.

I försöksledet med höggallring skulle uttag och grundyta efter gallring vara densamma som i den så kallade standardgallringen (A). Uttaget skulle främst ske genom gallring bland de största träden och gallringskvoten skulle vara större än 1,15. Träd under 10 cm fick inte tas bort i höggallringen.

Ekonomiskt utfall av gallringsprogram

Det finns inget gallringsprogram som är det bästa i alla situationer. En mängd faktorer ska vägas in. Ägarens ekonomi, risken för stormskador och förväntningar på prisutveckling för att bara nämna några. Dessutom är alla bestånd olika före gallring.

Gallring påverkar beståndet på en mängd sätt. Risken för stormskador är ett. Urvalets påverkan på kvalitet, diameterfördelning och mängden levande virke är några andra. Några av dessa effekter kan sammanfattas i en beståndskalkyl där det ekonomiska utfallet av gallringar och slutavverkning beräknas. Det genomsnittliga ekonomiska utfallet för 35 GG-försök med tall och åtta med gran har beräknats.

Nettoinkomsten från avverkningar har skattats utifrån bland annat medeldiameter och medelträdetts volym. Även om ytorna har följts länge återstår för de flesta ytor några år till slutavverkning. För att finna lämplig slutavverkningstidpunkt har bestånden skrivits fram med tillväxtfunktioner⁹⁹ tills förräntningen¹⁰⁰ kom att underskrida 2,5 %. För tall blev genomsnittliga omloppstiderna 74–84 år och för gran 62–69 år. Längst omloppstider fick de höggallrade avdelningarna där diametern är liten vid slutrevisionen och värdet ökar när diametern ökar. Kortast omloppstid fick de ogallrade avdelningarna där de stora volymerna och därmed värdena gjorde att förräntningen tidigare än i andra program underskred 2,5 %.

En svårighet vid beräkningarna är att fastställa generella priser. Priserna varierar mellan olika delar av landet och dessutom är svängningarna mellan olika år och årstider stor. Allt mer virke betalas efter förhandlingar mellan markägare och köpare och prislistor anger snarare lägsta pris vid leveransvirkesförsäljning än ett generellt medelpris. Det föreligger naturligtvis osäkerhet beträffande flera andra faktorer också, så är till exempel uppdelningen i sortiment grovt generaliserad och priser för olika sortiment är olika i olika delar av Sverige. Eventuella skillnader i virkets kvalitet mellan försöksled ingår heller inte. I tabell G5 redovisas avverkningarnas netto för några olika trädstorlekar av tall och gran beräknade med använda priser och avverkningskostnader.

Eftersom kostnader och intäkter utfaller vid olika tidpunkter går de inte att jämföra direkt, utan jämförelsen görs av nuvärde vid senaste revision av försöken. Alla värden har därför räknats om till senaste revisionen av försöken med ränta på ränta. Ränta om 2,5 % har använts. På samma sätt som kapital på ett bankkonto växer med ränta på kapitalet, värderas inkomster upp som uppkommit tidigare och tvärtom för framtida inkomster. Med 2,5 % ränta

⁹⁹ Heureka systemet har använts. Det finns att pröva här: <http://www.slu.se/heureka>. För en beskrivning av systemet se: Wikström, P., Edenius, L., Elfving, B., Eriksson, L.O., Lämås, T., Sonesson, J., Öhman, K., Wallerman, J., Waller, C. & Klintebäck, F. 2011. The Heureka forestry decision support system: An overview. *Mathematical and Computational Forestry & Natural-Resource Sciences* 3(2), s. 87–94.

¹⁰⁰ Mer om skogsekonomi: *Skogsskötselserien*. Del 18. Skogsskötselns ekonomi, www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien

är nuvärdet av till exempel ett gallringsnetto på 1 000 kr om tio år 1 280 kr, och nuvärdet av ett slutavverkningsnetto på 100 000 som beräknas utfalla om tio år är 78 120 kr.

Tabell G5 Avverkningsnetto i gallring och slutavverkning för några olika trädstorlekar av tall och gran beräknade med aktuella priser och avverkningskostnader.¹⁰¹

	Medelstam	Dg	Gallringsnetto		Slutavverkningsnetto	
	m ³ sk/träd	cm	Kr/m ³ sk	Kr/träd	Kr/m ³ sk	Kr/träd
Tall	0,05	10,3	81	4		
	0,1	13,6	159	16		
	0,25	19,8	226	57	248	62
	0,5	25,5	299	149	317	159
	0,75	31,1	336	252	357	268
	1	37,4			380	380
	1,25	38,1			401	501
Gran	0,05	7,2	133	7		
	0,1	13,3	220	22		
	0,25	17,7	280	70	294	74
	0,5	24	308	154	331	166
	0,75	28,2	344	258	360	270
	1	30,5	372	372	378	378
	1,5	39			388	582
	2	43,2			405	810

Tall

Beräkningar har gjorts för fyra försöksled från serien GG-försök: ingen gallring (försöksled I), 3 gallringar utförda som låggallring (försöksled A) och som höggallring (F), samt en stark gallring (C)¹⁰². Första gallringen gjordes när bestånden i genomsnitt var 40 år gamla. Där tre gallringar har utförts har de gjorts vid i medeltal 40, 51 och 62 års ålder. Senaste revision av försöket utfördes när bestånden var i medeltal 72 år gamla och omloppstiderna beräknades till i genomsnitt 74 till 84 år beroende på försöksled.

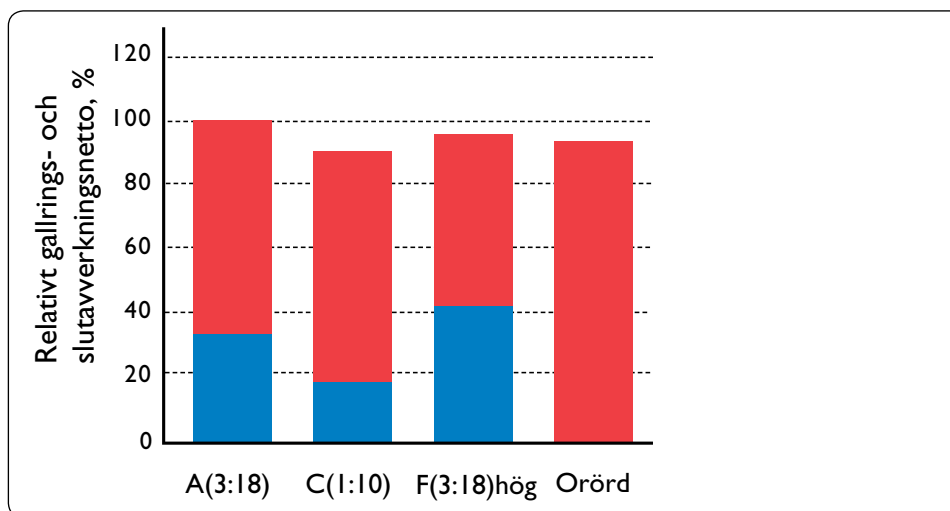
Det beräknade utfallet av gallringsprogrammen framgår av figur G32. Det är små skillnader i ekonomiskt utfall mellan de gallrade och de ogallrade

¹⁰¹ Här, liksom i övriga texten, har skogskubikmeter m³sk använts. Den enheten används i skogsbruket för stående träd. När träden fällt och virket upparbetats använts oftast fast under bark, m³fub. Skillnaden är topp och bark inte ingår i m³fub. Andelen topp och bark varierar beroende på dimensioner och trädslag. Ett vanligt omräkningsal är 1 m³sk motsvarar 0,84 m³fub, men för klena träd är omräkningstalet mindre, dvs. större andel avgår i form av toppar och bark. För grova träd är det tvärtom.

¹⁰² För utförligare beskrivning av försöksleden i tall hänvisas till tabell G3.

alternativen, men 3 låggallringar (försöksled A) har gett högst sammanlagt avverkningsnetto och försöksled C (en stark och tidig gallring) lägst. De ogallrade avdelningarna har på grund av den stora stående volymen det största slutavverkningsnettot. Höggallringen har lägst slutavverkningsnetto men högst netto från gallringar.

Skillnaderna mellan alternativen är små och relationerna mellan dem kan förändras med förändrade priser, till exempel massavedspriserna påverkar särskilt gallringsnettot i klen skog och priset för grovt timmer påverkar särskilt nettot vid slutavverkning.



Figur G32 Ekonomiska utfallet av 4 gallringsprogram i tall. Medeltal av 35 ytor. Relativa värden där utfallet för försöksled A är satt till 100 %. Nuvärde vid tidpunkt för sista revision är beräknat med 2,5 % ränta. Rött är slutavverkningsnetto och blått är summan av gallringsnettona. Första siffran i behandlingsbeteckningen avser antalet gallringar och andra siffran avser grundyta efter gallring i medeltal. För en utförligare beskrivning av behandlingarna se figur G6 och tabell G3.

Gran

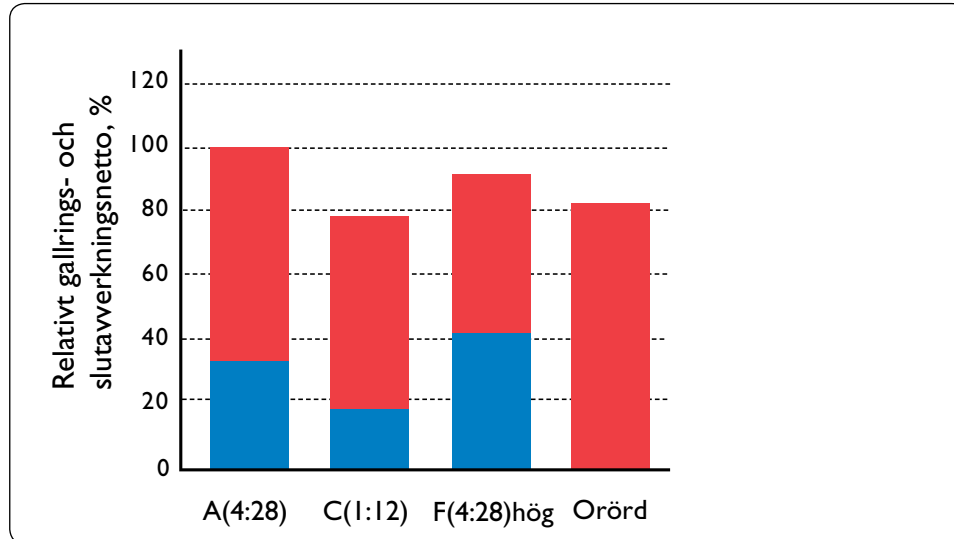
Beräkningarna har gjorts för fyra försöksled från serien GG-försök i gran: ingen gallring (försöksled I), fyra gallringar utförda som låggallring (försöksled A) och som höggallring (F) och en stark gallring (C)¹⁰³. Första gallringen gjordes när bestånden i genomsnitt var 33 år gamla. Där fler gallringar har utförts har de gjorts vid i medeltal 33, 39, 46 och 54 års ålder. Senaste revision av försöket utfördes när bestånden var i medeltal 62 år gamla och omloppstiderna varierade för olika försöksled från i genomsnitt 62 för ingen gallring till 69 år för höggallring.

För gran har med de givna förutsättningarna försöksled A (upprepade låggallringar) gett det högsta nuvärdet och det ogallrade alternativet det lägsta (figur G33).

De sammanlagda gallringsintäkterna har varit ungefär lika för hög- och låggallring. I de första gallringarna gav höggallring ett större netto på grund

¹⁰³ För utförligare beskrivning av försöksleden i gran hänvisas till tabell G4.

av uttag av större träd men vid senare gallringar bestod gallringsuttaget ofta av klent virke genom att grova träd redan har gallrats bort och gav därmed ett lågt netto. Totalt sett har höggallring gett ett sämre ekonomiskt resultat än låggallring.



Figur G33 Ekonomiska utfallet av fyra gallringsprogram i gran, GG-försöken. Medeltal av åtta ytor. Relativa värden där utfallet för försöksled A är satt till 100 %. Nuvärde vid tidpunkt för sista revision är beräknat med 2,5 % ränta. Rött är slutavverkningsnetto och blått är summan av gallringsnettona. Första siffran i behandlingsbeteckningen avser antalet gallringar och andra siffran avser grundyta efter gallring i medeltal. För en utförligare beskrivning av behandlingarna se figur G6 och tabell G4.

Ytterligare aspekter på gallring

Hittills har framställningen varit inriktad på gallringens roll vid produktion av virke i bestånd som varit relativt väl skötta genom röjning. I praktiskt skogsbruk visar det sig att ett gallringsbestånd inte alltid är välskött eller att det finns andra mål än virkesproduktion med beståndet. I detta avsnitt behandlas några ytterligare aspekter på gallring än virkesproduktion.

Gallring i konfliktbestånd

Ofta används begreppet konfliktbestånd för bestånd där nästa åtgärd inte är självklar. I många fall står valet mellan omedelbar röjning eller en senare gallring, men där inget av alternativen är självklart och där ingreppet varken är en traditionell röjning eller en traditionell gallring. Oftast är det fråga om bestånd där röjningen inte utförts vid normal höjd men där beståndet ännu inte nått sådan dimension och höjd då gallring vanligen utförs, det vill säga det rör sig om 6–9–12 meter höga bestånd, ofta stamrika med klen diameter (figur G34).



Figur G34 Exempel på ett så kallat konfliktbestånd (i bakgrunden) som uppkommit på grund av utebliven röjning vid normal höjd (ca 2–4 m). I denna typ av bestånd står valet ofta mellan omedelbar röjning eller en senare gallring (som kan kräva en besvärlig förröjning för att kunna utföras effektivt och med acceptabelt resultat). Foto Jenny Stendahl.

I ett typiskt konfliktbestånd står valet mellan omedelbara åtgärder, som då brukar kunna karaktäriseras som sen röjning, eller att vänta och utföra en gallring. En sen röjning medför nackdelar, framförallt är det dyrt.¹⁰⁴ Att vänta och gallra senare medför också en rad nackdelar. Det finns risk för skador, främst snöskador i det orörda beståndet i väntan på gallring och åren efter

¹⁰⁴ Se: *Skogsskötselserien* del 6, Röjning. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

gallring, dimensionsutvecklingen är dålig i täta bestånd, stor konkurrens kan medföra att stora träd, inte alltid med bra kvalitet eller av önskade trädslag, kommer att dominera beståndet så kraftig att det inte går att göra ett bra val av stammar vid gallringen. En gallring i täta bestånd med liten medeldiameter är också dyr och ger låga intäkter. Gallring i tidigare mycket täta bestånd ökar också risken för stormskador efter gallring.

En fördel med att lämna täta så kallade konfliktbestånd skulle kunna vara kvalitetsdaning. Trängsel ger klenare kvist och högre krongräns, men det ska ställas mot de mindre möjligheterna att lämna trädslag och träd med önskade egenskaper.

Det ökade intresset för bioenergi och den tekniska utveckling som medför kostnadsminskningar för att utföra sena röjningar och klena gallringar håller på att förändra situationen så att konfliktbestånd kan behandlas med ett annat ekonomiskt utfall än för bara några år sedan.¹⁰⁵

Gallring med uttag av skogsbränsle

Bränsle i olika former är kanske den allra viktigaste användningen av virke sett över hela den tid människan nyttjat skogen. I Sverige idag är massaved och sågtimmer de viktigaste sortimenten men av flera skäl har skogen som en resurs för uttag av energi med tiden alltmer lyfts fram. Detta har antagits förändra användningen av skog och förbättra skogsbrukets ekonomi. I gallringsfasen är uttag av toppar och grenar eller hela träd i samband med gallring det som kan vara aktuellt. Ofta används begreppen klenvirkes- eller skogsbränslegallring (figur G35).



Figur G35 En första gallring med uttag av olika helträd och träddeklar som skogsbränsle, så kallad klenvirkes- eller skogsbränslegallring. Foto Jenny Stendahl.

¹⁰⁵ Karlsson, L. 2013. Silvicultural regimes and early biomass thinning in young, dense pine stands. SLU. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae*, 2013:90.

En metod är att hela träd eller träddelar samlas för att sedan sönderdelas till bränsleflis. En annan metod är att ta ut hela träd för att flisa delar – toppar och grenar – och använda andra delar till traditionella sortiment.

Uttag av skogsbränsle i gallringar har diskuterats länge och genomförts också i praktisk skala. Men det är fortfarande inte lika omfattande som uttag av traditionella sortiment. Orsaken är främst ekonomisk. Det är dyrt per kubikmeter att hantera enskilda klena träd. Därför har maskiner tagits fram som hanterar flera träd samtidigt¹⁰⁶, men det troliga är att kostnaderna måste ner ytterligare innan klenvirkessortiment blir ett riktigt viktigt sortiment.

Det går naturligtvis att tänka sig att priserna för energisortiment stiger så att de blir intressanta alternativ till traditionella sortiment. Det är både fråga om teknikutveckling – hur mycket kostnaderna kan pressas – och hur priset på skogsbränslesortimentet utvecklas.

Några andra viktiga aspekter är att i gallring används kvistar och toppar i stickvägen för att minska körskador. Utan så kallad risning av stickvägarna blir körskador på rötter och mark ofta ett problem med de maskiner som används idag.

Barr och klena kvistar är näringsrika och att föra bort dem påverkar de kvarvarande trädens reaktion på gallring.¹⁰⁷ Snö- och stormskador skulle kunna vara ett problem. Genom att underlåta att röja vid vanlig tid och hålla beståndet tätt fram till en klenvirkesgallring blir träden gängliga med liten diameter, vilket ökar risken för snöskador. Efter uttag i tidigare täta bestånd skulle risken för stormskador kunna bli större än efter mer normala gallringar vid samma trädhöjd.

Stubbar vid klenvirkesuttag kan bli en inkörspport för rotröta men om det är ett större problem än vid traditionell röjning eller gallring är inte känt.¹⁰⁸ Uttag av klena träd skulle kunna ha en negativ effekt på kvalitetsutvecklingen, beroende både på när urvalet görs och när och hur mycket tätheten i beståndet sänks. Det saknas alltså erfarenheter och kunskap om effekterna på det kvarvarande beståndet av klenvirkesuttag.

Gallring med olika möjliga inriktningar i heterogen skog

Alla bestånd är inte trädslagsrena, jämna och tidigare skötta med röjningar såsom mer eller mindre förutsätts i gallringsmallar och representeras i gallringsförsök. Hur ska man då se på gallring i heterogena bestånd?

Ett första steg är att försöka fastställa varför beståndet är heterogent, vad det har funnits för tankar med beståndet och dess skötsel tidigare. Finns det möjlighet och anledning att fortsätta skötseln i samma riktning? Att ändra strategi under ett bestånds utveckling är inte alltid det bästa och många ambi-

¹⁰⁶ Bergström, D., Bergsten, U., Hörnlund, T. & Nordfjell, T. 2012. Continuous felling of small diameter trees in boom-corridors with a prototype felling head. *Scandinavian Journal of Forest Research* 27, s. 474–480.

¹⁰⁷ Se: *Skogsskötselserien* del 17, Skogsbränsle. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

¹⁰⁸ Se: *Skogsskötselserien* del 12, Skador på skog. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserieserien.

tiösa satsningar har gått om intet för att skogsskötare inte har förstått eller följt ursprungliga intentioner. Därmed inte sagt att strategin för ett bestånd inte kan förändras – skogen och omvärlden förändras och inte alltid som förutsett.

Nästa steg bör vara att se vad det finns i beståndet: Vad är förutsättningarna och vad kan vara ett bra mål för skötseln av beståndet utifrån den nuvarande situationen? Inriktningen kan vara på naturvärden, värdeproduktion, volymproduktion eller något annat, samt utifrån vilka trädslag och typer av träd och strukturer som finns i beståndet (figur G36).



Figur G36 Heterogen skog som kan gallras med olika inriktningar, till exempel kan enbart björk eller enbart gran gallras fram, eller kan gallringen utföras så att beståndet består av ungefär hälften gran och hälften björk med inslag av en del tall. Foto Jenny Stendahl.

Finns det mer än ett trädslag så är det viktigt att bedöma hur de olika trädslagen passar på ståndorten och vilka som är värda att ha kvar. Olika trädslag har olika krav; ståndorten är naturligtvis helt avgörande. Men även om ett trädslag skulle passa på en ståndort kan dess aktuella egenskaper vara sådana att det inte är meningsfullt att satsa vidare på det. Virkeskvaliteten kan var dålig eller det kan vara överskärmat och därmed ha en liten och inte utvecklingsbar krona.

Är skogen ojämn, med varierande krontak, höjdspridning, kanske olikåldrig, gäller att se vilka träd som har möjlighet att utvecklas efter en gallring. Träd med stor grön krona har goda chanser att utvecklas, men det kan också betyda att de har dålig kvalitet med grova kvistar. Ska träd tas bort måste det finnas andra som kan ta över. Träd ska inte avverkas för att de anses dåliga ur någon eller några aspekter, utan för att en avverkning gynnar andra träd som bedöms vara bättre.

Gallringsmallar ger en vägledning om lämplig täthet för olika utvecklingsstadier av de vanliga trädslagen. För lövträd finns också rekommenda-

tioner om täthet.¹⁰⁹ De kan vara vägledande, men ofta måste det mest krävande trädslagets behov av ljus avgöra. Det medför oftast en lägre täthet än bara ett medelvärde av lämplig täthet för de olika ingående trädslagen.

Det finns en hel rad andra faktorer att ta hänsyn till förutom de som omnämndes ovan: Är det värt att göra ett ingrepp? Vilka är riskerna? Vilka är kostnaderna i förhållande till nyttan? Med nytta bör avses alla aspekter, för naturvård, rekreativsvärden, virkesvärde, med flera. Ingrepp i heterogen skog kan öka risker för stormskador, särskilt om träd som tidigare stod skyddade får en friare ställning i beståndet.

Gallra eller inte gallra – gallring i praktiken

Inledningsvis i denna del av Skogsskötselserien angavs att det inte är nödvändigt att gallra skog, utan det är en åtgärd som görs för att skogsägaren ska uppnå sina mål. Om och hur ett bestånd ska gallras beror alltså på målsättning med beståndet.

Rätt gallringstidpunkt viktigare för vissa trädslag

För många bestånd fungerar gallringsmallar utmärkt, därmed inte sagt att de måste följas. Men mallarna ger vägledning om lämplig täthet efter gallring och tidpunkt för gallring. För en del trädslag är tidpunkten viktigare än för andra. Generellt är ljuskrävande trädslag känsligare för att inte gallras vid rätt utvecklingsstadium. Om sådana bestånd sluter sig medför det att kvalitetsmässigt bra träd kan trängas av större träd med välutvecklad krona ("vargar").

För bestånd där hög volymproduktion är målet är det mindre viktigt att gallra vid rätt tillfälle eftersom täta bestånd generellt har hög volymproduktion. För trädslag som gran och bok är inte tidpunkten så avgörande för volym- och värdeproduktion som för till exempel tall och björk. Även om det primära målet är annat än volymproduktion ger gallringsmallar vägledning om vad som kan vara en rimlig täthet, men helt andra faktorer kan komma att avgöra gallringsprogrammet.

Fältbesök ger viktig information om gallring

Gallringsmallar säger inte allt och är framförallt inriktade på virkesproduktion. Att besöka bestånd i fält och få en uppfattning på plats är ett viktigt komplement till gallringsmallen om målet är volymproduktion, men det är helt nödvändigt om målet är något annat. Om tiden inte räcker till för återkommande fältbesök kan en lämplig prioritering vara att besöka lövbestånd före barrbestånd, ljuskrävande trädslag före skuggtåliga, bördiga ståndorter oftare än magra, samt bestånd med andra målsättningar än volymproduktion före bestånd där målet i första hand är volymproduktion.

Samma prioritering som ovan gäller när det är frågan om att gallra vid rätt tillfälle. Det händer inte mycket om en granskog lämnas orörd några år, särskilt inte på mindre bördiga marker, mer än att den blir tätare och volymen ökar.

¹⁰⁹ Se: *Skogsskötselserien* del 9, Skötsel av björk, al och asp, och del 10, Skötsel av ädellövskog. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

I ett lövbestånd kan en uppskjuten gallring på några få år betyda att antalet utvecklingsbara stammar av god kvalitet, framtidsstammar, reduceras och mer vargliknande träd tar över och möjligheterna att skapa ett värdefullt slutbestånd minskar. Beroende på skogsägarens mål kanske det inte gör något, men i allmänhet är det önskvärt med god virkeskvalitet. Uppskjuten gallring kan också betyda att risken för skador, främst snöskador, ökar och att trädens kronor minskar vilket minskar deras förmåga att reagera med ökad tillväxt på gallring.

Att planera gallringar är en utmaning

Rotröta och stormskador är de två allvarligaste skadorna som drabbar skog i gallringskedet. Planering av gallring för att minska risken för dessa två skador bör därför vara högt prioriterat. De beskrivs i egna avsnitt på annan plats. Det är inte självklart hur ett enskilt bestånd ska gallras med tanke på dessa två problem och det blir inte enklare att planera gallring i ett skogsbruk som består av många bestånd. Kostnaden för gallring kan bli mindre om flera bestånd gallras samtidigt, men det kan innebära att en del bestånd gallras tidigare och andra senare än vad som skulle vara lämpligt för de enskilda bestånden.

Nygallrade bestånd är känsliga för stormskador och det är olämpligt att ta upp hyggen bredvid ett sådant. Virkespriser varierar över tiden men även över året. Bestånd på mindre bäriga marker avverkas med fördel på vintern när det finns chans att det är fruset. Att planera gallringar för ett skogsinnehav med många bestånd är en utmaning.

Gallring om målet inte är volymproduktion

Gallring kan ses som ett verktyg att skapa eller styra skogen i önskvärd riktning. Av tradition har forskning om gallring studerat effekterna på volym- och värdeproduktion. Men gallring är ett redskap även för att påverka skogen och höja till exempel natur- och rekreationsvärden samt bevara kulturmiljövärden.

Egentligen är det ganska enkelt: Gallring innebär att träd tas bort och andra träd och strukturer gynnas. Detta kan direkt och på sikt förändra beståndet. Kunskap om hur gallring påverkar skog och vilka risker som är förknippade med gallring är generell och användbar även när målet med gallring är något annat än de traditionella.

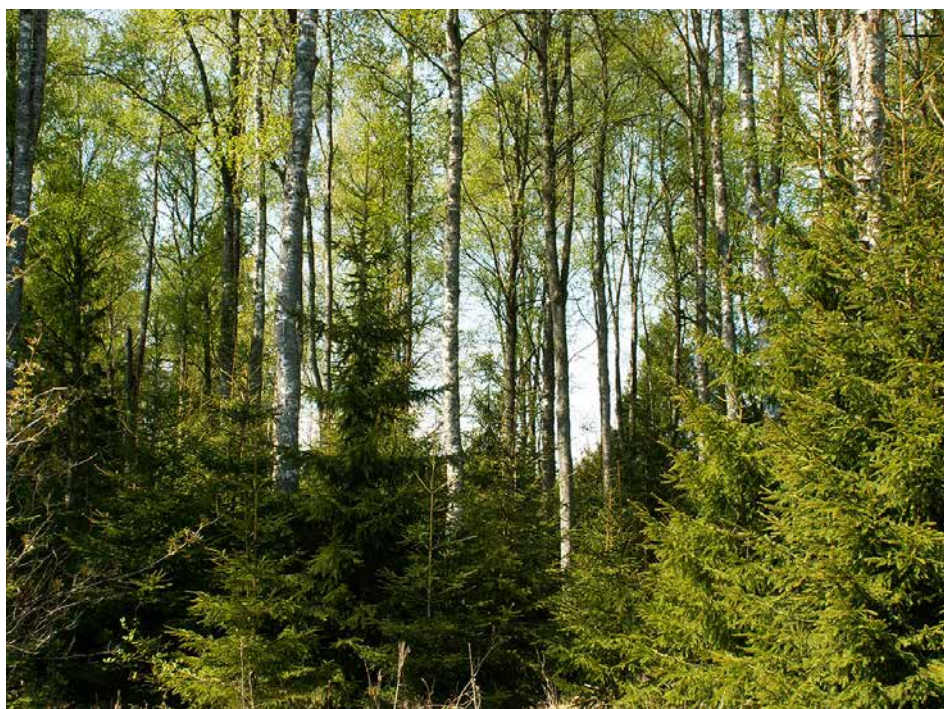
Naturvård

Ofta anges mer drastiska åtgärder än gallring för skötsel av bestånd eller områden med höga naturvärden. Fri utveckling, det vill säga lämna skogen orörd, är en mycket vanligt för bestånd med naturvärden¹¹⁰. Men gallring, utglesning och avverkning av träd, bör vara en åtgärd att överväga i många situationer. Skog är dynamisk, även skog med naturvärden, och utan åtgärder förändras den och därmed påverkas arter, miljöer och strukturer.

¹¹⁰ Niklasson, M. & Nilsson, S.G. 2005. *Skogsdynamik och arters bevarande*. Studentlitteratur. 318 s.

Risk för grandominans

På bördigare marker blir ofta gran dominerande med alla de effekter det medför för övriga trädslag, markflora, med mera (figur G37). Med aktiv avverkning, gallring, förändras miljön så att ljustillgången ökar. Det gynnar mer ljuskrävande trädslag och markfloran.¹¹¹ Det betyder för det allra mesta att gallring i naturvårdande syfte inriktas på avverkning av gran. Inom detta område saknas mycket kunskap, både om vad som är lämpliga mål för bestånd med höga naturvärden och hur naturvärden ska bevaras och eventuellt förstärkas. En träffande beskrivning är att ”antalet naturvårdare per skyddad arealenhet ökar starkt från norr till söder och de många naturvårdarna i söder har många olika infallsvinklar och åsikter”.¹¹²



Figur G37 Genom granens förmåga att utvecklas under förväxande träd kan den konkurrera ut mer naturvårdsmässigt värdefulla träd i blandbestånd med framför allt lövträd. Gallring i naturvårdande syfte inriktas därför ofta på avverkning av gran. Foto Jan Bengtsson.

Lövträd kan gynnas på olika sätt

I naturvårdsarbete är det viktigt att tänka på vilka miljöer och strukturer som i varje enskilt fall och i det befintliga landskapet är värdefulla och därmed bör gynnas.¹¹³ Med gallring kan lövandelen behållas och till och med ökas.

Just lövandel anses ofta vara något eftersträvansvärt och i FSC:s skogs-

¹¹¹ Götmark, F. 2010. Skötsel av skogar med höga naturvärden. *Svensk Botanisk Tidskrift* 104, häfte S1.

¹¹² Götmark, F. 2010. Skötsel av skogar med höga naturvärden. *Svensk Botanisk Tidskrift* 104, häfte S1.

¹¹³ Niklasson, M. & Nilsson, S.G. 2005. *Skogsdynamik och arters bevarande*. Studentlitteratur. 318 s.

bruksstandard¹¹⁴ anges att där naturliga förhållanden medger ska minst 10 % (5 % i Norrland) av volymen i avverkningsmogen skogen bestå av lövträd.

I de allra flesta fall kan mängden lövträd inte öka eller lövträd kunna finnas kvar om inte särskild hänsyn tas till dem i gallring. Troligen är det både enklare och mer ekonomiskt att koncentrera lövträden till grupper eller kanter i ett bestånd än att försöka sköta beståndet så att de står utspridda bland barrträden.

Kantzoner, särskilt mot öppen mark, eller grupper med stor lövinblandning i barrskog kan innehålla naturvårdsmässigt värdefulla strukturer som buskskikt med ljuskrävande arter. Bra åtgärder i sådana områden kan vara att genom gallring gynna lövträd och buskar på barrträds bekostnad.

Evighetsträd, högstubbar och hårda gallringar

Gallring kan innebära ökade möjligheterna till framtida högre biodiversitet.¹¹⁵ Ett genomtänkt val av evighetsträd kan börja i gallringsfasen (eller till och med i röjningsfasen). Träd av arter och med egenskaper som gör dem lämpliga som evighetsträd kan gärna gynnas redan vid gallringar. Högstubbar som lämnas vid gallring har visat sig ha samma antal arter som högstubbar lämnade vid slutavverkning¹¹⁶.

Den inriktning på gallring som antyds ovan skiljer sig från traditionell gallring. Den blir ofta hårdare, det vill säga uttaget blir större. Trädslagsvalet görs inte heller utifrån produktionspotential utan efter andra kriterier. Det innebär att trädslag som björk eller ädla lövträd lämnas i större utsträckning än annars. Men kunskap om gallring och trädslagets produktion är fortfarande tillämplig, till exempel att hårda gallringar sänker tillväxten mer än svaga gallringar (se till exempel figurerna G14 och G16) och att det finns en variation av kvalitetsegenskaper i ett bestånd (figurerna G18 och G19).

Rekreation och friluftsliv

Skogens värde för rekreation, hälsa och välbefinnande framhålls ofta¹¹⁷, men behandlas här endast kortfattat:

Sedan länge har rekreation, som friluftsliv, idrott i olika former, bär- och svamplockning samt jakt utförts i de skogar som funnits tillgängliga. Det är för det allra mesta brukade skogar där vanliga skogsvårdsåtgärder inklusive gallring utförts utan större tanke på andra värden än virkesproduktion.

För många olika former av rekreation i skogsmiljö uppskattas god sikt, variation vad gäller trädslag och strukturer, samt höga träd – pelarsalar – framför unga skogar med låga träd. Också träd med högt ansatta kronor som ger god sikt genom beståndet uppskattas framför träd lågt ansatta kronor.¹¹⁸

Med gallring kan flera av dessa egenskaper regleras på kort eller lång sikt.

¹¹⁴ Se: <http://se.fsc.org/>.

¹¹⁵ Se: *Skogsskötselserien* del 14, Naturhänsyn. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

¹¹⁶ Lindblad, M. & Abrahamsson, M. 2008. Beetle diversity in High-stumps from Norway spruce thinnings. *Scandinavian Journal of Forest Research* 23, s. 339–347.

¹¹⁷ Till exempel: Annerstedt, M. 2011. Nature and public health. Aspects of promotion, prevention, and intervention. SLU, *Acta Universitatis agriculturae Sueciae*, 2011:98.

¹¹⁸ Lindhagen, A. 1996. Forest recreation in Sweden: four case studies using quantitative and qualitative methods. SLU, inst. för skoglig landskapsvård. *Rapport* 64.

Framkomligheten är viktig i rekreationsskogar. Därför måste befintliga stigar och körvägar behållas och avverkningar planeras för att undvika körskador. Ris på marken efter gallring är negativt eftersom det försvårar framkomligheten, varför uttag av avverkningsavfall, grenar och toppar har ett värde utöver intäkten (figur G38). Å andra sidan är grenar och toppar i stickvägar ett sätt minska risken för körskador, något som uppfattas som mycket negativt i all rekreationsskog.

Hur stickvägarna dras vid gallring i skog som frekvent används av allmänheten kan ha betydelse för hur gallringen upplevs. Körning på befintliga stigar bör alltid undvikas och måste en stig passeras bör den korsas vinkelrätt på så få ställen som möjligt för att minimera påverkan. Det kan vara lämpligt att dra stickvägarna parallellt med befintliga vägar och stigar så att de exponeras så lite som möjligt för en besökare.



Figur G38 Många människor uppskattar god sikt i sin närskog. Här har i huvudsak gran gallrats ut och tallar och en del björkar lämnats. Notera att skogsmaskinerna inte använt stigen för att köra på och att den korsats vinkelrätt för att minimera negativ påverkan. Hyggesavfall (grenar och toppar) har tagits ut för att förbättra framkomligheten. Foto Erik Rahm.



Figur G39 Ogallrad granskog. Tönnersjöhedens försökspark, ytan T4.
Foto Eric Agestam.



Figur G40 Gallrad granskog. Tönnersjöhedens försökspark, yta T4.
Foto Eric Agestam.

Litteratur

- Agestam, E. 1977. Gallringens effekt på arealproduktion. SLU, projekt Hugin. *Rapport* nr 12.
- Agestam, E. 1985. En simuleringsmodell för blandbestånd av tall, gran och björk i Sverige. SLU, inst. för skogsproduktion. *Rapport* nr 15.
- Agestam, E. 1990. Nya förbands- och gallringsförsök i contorta i Sverige. SLU, inst. för skogsskötsel. *Arbetsrapport* nr 50.
- Agestam, E., Bergquist, J., Bergqvist, G., Johansson, K., Langvall, O., Långström, B. & Petersson, P. Stormskadad skog – föryngring, skador och skötsel. Skogsstyrelsen. *Rapport* 9–2006.
- Anon, 2014. *Skogsvårdslagstiftningen*. 2014. Skogsstyrelsens förlag. Tillgänglig på: www.skogsstyrelsen.se/Agg-och-bruka/Lagen/.
- Assman, E. 1970. *The principles of forest yield studies – studies in organic production, structure, increment and yield of forest stands*. Oxford. 506 s.
- Bergström, D., Bergsten, U., Hörnlund, T. & Nordfjell, T. 2012. Continuous felling of small diameter trees in boom-corridors with a prototype felling head. *Scandinavian Journal of Forest Research* 27, s. 474–480.
- Brandel, G. 1990. Volymfunktioner för enskilda träd: tall, gran och björk. SLU, inst. för skogsproduktion. *Rapport* nr 26.
- Bucht, S. 1981. Effekten av några olika gallringsmönster på beståndsutvecklingen i tallskog. SLU, inst. för skogsskötsel. *Rapport* nr 4.
- Bucht, S. & Elfving, B. 1977. Gallringsreaktion och tillväxtförluster i ett korridor-gallrat bestånd. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift*, s. 323–345.
- Carbonnier, C. 1954. Några exempel på produktionen i planterad granskog i södra Sverige. *Meddelanden från Statens skogsforskningsinstitut* 44:5, 59 s.
- Carbonnier, C. 1957. Ett gallringsförsök i planterad granskog. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift*, nr 5, s. 463–476.
- Carbonnier, C. 1959. Gallringsförsök i naturbestånd av tall i Norrbottens län. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift*, nr 3, s. 367–385.
- Carbonnier, C. 1971. Bokens produktion i södra Sverige. *Studia Forestalia Suecica* nr 91.
- Carbonnier, C. 1975. Produktionen i kulturbestånd av ek i södra Sverige. *Studia Forestalia Suecica* nr 125.
- Carlquist, C.-G. 1972. *Studier över stormfällningarna av skog 1969 inom V Sverige. Domänverket, centralförvaltningen*. Stencil.
- Elfving, B. 1985. *Five year growth in a line-thinning experiment with pine and spruce*. Proceedings IUFRO project group P.4.0202. Dublin, Irland, sept. 1984.
- Elfving, B. 2002. Förbands- och gallringsförsök med contorta. Mätdata från 1998–2000. SLU, inst. för skogsskötsel. *Arbetsrapport* nr 177.
- Elfving, B. 2008. *Top height increment in thinning and fertilization experiments with pine and spruce in Sweden*. Preliminary results. SLU, inst. för skogsskötsel.
- Enander, K.-G. 2003. Den stora skogsrestaureringen eller När modernismen nådde skogsbruket. *Skogshistoriska sällskapets Årsskrift*.
- Ericson, B. 1966. Gallringens inverkan på vedens torr-råvolymvikt, höstvedhalt och kärnvedhalt hos tall och gran. Skogshögskolan, inst. för skogsproduktion. *Rapport* nr 10.
- Eriksson, H. 1976. Granens produktion i Sverige. Skogshögskolan, inst. för skogsproduktion. *Rapport* nr 41.
- Eriksson, H., Johansson, U. & Karlsson, K. 1994. Effekter av stickvägsbredd och gallringsform på beståndsutvecklingen i ett försök i granskog. SLU, inst. för skogsproduktion. *Rapport* nr 38.
- Eriksson, H. & Karlsson, K. 1997. Olika gallrings- och gödslingsregimers effekter på beståndsutvecklingen baserat på långliggande experiment i tall- och granbestånd i Sverige. SLU, inst. för skogsproduktion. *Rapport* nr 42.
- Fransson, A. 2008. Vindskador vid stickväg i 1:a och 2:a gallring i Boxholm, Östergötland. SLU, inst. för sydsvensk skogsvetenskap. *Examensarbete* nr 108.
- Fries, J. 1961. Några exempel på produktionen i tallskog i södra Sverige. *Meddelanden från Statens skogsforskningsinstitut* 50:3.
- Fries, J. 1964. Vårtbjörkens produktion i Svealand och södra Norrland. *Studia Forestalia Suecica* nr 14.

- Fröding, A. 1983. Skador och stickvägar vid delmekaniserad gallring. SLU, inst. för skogsteknik. *Rapport* nr 152.
- Götmark, F. 2010. Skötsel av skogar med höga naturvärden. *Svensk Botanisk Tidskrift* 104, häfte S1.
- Jacobsson, S., 2008. INGVAR – gallringsmall och planeringsinstrument. Skogforsk. *Resultat* nr 10–2008.
- Jacobsson, S., Pettersson, F., Sikström, U., Nyström, K. & Övergaard, B. 2008. Ingvar – gallringsmall och planeringsinstrument. Skogforsk. *Resultat* nr 10–2008, 4s
- Jacobsson, S., Pettersson, F. & Sikström, U. 2007. *Ett interaktivt beslutstöd för gallring*. Skogforsk, Slutrapport, stencil.
- Karlman, M. & Barklund, P. Skadebeskrivning. *Gremmeniella*, Skogsskada. Tillgänglig på www-skogsskada.slu.se.
- Karlman, M. & Barklund, P. Skadebeskrivning. Törskate. SLU, Skogsskada. Tillgänglig på www-skogsskada.slu.se.
- Karlsson, K. 1999. Stem form and Taper Changes after Thinning and Nitrogen Fertilisation in *Picea abies* and *Pinus sylvestris* Stands. I: Karlsson, K. 1999. Stem Volume Estimation and Stem Shape Changes in Differently Treated Norway Spruce and Scots Pine stands. SLU, inst. för skogshushållning. *Rapport* nr 6.
- Karlsson, K., Mörling, T. & Pape, R. 1999. Gallring på gott och ont – hur påverkas tillväxt och kvalitet hos tall och gran. SLU. *Skogsakta* nr 10.
- Karlsson, L. 2013. Silvicultural regimes and early biomass thinning in young, dense pine stands. SLU. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae*, 2013:90.
- Klang, F. 2000. The influence of Silviculture Practice on Tree Properties in Norway Spruce. SLU, *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* nr 128.
- Lindbladh, M. & Abrahamsson, M. 2008. Beetle diversity in high-stumps from Norway spruce thinnings. *Scandinavian Journal of Forest Research* 23, s. 339–347.
- Lindhagen, A. 1996. Forest recreation in Sweden: four case studies using quantitative and qualitative methods. SLU, inst. för skoglig landskapsvård. *Rapport* 64.
- Långström, B. & Solheim, H. 2001. Vem dödar tallen – mörkborren eller dess blånadssvampar? SLU. *Fakta skog* nr 15–2001.
- Långström, B. 2006. Insekts- och svampskador efter stormen. I: Agestam, E., Bergquist, J., Bergqvist, G., Johansson, K., Langvall, O., Långström, B. & Petersson, P. Stormskadad skog – förnygring, skador och skötsel. Skogsstyrelsen. *Rapport* 9–2006.
- Mason, B. & Valinger, E. 2013. Managing forests to reduce storm damage. I: Gardiner, B., Schuck, A., Schelhaas, M.-J., Orazio, C., Blennow, K. & Nicoll, B. (redaktörer). Living with storm damage to forests. *What Science Can Tell Us* 3, s. 87–96.
- Mielikäinen, K. 1979. The influence of low thinnings on the wood production and value of a pine stand. *Folia Forestalia* 401, s. 1–23.
- Mielikäinen, K. 1981. Structure and development of mixed pine and birch stands. *Communicationes institute forestalis Fenniae* 99.3. (På finska med engelsk sammanfattning.)
- Mielikäinen, K. 1985. Effect of an admixture of birch on the structure and development of Norway spruce stands. *Communicationes institute forestalis Fenniae* 113. (På finska med engelsk sammanfattning.)
- Mäkinen, H. & Isomäki, A. 2004. Thinning intensity and growth of Norway spruce stands in Finland. *Forestry* 77(4), s. 349–364.
- Mäkinen, H. & Isomäki, A. 2004. Thinning intensity and growth of Scots pine in Finland. *Forest Ecology and Management* 201, s. 311–325.
- Mäkinen, H., Isomäki, A. & Hongisto, T. 2006. Effect of half systematic and systematic thinning on increment of Scots pine and Norway spruce in Finland. *Forestry* 79, s. 103–121.
- Näslund, M. 1952. Skogsforskningsinstitutets tillkomst och utveckling, 1902–1952. *Medd. från Statens skogsforskningsinstitut* 42:1.
- Niklasson, M. & Nilsson, S.G. 2005. *Skogsdynamik och arters bevarande*. Studentlitteratur. 318 s.
- Nilsson, U., Agestam, E., Ekö, P.-M., Elfving, B., Fahlvik, N., Johansson, U., Karlsson, K., Lundmark, T. & Wallentin, C. 2010. Thinning of Scots pine and Norway spruce monocultures in Sweden – Effects of different thinning programmes and stand level gross- and net stem volume production. *Studia Forestalia Suecia* nr 219, 46 s.

- Nilsson, U. & Fahlvik, N. 2006. Ekonomisk analys av praktisk produktionsoptimering i granplanteringar. I: *Slutrapport för Fiberskogsprogrammet* (redaktörer: Bergh, J. & Oleskog, G.). SLU, inst. för sydsvensk skogsvetenskap, Arbetsrapport nr 27, s. 106–129.
- Pape, R. 1999. Effects of Thinning on wood Properties of Norway spruce on High Productive Sites. SLU, *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* nr 88.
- Persson, A. 1977. Kvalitetsutvecklingen inom yngre förbandsförsök med tall. Skogshögskolan, inst. för skogsproduktion. *Rapport* nr 45.
- Persson, P. 1972. Vind- och snöskadors samband med beståndsbehandlingen – inventering av yngre gallringsförsök. Skogshögskolan, inst. för skogsproduktion. *Rapport* nr 23.
- Persson, P. 1975. Stormskador på skog. Skogshögskolan, inst. för skogsproduktion. *Rapport* nr 36.
- Pettersson, H. 1955. Barrskogens volymproduktion. *Meddelanden från Statens skogsforskningsinstitut* 45:1.
- Pettersson, F. 2003. Effekter på beståndsutvecklingen och ekonomin av olika förstagallringsåtgärder i tallskog. Skogforsk. *Redogörelse* nr 3–2003.
- Pettersson, N. Fahlvik, N. & Karlsson, A. 2007. Røjning. *Skogsskötselserien*, del 5. Tillgänglig via www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.
- Rönnerberg, J., Berglund, M., Norman, J. & Sturesson, C. (redaktör). 2011. *Rotröta – om rotröta i allmänhet och rotticka på gran i synnerhet*. Studentlitteratur AB, Lund.
- Sikström, U. & Weslien, J.O. 2004. Tall kan överleva kraftiga angrepp av *Gremmeniella*. Skogforsk, *Resultat* nr 6–2004.
- Skogsdata 2014*. 2014. SLU.
- Skogsstyrelsen. 1995. *Skador på barrträd*. Skogsstyrelsens förlag.
- Skogsstyrelsen. 2014. *Skogsvårdslagstiftningen. Gällande regler 1 september 2014*. Tillgänglig på www.skogsstyrelsen.se, Lagen.
- Staland, F. & Andersson, G. 2002. Resultat från Sonstorp. Korta stickvägsavstånd gav högsta nuvärde. Skogforsk. *Resultat* nr 7–2002.
- Säll, H. 2002. Spiral grain in Norway spruce. Växjö universitet. *Acta Wexionesia* nr 22.
- Tham, Å. 1989. Yield prediction after heavy thinning of birch in mixed stands of Norway spruce and birch. SLU, inst. för skogsproduktion. *Rapport* nr 23.
- Valinger, E., Ottosson-Löfvenius, M., Johansson, U., Fridman, J., Claesson, S. & Gustafsson, Å. 2006. Analys av riskfaktorer efter stormen Gudrun. Skogsstyrelsen, *Rapport* 8–2006.
- Wahlgrén, A. 1922. *Skogsskötsel – handledning vid uppdragande, vård och förnygring av skog*. Norstedts förlag, andra upplagan, s. 230 ff.
- Wallentin, C. 2007. Thinning of Norway Spruce. SLU, *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* 2007:29.
- Wallmo, U. 1897. *Rationell skogsavverkning. Praktiska råd till såväl större som mindre enskilda markägare samt svar på en fråga för dagen*. C.E. Fritzes Hofbokhandel. 288 s.
- Wikström, P., Edenius, L., Elfving, B., Eriksson, L.O., Lämås, T., Sonesson, J., Öhman, K., Wallerman, J., Waller, C. & Klintebäck, F. 2011. The Heureka forestry decision support system: An overview. *Mathematical and Computational Forestry & Natural-Resource Sciences* 3(2), s. 87–94.
- Wiksten, Å. 1960. Beskrivning och analys av några fasta gallringsförsök i mellersta Norrland. *Meddelanden från Statens skogsforskningsinstitut* 49.
- Wulff, S. & Hansson, P. 2013. Nationellt Riktad Skadeinventering (NRS) 2012. SLU, inst. för skoglig resurshushållning. *Arbetsrapport* 386.