

ARBETSRAPPORT 1185-2024

Värdefulla timmerskogar

Leder svagare gallringsprogram till högre timmertillgång?

Magnus Persson, Nils Fahlvik



Innehåll

Förord	3
Summary	4
Sammanfattning	5
Bakgrund	6
Syfte och mål	7
Material	8
Metod	8
Scenarier och skötselregler	8
Markvärdesberäkning	9
Prislistor	9
Resultat	9
Gallringsprogram	10
Tillväxt	11
Förråd	13
Uttagen medelstam	14
Avverkad volym per sortiment	15
Markvärde	15
Diskussion	16
Slutsatser	17
Referenser	18



Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala
skogforsk@skogforsk.se
skogforsk.se

Kvalitetsgranskning (Intern peer review) har genomförts 23 januari 2024 av Erik Ling, programchef. Därefter har Magnus Thor, Forskningschef, granskat och godkänt publikationen för publicering 20 mars 2024.

Redaktör: Caroline Rothpfeffer, caroline.rothpfeffer@skogforsk.se
©Skogforsk 2024 ISSN 1404-305X

Förord

Denna rapport har utarbetats inom ramen för projektet ”Värdefulla timmerskogar”, ett projekt som drivits mellan VIDA och skötselforskare på Ekebo. Projektet har finansierats av VIDA.

I projektet har nya gallringsinstruktioner tagits fram genom simuleringar i Heureka PlanVis. Målet har varit att undersöka hur tillväxten och beståndsekonomin påverkas av att gallra svagare under gallringsfasen och på så sätt förskjuta virkesuttaget mot slutavverkning.

Arbetet i projektet har varit organiserat i en referens- och en arbetsgrupp. Skötselreglerna som format de olika scenarierna har baserats på diskussioner med deltagarna i referensgruppen bestående av Pelle Ström (VIDA) och Pierre Qvist (VIDA). Deras perspektiv på gallringsarbetet inom VIDA och deras förslag på förbättring har format skötselscenarierna och implementeringen i PlanVis.

Arbetsgruppen har bestått av Magnus Persson och Nils Fahlvik båda forskare inom Skötselprogrammet på Ekebo.

Ekebo 2024

Magnus Persson (Projektledare)

Nils Fahlvik

Summary

The project evaluated how thinning programmes with different intensities affect stand economics, growth and other ecosystem services. The background is that VIDA has noticed that total volumes and timber shares at final felling are relatively low and that they want to develop thinning programmes that promote the development of high-value timber forests. The aim of this project was to demonstrate how different harvest levels during the thinning phase affect stand development and economics, and to show the consequences of different thinning programs used in practice today.

Heureka PlanVis was used to simulate and optimise the forest condition given management rules for the two scenarios: HeavyThinning (HårdGallring) and LightThinning (SvagGallring), where HeavyThinning corresponded to heavy thinning programmes and LightThinning represented thinning programmes that comply with the Swedish Forest Agency thinning template. Management rules were defined manually to establish the differences in management for the scenarios and were based on assumptions. The thinning programmes and the effect on the different performance variables can be used as an example of how heavy thinning compares to VIDA's goal of reducing future harvest levels during the thinning phase. The management programmes presented are not intended to be followed to the letter, but should rather be seen as a thought experiment in how different intensive thinning programmes affect stand economics and growth.

The most important consequence of applying different intensities in the thinning programmes is that the stands in the two scenarios left the thinning phase (at 20-22 m height) with different basal areas ($\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$). This was due to the fact that less basal area was harvested in LightThinning, leading to a higher basal area throughout the thinning phase compared to HeavyThinning where the harvests reduced the basal area extensively (20% below the lower limit line of the thinning template) at each harvest. In HeavyThinning, the lower volume ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$) after the end of the thinning phase led to lower growth ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{y}^{-1}$), lower carbon (tonnes C) and wood stocks at final harvest, etc. The stand economy was largely the same, but the mean annual increment ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{y}^{-1}$) was on average 5% lower for HeavyThinning compared to LightThinning. Finally, more timber was removed during thinning in HeavyThinning compared to LightThinning and the reverse was true for final felling. There were no differences in assortment shares at thinning or final felling between the scenarios, but the volume of pulpwood and timber was higher at final felling for LightThinning.

Sammanfattning

I projektet utvärderades hur gallringsprogram med olika intensitet påverkar beståndsekonomin, tillväxten och andra ekosystemtjänster. Bakgrunden är att VIDA ett uppmärksammat förhållandevis låga totalvolymen och timmerandelar vid slutavverkning. Därför vill vilda utveckla gallringsinstruktioner som främjar utvecklingen av värdefulla timmerskogar. Projekt syftade till att demonstrera hur olika avverkningsnivåer i gallringsfasen påverkar beståndsutvecklingen och beståndsekonomin, och visa på konsekvenser för olika förekommande gallringsprogram.

Heureka PlanVis användes för simulering och optimering av skogstillståndet givet skötselregler för de två scenarierna: HårdGallring och SvagGallring, där HårdGallring motsvarar gallringsprogram med högre virkesuttag i gallringsfasen och SvagGallring motsvarar gallringsprogram som följer gallringsmallen. Skötselregler motsvarande vilket över höjds-intervall som och grundyte-intervall som tilläts för gallring definierades manuellt i PlanVis och bygger på antaganden. Gallringsprogrammen och effekten på de olika resultatvariablerna kan användas som exempel på hur hård gallring står sig mot VIDA:s mål om att i framtiden sänka volymsuttaget under gallringsfasen. De presenterade skötselprogrammen är inte tänkta att följas till punkt och pricka utan ska mer ses som ett tankeexperiment i hur olika intensiva gallringsprogram påverkar beståndsekonomin och tillväxten.

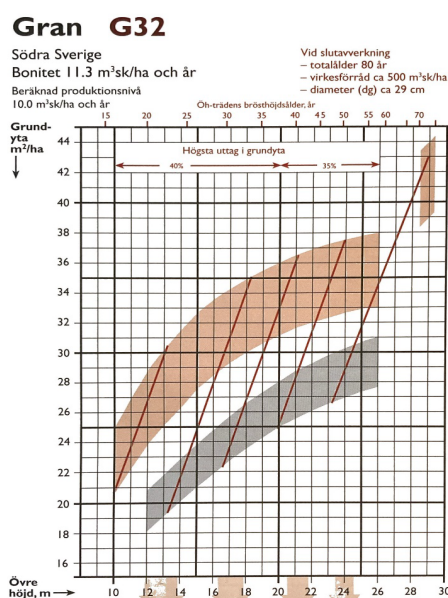
Ett utfall av att tillämpa olika intensitet i gallringsprogrammen blev att bestånden i de två scenarierna lämnade gallringsfasen (vid 20–22 m övre höjd) med olika hög grundyta ($\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$). Detta berodde på att man i SvagGallring inte gallrat ut mer än vad gallringsmallen tillät, vilket ledde till en högre grundyta under hela gallringsfasen jämfört med HårdGallring där grundytan tilläts falla 20 procent under den nedre fältet i gallringsmallen. Den lägre volymen ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$) efter att gallringsfasen avslutats ledde bland annat till lägre tillväxt ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{år}^{-1}$) och lägre kolförråd (ton C) och virkesförråd vid slutavverkning. Beståndsekonomin var i stort densamma men medeltillväxten ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{år}^{-1}$) under omloppstiden var i snitt 5 procent lägre för HårdGallring jämfört med SvagGallring. Avslutningsvis togs mer virke ut vid gallring i HårdGallring jämför med SvagGallring och det omvända gällde vid slutavverkning. Det var inga skillnader i sortimentsandelar vid gallring och slutavverkning mellan scenarierna, men volymen massaved och timmer var högre vid slutavverkning för SvagGallring.

Bakgrund

Gallring är ett av verktygen som skogsägare eller virkesköpande organisation kan använda för att styra försörjning av råvara till industrin och uppnå skötsel mål i skogsbruket. I detta projekt har olika intensiva gallringsprogram simulerats i Heureka PlanVis för att demonstrera hur valet av skötselintensitet i gallringsfasen påverkar beståndens utveckling och beståndsekonomin.

Gallring och Gödslingsförsöken (GG-försöken) är en serie långtidsförsök där produktionseffekten av olika intensiva gallringsprogram utvärderats. GG-försöken visar att upprepade svaga eller enstaka hårda gallringar i gran kan leda till samma nettoproduktion ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{år}^{-1}$) som för den ogallrade kontrollen (Nilsson m.fl., 2010) och att upprepade hårda gallringar alltid sänker nettoproduktionen. Samma försök visar att gallring (till och med enstaka svaga gallringar) alltid sänker produktionen för tall. Generellt ökar gallring däremot diametertillväxten ($\text{cm} \text{år}^{-1}$) på enskilda träd bland de medhärskande och behärskande träden för båda trädslagen. De dominerande träden växer inte relativt bättre efter gallring då deras behov av ljus redan är tillgodosedda (Karlsson, 2007). Ökad diametertillväxt ($\text{cm} \text{år}^{-1}$) i kombination med låggallring – där de grövsta träden lämnas vid gallring – leder till en snabbare dimensionsutveckling jämfört med att inte gallra, vilket även sänker avverkningskostnaderna vid senare avverkningar och leder till en högre timmerandel.

Skötselrekommendationerna för gallring är införlivade i gallringsmallarna, vilka används för att bedöma när det är lämpligt att gallra ett bestånd. Gallring brukar utföras då skogen sluter sig och/eller då dimensionerna tillåter en avsättning för gagnvirket. I gallringsmallarna bedöms slutenheten utifrån en kombination av övre höjd (m, x-axeln) och grunddyta ($\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$, y-axeln). I mallarna finns ett övre fält som motsvarar ett lämpligt intervall i grunddyta före gallring, och ett nedre fält som motsvarar ett lämpligt intervall i



Figur 1. Skogsstyrelsens gallringsmallar för gran med ståndortsindex G32, övre höjd på x-axeln och grunddyta på y-axeln. Det brunsrostiga fältet motsvarar en kombination av övre höjd och grunddyta som ett bestånd bör ha innan gallring för att gallring ska vara en lämplig åtgärd. Det grå fältet motsvarar en lägsta grunddyta efter gallring vid olika övre höjd.

grundyta efter gallring. Högre boniteter kan tolerera högre konkurrens, därför ligger fälten högre upp ju högre ståndortsindex är för beståndet.

Gallringsstyrkan (%) är ett relativt mått på hur mycket av grundytan som avverkats eller planeras ta ut vid en gallring relativt grundytan innan gallring. Normalt rekommenderas en uttag på ungefär 30 procent av beståndets grundyta i första gallring mellan 12 -14 m i övre höjd och att senare gallringar genomförs under 20 m i övre höjd och med en något lägre styrka (Agestam, 2015). Sista gallringen rekommenderas ske innan 20 m i övre höjd och att man därefter väntar minst 10-20 år innan slutavverkning (Bergquist m.fl., 2016). Ofta gallrar man "under ifrån", dvs träden som avverkas är mindre än de som lämnas kvar, med syftet att lämna kvar träd som man tror kommer utvecklas bättre och utgör stommen i beståndet.

I skogsbruket finns en tendens till att gallra bestånd som inte riktigt är gallringmogna, det vill säga inte nått det övre fältet vid gallring (Bergquist m.fl., 2016). Ett mindre provyteställning (20 avdelningar) i förstagallringar i barrskog på Sveaskogs mark bekräftar denna bild och visar att det främst är bestånd som gallras tidigt i kombination med lågt stamantal före gallring, som avviker mest från den övre grundytelinjen i gallringsmallen INGVAR (Persson m.fl., 2024). Dessa bestånd gallrades sedan med samma styrka som de senare gallringarna (övre höjd >15 m), med påföljden att de tidiga gallringarna även efter åtgärd, låg sämst till i mallen. Huruvida detta är generella problem går inte att fastställa då det inte finns någon detaljerad sammanställning av hur dagens skogar gallras. Det finns troligen en stor variation i egenskaperna hos gallringmogna bestånd vid första gallring. I det fall grundytan inte uppnår hög gallringmognad, dvs grundytans relativa avstånd till övre fältet i gallringsmallen, motiveras förstagallring som skogsvårdande åtgärd, då man med tidiga ingrepp kan öka skogens stormfasthet (Lundqvist m.fl., 2007; Valinger & Fridman, 2011; Valinger & Pettersson, 1996) och bättre planera den generella hänsynen.

Syfte och mål

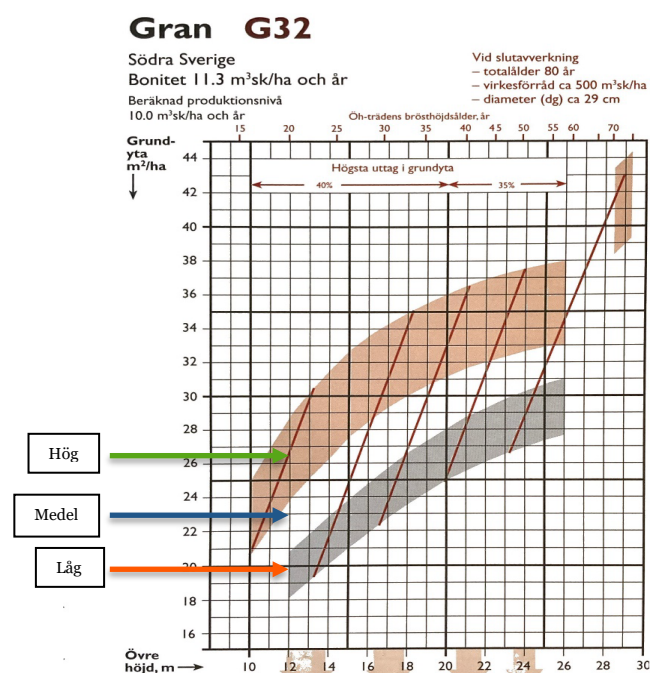
I detta projekt har Skogforsk på uppdrag av VIDA skog, tagit fram gallringsinstruktioner med hjälp av simuleringsverktyget Heureka PlanVis där ett konventionellt gallringsprogram jämförs med VIDA:s rekommenderade skötsel. Syftet har varit att undersöka hur tillväxten och beståndsekonomin påverkas av att gallra svagare under gallringsfasen och på så sätt förskjuta volymsuttaget mot slutavverkning (SvagGallring), jämfört med relativt hårda gallringsprogram (HårdGallring). Kunskapsunderlaget som skapats kan VIDA:s skötselledare senare använda vid fortbildning av virkesköpare.

Mål:

1. Utforma skötselregler för två scenarier som dels speglar VIDA:s mål med verksamheten, dels speglar ett scenario som representerar höga krav på uttag av volymer i gallringsfasen.
2. Genomföra konsekvensanalyser för de olika gallringsprogrammen i Heureka PlanVis och utvärdera effekter på tillväxt, beståndsekonomi och förråd.

Material

Beståndens utgångsläge har skapats utifrån Skogsstyrelsens gallringsmallar. Bestånd med en övre höjd på 12 m men med olika nivåer av grundyta relativt de övre och undre grundyttefältet i gallringsmallen (låg, medel och hög) har konstruerats (Figur 2). Vid varje nivå i grundyta finns även tre stamantal (1600, 2000 och 2400 stammar per hektar). Detta har gjorts för bestånd dominerade (80%) av tall eller gran med 20% lövinslag och för ståndortsindex T22 – T28 och G26-G36.



Figur 2. Skogsstyrelsens gallringsmall för en G32 (samma som figur 1). De tre olika nivåerna i grundyta (Låg, Medel, Hög) vid övre höjd 12 m utgör olika utgångslägen vid gallring och användes för att sätta startläget i simuleringarna.

Metod

Scenarier och skötselregler

Simulering och optimering av skötselprogrammen har gjorts i Heureka PlanVis. Definition av skötselreglerna har skett i samråd med Pierre Qvist och Pelle Ström på VIDA skog.

Skötselramarna för de två scenarierna HårdGallring och SvagGallring var i stora drag samma som default-inställningarna med vissa viktiga undantag och tillägg. I båda scenarierna sattes den maximala övre höjden för gallring till 20 m för gran och 22 för tall och gallringarna fick genomföras om 80 procent av den övre fältets grundyta nåtts. Max två gallringar tilläts för respektive scenario. För HårdGallring fick grundytan efter gallring

underskrida den nedre fältet med 20 procent för att tillåta hårda gallringar. I SvagGallring fick den undre fältet ej understigas. För SvagGallring tilläts även gallring direkt vid 12 m övre höjd trots att medelstammen då var låg, vilket inte var fallet i HårdGallring. I fallet med "Låg" grundyttenivå tilläts en tvingad förstagallring i båda scenarierna på 30 procent av beståndets grundyta för att någon gallring skulle kunna utföras över huvud taget.

Utvärderingen av scenarierna gjordes för en rad olika resultatvariabler som ger en förståelse av hur de olika skötselscenarierna påverkar olika aspekter av tillväxt och beståndekonomi. Bland resultatvariablerna ingick: grundyta ($m^2sk\ ha^{-1}$), stående volym ($m^3sk\ ha^{-1}$), löpande volymtillväxt ($m^3sk\ ha^{-1}\ år^{-1}$), kollager i levande stammar (ton K), uttagen medelstam (m^3fub), stamantal (N/ha), grundytevägd medeldiameter (DGV, cm), medeltillväxt ($m^3sk\ ha^{-1}$),

Alla resultatvariabler redovisades fördelat på ståndortsindex, trädslag, stamantal och grundyttenivå. I materialet som finns till rapporten finns även detaljerade beskrivningar av nettointäkt vid varje åtgärd samt nuvärdet och avverkade volymer fördelat på åtgärder och tidpunkter.

Markvärdesberäkning

Normalt görs nuvärdesberäkningen i Heureka PlanVis genom att kombinera nuvärdet för första generationen skog och markvärdet (Land Expectation Value) för kommande generationer skog. Problemet med detta är att utgångsläget för skogen relativt gallringsmallen och stamantalet är väsentlig för vår analys och detta frångås då en skog simuleras från och med andra generationen. I denna studie gjordes därför markvärdesberäkningar lite annorlunda. Nuvärdet för varje skötselprogram räknades ut genom att diskontera kostnader och intäkter till år noll (0), tidpunkten då föregående bestånd avverkades. Eftersom simuleringarna började vid tidpunkten för förstagallring hämtades kostnader för etablering och röjning från rapporten Skogsbrukets kostnader (Eliasson, 2021). Planteringen antogs utföras år 0 och två röjningar antogs utföras år 3 respektive år 10. Markvärdet erhöles sedan genom att multiplicera det beräknade nuvärdet för hela omloppstiden med evighetsfaktorn. Valet av optimalt skötselprogram för respektive kombination, baserades på det separat beräknade markvärdet. En diskonteringsränta på 2,5 procent användes i optimeringen.

Prislistor

Heureka PlanVis innehåller en standard-prislista som inte speglade dagens höga priser på massaved och timmer. Därför uppdaterades denna prislista till de priser som VIDA erbjuder 2023.

Resultat

Resultaten ligger på en öppet tillgänglig hemsida där man kan studera resultaten i dynamiska grafer och tabeller. Varje graf visar en av resultatvariablerna men man kan välja vilket stamantal eller grundyttenivå man är intresserad av att studera.

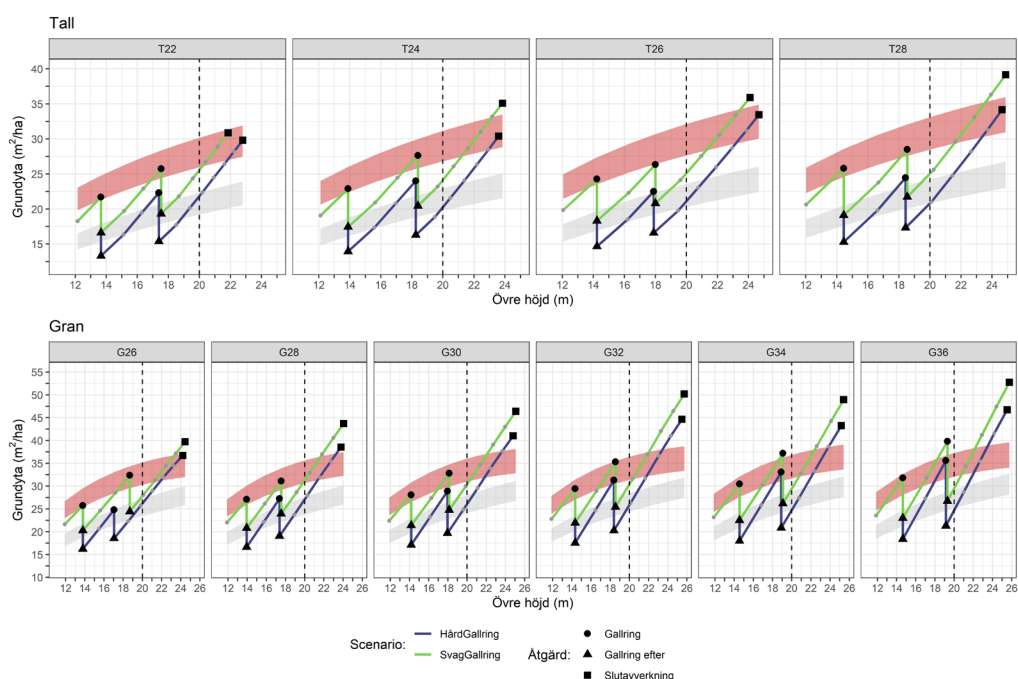
https://janmagnusp2.shinyapps.io/vida_app/

Hemsidan är byggd med Shiny, vilket är ett ramverk för att skapa hemsidor via programmeringsspråket R. Tanken med detta var att öka tillgängligheten då verktyget kan nås via en dator, padda eller telefon överallt. I denna rapport visas därför bara resultaten för stamantal 2000 och grundtytenivå ”Medel”.

Om inget annat nämns syftar en jämförelse på ett bestånd som sköts med antingen SvagGallring eller HårdGallring och med samma stamantal, grundtytenivå och ståndortsindex.

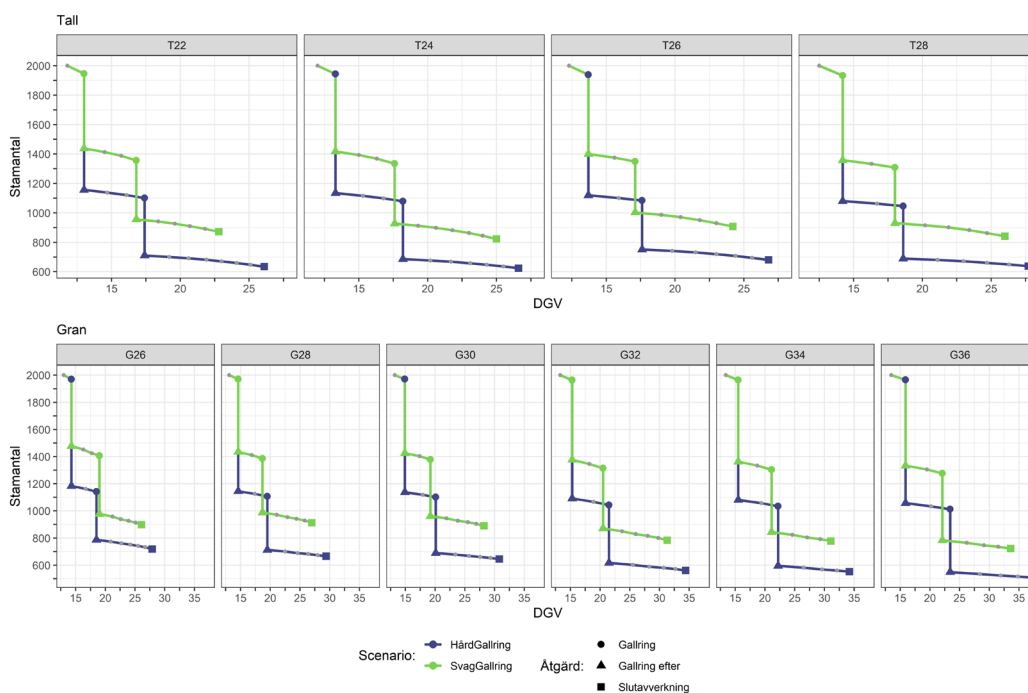
Gallringsprogram

Simuleringarna i Heureka PlanVis givet de olika skötselreglerna resulterade i en del skillnader i gallringsprogrammen mellan scenarierna (Figur 3). Gallringsstyrkan vid förstagallring var väsentligt högre för HårdGallring jämfört med SvagGallring. Den optimala slutavverkningstidpunkten var i regel den samma för de två scenarierna, vilket berodde på en kombination av tillväxt, optimala fördelning av sortiment, volym och vald ränta.



Figur 3. Gallringsprogrammen för HårdGallring och SvagGallring placerade i gallringsmallen för respektive ståndortsindex och trädslag. Det rostbruna fältet motsvarar det övre fältet och de grå fälten motsvarar det nedre fältet i Skogsstyrelsens gallringsmall.

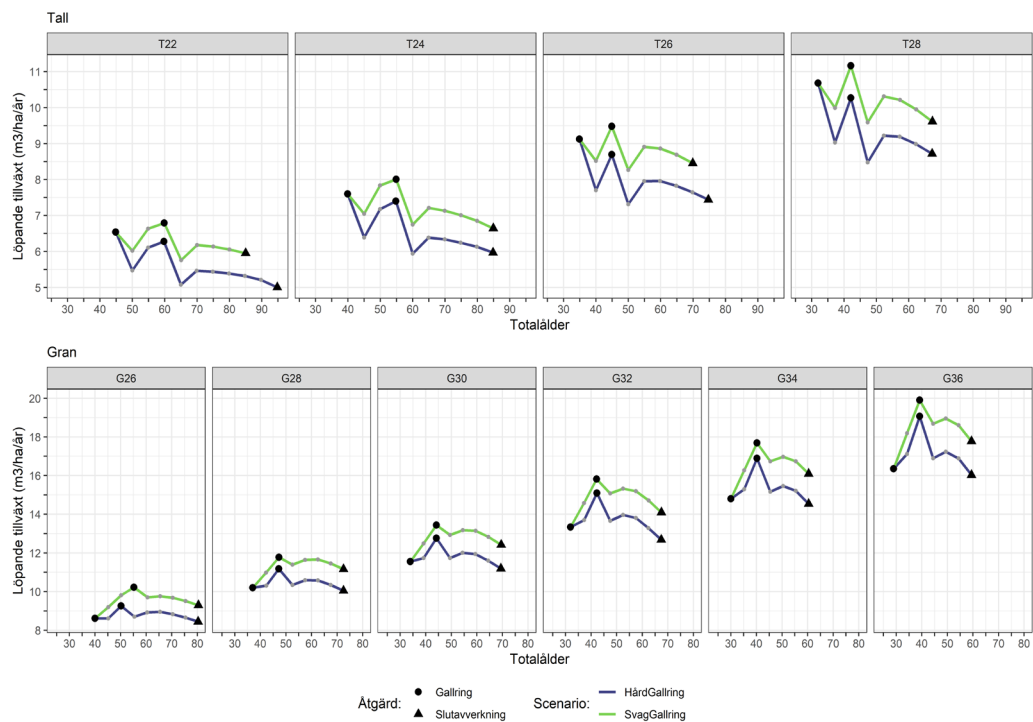
Gallringsprogrammet SvagGallring hade överlag ett högre stamantal vid slutavverkning (Gran: 700–900, Tall: 800–900) jämfört med HårdGallring (Gran: 500–700, Tall: 600–700), vilket speglar de lägre uttagen i gallringsfasen för SvagGallring (Figur 4). Vid slutavverkning tenderade bestånden med högre ståndortsindex ha lägre stamantal vid optimal slutavverkningstidpunkt, vilket kan te sig lite konstigt då högre boniteter i regel kan bära högre stamantal.



Figur 4. Stamantal-DGV diagram för respektive scenario, trädslag och ståndortsindex.

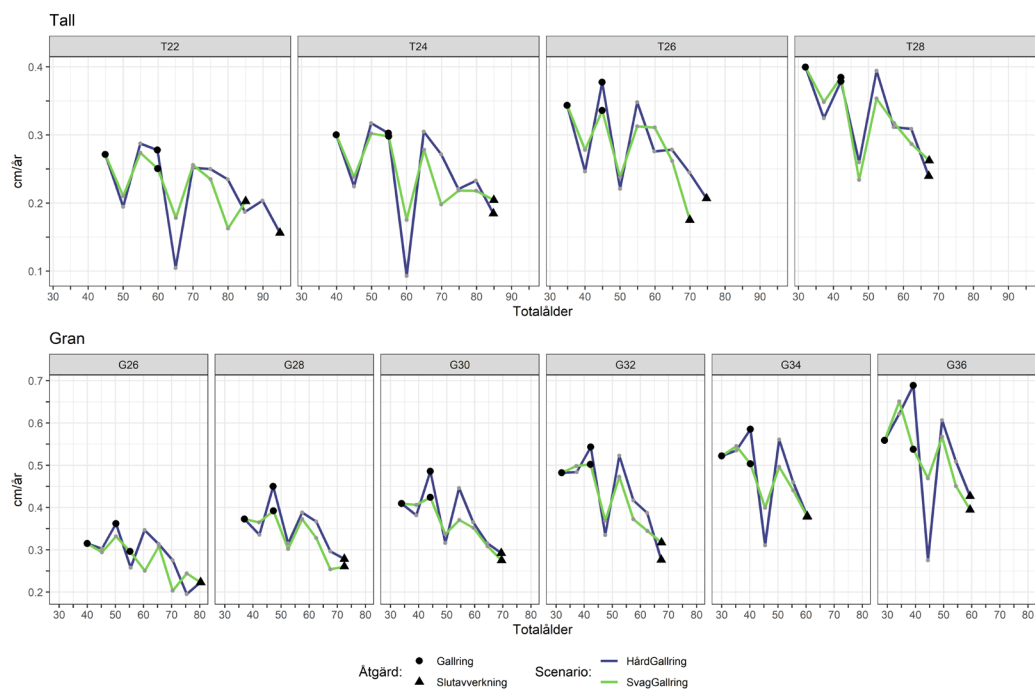
Tillväxt

SvagGällring hade generellt högre löpande tillväxt genom hela omloppstiden. Skillnaderna mellan scenarierna är inte stora för enskilda år men blir relativt större vid högre boniteter (Figur 5).



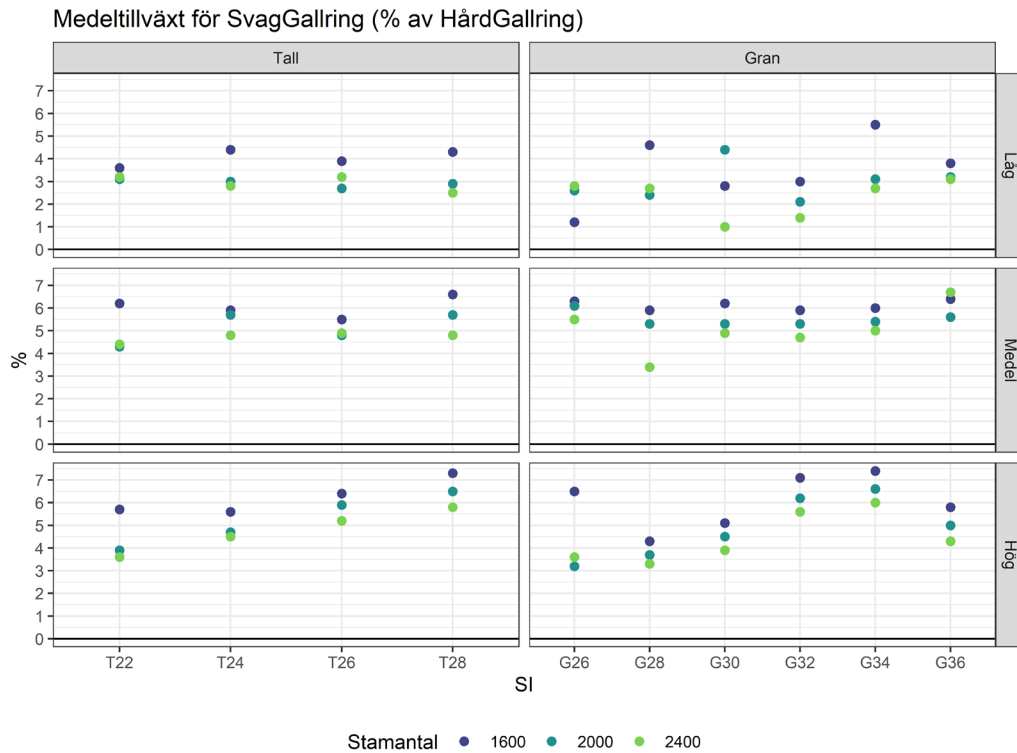
Figur 5. Löpande tillväxt över totalåldern för respektive scenario, trädslag och ståndortsindex.

Diametertillväxten för de 500 grävsta träden var i stort sett densamma för scenarierna eftersom de största träden i regel inte påverkas av minskad konkurrens via gallring. I båda fallen leder gallringarna dock till en sänkt diametertillväxt perioden efter gallringen, vilken sedan återhämtade sig (Figur 6).



Figur 6. Årlig diametertillväxt över totalålder för respektive scenario, trädslag och ståndsindex.

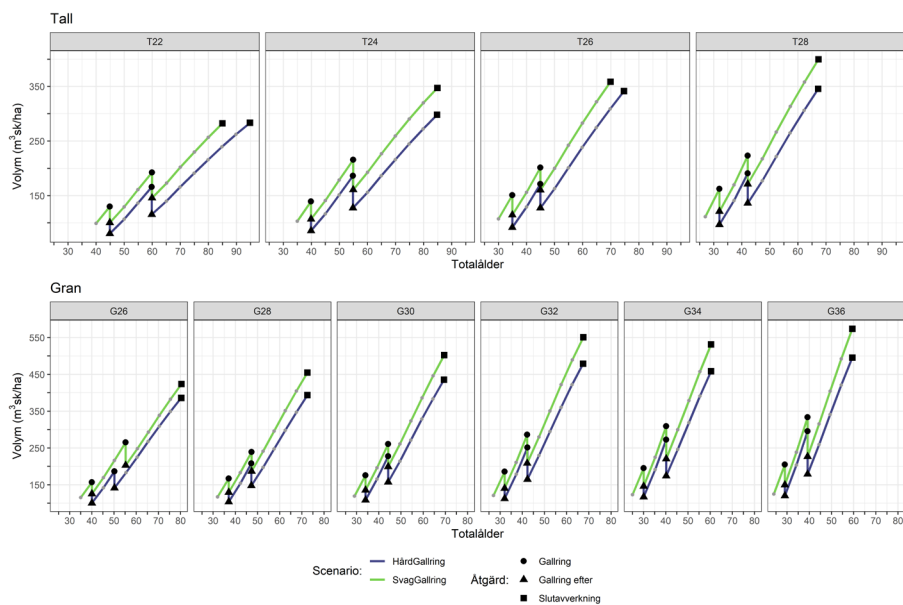
Medeltillväxten under omloppstiden var högre för SvagGallring då de lägre gallringuttagen bevarade större volymer och upprätthöll en högre löpande tillväxt under omloppstiden (Figur 7).



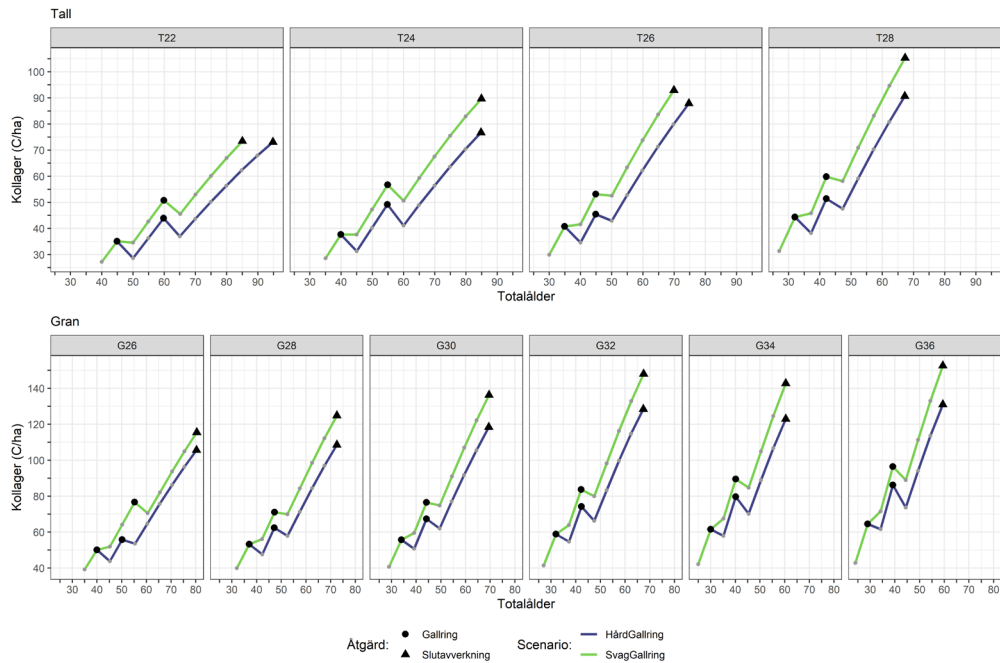
Figur 7. Medeltillväxt för SvagGallring (% av HårdGallring) för respektive scenario, trädslag och ståndortsindex.

Förråd

Den stående volymen och kollagret var i medeltal 10–15 procent högre för SvagGallring jämfört med HårdGallring. (Figur 3, Figur 8, Figur 9).



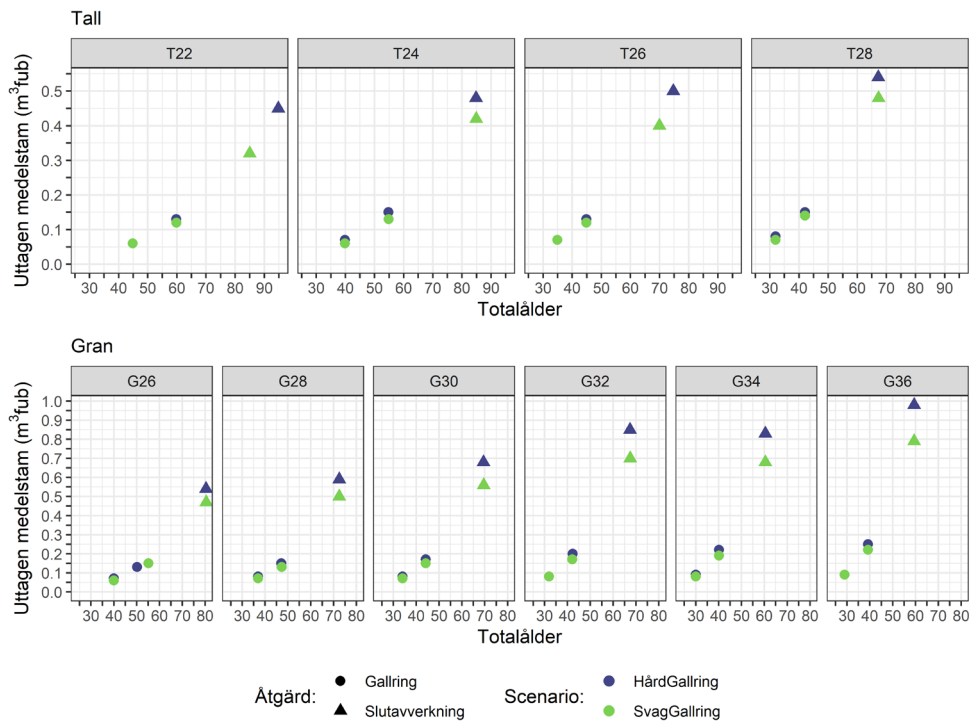
Figur 8. Stående volym över totalålder för respektive scenario, trädslag och ståndortsindex.



Figur 9. Kollager i levande stammar över totalålder för respektive scenario, trädslag och ståndortsindex.

Uttagen medelstam

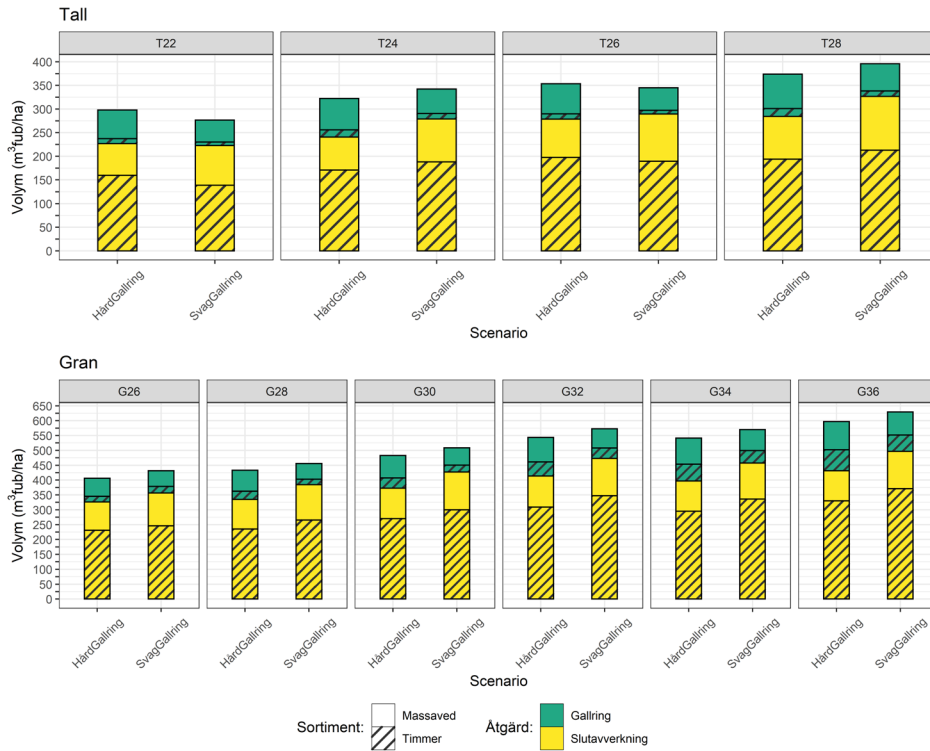
Den uttagna medelstammen var alltid högre för HårdGallring jämfört med SvagGallring i både gallring och slutavverkning (Figur 10).



Figur 10. Uttagen medelstam över totalålder för respektive scenario, trädslag och ståndortsindex.

Avverkad volym per sortiment

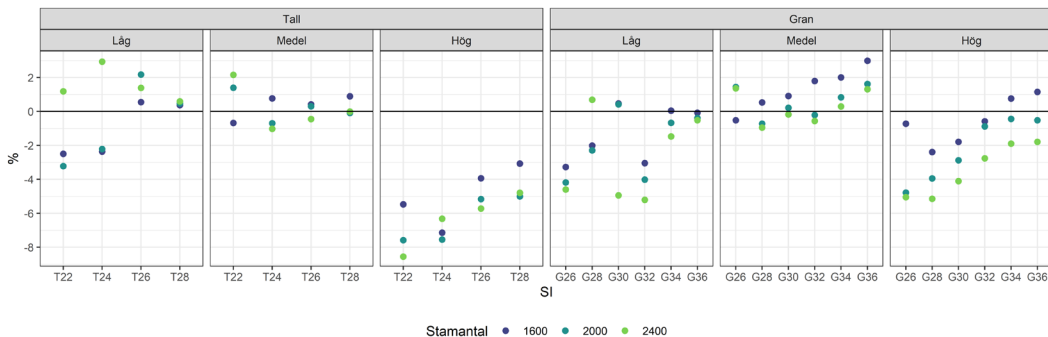
För både tall och gran togs mer virke ut vid gallring i HårdGallring jämför med SvagGallring och det omvända gällde vid slutavverkning. Det var inga skillnader i sortimentsandelar för åtgärderna mellan scenarierna utan den stora skillnaden var mängden uttaget virke vid varje åtgärd (Figur 11).



Figur 11. Volym fördelat på sortiment och åtgärd för respektive scenario, trädslag och ståndortsindex.

Markvärde

Det fanns ingen väsentlig skillnad i markvärde mellan scenarierna för grundytensivåerna Låg eller Medel (Figur 12). För grundytensivå Hög var markvärde för SvagGallring jämfört med HårdGallring konsekvent lägre för tall och delvis lägre för gran (Figur 12).



Figur 12. Nuvärde för SvagGallring (% av HårdGallring) för respektive scenario, trädslag och ståndortsindex.

Diskussion

På grund av den lägre grundytan efter förstagallringen i HårdGallring genomfördes andragallringen vid en lägre grundyta jämfört med SvagGallring. Gallringsstyrkan var ungefär den samma för de två scenarierna då en lägre grundyta efter gallring tilläts i HårdGallring jämfört med SvagGallring. När bestånden lämnade gallringsfasen (vid 20-22 m i övre höjd) var grundytan i regel 10-20 procent lägre i HårdGallring jämfört med SvagGallring. Skillnaden i grundyta efter gallringsfasen etablerades redan vid första gallringen. Det relativa avståndet till den övre fältet vid andragallringen blev mindre och ibland positiv vid högre ståndortsindex, vilket berodde på den högre tillväxten i kombination med det 5-åriga framskrivningsintervallet.

Diskonteringsräntan sattes till 2,5 procent vid optimeringen vilket motsvarar normala avkastningskrav från skogsbruket. En högre diskonteringsränta motsvarar ett ökat krav på avkastning vilket översätts till att inkomster från avverkningar blir mer värda om de tidigareläggs. En lägre ränta leder till det motsatta. Nuvärdet för slutavverkning är i regel alltid högre än nuvärdet för gallringar trots att de sker tidigare, och detta beror på att större volymer avverkas till lägre kostnader vid slutavverkning. En ökning av räntan hade troligen påverkat (tidigarelagt) slutavverkningstidpunkten mer än gallringstidpunkten. För gallringarna hade en ökning av räntan troligen inte tidigarelagt åtgärden eftersom skötselreglerna för respektive scenario inte tillåtit detta. Om det varit möjligt att tidigarelägga en gallring hade detta skett på bekostnad av en klenare medelstam och därav högre avverkningskostnad. Sammanfattningsvis skulle en ökning av räntan inte påverka gallringsprogrammet men troligen slutavverkningen.

Stamantalet vid slutavverkning var lägre för högre boniteten. Detta berodde troligen på att det undre fältet i Skogsstyrelsens gallringsmallar inte höjs lika mycket som det övre fältet då boniteten ökar. Därför tilldelades en högre gallringsstyrka vid högre boniteter och stamantalet minskade relativt mer än i de lägre boniteterna. Det finns däremot ingen anledning att ha lägre stamantal vid slutavverkning vid högre bonitet, då marker med högre boniteter kan bära fler träd (Hägglund, 1973, 1974).

SvagGallring hade generellt en högre löpande tillväxt efter åtgärd jämfört med HårdGallring, då volymtillväxten är starkt korrelerad med den stående volymen efter gallring (Ekö, 1985; Pienaar, 1979). Den lägre ackumulerade tillväxten för HårdGallring sänkte virkesförrådet och kolförrådet då de är starkt korrelerade med grundytan efter gallring. Mer virke (massaved och timmer) kunde tas ut vid slutavverkning i SvagGallring, men det påverkade inte sortimentsandelen vid slutavverkning.

Den för HårdGallring högre medelstammen vid gallring och slutavverkning berodde på att låggallring i kombination med högre uttag ledde till att fler och större träd togs ut vid varje tillfälle. Den konsekvent lägre medelstammen för SvagGallring kan därför ha lett till en något högre avverkningskostnad då lägre medelstam sänker produktiviteten i gallringsarbetet. Den högre avverkningskostnaden kan ha bidragit till att det inte var någon större skillnad i markvärde mellan scenarierna.

Utöver vad som simulerats i denna analys finns det många faktorer som påverkar, och påverkas av, hur gallringsprogram kan utformas. De presenterade skötselprogrammen är därför inte tänkta att följas till punkt och pricka utan ska mer ses som ett tankeexperiment i hur olika intensiva gallringsprogram påverkar beståndsekonomin och tillväxten. Framskrivningsintervallet är 5 år i Heureka, vilket gör att skillnaden i tillväxten/skillnaden i värden för resultatvariablerna, exempelvis höjd och grundyta,

mellan två perioder är stor. Detta är väldigt långa tidsintervall för beslut och genomförande av gallring, vilket gör att det troligen finns mer optimala gallringsprogram än de som presenterats här. Heureka PlanVis har en funktion för att öka den temporala upplösningen ända ner till 1 år men denna funktion skapade tyvärr orimliga resultat.

Slutsatser

Ett gallringsprogram med lägre uttag, likt SvagGallring, skapar större virkesförråd över tid jämfört med hårdare gallringsprogram. Mer virke kan då tas ut i slutavverkning men det påverkade inte sortimentsandelen. Om skötselmålet är att öka timmerandelen vid slutavverkning kan man välja båda alternativen men om målet är att vid slutavverkning kunna ta ut en större volym timmer är ett gallringsprogram med lägre uttag i gallringsfasen att föredra.

Referenser

- Agestam, E. 2015. Skogsskötselserien - Gallring. Skogsstyrelsen.
- Bergquist, J., Edlund, S., Fries, C., Gunnarsson, S., Hazell, P., Karlsson, L., Lomander, A., Nästlund, B.-Å., Rosell, S., & Stendahl, J. 2016. *Kunskapsplattform För Skogsproduktion* Skogsstyrelsens meddelande 1. Skogsstyrelsens förlag.
- Ekö, M. 1985. *Produktionsmodell för skog i Sverige, baserad på bestånd från riksskogstaxeringens provytor*. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Silviculture.
- Eliasson, L. 2023. *Kostnader i det storskaliga skogsbruket 2022*. Skogforsk Kunskapsartikel. Nr 33.
<https://www.skogforsk.se/kunskap/kunskapsbanken/2023/skogsbrukets-kostnader-och-intakter-2022/>
- Hägglund, B. 1973. *Site index curves for Norway spruce in southern Sweden* (24). Swedish University of Agricultural Sciences.
- Hägglund, B. 1974. *Site index curves for Scots pine Sweden* (31). Swedish University of Agricultural Sciences.
- Karlsson, K. 2007. Impact of the thinning regime on the mean diameter of the largest stems by diameter at breast height in even-aged *Picea abies* stands. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 21(1), 20-31.
<https://doi.org/10.1080/02827580500487556>
- Lundqvist, L., Chrimes, D., Elfving, B., Mörling, T., & Valinger, E. 2007. Stand development after different thinnings in two uneven-aged *Picea abies* forests in Sweden. *Forest Ecology and Management*, 238(1-3), 141-146.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.10.006>
- 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 on stand level gross- and net stem volume production. *Studia Forestalia Suecica*, 219, 1-34.
- Pienaar, L. V. 1979. An Approximation of Basal Area Growth after Thinning Based on Growth in Unthinned Plantations. *Forest Science*, 25(2), 223-232.
<https://doi.org/10.1093/forestscience/25.2.223>
- Valinger, E., & Fridman, J. 2011. Factors affecting the probability of windthrow at stand level as a result of Gudrun winter storm in southern Sweden. *Forest Ecology and Management*, 262, 398-403. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.04.004>
- Valinger, E., & Pettersson, N. 1996. Wind and snow damage in a thinning and fertilization experiment in *Picea abies* in southern Sweden. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 69(1), 25-33. <https://doi.org/10.1093/forestry/69.1.25>