ARBETSRAPPORT 1277–2026

Fungerar dagens gallringsmallar?

Utvärdering av Sveaskogs gallringstrakter 2021 - 2023

Magnus Persson



Foto Magnus Persson

skogforsk

SVEASKOG

Innehåll

Förord **4**

Summary **5**

Sammanfattning **6**

Introduktion **7**

Den förändrade skogen 7

Gallring 7

Syfte & mål 8

Material **9**

Skördardata och automatisk gallringsuppföljning 9

Metod **10**

Gallringsuppföljning 10

Tillbakaskrivning av ogallrade bestånd 10

Framskrivning av gallrade bestånd 11

Gallringstidpunkt (tidig/sen första gallring) 11

Markvärdesberäkning 12

Resultat **13**

Gallringsmognad och utförda gallringar 13

Möjlighet för tidigare gallring 14

Framskrivning av gallrade bestånd 16

Gallringstidpunkt – simulerad tidig/sen första gallring 17

Diskussion **19**

Gallringsstyrkan 19

Kunde man gallrat tidigare? 20

Ser skogen annorlunda ut än gallringsmallen? 20

Simuleringarna 21

Rekommendationer 21

Felkällor 22

Slutsatser **22**

Referenser **23**

Appendix A **24**



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

Kvalitetsgranskning (Intern peer review) har genomförts i maj månad 2026 av
Erik Ling, programchef och Nils Fahlvik, seniorforskare. Därefter har Magnus Thor, Forskningschef,
granskat och godkänt publikationen för publicering 10 augusti 2026.

Redaktör: Caroline Rothpfeffer, caroline.rothpfeffer@skogforsk.se
©Skogforsk 2026 ISSN 1404-305X

Förord

Denna rapport är utarbetad inom ramen för projektet ”Dynamiska gallringsmallar”. Uppdraget har finansierats av medel från Sveaskogs forskningsbudget bedrevs mellan 2023 - 2026.

I studien har Skogforsks gallringsmall INGVAR utvärderats mot Sveaskogs-gallringstrakter (åren 2021–2023). De utförda gallringarna har jämförts mot den tänkta användningen av gallringsmallen, simuleringar har gjorts för att utvärdera hur gallringsmogen skogen faktiskt är i de genom stickprov utvalda gallringstrakterna. Effekten av tidig respektive sen förstagallring har också simulerats, simuleringen gjordes i Heureka PlanVis.

Projektet leddes och genomfördes av Magnus Persson med stöd av en referensgrupp bestående av representanter från Sveaskog: Gisela Björse, Fredrik Klang, Fredrik Gunnarsson och Mattias Forsberg. Nils Fahlvik från Skogforsk deltog också i referensgruppen. Urban Nordmark levererade hpr-filer enligt önskemål och Carolina Offenbacher tog fram prognoser för beståndens tillstånd före och efter gallring.

Ett varmt TACK till samtliga som bidragit till studien!

Magnus Persson (Projektledare)

Summary

Commercial thinning is one of the most common silvicultural interventions in Swedish forestry, and thinning guides are used to determine a suitable timing and intensity of thinning based on growth, economics, and risk. This study evaluates how the first thinning was carried out on Sveaskog holdings between 2021 and 2023 in relation to Skogforsk's thinning model, INGVAR.

According to recommendations from INGVAR and the Swedish Forest Agency, the first thinning is recommended take place at a dominant height of 12–14 meters. Despite this, first thinning was often delayed after the recommended height interval for both pine- and spruce stands. Back-projecting the stands to the recommended height interval revealed that 65% of pine stands, but only 39% of spruce stands, had a high enough basal area to allow a normal thinning intensity (25–40%). Thinning was delayed even in stands with high basal area, indicating challenges in planning and executing thinnings on time. Stands with low basal area within the 12–14 m interval reached a sufficient basal area first at 15–18 m.

The discrepancy between the actual state of the forest and how it fits the thinning guide is due either to unsatisfactory stand development leading up to thinning, changing growing conditions, or an excessive stand density demand in the INGVAR thinning guide, particularly for Norway spruce forests. Results from the nationwide forest regeneration survey *Föryngringskollen* suggest that today's forest suffer from considerable mortality in the regeneration phase which reduces sets back basal area growth in relation to height growth prolongs the time it takes for the canopy to close.

An early, lighter first thinning enables subsequent thinnings before reaching 20 m in dominant height. However, Heureka simulations showed that early and late first thinnings yielded largely the same average growth and land expectation value over the rotation period. The main difference lay in the feasibility of performing additional thinnings, rather than long-term production or financial yield. Nevertheless, significant benefits exist in carrying out the first thinning early.

Currently, the INGVAR thinning guide suit a large portion of the forest, but they need to be applied more consistently to capture the benefits of an early first thinning. Higher standards set during the regeneration and young forest phases could likely reverse this trend.

Sammanfattning

Gallring är ett av de vanligaste skötselingreppen i skogsbruket och gallringsmallar används för att kunna bestämma en lämplig gallringstidpunkt och gallringsstyrka set utifrån tillväxt, ekonomi och risk. Denna studie utvärderar hur första gallring genomförts på Sveaskogsinnehav 2021–2023 i förhållande till Skogforsks gallringmall INGVAR.

Enligt INGVAR:s och Skogsstyrelsens rekommendationer borde första gallringen normalt ske vid 12–14 meters övre höjd. Trots detta genomfördes förstagallringen sent i majoriteten för både tall- och granbestånden. När bestånden skrevs tillbaka till det rekommenderade höjdintervallet visade det sig att 65 % av tallbestånden och endast 39 % av granbestånden hade en tillräckligt hög grundyta för att kunna gallras med ett normalt gallringsuttag (25–40 %). Många av bestånden med hög grundyta gallrades ändå sent vilket indikerar svårigheter med att hinna planera och utföra gallringen i tid. Bestånd med låg gallringsmognad inom 12–14 m gallrades först vid 15–18 meters höjd.

Diskrepansen mellan hur skogen ser ut och hur den passar in i mallen beror antigen på otillfredsställande beståndsutveckling fram till gallring, att skogen växer under andra förutsättningar eller att INGVAR-mallens övre begränsningslinje ställer för höga krav på beståndstätheten för främst granskogar. Resultat från bland annat Föryngringskollen talar för att skogen ser annorlunda ut idag. Överlevnaden tre år efter plantering är 80 % och det tar längre tid för ett bestånd att sluta sig om det är glest.

Tidig och svag första gallring möjliggör senare gallringar inom 20 m övre höjd. Heureka-simuleringar visade dock att tidig och sen första gallring gav i stort sett samma medeltillväxt och markvärde över omloppstiden. Skillnaden låg främst i möjligheten att genomföra fler gallringar, inte i den långsiktiga produktionen eller ekonomin. Det finns dock stora nyttor i att utföra första gallringen tidigt.

INGVAR-mallarna passar i dagsläget en stor del av skogen men behöver användas mer konsekvent för att nyttorna med en tidig första gallring ska kunna erhållas. Troligtvis kan högre ställda krav i föryngring- och ungskogsfasen vända utvecklingen.

Introduktion

Den förändrade skogen

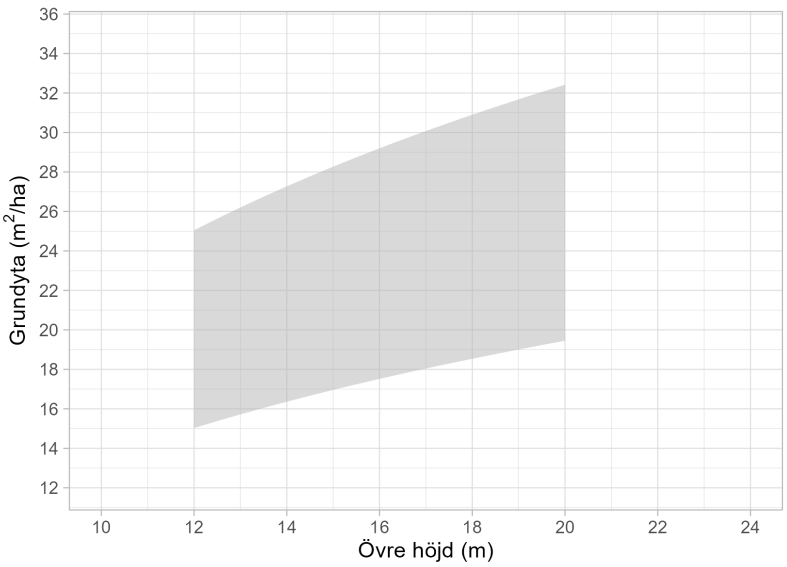
Skogarna växer troligen annorlunda idag jämfört med skogen som etablerades i mitten av förra seklet och som gallringsmallarna bygger på. Sedan 1983, då Riksskogstaxeringen etablerade sina permanenta provytor, har höjdtillväxten ökat med cirka 10 % för träd mellan 20 och 60 år, medan någon motsvarande förändring i grundytetillväxten inte har observerats (Appiah Mensah m.fl., 2023). En trolig effekt är att träden fått en ökad avsmalning, vilket även har observerats i form av en sjunkande formkvot sedan mitten av 1900-talet (Ågren m.fl., 2021). Detta ger då en lägre medelstam för träd av en given höjd. En större avsmalning borde sänka produktiviteten vid gallringsarbetet, och troligen ökar risken för stam- och toppbrott.

Planering av en gallringsåtgärd baseras ofta på gallringsmallar, och bygger i regel på en kombination av övre höjd, grundyta och ståndortsindex. Skogsstyrelsens rekommendation säger att en första gallring rekommenderas inom 12-14 m i övre höjd och att ingen gallring bör ske efter 20 m i övre höjd (Bergquist m.fl., 2016). En förhållandevis högre höjdtillväxt medför att ståndortsindex bedöms vara högre i nya bestånd jämfört med den tidigare skogen på samma lokal. Detta är i sig inte något negativt då det indikerar en högre produktionspotential över tid. Men en ökad höjdtillväxt i förhållande till grundytetillväxt borde medföra en framskjutning av gallring då beståndens grundytetillväxt inte når övre begränsningslinjen i gallringsmallen ”i tid”. Om ett bestånd samtidigt givits ett högre ståndortsindex än föregående omloppstid borde det därför bli ännu svårare att nå den övre begränsningslinjen i gallringsmallen. Sammantaget reser detta frågan om hur väl befintliga gallringsmallar fungerar i dagens gallringsbestånd.

Gallring

Forskningen inom skogsproduktion har visat att tillväxten är starkt positivt kopplad till beståndstäthet (grundyta och volym), och att nettotillväxten kulminerar innan beståndet sluter sig. Av denna anledning rekommenderas gallring precis innan ett bestånd slutit sig eftersom det teoretiskt maximerar nyttjandet av tillväxtpotentialen. Om gallringen sker långt före kan inte hela tillväxtvinsten tas tillvara, och sker den långt efter ökar risken för avgång till följd av konkurrens. Dessutom ökar risken för avverkningsskador och snöskador med ökad slutenhet. Risken för stormskador är hög åren efter gallring men bestånd som gallrats tidigt och svagt, utvecklar normalt en god stormfasthet med tiden.

Skötselrekommendationer för gallring är sammanställda i gallringsmallar vilka har framtagits av olika aktörer över tid: Skogsstyrelsens gallringsmallar från 1984 (Skogsstyrelsen, 1984a, 1984b) och Skogforsks INGVAR (INteraktiv GAllringsvaRiator) (Jacobson m.fl., 2008). Mjukvaran INGVAR är idag nedstängd men mallarna finns kvar. Båda dessa gallringsmallar bygger på att gallring genomförs då ett bestånd nått en viss höjd och grundyta, givet ett ståndortsindex. Den övre begränsningslinjen i INGVAR (Figur 1) bygger på en max-grundytefunktion (Söderberg, 1986) där maximal grundyta skattas som funktion av logaritmen av övre höjd. Inom INGVAR-projektet gjordes anpassningar av denna linje och grundytekravet sänktes för att gallringen inte skulle kräva en allt för hög grundyta för att kunna genomföras. Den övre begränsningslinjen är därför inte en självgallringslinje och avgång inträder vid långt högre grundyta.



Figur 1. Illustration av INGVAR-gallringsmall med grundyta (y-axeln), övre höjd (x-axeln), en övre begränsningslinje och en lägre begränsningslinjen. Tillsammans bildar linjerna ett fält inom vilket ett bestånd är tänkt att befinna sig under gallringsfasen. Gallring rekommenderas ju närmre den övre begränsningslinjen beståndet ligger.

Syfte & mål

I projektet har ett stort antal gallringstrakter mellan 2021 och 2023 utvärderats. Baserat på beståndens grundyta och övre höjd, samt läge i INGVAR-mallen har slutsatser dragits. Dessutom har Heureka-simuleringar genomförts för att vidare utvärdera hur stor roll den valda gallringstidpunkten spelat för den framtida produktionen jämfört med alternativa gallringsprogram. Heureka-simuleringarna har antigen strikt följt rekommendationerna eller anpassats efter förutsättningarna. Syftet med projektet var att utvärdera samspelet mellan skogens utveckling och Sveaskogs gallringsarbete, samt hur det påverkar virkesproduktionen.

Mål:

1. Utvärdera hur gallringarna genomfördes i förhållande till Skogforsks gallringsmall INGVAR.
2. Utvärdera gallringmognaden vid ett tillbakaskrivet tillstånd inom det rekommenderade höjdintervallet för första gallring (12–14 m).
3. Utvärdera handlingsalternativen för redan utförda gallringar.
4. Utvärdera effekten av tidpunkten för första gallring (Tidig/Sen) på medeltillväxt och beståndsekonomi.

Material

Skördardata och automatisk gallringsuppföljning

I denna studie användes data insamlat från skördare under gallring. Gallringsmallarna används inte bara vid planering av gallring utan kan även användas i realtid vid gallring. Automatisk gallringsuppföljning skattar löpande skogens tillstånd inom beräkningsytor (~1 ha) före och efter gallring gällande åtgärdad areal, volym, grundyta, grundytevägd medeldiameter, grundytevägd medelhöjd, övre höjd samt trädslagsfördelning baserat på de avverkade stammarna (Hannrup m.fl., 2015; Möller m.fl., 2015). HprGallring är programvaran utvecklad för automatiserad uppföljning i maskinmiljön som beräknar dessa nyckeltal och kan presentera återkoppling om utfört arbete direkt till skördarföraren utifrån insamlade produktionsdata (i Sveaskogs system kallas detta STINA). Återkoppling i förhållande till en gallringsmall är implementerad i hprGallring, med möjlighet att ställa in vilken gallringsmall som ska följas (Möller m.fl., 2021). Det insamlade data kan sedan användas för att följa upp utförda gallringar och för att uppdatera beståndsregister och skogsbruksplaner.

Sveaskogs produktionsdata (hpr-filer) samlades in och lagrades i forskningsdatabasen Forest Core. I databasen beräknades prognosdata för tillståndet före och efter gallring med hprYield. Alla trakter var sedan tidigare ogallrade och gallrades med skördare utrustade med kranspetsstyrning. Detta möjliggjorde att den senast utvecklade och verifierade beräkningsmodellen (Modell 2020) kunde användas för att få så precisa skattningar som möjligt.

Trakturvalet baserades på variablerna i Tabell 1. Totalt erhölls 285 trakter, varav 77 granbestånd och 208 tallbestånd. Totalt fanns 5064 beräkningsytor i bestånden och varje trakt bestod i snitt av 17 beräkningsytor. Därefter filtrerades beräkningsytorna fram som dominerades av antigen gran eller tall och hade huggningsformen första gallring eller sen första gallring. Efter filtreringen fanns 4308 beräkningsytor kvar inom de 285 bestånden. Beståndsålder beräknas normalt i hprGallring men i stället för att förlita oss på denna skattade ålder användes beståndsåldern från skogsbruksplanen.

Tabell 1. Sammanställning av beståndsegenskaper före gallringstillfället som ligger till grund för det slumpmässiga urvalet.

Variabler	**Definition**
Övre höjd (m)	10 – 25
Trädslag	>65 % av huvudträdslaget (tall, gran eller björk)
Skiktning	Enskiktat
Föryngring	Planterat eller naturlig föryngring.
Area	> 2 ha och <15 ha
Målklass	PG

Metod

Gallringsuppföljning

Ett bestånds grundyta och övre höjd i förhållande till övre och nedre begränsningslinje vid gallringstillfället utvärderades genom att anpassa nya begränsningslinjer för materialet. Detta gjordes genom att skatta grundyta givet logaritmen av övre höjd för olika intervall av ståndortsindex, vilket är hur man formulerade de ursprungliga max-grundyte funktionerna (Söderberg, 1986). Eventuella skillnader mellan de ursprungliga begränsningslinjerna och de för detta material skattade begränsningslinjerna utvärderades visuellt. Därefter sammanställdes hur många av avdelningarna som gallrades inom och utanför det rekommenderade höjdintervallet för första gallring (12–14 m övre höjd), gallringsstyrka och om sena gallringar (>14 m övre höjd) förekom.

Tillbakaskrivning av ogallrade bestånd

I gallringsuppföljningen utvärderades vid tidpunkten för de utförda gallringarna, men detta gav ingen fullständig förklaring till varför gallringarna genomfördes just då eller om gallringen kunde skett vid ett tidigare skede. För att möta detta skrevs bestånden tillbaka i tid till det rekommenderade höjdintervallet för första gallring.

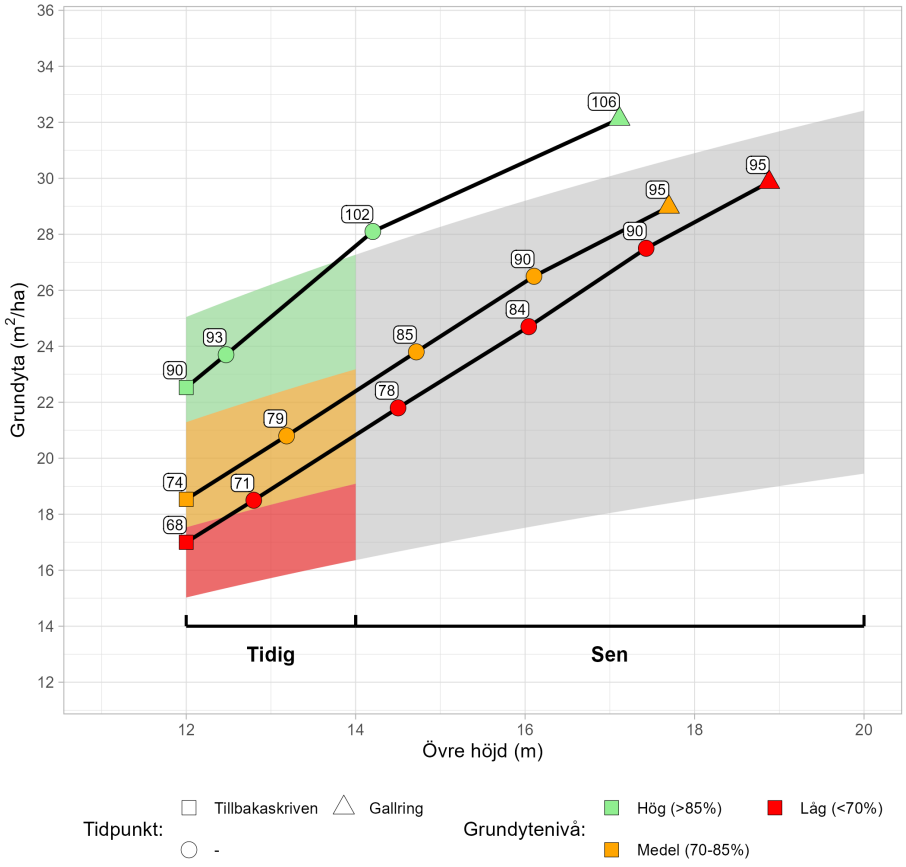
Tillbakaskrivningen av grundyta gjordes genom att invertera funktioner för grundytetillväxt byggda på alla långtidsförsök i Sverige (Mensah m.fl., 2022). Skattningen av en tidigare övre höjd gjordes genom att lösa ut ståndortsindex-funktionen av Hägglund (1973) för övre höjd och invertera funktionen, och därmed skatta övre höjd utifrån ståndortsindex och ålder.

Begreppet gallringsmognad används för att beskriva den relativa skillnaden i grundyta jämfört med den övre begränsningslinjen vid en given övre höjd (Figur 2). I denna studie användes gallringsmognaden för att dela in bestånden i tre grupper vid 12–14 m övre höjd, där procenttalet anger grundytans relativa nivå i förhållande till den övre begränsningslinjen: Hög (>85 %), Medel (70–85 %) och Låg (<70 %). Klassificeringen baserades på den grundyta som erhölls när bestånden skrevs tillbaka till höjdintervallet 12–14 m.

Om ett bestånd, efter tillbakaskrivning, hamnade i den höga gallringsmognadsklassen vid 12–14 m övre höjd ansågs det kunna gallras redan vid 12 m, under förutsättning att ett gallringsuttag på minst 25 % kunde accepteras. Bestånd som vid tillbakaskrivning hamnade i den medelhöga eller låga gallringsmognadsklassen bedömdes behöva öka ytterligare i grundyta innan de uppfyllde kraven för gallring.

Samtliga bestånd som vid första gallringen låg utanför det rekommenderade höjdintervallet skrevs tillbaka till den femårsperiod då de först nådde intervallet 12–14 m. Därefter klassificerades de som Tidigt gallrade, om den faktiska gallringen genomfördes inom det rekommenderade höjdintervallet, eller Sent gallrade, om gallringen utfördes vid en högre övre höjd. De trädslagsvisa andelarna inom respektive gallringsmognadsklass och gallringstidpunkt beräknades för att beskriva beståndens gallringsmognad vid 12–14 m övre höjd och undersöka om denna påverkade tidpunkt för den första gallringen.

Analysen begränsades till att utvärdera beståndens gallringsmognad inom 12–14 m intervallet då det rekommenderas av Skogsstyrelsen. I verkligheten kan gallringsmognaden inträda tidigare än detta.



Figur 2. Exempel på tre bestånd som skrivits tillbaka från gallringsutförandet. Siffrorna i de vita boxarna vid varje punkt är den uträknade gallringmognaden uttryckt i procent av övre begränsningslinjen. Det gröna fältet representerar det rekommenderade höjd- och grundyteintervallet för första gallring (Hög). Det gula och röda fältet motsvarar en lägre gallringsmognad (Medel och Låg), i vilka gallring inte rekommenderas då ett normalt lägsta uttag om 25% skulle leda till en för låg grundyta efter gallring.

Framskrivning av gallrade bestånd

Samma bestånd skrevs också fram 30 år i tiden för att visualisera om bestånden kan bli gallringsbara igen innan den rekommenderade högsta övre höjden (20 m) nåtts. Detta kompletterade bilden med hur de utförda gallringarna påverkar den framtida beståndsutveckling och skötsel. Bestånden importerades till Heureka PlanVis och skrevs fram 30 år i tiden.

Gallringstidpunkt (tidig/sen första gallring)

Effekten av att genomföra gallringen tidigt (öh 12–14 m) respektive sent (öh >14 m) utvärderades genom simulering och optimering av skötselprogrammen i Heureka PlanVis. Definition av skötselreglerna har skett i samråd med Gallringsgruppen på Sveaskog. Skötselramarna för de två scenarierna Tidig och Sen var i stora drag samma som default-inställningarna med vissa viktiga undantag och tillägg. För både Tidig och Sen sänktes den övre begränsningslinjen med 10 % för att öka möjligheten för en tidig första gallring, max två gallringar tilläts och lägsta gallringsstyrkan till 25 % och högsta

gallringsstyrka sattes till 35 %. För Sen ökades lägsta höjden till 14 m i övre höjd, max höjden för första gallring ökades till 19 m och tvingande gallring uteslöts.

I denna del användes simulerade typbestånd vars utgångläge baserats på begränsningslinjerna i gallringsmallen INGVAR. Bestånd med en övre höjd på 12 m men med olika nivåer av grundyta relativt den övre (Hög) och undre (Låg) begränsningslinjen och mitt emellan dessa (Medel) skapades, för samtliga ståndortsindex (Tall: 19–21, 22–25, 26–32; Gran: 23–28, 29–34, 35–40). Bestånd dominerades av antigen tall eller gran och innehöll en 20 % lövinslag vid simuleringens start.

Utvärderingen av scenarierna gjordes för en rad olika resultatvariabler som ger en förståelse för hur de olika skötselscenarierna påverkar olika aspekter av tillväxt och beståndekonomi. Bland resultatvariablerna ingick: grundyta ($m^3sk\ ha^{-1}$), medeltillväxt ($m^3sk\ ha^{-1}$), markvärde (SEK ha^{-1}) och avverkad volym fördelat på massaved och timmer (m^3fub). Alla resultatvariabler redovisades fördelat på ståndortsindex, dominerande trädslag, och grundytenivå.

Markvärdesberäkning

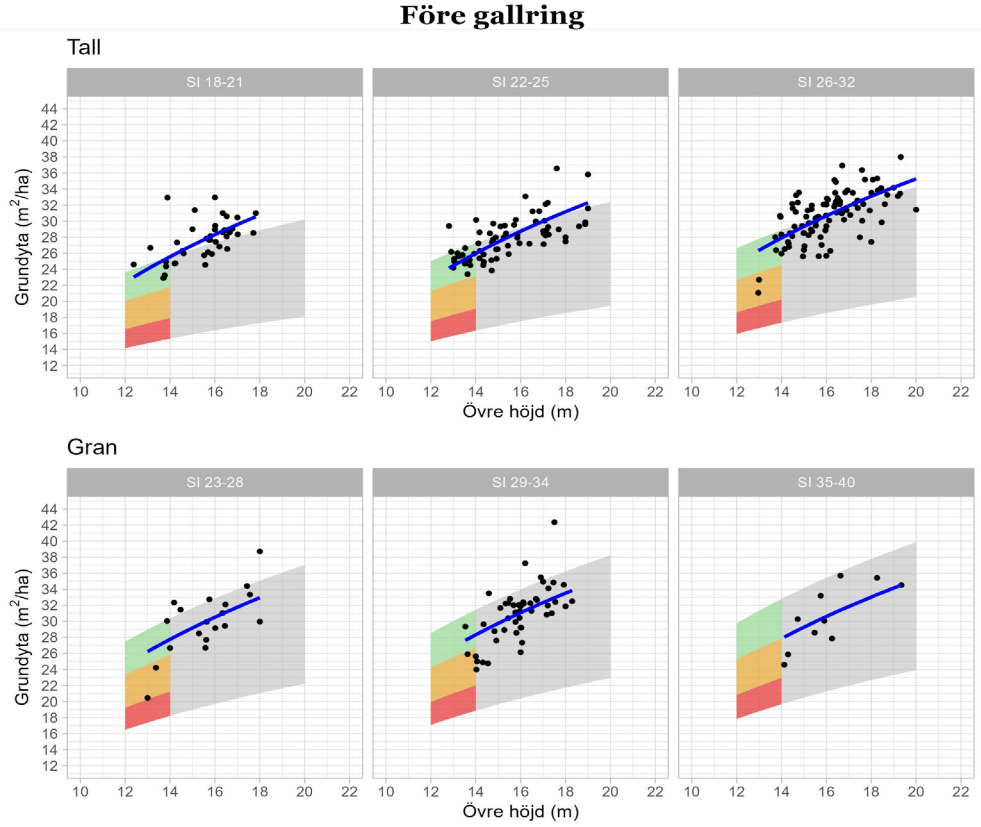
Normalt görs nuvärdesberäkningen i Heureka PlanVis genom att kombinera nuvärdet för första generationen skog och markvärdet (Land Expectation Value) för kommande generationer skog. Problemet med detta är att en ny skog – som skiljer sig från vår studerade skog – simuleras för kommande generationer. I denna studie är skogens faktiska utveckling fram till idag följt av en standardiserad skötsel det som påverkar resultaten mest. I denna studie gjordes därför markvärdesberäkningen lite annorlunda. En ny skog simulerades inte, utan den faktiska skogen och kostnaderna fram till denna användes som grund för markvärdesberäkningen. Markvärdet för varje skötselprogram räknades ut genom att diskontera kostnader och intäkter till år noll (tidpunkten då föregående bestånd avverkades). Eftersom simuleringarna började vid tidpunkten för förstagallring hämtades kostnader för etablering och röjning från rapporten Skogsbrukets kostnader och intäkter (Eliasson, 2022). Planteringen antogs utföras år noll och två röjningar antogs utföras år tre respektive år tio. Markvärdet erhölls sedan genom att multiplicera det beräknade markvärdet för hela omloppstiden med evighetsfaktorn. Valet av optimalt skötselprogram för respektive kombination, baserades på det separat beräknade markvärdet. En diskonteringsränta på 2,5 % användes i optimeringen.

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

Resultat

Gallringsmognad och utförda gallringar

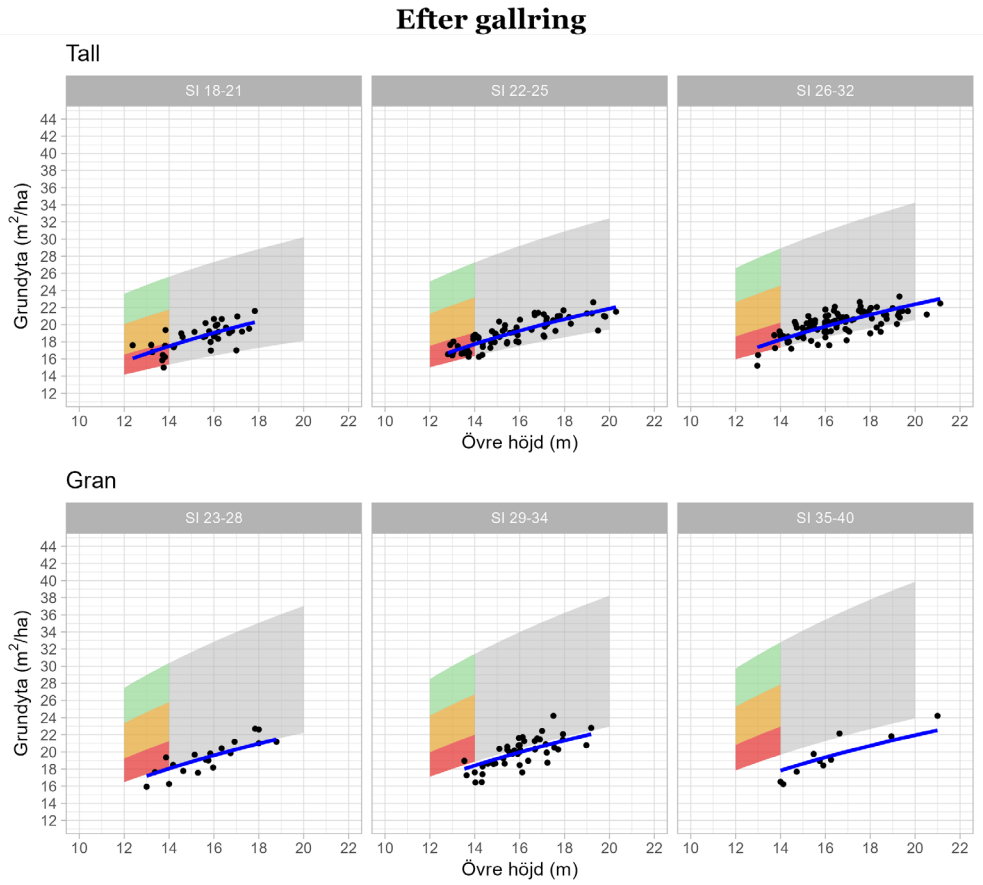
Tallbestånden gallrades i medeltal på övre begränsningslinjen (BL) i INGVAR och granbestånden gallrades i medeltal vid 90 % av övre BL. Tallbestånden gallrades därför vid lämplig gallringsmognad än granbestånden även om majoriteten av bestånden gallrades sent sett till det rekommenderade höjdintervallet för första gallring (12–14 m; Tabell 2; Figur 3).



Figur 3. Grundyta och övre höjd före gallring för gran och tall fördelat på de tre vanligaste ståndortsindex-grupperna för enskilda bestånd. De blå linjerna är den skattade medelgrundytan vid olika övre höjd och visualiserar om det finns någon systematisk avvikelse från den övre begränsningslinjer i INGVAR.

Tabell 2. Sammanställning av antalet bestånd fördelat på om de gallrades sent eller tidigt samt gallringstyrka.

	Tidpunkt	Antal	Medel gallringsstyrka
Gran	Sen	70 (90,8 %)	36 %
	Tidig	7 (9,1 %)	32 %
Tall	Sen	179 (86,1 %)	33 %
	Tidig	29 (13,9 %)	33 %

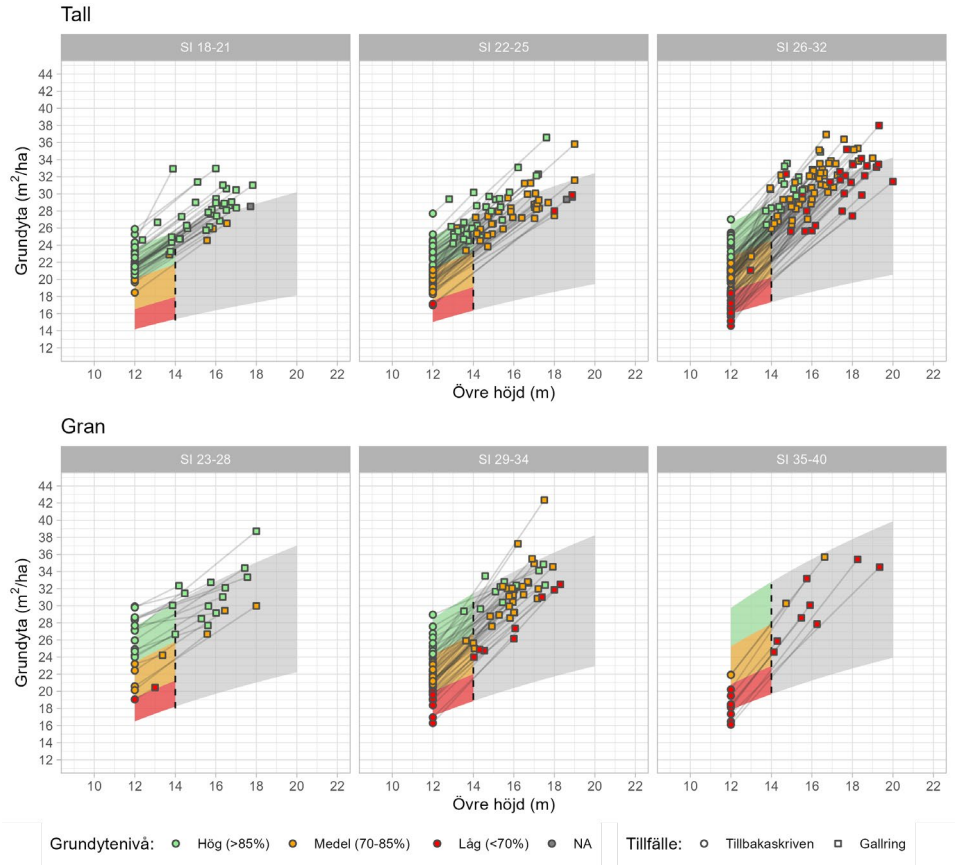


Figur 4. Grundyta och övre höjd efter gallring för gran och tall fördelat på de tre vanligaste ståndortsindex-grupperna för enskilda bestånd. De blå linjerna är den skattade medelgrundytan vid olika övre höjd och visualiserar om det finns någon systematisk avvikelse från den undre begränsningslinjer i INGVAR.

Efter gallring låg grundytan i tallbestånden i medeltal lite över den nedre BL i enlighet med skötsselrekommendationerna (Figur 4). Granbeståndens grundyta låg i snitt lite under den nedre BL. Gallringsstyrkan (Tabell 2) i granbestånden var inte särskilt hög (Tidig 32 %; Sen 36 %) och inte heller i tallbestånden (Tidig 33 %; Sen 33 %). Bestånden har – sett till gallringsstyrkan – inte gallrats hårt, men gallringen har senarelagts för att nå en hög gallringsmognad.

Möjlighet för tidigare gallring

Beståndens tillstånd före gallring skrevs tillbaka med tillväxtfunktioner för att undersöka hur gallringsmogna de var när de befann sig inom det rekommenderade höjdintervallet. När bestånden skrivits tillbaka uppnådde enbart 39 % av granbestånden kraven för en tidig första gallring (Hög). Resterande 61 % uppnådde inte grundytekravet för tidig gallring (Låg och Medel). Liknande, men mer positiva trender kunde utläsas för tallbestånden, då 65,4 % av bestånden uppnådde kraven för tidig första gallring (Figur 5; Tabell 3). Av de gallringsbara bestånden gallrades 79,4–90 % sent beroende på den gallringsmognad beståndet hade inom det rekommenderade höjdintervallet för första gallring (Tabell 3).



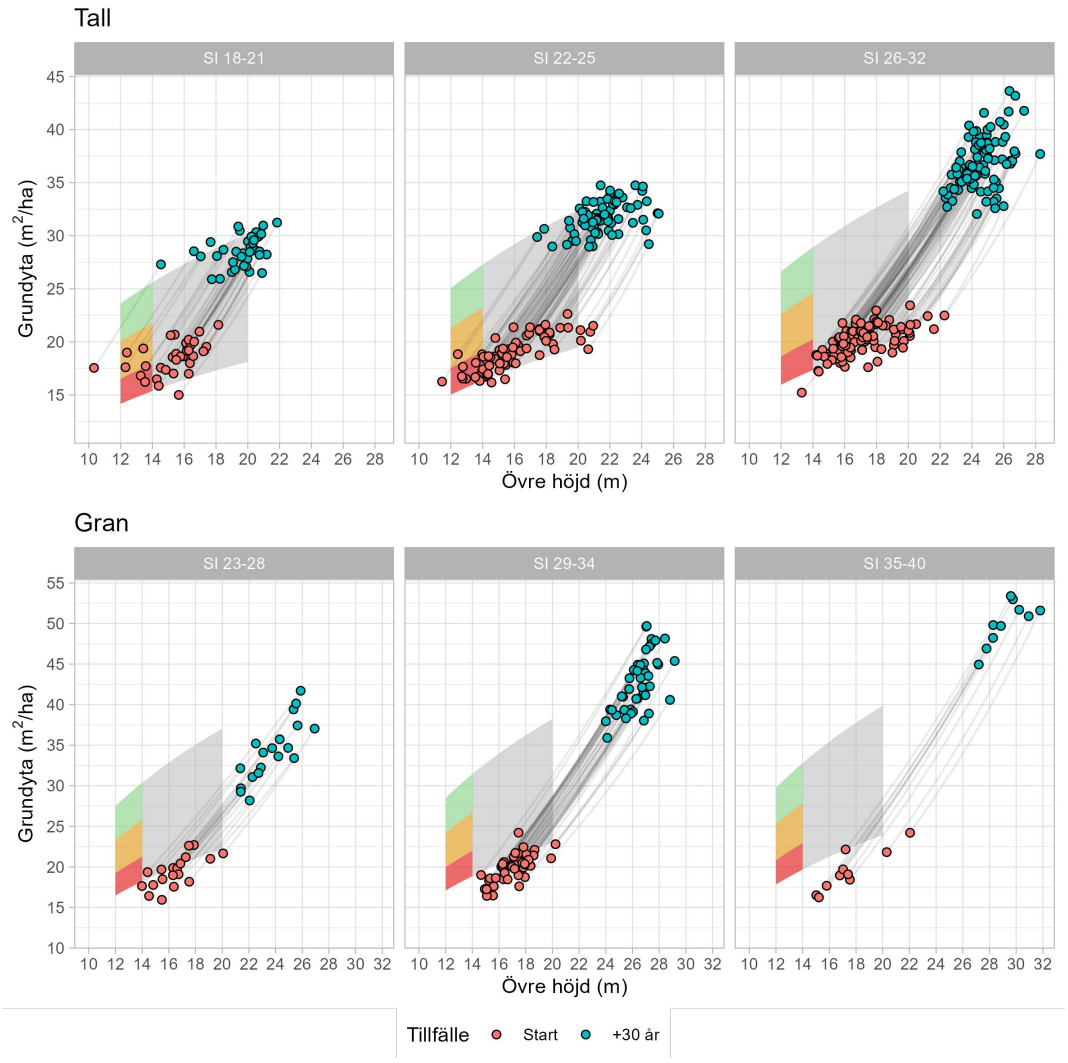
Figur 5. Gallringsmognaden för de tillbakaskrivna bestånden i materialet. INGVAR-mallen för gran och tall fördelat på ståndortsindex-klass ligger i bakgrunden. De tre färglagda områdena motsvara det tre klasserna för gallringsmognaden (Låg, Medel och Hög) definierade i Metod-sektionen. Cirklar motsvarar de utförda gallringarna och fyrkanterna det tillbakaskrivna tillståndet. Färgen på cirklarna och fyrkanterna motsvarar den aktuella gallringsmognaden.

Tabell 3. Sammanställning av hur stor andel av alla tillbakaskrivna bestånd som var gallringsbara per grundytenivå inom det rekommenderade höjdintervallet, och hur stor andel av alla bestånd som i realiteten gallrades tidigt respektive sent i varje grundytenivå (Tidpunkt för utförande).

		Tidpunkt för utförande	
Trädslag	Grundytenivå	Tidig	Sen
Gran	Hög (39%)	3 (10%)	27 (90%)
Gran	Medel (50.6%)	4 (10.3%)	35 (89.7%)
Gran	Låg (10.4%)	0 (0%)	8 (100%)
Tall	Hög (65.4%)	28 (20.6%)	108 (79.4%)
Tall	Medel (27.9%)	2 (3.4%)	56 (96.6%)
Tall	Låg (6.7%)	0 (0%)	14 (100%)

Framskrivning av gallrade bestånd

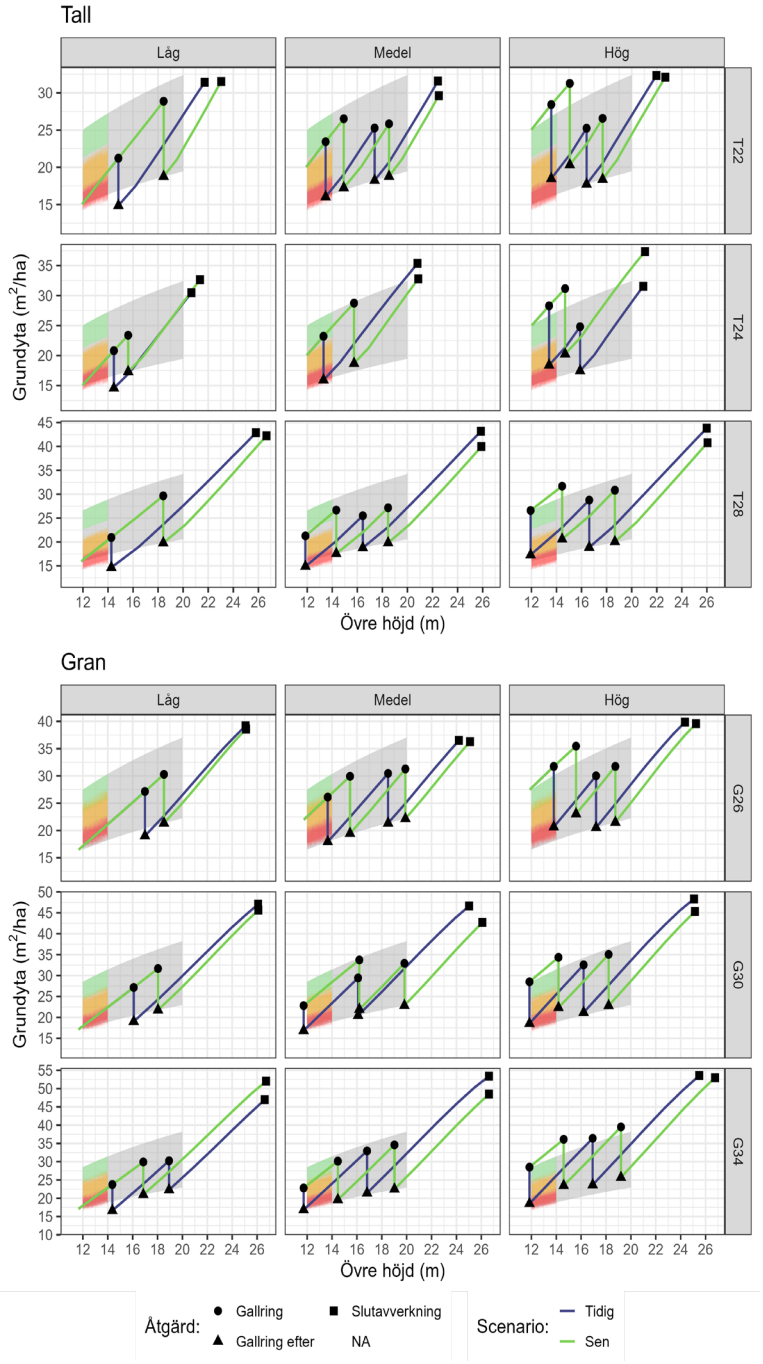
I stort sett inga av de gallrade granbestånden bör gallras igen enligt de rekommendationerna om det rekommenderade kravet på avslutat gallringsprogram innan 20 m övre höjd ska hållas. Tallbestånden som gallrats innan 16–17 m ser ut att kunna gallras igen innan höjdgränsen nås (Figur 6). För merparten av bestånden blir det svårt att hinna med en andra gallring innan de växt förbi den rekommenderade högsta övre höjden för gallring (20 m).



Figur 6. Grafen visar utsträckningen för INGVAR-mallen för gran och tall fördelat på ståndortsindex-klass enligt INGVAR. Röda punkter motsvarar gallrade bestånd i Sveaskogs-materialet och blåa punkter motsvarar samma bestånd 30 år fram i tiden. Varje bestånd kopplas ihop med en linje.

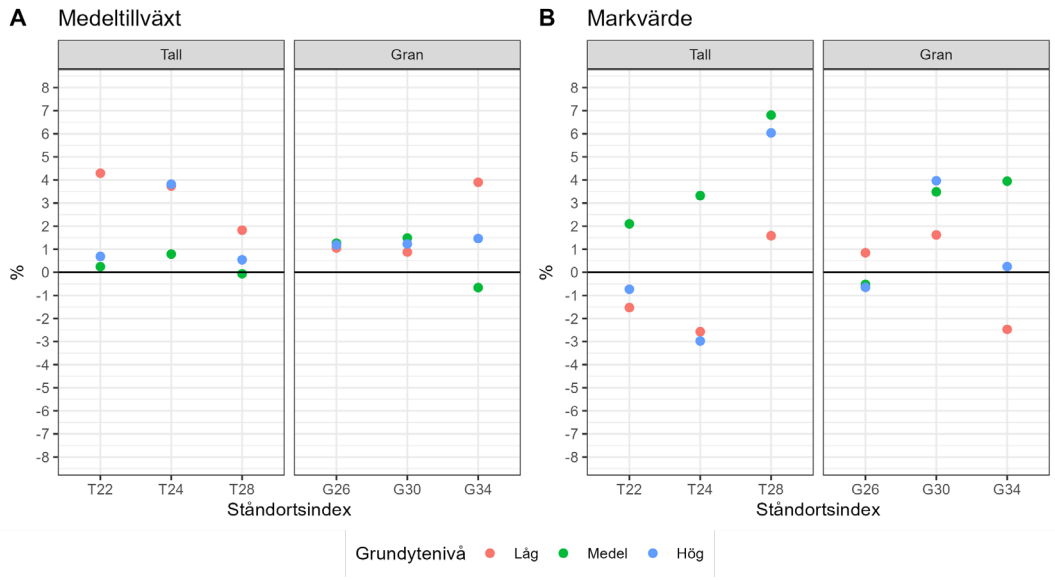
Gallringstidpunkt – simulerad tidig/sen första gallring

Generellt tidigarelades både första och senare gallringar i ”Tidig” jämfört med ”Sen” första gallring och den tydligaste skillnaden var att Tidig lämnade gallringsfasen (efter 20 m övre höjd) med ett högre virkesförråd än Sen. Generellt ledde detta till en högre grundyta från efter gallringsfasen fram till slutavverkning vid samma period för Tidig och Sen. Uttagen under gallringsfasen var jämförbara för scenarierna men det skedde tidigare i gallringfasen för Tidig. Första gallringen i Sen genomfördes första perioden efter att beståndet passerat 14 m i övre höjd. Detta gjorde att en andra gallring ofta hanns med (Figur 7).

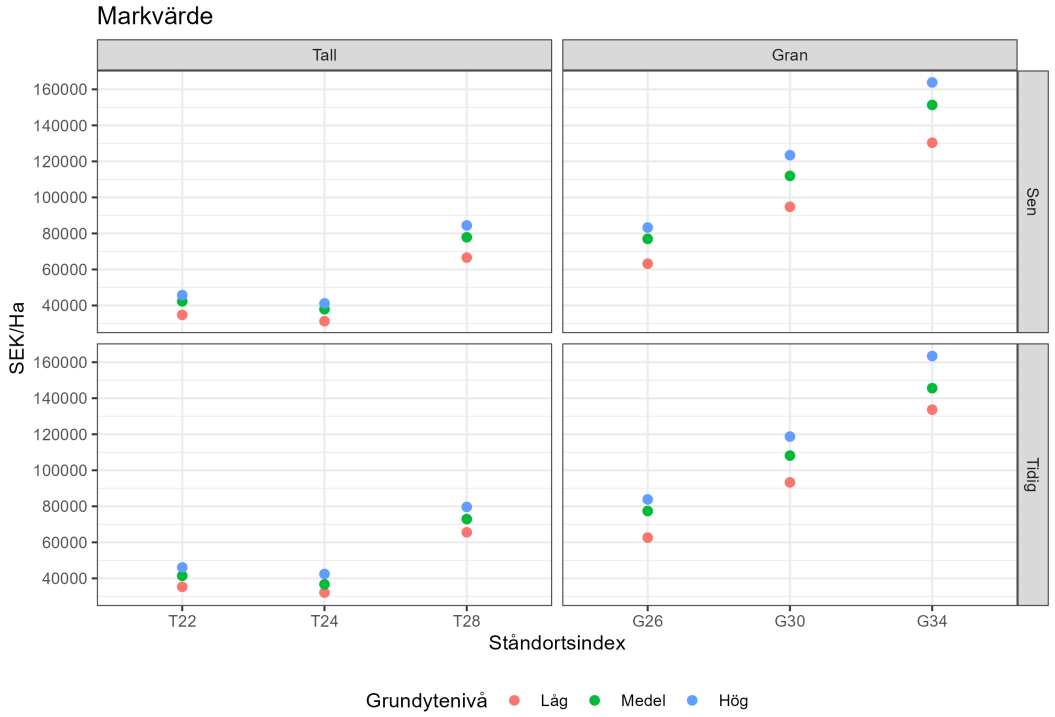


Figur 7. Gallringsprogrammet för Tidig respektive Sen grupperat på trädslag, ståndortsindex och grundytenivå. Det gröna fältet representerar det rekommenderade höjd- och grundyte-intervallet för första gallring.

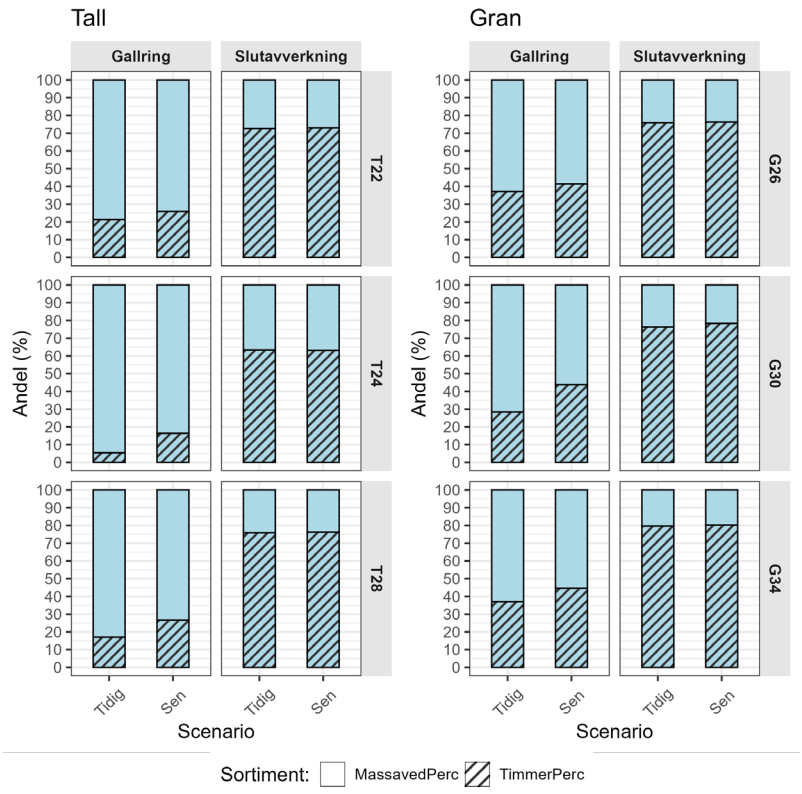
Senareläggning av första gallringen påverkade varken markvärde eller medeltillväxt (Figur 8). Markvärdet ökade med högre ståndortsindex och grundytenivå. Även andelen massaved och timmer vid gallring och slutavverkning var ungefär den samma mellan scenarierna (Figur 10).



Figur 8. Den relativa skillnaden medeltillväxt (A) och markvärde (B) för Sen i jämfört med Tidig. Ett positivt värde betyder att Sen överträffade Tidig.



Figur 9. Markvärde (SEK/ha) för varje scenario, ståndortsindex och trädslag.



Figur 10. Sortimentsandelar (massaved och timmer) vid gallring och slutavverkning för varje scenario (Tidig och Sen), fördelat på ståndortsindex och trädslag. Resultaten visas bara för grundytenivå Medel, och resultaten för Låg och Hög finns i Appendix A.

Diskussion

Gallringsstyrkan

Bestånden gallrades per definition inte för hårt då procentsatsen och grundytan efter gallring – i medeltal - inte underskred gallringsmallens lägre gräns. Hursomhelst senarelades gallringarna, troligen för att just undvika för hårda gallringar.

I arbetsrapporten ”Värdefulla timmerskogar” av Persson och Fahlvik (2024) utvärderades intensiteten i olika gallringsprogram. Simulerade bestånd liknande dem som använts i denna studie utsattes dels för ett gallringsprogram (SvagGallring) där målet var att följa rekommendationerna i gallringsmallen, dels för ett program (HårdGallring) där målet var höga uttag under gallringsfasen. Effekterna på virkesproduktion, markvärde, uttagen medelstam, medeltillväxt och sortimentsandelar analyserades. Optimering i Heureka PlanVis användes för att skapa optimala lösningar givet respektive skötselregel. Resultaten visade att markvärdet var ungefär detsamma i de båda programmen, medan medeltillväxten var marginellt högre (2–7 %) för SvagGallring. Dessutom var virkesförrådet högre vid slutavverkning. Den högre tillväxten förklarades av att beståndstätheten hölls på en högre nivå under hela omloppstiden. Det större

gallringsuttaget i HårdGallring ledde däremot till ett lägre virkesförråd vid slutavverkning. Trots det högre virkesförrådet realiserades detta inte i ett högre markvärde för SvagGallring, eftersom värdet av den framtida intäkten var relativt lågt.

Den viktigaste skillnaden mellan resultaten i *Värdefulla timmerskogar* och analyserna i denna studie är tidpunkten för den första gallringen. Om det totala uttaget är detsamma mellan scenarierna kommer några större skillnader sannolikt inte att framträda.

Kunde man gallrat tidigare?

Det var en stor spridning i gallringsmognad i materialet när de skrivits tillbaka till 12–14 m intervallet. Tillbakaskrivningen visade att 39 % av granbestånden och 65,4 % av tallbestånden kunde gallras tidigt. En stor andel av granbestånden (61 %) och färre av tallbestånden (34,6 %) hamnade i Låg och Medel, med vilka då inte har kunnat första gallras enligt inom det rekommenderade höjdintervallet. Bestånden i Låg och Medel har haft en otillfredsställande utveckling fram till första gallring. Om man antar att beståndsutvecklingen för materialet som INGVAR-mallarna byggdes på i hög grad överträffat detta, ser det ut som att en väsentlig del av dagens unga gallringsskogar på Sveaskogs mark inte utvecklats önskvärt fram till första gallring.

Det finns likheter mellan det studerade materialet och den mer detaljerade utvärdering av Sveaskogs gallringsarbete (Persson, 2022), där liknande trender kunde uttydas. I den studien fanns ett starkt samband mellan gallringsmognad och stamantal (huvudstammar) vid en given övre höjd innan gallring. Stamantalet är i förlängningen ett resultat av planteringsförband och överlevnad i föryngringsfasen och ungskogsfasen. Torka, skadeinsekter, viltbete är faktorer som påverkar plantöverlevnaden i tidigt stadie (Nilsson m.fl., 2010). Intensiteten i föryngringsarbetet (markberedningsmetod, plantering/naturlig föryngring etc.) har stor påverkan på framtida produktion (Jonsson m.fl., 2022). Resultat från *Föryngringskollen* visar att mortaliteten tre år efter etablering ökade till 18,4 % för granplantor och 17,7 % för tallplantor för hela landet sammanslaget (Öhlund m.fl., 2025). Om bestånd tidigt halkar efter i produktion påverkar det i hög grad när bestånd sluter sig, och därmed när gallring kan göras. I Föryngringskollen rapporterades också att färre plantor planterats än vad man faktiskt hittar ut i ungskogen. Förbandsförsök visar att stamantalet är stark kopplad till grundytetillväxten och att det tar längre tid för bestånd att sluta sig om stamantalet är lågt. Det är alltså troligen en kombination av att förutsättningen för skogens tillväxt förändrats och skogsskötsel som gjort att grundytetillväxten i en del av bestånden halkat efter.

Konsekvensen har blivit att första gallringen skjuts fram i tid för att kunna göra ett normalt gallringsuttag. Senareläggningen av gallringarna för Hög beror troligen till stor del på yttre omständigheter: svårigheter att hitta, planera in och utföra gallringen. De gallringsbara bestånden (Hög) hinner troligen inte planeras in för gallring i tid, och bestånden som inte haft en tillfredsställande grundytetillväxt (Låg och Medel) väntar man med att gallra för att undvika att ett normalt gallringsuttag (25–30 %) ska leda till att nedre BL underskrids. Dessa bestånd har inte systematiskt gallrats för hårt utan de ligger i medeltal på den undre BL i mallen, trots att vissa enstaka bestånd gallrats för hårt.

Ser skogen annorlunda ut än gallringsmallen?

Den stora frågan är om det är ”fel” på skogen eller om mallarna inte är anpassade till dagens skog. Det som talar för att skogen växer under nya förutsättningar är den ökade höjdtillväxten i förhållande till grundytetillväxten (Appiah Mensah m.fl., 2023). En trolig konsekvens är att bestånd får ett högre skattat ståndortsindex än föregående bestånd på

samma lokal, och att ett högre ståndortsindex då används i gallringsplaneringen. Dagens gallringsmallar väger inte in att skogen idag troligen har högre höjdtillväxt i förhållande till grundytetillväxten. Om en gallringsmall med ett högre ståndortsindex används ökar kraven på grundytetillväxten utan att detta kan realiseras i beståndet. Detta i kombination med en påtaglig avgång i föryngrings- och ungskogsfasen kan troligen förklara varför en betydande del av materialet har Låg och Medel i gallringsmognad vid det rekommenderade intervallet för första gallring. Underprestation i förhållande till gallringsmallen driver då på fortsatt försening av första gallringen, vilket blir kontraproduktivt.

Den högre grundytetillväxten i förhållande till grundytetillväxten för enskilda träd borde också sänka medelstammen och formkvoten för träd av samma höjd. Ågren m.fl. (2021) undersökte fromkvotens förändring med ett stort material (skördardata) och fann att den sjunkit jämfört med tidigare framtagna funktioner. Om träd av samma höjd har en lägre trädvolym bör man därför räkna med lägre produktiviteten i gallringsarbetet. Lägre lönsamhet i första gallringen gör det svårare att motivera tidigare gallring.

Simuleringarna

Den uteblivna skillnaden i produktion, markvärde och sortimentsandelar mellan Tidig och Sen betyder inte att det finns andra för- och nackdelar med att gallra tidigt. I Sen var den avverkade medelstammen något högre vid varje gallring vilket gör att enskilda gallringar troligen hade ett något bättre ekonomiskt utfall

Ett indirekt resultat av simuleringarna var att markvärdet var högre för bestånd med gallringsmognad Hög jämfört med Låg vid starten av gallringsfasen. Detta beror på en högre virkesproduktion över hela omloppstiden. Därför bidrar en god produktion i början av omloppstiden till en förbättrade ekonomi.

Spridningen i gallringsprogrammen rörande antalet gallringar och i resultatvariablerna medeltillväxt och markvärde beror troligen på att femåriga tillväxtperioderna skapar tröskeleffekter som leder till artificiellt högre eller lägre värden för enskilda resultatvariabler. Om första gallringen sker vid 35 eller 40 års ålder kan det leda till högre grundyta eller att en gallring inte alls utförs. De tvära kasten skapar skillnader som inte kan härledas tillbaka till några inneboende skillnader mellan scenarierna. Heureka arbetar deterministiskt, därför kan inte risker eller förekomsten av skador vägas in i simuleringarna. Generellt ökar riskerna för skador efter gallring ju senare man påbörjar gallringen, och därför är en tidig första gallring att föredra även om beståndet inte är helt slutet. Den eventuella minskningen i tillväxt tas igen under resterande del av omloppstiden.

Heureka-analyserna visar att tidpunkten för första gallringen inte påverkade beståndsekonomin och tillväxten för dessa bestånd. Det skapar oavsett frihet i att variera gallringsprogrammen för att till exempel minska risken för stormfällning. Avverkningskostnaden per träd är tyvärr gamla ger inte mycket utrymme för att fånga olika förutsättningar, b.la. skördarförarens skicklighet eller varierade bestånd.

Rekommendationer

De tidigare framtagna gallringsmallarna används idag tillsammans med skogliga grunddata för att styra det operativa gallringsarbetet. Idag finns dock möjligheten att skatta trädegenskaper med sensorer och datorer monterade på skördarhytten (b.la. Nordic Forestry Automation), vilka tillsammans med trädval-algoritmer kan ge

skördarföraren bättre stöd i trädvalet och gallringsstyrka runt om i beståndet. Detta skulle kunna förbättra trädvalet och öka lönsamheten.

Gallring av bestånd inom det rekommenderade höjdintervallet med låg grundyta kan kräva mer anpassad teknik. Svag gallring går att göra med konventionella, mindre skördar-skotarsystem (Karlsson, 2017) – dock till en högre kostnad. Drönargallring med AirForestry är möjligtvis ett framtida alternativ då de förväntas kunna göra lägre uttag än konventionella system då det tvingande uttaget i stickvägarna uteblir (Cedergren m.fl., 2024) och öka timmerproduktionen (Fridh m.fl., 2026). Men faktum kvarstår att avverkningskostnaden för små träd är hög oavsett system.

För den operativa planeringen i fält finns det möjligtvis ett behov av ett digitalt verktyg för att bedöma konsekvensen av att gallra ett bestånd i närtid jämfört med om 5-15 år. I praktiken skulle kunna vara en förenklad version av beståndssimulatorn Heureka Beståndsvis men som kan köras via en webbläsare i mobilen. Den specifika funktionaliteten för denna mjukvara skulle då främst vara att kunna jämföra utfallet av olika gallringsprogram och kunna se hur gallringsmognaden för att bestånd förhåller sig till övre begränsningslinjen i gallringsmallen (se Figur 2). Indata skulle kunna vara framskrivna Skogliga grunddata med ett kartgränssnitt där skogsbruksplanen alternativt eget utritade bestånd används för att importera värden som tillhör ett specifikt bestånd. Tillförlitliga modeller för framskrivning av en rad olika variabler och utförande av skötsel finns redan i Heureka. Modeller för avverkningskostnaden per träd skulle kunna imputeras från bestånd med liknande struktur och göra de ekonomiska beräkningarna mer pålitliga. Utfallet för de olika gallringsprogrammen skulle kunna jämföras för en rad olika resultatvariabler som planeraren finns är viktiga för beståndet i fråga. Dessutom skulle det bäst lämpade gallringsprogrammet kunna sparas och skickas med till den taktiska planeringen. Om det finns ett kartgränssnitt skulle gallringens utförande kunna specificeras rumsligt så att uttaget varieras (eller inte) och därför kan kompensera för lägre uttag i visa delar av beståndet.

Felkällor

I arbetet används många modeller som skattar tillståndet (grundyta, övre höjd och ståndortsindex) före och efter gallring, samt tillbakaskrivning av samma bestånd till ett tidigare stadie. Dessa modeller är inte helt tillförlitliga och innehåller fel som göra att tillståndet för varje enskilt bestånd troligen inte är 100 % tillförlitlig. I arbetet har dock bästa tillgängliga metod använts och modellerna har använts inom sitt tänkta användningsområde, vilket gör att resultaten till hög grad stödjer de slutsatser som projektet landat i. Det finns ett behov av att se över modellerna som beskriver kostnaden för att avverka träd av olika storlek som då är parametriserade för olika förutsättningar.

Slutsatser

- En betydande del av tallbestånden kan gallras tidigt (12–14 m; 65,4 %) och få granbestånd (39 %). Av de bestånd som kunde gallras tidigt senarelades 79,4 % av tallbestånden och 90 % av granbestånden. I dessa kunde ett normalt gallringsuttag (> 25% i styrka) göras.
- Många bestånd hade för låg grundyta för att kunna göras en gallring inom det rekommenderade höjdintervallet för första gallring (35 % för tall och 61 % för

gran). Dessa bestånd gallrades därför ofta senare än rekommenderat för att inte understiga den lägre begränsningslinjen.

- Bland bestånd med senarelagd gallring förekom i princip inga hårda gallringar, och grundytan efter gallring låg nära den lägre begränsningslinjen. Resultaten tyder på att sen gallring till följd av låg grundytetillväxt är ett större problem än förekomsten av hårda gallringar.
- INGVAR-mallar passar i dagsläget en stor del av skogen men behöver användas mer konsekvent för att nyttorna med en tidig första gallring ska kunna fås.
- Senareläggningen av första gallringen gör att andra gallringen generellt inte kan göras innan den rekommenderade högsta höjden för gallring överskridits.
- Simulering av hur tidpunkten för första gallring påverkar medeltillväxt och markvärdet visar inga större skillnader mellan tidig och sen första gallring. Tidig gallring är dock att föredra ur ett riskhanteringsperspektiv.

Referenser

Ågren, K., Arlinger, J., Bhuiyan, N., Hannrup, B., Möller, J. J., & Wilhelmsson, L. (2021). Formkvot för tall och gran - En kartläggning med skördardata.

Appiah Mensah, A., Petersson, H., Dahlgren, J., & Elfving, B. (2023). Taller and slenderer trees in Swedish forests according to data from the National Forest Inventory. *Forest Ecology and Management*, *527*. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120605

Cedergren, J., Djupström, L., Eliasson, L., Fredriksson, E., Persson, M., Sonesson, J., & Öhrn, P. (2024). *Aerial drones for thinning – a desk study* (Arbetsrapport 1225-2024, Issue.

Fridh, L., Ulvdal, P., & Davidsson, A. (2026). *Gallring från luften - Potentiella effekter på virkesproduktion, produktions- och volymförluster, skaderisker samt tillgänglighet till svåråtkomliga bestånd vid gallring med drönare.* (ARBETSRAPPORT 1281-2026, Issue.

Jonsson, A., Elfving, B., Hjelm, K., Lämås, T., & Nilsson, U. (2022). Will intensity of forest regeneration measures improve volume production and economy? *Scandinavian Journal of Forest Research*, *37*(3), 200–212. https://doi.org/10.1080/02827581.2022.2085784

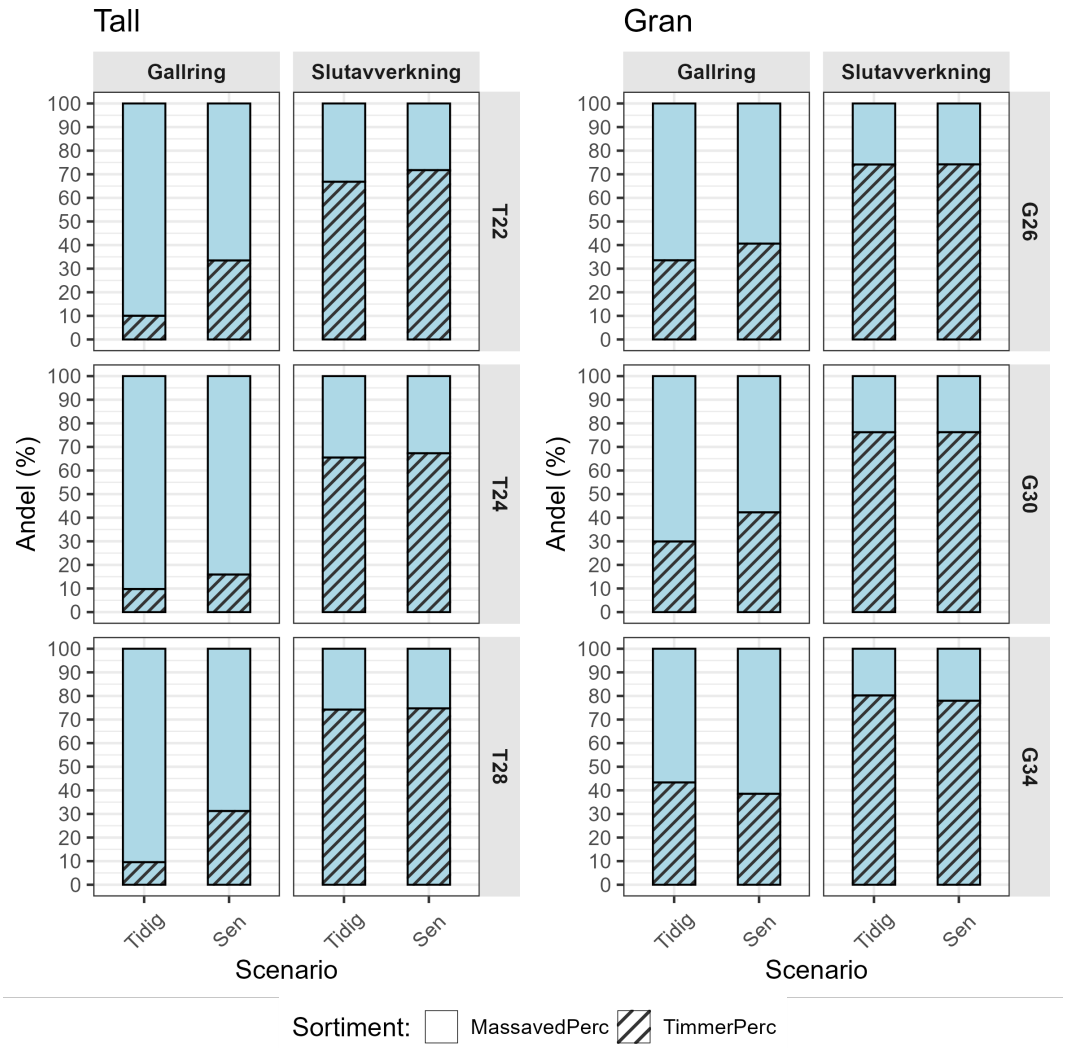
Nilsson, U., Luoranen, J., Kolström, T., Örlander, G., & Puttonen, P. (2010). Reforestation with planting in northern Europe. *Scandinavian Journal of Forest Research*, *25*(4), 283–294. https://doi.org/10.1080/02827581.2010.498384

Öhlund, J., Berglund, M., Johansson, F., Fahlvik, N., Ahlinder, J., Renman, C., Krook, M., & Vestlund, M. (2025). Årsrapport Föryngringskollen - resultat 2025. *Arbetsrapport 1241-2025*.

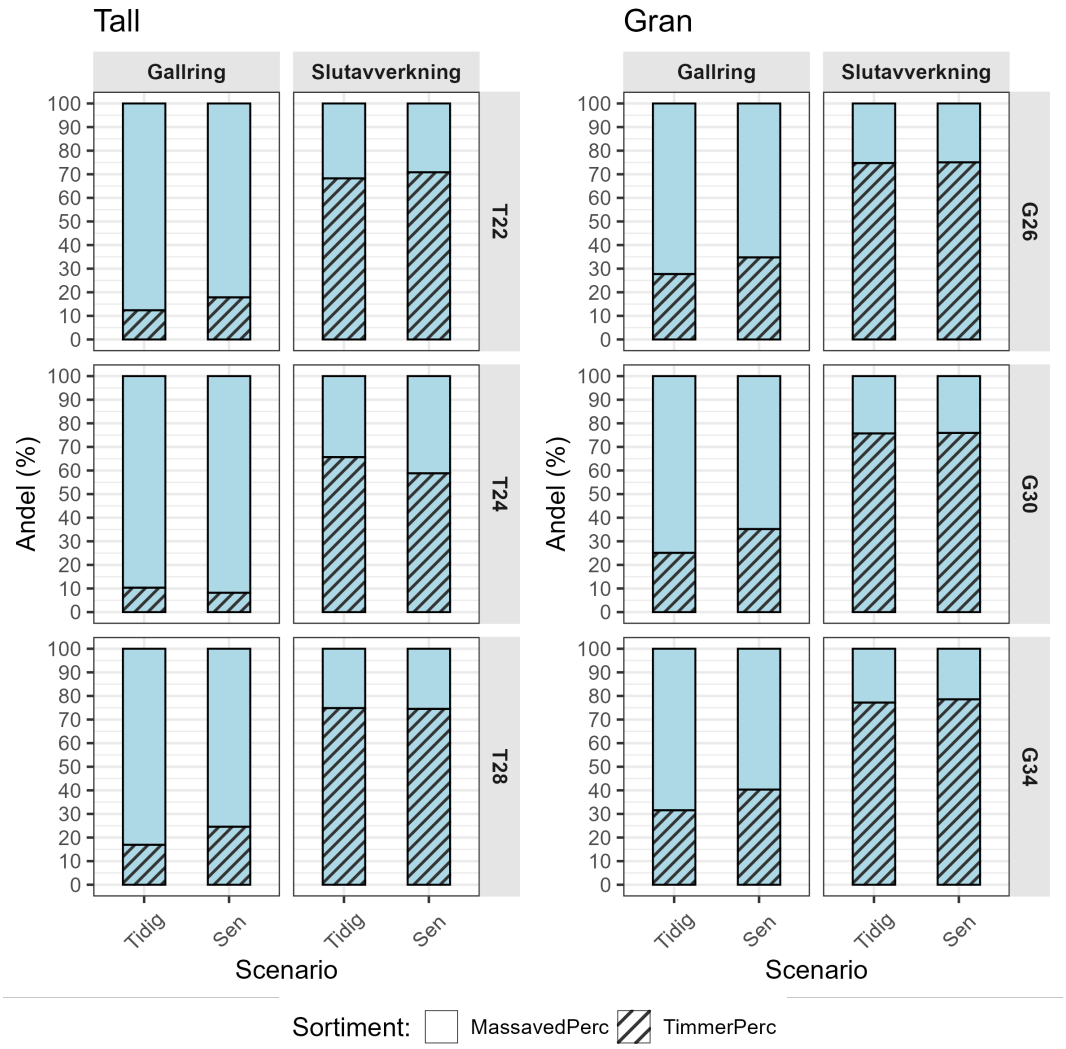
Persson, M. (2022). *Evaluating thinning practices and assessment methods for improved management in coniferous production forests in southern Sweden* (Publication Number 469) [Doctoral thesis, comprehensive summary, Linnaeus University Press]. DiVA. Växjö. http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:lnu:diva-117089

Persson, M., & Fahlvik, N. (2024). Värdefulla timmerskogar - Leder svagare gallringsprogram till högre timmertillgång? *Arbetsrapport 1185-2024*.

Appendix A



Figur 11. Sortimentsandelar (massaved och timmer) vid gallring och slutavverkning för varje scenario (Tidig och Sen), fördelat på ståndortsindex och trädslag för scenario Låg.



Figur 12. Sortimentsandelar (massaved och timmer) vid gallring och slutavverkning för varje scenario (Tidig och Sen), fördelat på ståndortsindex och trädslag för scenario Hög.