

Ekonomisk utvärdering av olika röjnings- och gallringsprogram

Economic assessment of different pre-commercial thinning and thinning regimes



FOTO: SVEN TEGELMO/SKOGFORSK

Abstract

In recent decades, pre-commercial in practical forestry has been carried out on too small an area. It is often carried out too late in the stand development and an insufficient number of trees have been removed. Thinning is also carried out late in the stand development. All this can lead to significant financial losses.

This report presents a profitability analysis of different regimes as regards stem totals after pre-commercial thinning (PCT) combined with a varied number of thinnings. For three Scots pine and three Norway spruce stands, wood production and economy were analysed after PCT to 1400 stems per hectare with one thinning, to 2000 with two thinnings, and 2600 with three thinnings. The calculations were applied to three site index classes per species for the three management regimes. The rate of return was set to 2.5 percent in the economic calculations.

For all modelled stands, defined according to spacing after PCT and site index class, the highest net present value was calculated from felling where the spacing after PCT was 1400 stems per hectare. The lowest net present value was calculated for 2600 stems after PCT. Optimal rotations were 5-15 years longer in the regimes with denser stands after PCT. On average, there were consistently small differences in annual volume production between the different PCT regimes. Price and cost development indicates a future forestry with limited thinning harvest. A management regime of 1200-1500 stems per hectare after PCT creates a flexibility to either thin the stand or manage the stand without thinning. Adopting a regime with more intensive final PCT could reduce the cost of planting, because fewer seedlings would be needed per hectare.

Sammanfattning

Under de senaste decennierna har röjningarna i det praktiska skogsbruket gjorts på en allt för liten areal, för sent i beståndsutvecklingen samt dessutom ofta allt för svagt med många stammar kvar efter röjning. Även gallringarna har utförts sent i beståndsutvecklingen vid höga medelhöjder i bestånden. Sammantaget leder detta till högre röjningskostnader per hektar, inoptimal beståndsutveckling, kvalitetsförluster samt avsevärt ökade risker för snö- och vindskador. Allt detta kan bedömas ge betydande ekonomiska förluster på kort och lång sikt. I denna rapport redovisas en lönsamhetsanalys av tre åtgärdsprogram med olika stamantal efter röjning och med varierande antal gallringar. För tre tall- och tre granbestånd analyserades virkesproduktionen och ekonomin vid utgångsförbanden efter röjning 1 400 stammar per hektar samt en gallring, 2 000 med två gallringar, samt 2 600 med tre gallringar. Beräkningarna utfördes på tre ståndortsindexklasser per trädslag (T20, T24, T28, G24, G28, G32). Vid beräkningen av nuvärdet av avverkningsnettona under en omloppstid sattes kalkylräntan till 2,5 procent.

För samtliga typbestånd, definierade utifrån röjningsförband och ståndortsindexklass, beräknades det högsta nuvärdet för avverkningsnetton för alternativet med 1 400 stammar per hektar efter röjning och det lägsta nuvärdet för 2 600 stammar efter röjning. Beräkningarna visade på ett litet utrymme för skogsvårdskostnader (7 400 kronor per hektar) för det lägsta ståndortsindexet (T20). Utifrån nuvärdesberäkningarna var den optimala omloppstiden 5-15 år längre för de stamtätare alternativen efter röjning. För alla analyserade ståndortsindex visade beräkningarna på små skillnader i genomsnittlig årlig volymproduktion mellan röjningsförbanden. Pris- och kostnadsutvecklingen talar för ett framtida skogsbruk med ett begränsat gallringsuttag. Med ett skötselprogram på 1 200-1 500 stammar per hektar efter röjning skapas en handlingsfrihet att utföra en gallring eller alternativt att driva bestånden gallringsfritt. En starkare slutröjning öppnar för möjligheten att sänka kostnaden för plantering genom att sätta ut färre plantor per hektar.

Innehåll

Abstract.....	2
Sammanfattning.....	3
Bakgrund och problemställning.....	5
Röjning.....	5
Gallring	7
Syfte	9
Förutsättningar för beräkningar	9
Utgångsläge för beräkningarna vid 9 meters övre höjd.....	10
Tillväxtframskrivning, gallring, slutavverkning och virkesuttag.....	10
Beräkningar av gallringsnetto	11
Beräkning av slutavverkningsnetto.....	11
Ränta	12
Nuvärden för avverkningsnetton samt nuvärde	12
Resultat	13
Nuvärden för avverkningsnetton	13
Gallringsekonomi.....	15
Omloppstid	17
Volymproduktion.....	18
Diskussion	19
Slutsatser	22
Referenser.....	23
Bilaga 1. Grundytefunktioner	25
Bilaga 2. Detaljerade data från lönsamhetsberäkningarna (ränta 2,5 procent)	30
Bilaga 3. Grundytetillväxtdiagram	36

Bakgrund och problemställning

I skogsbruk, liksom i all annan näringsverksamhet, krävs tidigt investeringar (i form av föryngring och röjning) för att kunna uppnå långsiktigt god lönsamhet. Intäkterna erhålls från gallring och framför allt från slutavverkning. Avverkningskostnaden per kubikmeter är dimensionsberoende och är betydligt högre i gallring än i slutavverkning. Dessutom är gallringsvirket mindre värt per kubikmeter.

Av det totala virkesuttaget tas ungefär 30 procent ut i gallring och resterande andel i slutavverkning. Slutavverkningarna står normalt för 90-95 procent av de totala intäkterna under en omloppstid. Det är således 500-700 träd per hektar (vanlig stamtäthet i slutavverkningsbestånd) som står för den ojämförligt största andelen av skogsägarens intäkter. Från ekonomisk synpunkt är det en viktig fråga att utröna vilka röjnings- och gallringsprogram som ger god ekonomi på kort och lång sikt.

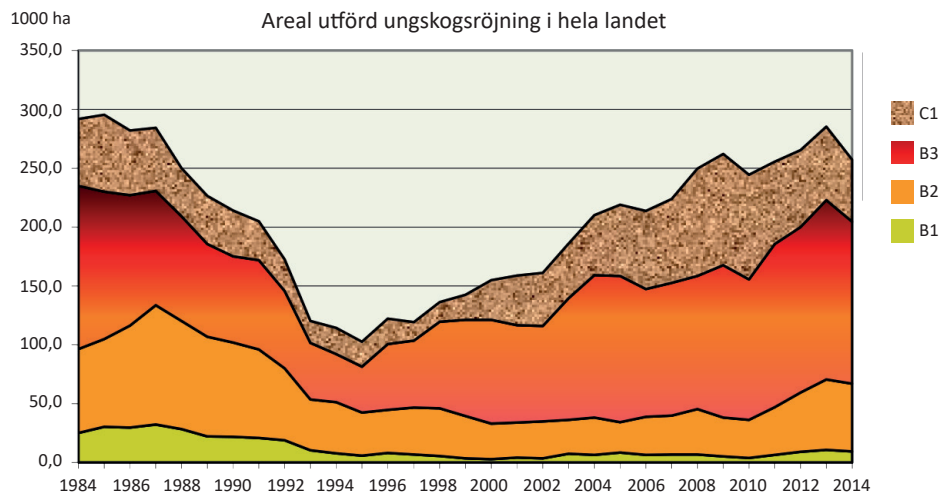
RÖJNING

När i beståndsutvecklingen och hur röjningen utförs får stor konsekvens på efterföljande gallringsprogram och gallringstidpunkter men även på risken för snö- och vindskador (Pettersson, 2004, 2015). Väl utförd röjning vid "rätt" tidpunkt (medelhöjd 0,5-4 meter) är den i särklass viktigaste åtgärden i växande skog (Pettersson, 2015). Långsiktiga försök har visat att väl röjda bestånd inte behöver gallras för att kunna ge god beståndsekonomi (Pettersson, 2016).

Röjning vid "rätt" tidpunkt och till ett begränsat antal kvarstående stammar är viktigt ur virkeskvalitets- och främst dimensionsutvecklingssynpunkt (Pettersson, 2001, 2004, 2015). Dessutom ger en sådan röjning stabilare träd med större motståndskraft mot snö- och vindskador såväl före som efter gallring. I sådder och i naturliga tall föryngringar är det viktigt att plantskogsröjning görs vid 0,5-1 meters medelhöjd och slutröjning senast vid 4 meters medelhöjd (Pettersson, 2001, 2004, 2015). I barrträdsträdsplanteringar på goda boniteter behöver ofta två, och ibland tre lövröjningar utföras då barrträden är 1,0 -3,5 meter höga. Det är särskilt viktigt att hålla överskärmande löv borta från tallplanteringar, eftersom tallen tar stor skada av överskärmande löv (Pettersson, 2004), liksom att även risken för älgskador på tallen då ökar (Pettersson, 2015).

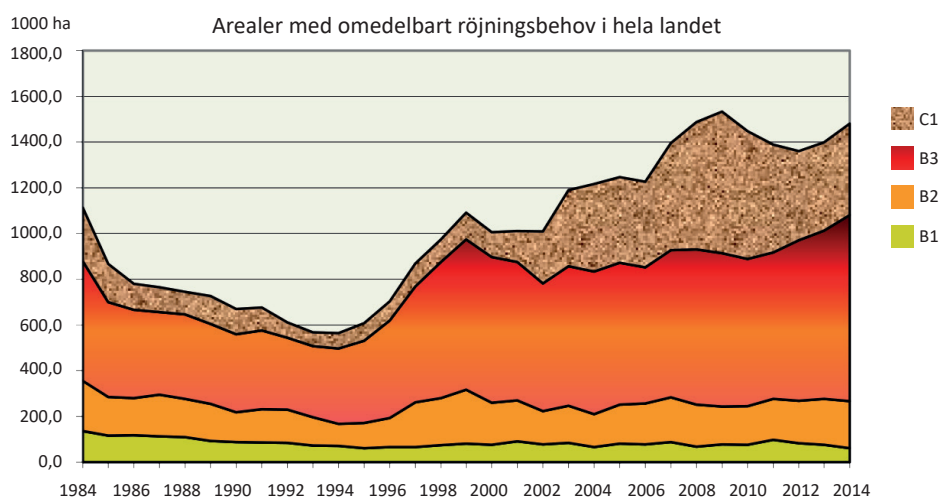
Den årliga slutavverkningsarealen i landet har varit cirka 200 000 hektar under en lång följd av år. Om man räknar med ett röjningsbehov på i genomsnitt 1,75 gånger per bestånd bör då den årliga röjningsarealen uppgå till 350 000 hektar. I praktiken har dock röjningsarealerna sedan slutet på 1980-talet varit betydligt lägre, och röjningsarealen var uppseendeväckande liten under mitten av 1990-talet (Figur 1). Röjningsplikten i ungskog togs bort den 1 januari 1994 i skogsvårdslagen.

Röjningarna har utförts mycket sent under en lång följd av år (Figur 1), vilket avviker kraftigt från de gängse röjningsrekommendationerna om en medelhöjd på 0,5-4,0 meter. Merparten av röjningen bör ligga i huggningsklasserna B1 och B2 (medelhöjd upp till 3 meter), men i praktiken har under de senaste åren endast 20 procent (50 000 hektar av totalt 250 000 hektar) av röjningarna utförts i bestånd med dessa huggningsklasser (Figur 1). De mycket sent insatta röjningarna innebär onödigt höga röjningskostnader per hektar, ökade skaderisker, sämre trädkvalitet, minskad trädstabilitet och starkt fördröjd diameterutveckling.



Figur 1. Arealer utförd röjning i plant- och ungskog fördelat på huggningsklasser. Hela landet. B1: plantskog med medelhöjd mindre än 1,3 meter. B2: ungskog med medelhöjd mellan 1,3 och 3 meter. B3: Ungskog med medelhöjd över 3 meter. C1: Yngre-medelålders ogallrad skog där flertalet härskande och medhärskande träd är grövre än 10 centimeter men klenare än 20 cm i brösthöjd. Källa Riksskogstaxeringen, 3-årsmedeltal. Efter Skogsstyrelsen (2016).

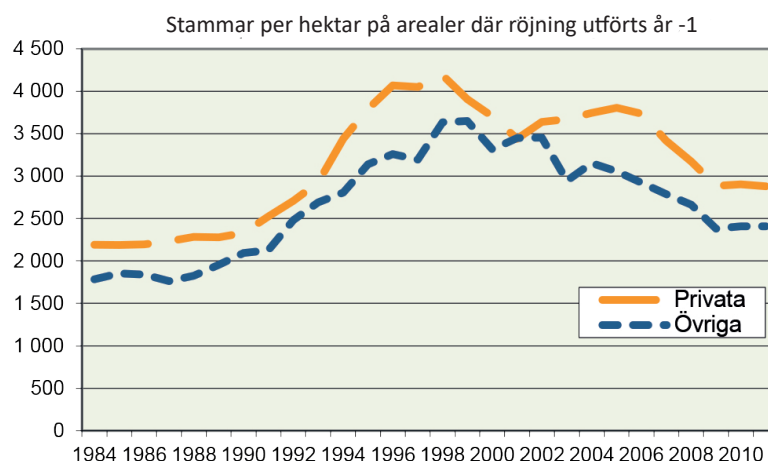
Sedan mitten på 1990-talet har arealen plantskogsröjning varit obetydlig i landet (Figur 1). Under samma period har arealen plantskog med omedelbart röjningsbehov beräknats uppgå till 80 000-90 000 hektar per år (Figur 2). Under de senaste åren har arealen med plantskogsröjning ökat till 8 000-9 000 hektar per år (Figur 1). Enligt data från Riksskogstaxeringen utförs för närvarande plantskogsröjning på ungefär 10 procent av plantskogsarealen med omedelbart röjningsbehov (<http://www.slu.se/riksskogstaxeringen>). Det är dock en betydligt högre siffra än under början av 2 000-talet, då endast en bråkdel av plantskogen röjdes (jämför Figur 1 och Figur 2, observera att figurerna har olika skala på y-axeln). Samtidigt som röjningsplikten togs bort i skogsvårdslagen 1994 infördes en skyldighet, som fortfarande gäller i dag, att i plantskog upp till 1,3 meters medelhöjd röja lövsly som väsentligt hämmar huvudplantornas utveckling samt att enkelt ställa sådder och täta naturliga förryngringar. Denna skyldighet efterlevs sålunda i mycket liten grad i det praktiska skogsbruket.



Figur 2. Arealer med omedelbart röjningsbehov i hela landet fördelat på huggningsklasser. För förklaring av huggningsklasser se (Figur 1). Källa Riksskogstaxeringen, 3-årsmedeltal. Efter Skogsstyrelsen (2016).

Röjningsrealerna har stadigt ökat under senare år efter bottenläget i mitten på 1990-talet (Figur 1). Fortfarande röjs det dock för liten areal, det röjs för sent och det röjs för svagt (Skogsstyrelsen, 2016). Det så kallade röjningsberget med eftersatta yngre bestånd uppgår i dag till nästan 1,5 miljoner hektar (Figur 2).

Sedan början på 1990-talet har det lämnats kvar ett högt stamantal efter röjning, såväl hos de privata skogsägarna som hos övriga skogsägare (Figur 3). Under mitten av 1990-talet, då röjningsarealen var i botten (Figur 1), gjordes röjningarna mycket svagt med 3 500-4 000 stammar per hektar kvarlämnade efter röjning (Figur 3). Röjningsstyrkan har ökat under de senaste åren, men fortfarande lämnas mycket stammar kvar, i medeltal ungefär 3 000 per hektar hos privata skogsägare och 2 500 hos övriga ägare. (Figur 3).



Figur 3. Stamantal per hektar efter röjning på det senaste årets röjda arealer, uppdelat på ägarkategori. Källa Riksskogstaxeringen, 5-årsmedeltal, serie 1983-2012. Efter Skogsstyrelsen (2016).

GALLRING

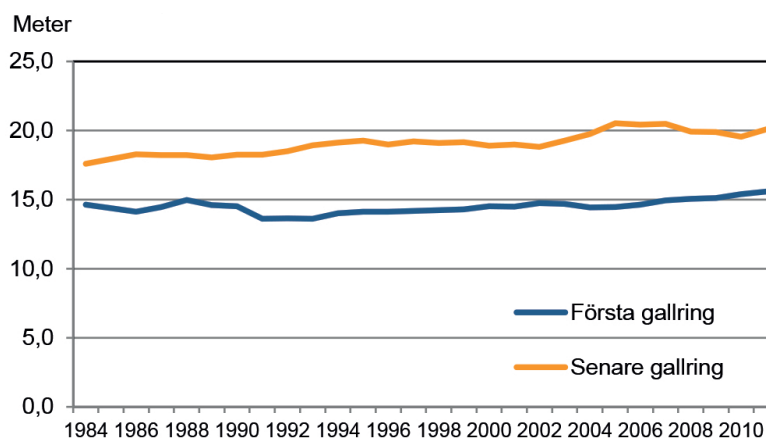
Det huvudsakliga skälet till gallring är att förbättra ekonomin på kort och lång sikt. Ekonomin i första gallring har dock varit otillfredsställande under lång tid beroende på höga avverkningskostnader som nästan har varit i nivå med eller ibland överstigit virkesintäkter. Syftet med gallring är att fördela ståndortens produktionsresurser på ett färre antal träd. Efter gallring får de kvarstående träden en tillväxtreaktion i diameter och volym. Varje gallring ger en tillfällig nedsättning av volymtillväxten per hektar under 4-8 år efter åtgärden, beroende på bonitet och läge i landet (Pettersson, 1996; 2015, 2016). Gallring minskar risken för självgallring och således kan träd tas tillvara som annars skulle dö av för stor konkurrens. Den högsta volymproduktionen och bästa beståndsekonomin erhålls om låggallring tillämpas (Pettersson, 2003, 2008, 2016).

Gallring ökar risken för vindfällning, snöbrott och stambrott under de närmaste påföljande åren efter åtgärden. Enligt Laiho (1989) är risken för stormskador tre gånger högre i nygallrade bestånd (1-4 år efter gallring) jämfört med genomsnittet. Risken för vindskador ökar med trädens höjd och ökar markant vid trädhöjder på 19 meter och högre (Persson, 1975). Enligt samme författare ökar vindfällningsrisken dessutom med stigande gallringsstyrka och hårda gallringar (>40 procent av grundytan) innebär stor risk. Risken för snö- och vindskador är betydligt mindre efter låggallring än efter höggallring (Pettersson, 2003, 2008, 2016). Från skaderisksynpunkt är det således viktigt att gallra tidigt, att undvika stark gallringsstyrka samt att tillämpa låggallring.

Under den senaste 15-årsperioden har ett flertal stormar härjat i både södra och norra Sverige, med betydande vindfällningar som följd, inte minst i nygallrade bestånd. Bland annat med tanke på vindfällningsrisken rekommenderar Skogsstyrelsen att första gallring normalt ska utföras vid 12-14 meters övre höjd och senare gallring vid 16-20 meters övre höjd (Skogsstyrelsen, 2016).

Gallringsingrepp medför en risk för avverkningsskador på kvarstående träd, på rötter och på marken. Detta kan i sin tur leda till kvalitetsförluster, rötangrepp och ökad risk för vindfällning (Pettersson, 1996; 2003, 2008, 2016). Gallring är en stor inkörsport för rotröta via stubbytor under vegetationsperioden. Denna inkörsport är i regel mycket allvarligare än körsador på rötter, sett till beståndets hela omloppstid (Redfern & Stenlid, 1998). För att ett gallringsskogsbruk ska bli mer lönsamt jämfört med ogallrat i en kalkyl över hela omloppstiden får inte eventuella gallringsrelaterade skador bli alltför stora.

I praktiken utförs gallring betydligt senare än rekommenderat (Figur 4). Det finns en tendens till att gallringarna under senare år har utförts allt senare i beståndsutvecklingen. Den grundtyvägda medelhöjden i nygallrade förstagallringsbestånd är i genomsnitt ungefär 15 meter enligt statistiken (Figur 4). Detta betyder att bestånden i genomsnitt torde ha haft en övre höjd på ungefär 17 meter vid förstagallringstillfället. Första gallringen har sålunda i genomsnitt utförts betydligt senare än den rekommendation som Skogsstyrelsen pekat på (övre höjd 12-14 meter).



Figur 4. Grundtyvägd medelhöjd i nygallrade bestånd i hela landet. Glidande treårsmedeltal för åren 1984–2011. Källa Riksskogstaxeringen. Efter Skogsstyrelsen (2016).

Den sena förstagallringstidpunkten beror i hög grad sannolikt på de sena, och dessutom ofta svagt utförda röjningarna. Med de avverkningskostnader och virkespriser som har gällt, och fortfarande gäller, erhålls normalt sett ett negativt netto vid första gallring av stamtäta bestånd vid övre höjd på 12-14 meter. Detta på grund av för klenta tr addediametrar och därför för höga avverkningskostnader i relation till massavedspriset. De sent utförda förstagallringarna kan sannolikt förklaras med att skogsägaren avvaktar med gallring till dess beståndet uppnått tillräckligt hög medeldiameter för att kunna erhålla ett positivt gallringsnetto.

Den sent insatta förstagallringen förklarar i sin tur den sent utförda efterföljande gallringen (Figur 4). En genomsnittlig grundytavägd medelhöjd på 20 m innebär att den övre höjden sannolikt i medeltal ligger på ungefär 22 meter vid senare gallring. Sammantaget ger de sena och svaga röjningarna och de sena gallringarna en inoptimal beståndsutveckling och avsevärt ökade risker för snö- och vindskador, vilket kan bedömas ge betydande ekonomiska förluster på kort och lång sikt. Det är således av stor betydelse för beståndets utveckling i ett virkes-produktionsperspektiv att både röjning och den första gallringen utförs vid rätt tidpunkt och på rätt sätt.

Syfte

Det övergripande syftet med denna rapport var att redovisa en lönsamhetsanalys av tre olika stamtätheter efter röjning. Beroende på lämnat stamantal efter röjning simulerades olika antal efterföljande gallringar (förband 1 400 stammar per hektar med en gallring, 2 000 med två gallringar, samt 2 600 med tre gallringar). Samtliga simulerade röjnings/gallringskombinationer resulterade i ett slutavverkningsbestånd på cirka 500-700 stammar per hektar.

Ett annat syfte med rapporten var att redovisa en beräkningsmodell och beräkningsverktyg som kan användas vid denna typ av lönsamhetsanalys, och därmed möjliggöra för skogsägare att själva kunna utvärdera effekter av olika röjnings- och gallringsprogram.

Förutsättningar för beräkningar

Vi valde att analysera trädslagsrena tall- och granbestånd. De analyserade skötselprogrammen framgår av tabell 1.

Tabell 1. Analyserade skötselprogram.

Trädslag	Stammar per hektar efter slutröjning	Antal gallringar
Tall och gran	1 400	1
Tall och gran	2 000	2
Tall och gran	2 600	3

Varje program analyserades för tre ståndortsindex (SI), nämligen T20, T24, och T28 för tallbestånden och G24, G28 och G32 för granbestånden. Detta gav totalt 9 beräkningsalternativ för varje trädslag. Utgångslägen i form av ”typbestånd” utarbetades för analyserna, och typbestånden motsvarade lyckade planteringar, med måttlig höjdspridning mellan träden.

UTGÅNGSLÄGE FÖR BERÄKNINGARNA VID 9 METERS ÖVRE HÖJD

Tillväxtframskrivningarna och gallringarna gjordes med INGVAR, som är ett datorbaserat beslutsstöd för avverkningsplanering (Jacobson m.fl., 2008). Med stöd av en integrerad beståndssimulator tillsammans med gallringsmallar är INGVAR ett lämpligt program för att prognosticera långsiktiga effekter på virkesproduktion och gallringsbehov av olika röjningsstyrkor. För att kunna använda programmet behövs bland annat uppgift om grundyta i utgångsläget för analyserna. Med hjälp av grundytfunktioner baserade på Hugins ungskogsytor (se Bilaga 1) beräknades grundytan vid 9 meters övre höjd för de olika typbestånden. Med uppgifter från Pettersson (1992) om stamavgång i yngre skog beräknades stamantalet vid 9 meters övre höjd. De beräknade stamantalen och grundytorna för typbestånden vid 9 meters övre höjd redovisas i tabell 2.

Tabell 2. Utgångslägen för typbestånden vid övre höjd 9 meter

Stammar per hektar efter slutröjning	Tall, stammar per hektar vid övre höjd 9 meter	Gran, stammar per hektar vid övre höjd 9 meter	Tall, grundyta, m ² per hektar	Gran, grundyta, m ² per hektar
1 400	1 380	1 390	13,3	11,1
2 000	1 940	1 970	16,6	14,3
2 600	2 500	2 540	19,1	16,8

Det kan noteras att tall, generellt sett, har en högre grundyta per hektar än gran vid samma stamantal per hektar och vid samma övre höjd i yngre skog. Vid givet stamantal per hektar och övre höjd finns det för respektive trädslag inget tydligt samband mellan ståndortsindex och grundyta per hektar (ståndortsindex ingår således inte i grundytfunktionerna (Bilaga 1).

TILLVÄXTFRAMSKRIVNING, GALLRING, SLUTAVVERKNING OCH VIRKESUTTAG

Beståndssimulatorens i INGVAR är uppbyggd på funktioner för enskilda träd (Jonsson, 1980; Söderberg, 1986). I INGVAR inmatas ståndortsdata och beståndsdata såsom grundyta och stamantal per hektar. Vid beräkningsstart skapas en stamlista (enskilda träd) utifrån inmatade beståndsdata med hjälp av inbyggda diameterfördelningsfunktioner i beståndssimulatorens. De enskilda trädens grundyta driver beståndsutvecklingen i beståndssimulatorens.

Gallringstidpunkterna fastlades med hjälp av gallringsmallarna i INGVAR. Enligt rekommendationerna i INGVAR simulerades första gallring i tall vid övre höjd 12-14 meter, beroende på stamantal, och för gran vid övre 12-15 meter, beroende på stamantal. Ju fler stammar per hektar, desto tidigare simulerades första gallring enligt rekommendationerna. Vid all gallring simulerades låggallring och gallringsstyrkan på grundytan var specificerad till 35 procent vid första gallring och 25 procent vid senare gallring. Valda gallringsstyrkor motsvarade väl de gallringsstyrkor som i medeltal tillämpas i det praktiska skogsbruket (Skogsstyrelsen, 2016).

Efter det att sista gallring hade simulerats gjordes tillväxtframskrivning fram till slutavverkning. Först gjordes tillväxtframskrivning till tidigaste möjliga slutavverkningstidpunkt från lönsamhetssynpunkt. Därefter gjordes tillväxtframskrivningar med 5-åriga

intervall i ytterligare 4-6 femårsperioder för att kunna fastställa optimal omloppstid och högsta nuvärde av slutavverkningsbeståndet. INGVAR redovisar virkesuttagen i gallring och slutavverkning i sedvanliga termer såsom m³fub per hektar, medelstamvolym m.m.

BERÄKNING AV GALLRINGSNETTO

Vid förstagallring gjordes antagandet att virkesuttaget utgjordes av massaved till 100 procent. Vid andragallring tillämpades schablonen att 30 procent av virkesuttaget utgörs av klintimmer och resterande 70 procent av massaved. Vid tredje gallring tillämpades schablonen att 40 procent av virkesuttaget utgjordes av klintimmer och återstående 60 procent av massaved. Tall-massaved värderades till 270 kronor per m³fub och gran-massaved till 280 kronor (Tabell 3). Dessa priser återspeglar genomsnittspriserna för de senaste åren. Prisavdrag för vidaretransport av massaved har bortsetts ifrån, och ingår således ej i beräkningarna. För klintimmer användes 340 kronor per m³fub vid andra gallring och 360 kronor per m³fub vid tredje gallring för såväl tall som gran (Tabell 3).

Tabell 3. Pris för massaved och för klintimmeruttag i senare gallring.

	Pris, kronor per m ³ fub
Massaved, tall	270
Massaved, gran	280
Klintimmer vid andra gallring (tall och gran)	340
Klintimmer vid tredje gallring (tall och gran)	360

Prestationen i gallring beräknades med hjälp av Skogforsks prestationsfunktioner (Brunberg, 2004, 2007). Ett enkelt terrängtransportavstånd på 400 meter tillämpades för skotning. De maskinkostnader för gallring och slutavverkning som var aktuella 2016 användes i denna studie (Tabell 4). Dessa kostnader ligger även som förvalda värden i de ekonomiska beräkningsverktygen på Skogskunskap (www.skogskunskap.se). Med hjälp av beräknad avverkningsprestation och maskinkostnader beräknades gallringskostnaden. Till denna kostnad adderades ett schablonmässigt omkostnadsbelopp på 8 kronor per m³fub, bl.a. för att täcka flyttkostnader av maskiner.

Tabell 4. Maskinkostnader vid gallring och slutavverkning.

	Pris, kronor per m ³ fub
Skotare vid gallring	800
Skördare vid gallring	1 050
Skotare vid slutavverkning	950
Skördare vid slutavverkning	1 250

BERÄKNING AV SLUTAVVERKNINGSNETTO

Beräkning av slutavverkningsnetto gjordes med beräkningsverktyget Beståndsväl (www.skogskunskap.se). För varje beräkningsalternativ gjordes beräkningar av slutavverkningsnetto för olika alternativa slutavverkningstidpunkter, exempelvis vid åldrarna 75, 80, 85 och 90. I Beståndsväl görs en utbytesberäkning av antal kubikmeter timmer per diameterklass och antal kubikmeter massaved med Ollas (1980) utbytesfunktioner. I programmet finns en prislista med förvalda priser för sågtimmer i olika dimensioner och för massaved (priserna kan lätt ändras av användaren). De förvalda priserna för

sågtimmer användes. För massaved användes samma priser som vid gallringen (Tabell 3). I programmet finns Skogforsks prestationsfunktioner för slutavverkning inlagda för beräkning av avverkningskostnader. De använda maskinkostnaderna vid slutavverkning visas i tabell 4. I Beståndsval kan man enkelt göra en del egna inställningar, utöver timkostnader för avverkningsmaskiner och virkespriser. De använda inställningarna framgår av tabell 5. För naturvårdens skull kvarlämnades 20 hänsynsträd per hektar.

Tabell 5. Förutsättningar i Beståndsval för beräkning av slutavverkningsnetto:

Toppdiameter, sågtimmer (centimeter)	14
Toppdiameter, massaved, (centimeter)	5
Apteringsalternativ för massaved	Fallande längder
Rötandel, gran (procent)	20
Skadad sågtimmerandel (procent)	5
Antal underväxtstammar per hektar	500
Sågtimmerkvalitet	Bra
Antal kvarstående träd per hektar	20
Skotningsavstånd, meter	400
Omkostnad, kronor per m ³ fub	8

RÄNTA

Vid de ekonomiska beräkningarna användes en kalkylränta på 2,5 procent vid diskonteringen av avverkningsnetton till planteringstidpunkten. Denna räntesats valdes med tanke på att man i två tidigare lönsamhetsutredningar av Skogforsk (åt Holmen och Sveaskog) tillämpade kalkylräntor på 2,46 procent (Simonsen, m.fl., 2007) respektive 2,56 procent (Sonesson och Rosvall, 2011). Vid diskonteringen antogs en plantålder på två år vid planteringstidpunkten. Antalet år som avverkningsnettona diskonterades med var sålunda beståndsålder vid avverkning minus 2 år:

NUVÄRDEN FÖR AVVERKNINGSNETTON SAMT NUVÄRDE

Utifrån beräknade slutavverkningsnetton för olika slutavverkningstidpunkter kunde det högsta nuvärdet av slutavverkningsbeståndet och tidpunkten för detta bestämmas för varje beräkningsalternativ. Analogt, för gallringsuttagen diskonterades gallringsnettot till planteringstidpunkten. Slutligen erhöles det totala nuvärdet av avverkningsnettona genom att summera de diskonterade värdena för gallring och slutavverkning

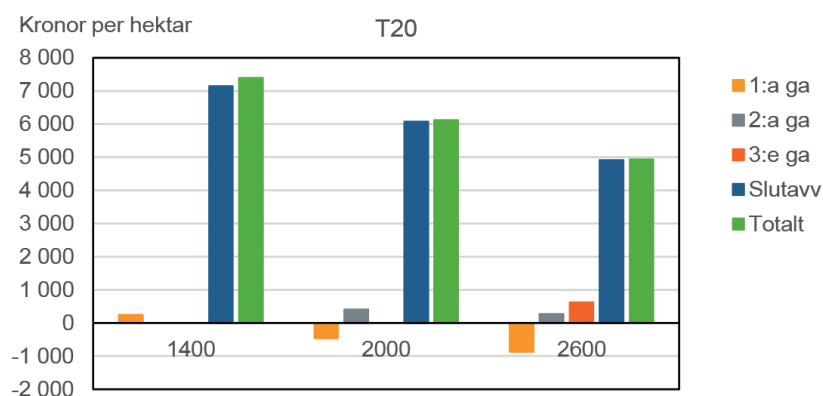
Resultat

Resultaten är åskådliggjorda i figur 5-16. Detaljerade data från lönsamhetsberäkningarna redovisas i Bilaga 2. I Bilaga 3 visas grundytetillväxtdiagram för respektive beräkningsalternativ.

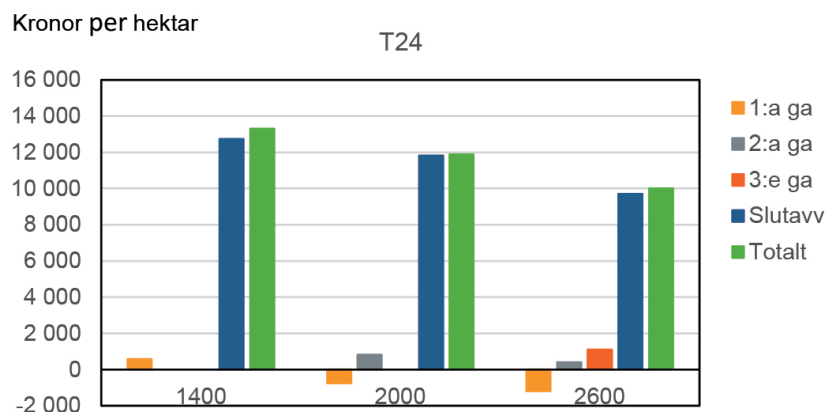
NUVÄRDEN FÖR AVVERKNINGSNETTON

För samtliga ståndortsindex beräknades det högsta totala nuvärdet (gallringsnetto plus slutavverkningsnetto) för röjningsförbandet 1 400 stammar per hektar och det lägsta för det tätaste med 2 600 (Figur 5-10). För tall, och i jämförelse med 1 400 stammar per hektar, var nuvärdet mellan 800-1 500 kronor per hektar lägre för 2 000 stammar och mellan 2 400-3 300 kronor per hektar lägre för 2 600 stammar (Figur 5-7). För gran, och i jämförelse med 1 400 stammar per hektar, var nuvärdet mellan 1 900-2 500 kronor per hektar lägre för 2 000 stammar och mellan 3 900-5 400 kronor per hektar lägre för 2 600 stammar (Figur 8-10).

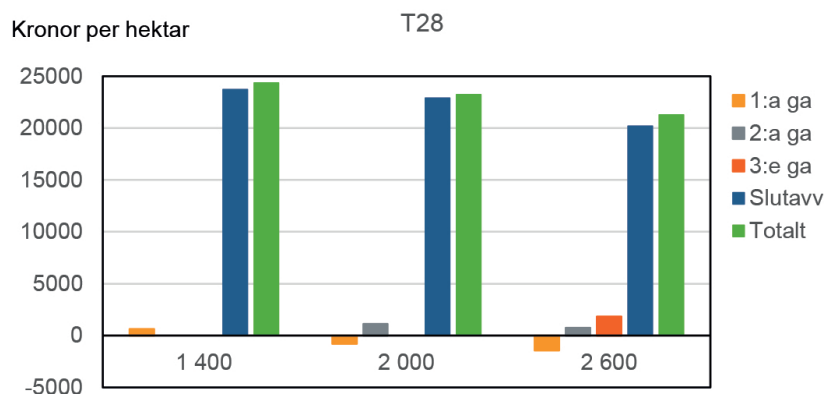
Skillnaden i nuvärde för avverkningsnetton var mycket stor mellan de lägre och de högre ståndortsindexen. För röjningsförbandet 1 400 stammar per hektar var nuvärdet 7 400 kronor per hektar för T20 (Figur 5) och 42 900 kronor för G32 (Figur 10). För T24 och G24 var nuvärdet 13 300 kronor respektive 14 900 per hektar för förbandet 1 400 stammar per hektar (Figur 6 respektive Figur 8).



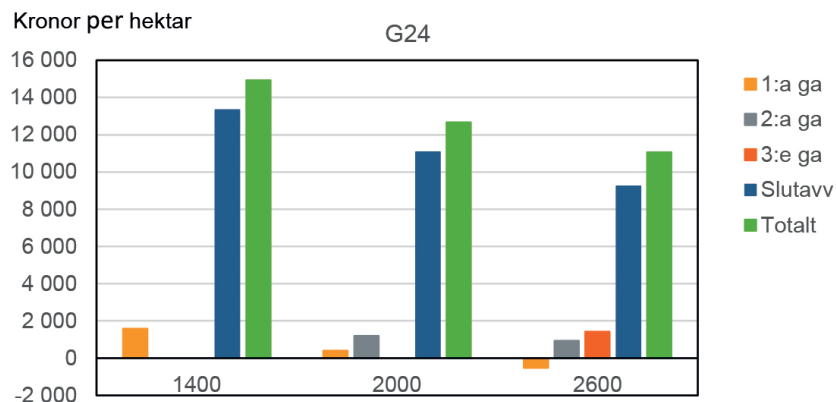
Figur 5. Nuvärden för avverkningsnetton för respektive röjningsförband, T20. (Avverkningsnettona är diskonterade med 2,5 procents ränta till planterings-tidpunkten).



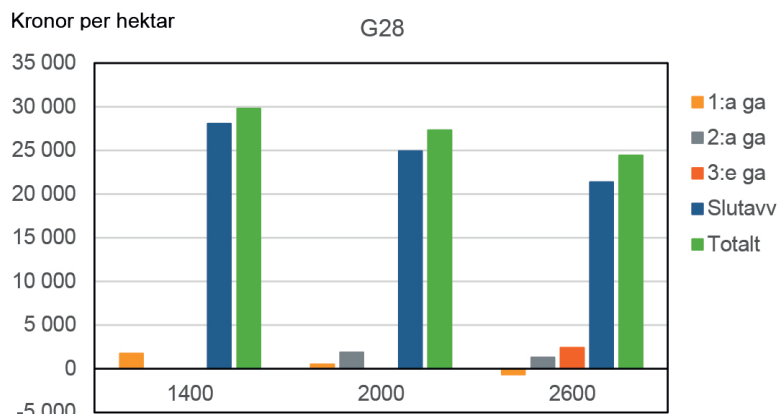
Figur 6. Nuvärden för avverkningsnetton för respektive röjningsförband, T24. (Avverkningsnettona är diskonterade med 2,5 procents ränta till planterings-tidpunkten).



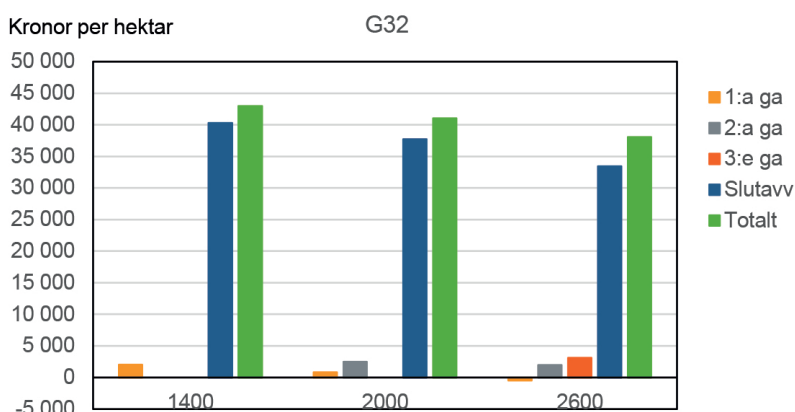
Figur 7. Nuvärden för avverkningsnetton för respektive röjningsförband, T28. (Avverkningsnettona är diskonterade med 2,5 procents ränta till planterings-tidpunkten).



Figur 8. Nuvärden för avverkningsnetton för respektive röjningsförband, G24. (Avverkningsnettona är diskonterade med 2,5 procents ränta till planterings-tidpunkten).



Figur 9. Nuvärden för avverkningsnetton för respektive röjningsförband, G28. (Avverkningsnettona är diskonterade med 2,5 procents ränta till planterings-tidpunkten).

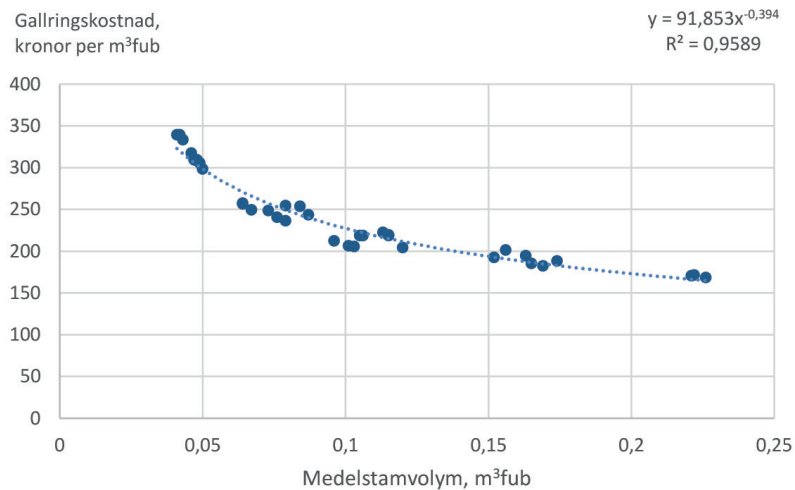


Figur 10. Nuvärden för avverkningsnetton för respektive röjningsförband, G32. (Avverkningsnettona är diskonterade med 2,5 procents ränta till planterings-tidpunkten).

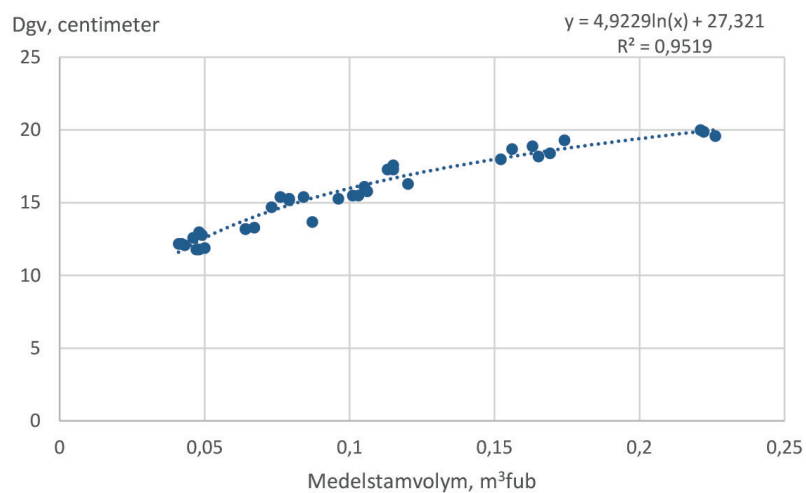
GALLRINGSEKONOMI

Beräkningarna visade generellt sett på bättre ekonomi i grangallringarna än i tallgallringarna (Figur 5-10). Ekonomin i första gallring var mycket svag för de tätare röjningsförbanden 2 000 respektive 2 600 stammar per hektar. För tall gav dessa förband ett negativt netto vid första gallring (Figur 5-7). För gran gav förbandet 2 000 ett litet netto vid första gallring, medan det tätaste gav ett negativt netto vid första gallringen (Figur 8-10).

Avverkningskostnaden i förstagallring beräknades bli hög för de stamtätare röjningsförbanden med en medelstamvolym på 0,04-0,06 m³fub i uttaget (Figur 11). Det motsvarar en grundytevägd medeldiameter i brösthöjd på 12-13 centimeter (Figur 12). Med den antagna virkesintäkten (270 kronor per m³fub för tall och 280 för gran) visade beräkningarna på ett positivt netto vid en medelstamvolym på 0,06 m³fub eller högre (Figur 11). Det motsvarar en grundytevägd medeldiameter på minst 13 centimeter i uttaget (Figur 12).



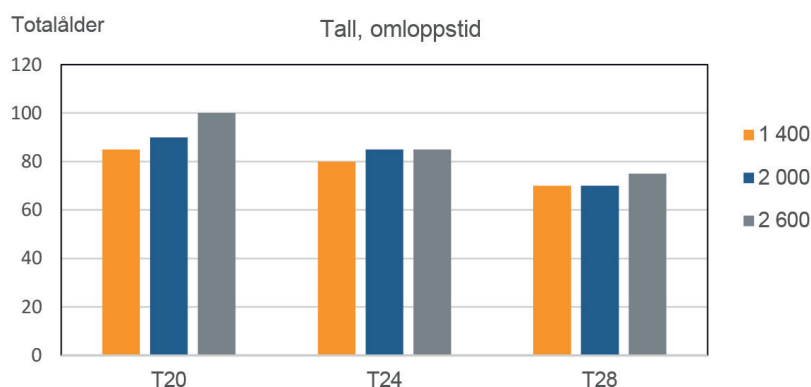
Figur 11. Sambandet mellan avverkningskostnad i gallring och medelstamvolym i gallringsuttaget, baserat på de 36 simulerade gallringarna i studien. Värdet för respektive gallring är punktmarkerad i diagrammet.



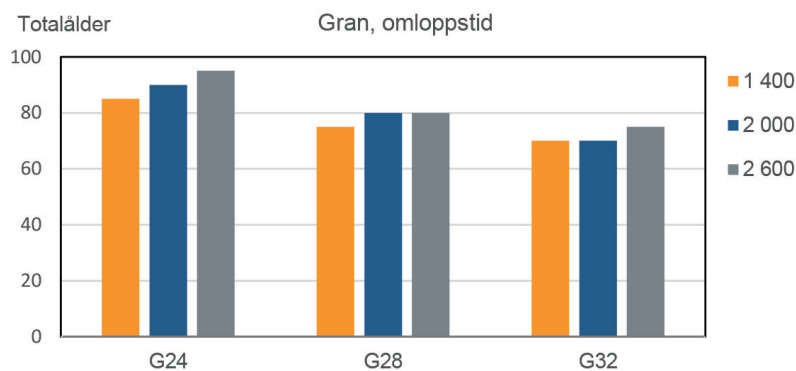
Figur 12. Sambandet mellan grundtevägd medeldiameter (Dgv) i gallringsuttaget och medelstamvolym i gallringsuttaget, baserat på de 36 simulerade gallringarna i studien. Värdet för respektive gallring är punktmarkerad i diagrammet

OMLOPPSTID

Beräkningarna visade på små skillnader i optimal omloppstid mellan de olika röjningsförbanden. De största skillnaderna, med 10-15 års längre omloppstid för det tätaste förbandet jämfört med det glesaste, beräknades för T20 och G24 (Figur 13-14). I övrigt handlade det bara om fem år längre tid för de tätare förbanden jämfört med 1 400 stammar per hektar.



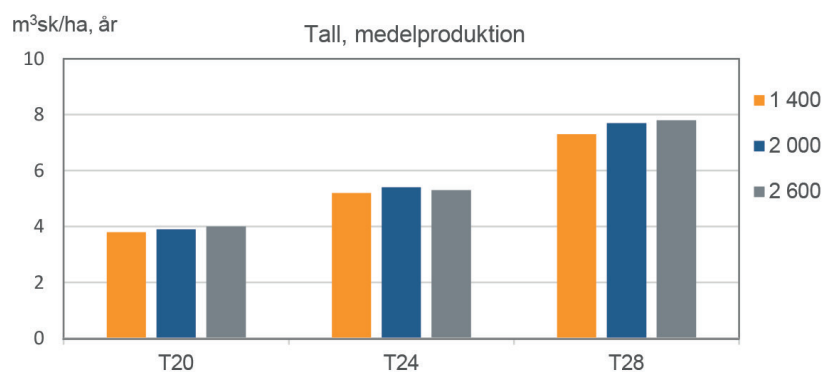
Figur 13. Optimal omloppstid vid kalkylräntan 2,5 procent för respektive röjningsförband för tallbestånden.



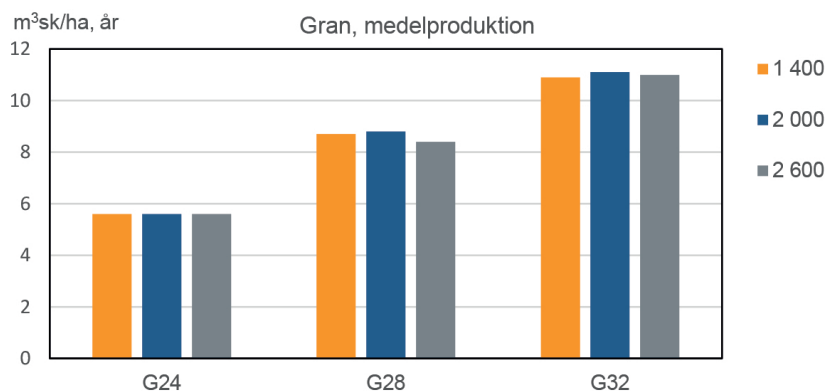
Figur 14. Optimal omloppstid vid kalkylräntan 2,5 procent för respektive röjningsförband för granbestånden.

VOLYMPRODUKTION

Den årliga, genomsnittliga volymproduktion ($\text{m}^3\text{sk/ha, år}$) för respektive röjningsförband och ståndortsindex återges i figur 15-16. För alla ståndortsindex visade beräkningarna på små skillnader i volymproduktion mellan röjningsförbanden.



Figur 15. Medelproduktion (m^3sk per hektar och år) för respektive röjningsförband för tallbestånden.



Figur 16. Medelproduktion (m^3sk per hektar och år) för respektive röjningsförband för granbestånden.

Diskussion

Beräkningarna utfördes med bästa möjliga funktioner och andra hjälpmedel, såsom gallringsmallar. Tillväxtframskrivningen utfördes med beståndssimulatore i INGVAR. Denna beståndssimulator beaktar såväl effekter av gallringar och avgångar i normalskötta homogena bestånd. Avverkningskostnaderna beräknades med Skogforsks prestationsfunktioner och med aktuella maskinkostnader. Värderingen av slutavverkningsbestånden utfördes med utbytesfunktioner för virkessortiment. Beräkningarna av grundytan för respektive träslag och röjningsprogram vid startläget övre höjd 9 meter utfördes med grundytetiktioner baserade på ett stort material från praktiska föryngringar. Vid tillämpningen av grundytetiktionerna eftersträvades att spegla grundytelnivån i väl anlagda och homogena bestånd. De härvid beräknade grundytorna vid startläget, liksom skillnaderna i grundyta mellan röjningsförbanden, kan bedömas som rimliga och ge realistiska relationer mellan beräkningsalternativen. Resultaten i denna studie bör därför vara tillförlitliga.

Beräkningarna avser lyckade planteringar, med måttlig höjdspridning, och utan betydande snö- och vindskador eller andra former av skador med omfattning. Gallringarna utfördes tidigt enligt gallringsmallarnas rekommendationer. Den beräknade virkesproduktionen, liksom det beräknade nuvärdet av avverkningsnetton för respektive beräkningsalternativ, är därför högre än vad man i genomsnitt uppnår i praktiken.

Resultaten visade på den högsta lönsamheten (nuvärdet av avverkningsnetton) för det stamglesaste röjningsförbandet med 1 400 stammar per hektar med en gallring och den lägsta lönsamheten för det stamtätaste förbandet med 2 600 stammar per hektar med tre gallringar. Detta gällde för såväl tall som gran liksom för alla analyserade ståndortsindex. Dessa resultat är i överensstämmelse med resultaten från tre långsiktiga röjningsförbandsförsök i tallskog (med ståndortsindex T22-T26), vilka visade på bästa beståndsekonomi för röjningsförband med 1 000 stammar per hektar (Pettersson, 2015). Ju fler gallringar som görs per omloppstid, desto större andel av virkesproduktionen tas ut i gallring, vilken är en dyrare avverkningsform än slutavverkning.

Lönsamheten i gallring har varit svag under många år, i synnerhet vid första gallring. Virkespriserna har, i reala termer, sjunkit med en till två procent per år sedan 1950-talet (Björheden, 2016). Fram till mitten av 1990-talet kompenserade skogsbruket detta med en allt effektivare avverkningsteknik. Enligt Björheden har det svenska skogsbruket där efter fått det allt svårare med att kompensera för kostnadsökningar och för reellt fallande virkespriser. Skogforsks så kallade skogsbruksindex (som anger förhållandet med virkesvärde fritt bilväg och skogsbrukskostnad) visar på att denna negativa utveckling har pågått i 20 år (Björheden, 2016).

Pris- och kostnadsutvecklingen talar för ett framtida skogsbruk med ett begränsat gallringsuttag. Detta torde särskilt gälla för områden med dåliga avsättningslägen, som i stora delar av Norrlands inland. Höga gallringskostnader, låga massaveds-vedspriser och tillkommande prisavdrag för vidaretransport av virket är argument som stödjer detta. Med ett skötselprogram med 1 200-1 500 stammar per hektar efter röjning skapas en handlingsfrihet att utföra en gallring (förslagsvis vid 12-15 meters övre höjd) om goda virkespriser och god lönsamhet då kan erhållas, alternativt att driva bestånden gallringsfritt.

Från volymproduktionssynpunkt har man inget att vinna på genom att röja svagt eller inte alls. Detta visade beräkningarna i denna studie på, liksom de ovan nämnda röjningsförbandsförsöken. Fram till första gallringsstadiet (övre höjd 12-14 meter) ökar volymproduktionen med stigande stamantal (Pettersson, 1992), under förutsättning att inga betydande skador av t.ex. snö och vind inträffar. Den ökade volymproduktionen med stigande stamantal under ungskogsfasen framgår också av de beräknade grundytorna vid 9 meters övre höjd. I takt med att träden växer ökar deras influensområden (Bucht, 1981). Detta resulterar i en allt mer hårdnande konkurrens mellan träden, och att "gallringsbehov" uppstår med tiden. Markens produktionsförmåga utnyttjas succesivt allt effektivare på stamglesa ytor med stigande beståndsålder och ökande trädgrovlek (Pettersson, 2015). Varje gallring ger en tillfällig nedsättning av volymtillväxten per hektar. I ett skogsbruk med tre gallringar per omloppstid kan vindfällningen förväntas bli högre än i ett skogsbruk med en gallring. Vindfällning resulterar bland annat i volymtillväxtförluster per hektar. Ju fler gallringar man utför i ett bestånd, desto större är risken att råka ut för röta och andra tillväxtnedsättande gallringsskador. Sammantaget alla riskfaktorer så kan volymproduktionen under hela omloppstiden bli lika hög med glesa röjningsförband på 1 400 stammar per hektar jämfört med täta röjningsförband med 2 600 stammar per hektar.

Virkeskvaliteten torde bli minst lika bra med röjningsförbandet 1 400 stammar per hektar jämfört med de tätare förbanden. Detta indikerades kvalitetsstudier i ett av röjningsförbandsförsöken i tall (Westin m.fl., 2017). I den studien var den enda signifikanta skillnaden i yttre kvalitetsegenskaper en större längd på torrkrone och fler antal torra grenvarv med förbandet 2 250 stammar per hektar jämfört med 1 000 eller 1 500 stammar per hektar. Densiteten var något lägre med de stamglesare förbanden men å den andra sidan var kärnvedsdiametern högre jämfört med det stamtäta förbandet. De absolut bästa förutsättningarna att kunna göra bra stamval har man vid röjning. Då är kvalitetsnedsättande fel på träd tydliga, och röjaren befinner sig dessutom vid träden och kan bedöma dessa noggrant (Pettersson, 2001). Med en hårdare röjning följer större möjligheter att förbättra kvaliteten i beståndet, genom att i högre grad kunna minska andelen träd med kvalitetsnedsättande fel eller med oönskade kvistegenskaper. Hårdare röjning ger även stabilare träd mot snö- och vindskador, vilket ger färre träd med skador av denna typ.

Beräkningarna visade på mycket stor spännvidd i totalt nuvärde av avverkningsnetton mellan det lägsta och det högsta studerade ståndortsindexet (7 400-43 000 kronor per hektar för det lönsammaste alternativet 1 400 stammar per hektar efter röjning). Med det uppställda förräntningskravet på 2,5 procent visade beräkningarna för det lägsta ståndortsindexet T20 på ett litet utrymme (7 400 kronor per hektar) för skogsvårdskostnader. För mellanboniteterna T24 och G24 visade beräkningarna på ett högsta utrymme för skogsvårdskostnader på 13 000 respektive 15 000 kronor per hektar vid det uppställda räntekravet.

En förändring mot en starkare slutröjning öppnar för möjligheten att sänka kostnaden för plantering genom att sätta ut färre plantor per hektar. Detta får en positiv påverkan på nuvärdet för detta röjningsalternativ. Härvid torde möjligheten att minska plantantalet vara större för gran än för tall från överlevnads- och skadesynpunkt. Älgskadeproblematiken motiverar att man planterar ett visst "överskott" av tallplantor för att gardera sig mot älgskador. En annan aspekt med ett högt planterat stamantal är att en hel del planterade träd som gallras ut vid första gallring inte ger något netto alls.

Virkeskvaliteten har viss påverkan på den ekonomiskt optimala omloppstiden, framför allt för tallskog. Vid riktigt bra kvalitet blir den optimala omloppstiden längre än i beräkningarna. Beräkningarna visade på måttligt längre (5-15 år) omloppstider med två- och tregallring-programmen jämfört med programmet med en gallring. En förklaring till dessa måttligt förlängda omloppstider torde vara att gallringarna simulerades vid tidig ålder (höjd) enligt gallringsmallarnas rekommendationer. I praktiken, med sen röjning och med första gallring vid 17 meters övre höjd samt senare gallring vid 22 meters övre höjd blir de ekonomiskt optimala omloppstiderna generellt sett längre än i denna studie.

En hårdare röjning utförd i rätt tid ger således möjligheten till kortare omloppstid. En kortare omloppstid innebär en något lägre risk för vindfällning eftersom slutavverkning utförs vid lägre trädhöjd. Ett skötselprogram med bara en gallring och kortare omloppstid kan ge mindre röta i granbestånd. Ett hårdare röjningsprogram ökar handlingsfriheten både i ett tids- och åtgärdsperspektiv, vilket bör vara fördelaktigt i ett skogsbruk med liten beståndsovervakande fältpersonal.

Skogen är ett trögt system (Pettersson, 1997). Skogsvårdsåtgärder som plantering och röjning utförs på endast några enstaka procent av hela skogsmarksarealen varje år. Det tar därför lång tid innan det tydligt går att registrera förändringar i skogsinnehavet och dess sammansättning till följd av förändrade skötselstrategier (Pettersson, 1997). Förändrade skötselstrategier startas i föryngrings- och röjningsstadiet. Det tar 20-30 år innan en förändrad inriktning mot hårdare röjning ger effekt på förstagallringsbeståndens sammansättning som trädantal per hektar och stammarnas dimensioner.

De skogar som blir föremål för gallring (eller "röjningsgallring") under de närmaste decennierna utgörs av de skogar som i dag är i spannet med ungskogar över 5 meters medelhöjd och däröver. Många av dessa bestånd är sent och svagt röjda, eller inte röjda alls. Enligt Skogsstyrelsen (2016) är arealen med akut röjningsbehov i yngre gallrings-skog (huggningsklass C1) 400 000 hektar i landet (Figur 2, sidan 6). Det är sannolikt långsiktigt lönsamt att åtgärda dessa yngre, stamtäta skogar så fort man kan, trots att det medför nettokostnader. Ju tidigare man åtgärdar eftersatta skogar desto snabbare får man igång diameter- och värdeutvecklingen, liksom att snö- och vindskaderisken minskar, både på kort och lång sikt.

Det finns således stora arealer med eftersatt yngre skog, med hög stamtäthet och därtill kopplad dålig trädstabilitet. Det är en utmaning, att röja/gallra dessa bestånd så att de får en god värdeutveckling samt förbättrad stabilitet. Åtgärds-kostnaden är i mångt och mycket ett resultat av att man lade ner för lite kostnader i den egentliga röjningsfasen. I bestånd med tydlig instabilitet bör man utföra det första ingreppet ganska försiktigt med ett uttag av högst 30 procent av grundytan i form av låggallring. Efter 7-10 år, då beståndet har hunnit stabilisera sig, kan man återkomma med den "egentliga" första gallringen. Gallringsmallarna i INGVAR är ett bra hjälpmedel för vägledning att avgöra lämplig gallringstidpunkt. Programmet kan laddas ned gratis från Skogskunskap (www.skogskunskap.se). Det är lätt att använda och kräver inga avancerade förkunskaper.

Slutsatser

- Under de senaste decennierna har röjningarna i det praktiska skogsbruket gjorts på en allt för liten areal, för sent i beståndsutvecklingen samt dessutom ofta allt för svagt med många stammar kvar efter röjning. Även gallringarna har utförts sent i beståndsutvecklingen vid höga medelhöjder i bestånden. De sena åtgärderna, och beträffande röjning även svaga ingreppen, leder till inoptimala beståndsutvecklingar, kvalitetsförluster samt avsevärt ökade risker för snö- och vindskador. Sammantaget kan detta bedömas ge betydande ekonomiska förluster på både kort och lång sikt.
- Väl utförd röjning i rätt tid (medelhöjd 0,5-4 meter), och med rätt styrka, är den i särklass viktigaste åtgärden i växande skog för ett långsiktigt lönsamt skogsbruk. Beräkningarna visade genomgående för tall och gran, och för alla analyserade ståndortsindex, på det högsta nuvärdet för alternativet 1 400 stammar per hektar efter röjning samt en gallring och det lägsta nuvärdet för 2 600 med tre gallringar.
- Stark slutröjning till 1 200-1 500 stammar per hektar vid rekommenderad tidpunkt ger stabila bestånd med god motståndskraft mot snö- och vindskador både före och efter gallring. Sådan röjning ökar handlingsfriheten både i ett tids- och åtgärds perspektiv, vilket bör vara fördelaktigt i ett skogsbruk med liten fältövervakande personal.
- Pris- och kostnadsutvecklingen talar för ett skogsbruk med ett begränsat gallringsuttag. Med slutröjning till 1 200-1 500 stammar per hektar skapas handlingsfriheten att utföra en gallring eller alternativt att driva bestånden gallringsfritt.
- Ett skötselprogram ned slutröjning till 1 200-1 500 stammar per hektar och därefter en gallring kan förväntas ge ungefär lika stor volymproduktion av gagnvirke per hektar och år under hela omloppstiden som ett program med svag röjning till 2 500 stammar per hektar och 2-3 gallringar.
- En förändrad strategi till starkare röjning öppnar för möjligheten att sänka planteringskostnaderna genom att sätta ut färre plantor per hektar. Detta får en positiv påverkan på nuvärdet. Älgskadeproblematiken motiverar att man planterar ett visst "överskott" av tallplantor för att gardera sig mot älgskador.
- Förändrade skogsskötselstrategier startas i förnygrings- och röjningsstadiet. Det tar därför 20-30 år innan en förändrad inriktning med starkare röjning ger effekt på förstagallringsbeståndens sammansättning som trädantal per hektar och medeldiametrar.
- De skogar som blir föremål för röjning och "röjningsgallring" under de närmast kommande decennierna utgörs av de skogar som i dag är i spannet med ungsogar över 5 meters medelhöjd upp till medelålders skogar. Många av dessa bestånd är sent och svagt röjda, eller inte röjda alls. Det är sannolikt långsiktigt lönsamt att åtgärda dessa eftersatta skogar så fort man kan, trots att åtgärden medför nettokostnader.

Referenser

- Björheden, R. 2016. Det går kärtvt - skogsbruket allt mindre effektivt. I: Skogforsk, Vision nr 3 2016, sid. 8-9. www.skogforsk.se
- Bucht, S. 1981. Effekten av några olika gallringsmönster på beståndsutvecklingen i tallskog (Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsproduktion, Rapporter nr 4), 276 s. Umeå.
- Brunberg, T. 2004. Underlag till produktionsnormer för skotare (Skogforsk, Redogörelse nr 3 2004), 12 s. Gävle.
- Brunberg, T. 2007. Underlag för produktionsnormer för extra stora engreppsskördare i slutavverkning (Skogforsk, Redogörelse nr 2 2007), 8 s. Gävle.
- Jacobson, S., Pettersson, F., Sikström, U., Nyström, K. & Övergaard, B. 2008. INGVAR-gallringsmall och planeringsinstrument (Skogforsk, Resultat nr 10 2008), 4 s. Gävle.
- Jonsson, B. 1980. Funktioner för långsiktiga prognoser beträffande virkesförrådets storlek och sammansättning (Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för biometri och skogsindelning, Rapport nr 7), 121 s. Umeå.
- Laiho, O. 1989. Gödslingens inverkan på storm- och snöskador. I: Skogsgödslingen och miljön. Centralskogs nämnden Skogskultur.
- Ollas, R. 1980. Nya utbytesfunktioner för träd och bestånd (Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, ekonomi nr 5 1980), 4 s. Stockholm.
- Persson, P. 1975. Stormskador på skog – Uppkomstbetingelser och inverkan av skogliga åtgärder (Skogshögskolan, Institutionen för skogsproduktion, Rapporter och Uppsatser nr 36), 294 s. Stockholm.
- Pettersson, N. 1992. The effect on stand development of different spacing after planting and precommercial thinning in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands. Doktorsavhandling. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsproduktion, Rapport nr 34. Säter.
- Pettersson, F. 1996. Effekter av olika röjnings- och gallringsåtgärder på beståndsutvecklingen i tall- och granskog (Skogforsk, Redogörelse nr 5, 1996), 46 s. Oskarshamn.
- Pettersson, F. 1997. Regionala avverkningsberäkningar med olika skogsskötsel- och naturvårdsalternativ – en analys av de produktionsmässiga effekterna av dagens skogsbruksmetoder och miljöanpassning (Skogforsk, Redogörelse nr 9, 1997), 49 s. Oskarshamn.
- Pettersson, F. 2001. Effekter av olika röjningsåtgärder på beståndsutvecklingen i tallskog (Skogforsk, Redogörelse nr 4, 2001), 28 s. Eskilstuna.
- Pettersson, F. 2003. Effekter på beståndsutvecklingen och ekonomin av olika förstagallringsåtgärder i tallskog – Redovisning av försöksresultat och synpunkter på dagens röjnings- och gallringsverksamhet (Skogforsk, Redogörelse nr 3, 2003), 67 s. Eskilstuna.

- Pettersson, F. 2004. Rönjning- produktionsmässiga skötselmässiga och ekonomiska effekter. I: Ökad produktion i familjeskogsbruket – analys av tillväxthöjande och skadeförebyggande åtgärder (Skogforsk, Arbetsrapport nr 574, 2004), 27-40. Uppsala.
- Pettersson, F. 2008. Effekt av gallringsform i tallförsöket Kolfallet. Ett underlag för utformningen av olika gallringsstrategier (Skogforsk, Redogörelse nr 4 2008), 46 s. Gävle. www.skogforsk.se
- Pettersson, F. 2015. Stamtäthet, gödsling, virkesproduktion och ekonomi – Resultat från tre rönjnings- och ett gallringsförbandsförsök med tall (Skogforsk, Arbetsrapport nr 845-2014, 77 s). www.skogforsk.se
- Petterson, F. 2016. Effekter av olika gallringsformer och stickvägsavstånd på virkesproduktion och ekonomi i tallförsöket Kolfallet. Resultat efter två gallringar och en 20-årig försöksperiod (Skogforsk, Arbetsrapport nr 900-2016, 59 s.). www.skogforsk.se
- Redfern, D. & Stenlid, J. 1998. Spore dispersal and infection. I: Woodward, S., Stenlid, J., Karjalainen, R. & Hüttermann, A. (red). *Heterobasidion annosum: Biology, ecology, impact and control*. CAB International, ISBN 0 85199 275 7, s. 105-124.
- Simonsen, R., Rosvall, O. & Gong, P. 2007. Ökad skogsproduktion i Holmens skogar – en lönsamhetskalkyl (Skogforsk Resultat nr 8, 2007), 4 s. Gävle.
- Skogsstyrelsen, 2016. Kunskapsplattform för skogsproduktion, 180 s. Meddelande 1/2016. www.skogsstyrelsen.se
- Sonesson, J. & Rosvall, O. 2011. Lönsamma åtgärder för ökad tillväxt på Sveaskogs marker. Huvudrapport, 56 s. Skogforsk.
- Söderberg, U. Funktioner för skogliga produktionsprognoser. Tillväxt och formhöjd för enskilda träd av inhemska trädslag i Sverige (Sveriges lantbruksuniversitet, Avdelningen för Skogsuppskattning och Skogsindelning, Rapport nr 14), 251 s. Umeå.
- Westin, J., Pettersson, F. & Wilhelmsson, L. 2017. Virkesegenskaper hos tall efter rönjning till olika stamantal, med eller utan kvävegödsling, Resultat från försök D194 Sandbacksmön. Manus till arbetsrapport från Skogforsk.

Bilaga 1. Grundytefunktioner

Funktioner för grundytan i yngre bestånd före gallring baseras i föreliggande rapport på data från Hugins ungskogstor (Elfving, 1982; Nyström, 2000). Hugins ungskogsytor utlades åren 1976-1979 i praktiskt anlagda föryngringar från i huvudsak 1950-talet och början av 1960-talet. Bestånden utgörs av ett stratifierat slumpmässigt urval bland de föryngringsytor som hade återväxttaxerats i Skogsvårdsstyrelsens regi under perioden 1960-1968. Materialet omfattar totalt 800 bestånd fördelade över hela landet. I varje bestånd utlades slumpmässigt fem cirkelprovytor med arealen 100 m² under perioden

1981-1984. Ytorna återinventerades fem år efter utläggningen. Materialet har använts i olika prognossammanhang under årens lopp för att beskriva ungskogens utveckling och struktur (Nyström & Gemmel, 1988; Elfving & Nyström, 1996; Nyström, 2000; Fahlvik et al., 2005; Egbäck et al., 2017).

För att skapa utgångslägen för prognosverket INGVAR vid cirka 9-10 meter övre höjd selekterades trädslagsrena provytor av tall respektive gran, där grundytan av aktuellt trädslag översteg 65 procent av total grundyta. Vidare selekterades bara övrehöjdsboniterade provytor med mer än 500 stammar per hektar och med en övre höjd större eller lika med 7 meter. Materialets fördelning över några beståndskaraktärer framgår av (Tabell 1).

Tabell 1. Beståndsdata, medelvärde och standardavvikelse(SD), för materialet som ligger till grund för grundytefunktionerna. n= antalet provytor.

	Tallbestånd Medelvärde	n=627 SD	Granbestånd Medelvärde	n=482 SD
Grundyta, (Gry) m ² /ha	14,1	7,4	14,9	9,8
Övre höjd, (Hdom) m	9,5	1,8	10,9	2,4
Grundytevägd medelhöjd, (Hgv) m	8,0	1,7	8,8	2,3
Stammar per ha (Stha), dbh > 5 cm	1540	669	1671	787
Relativ höjd, (Hgv/hdom)	0,84	0,09	0,81	0,10

Sambanden mellan grundyta och övre höjd, stamantal samt höjdsiktning, med höjdsiktning uttryckt som kvoten mellan grundytevägd medelhöjd och övre höjd, skattades med följande exponentmodell baserat på erfarenheter från tidigare studier (Elfving & Nyström, 1996):

$$\ln(Gry) = b_0 + b_1 \times \ln(Hdom - 1.3) + b_2 \times Stha \times 10^{-3} + b_3 \times \ln(Stha \times 10^{-3}) + b_4 \times \ln(1 + Relh) + \varepsilon$$

där:

Gry = Grundyta på bark för träd större eller lika med 5 centimeter i brösthöjd, m²/ha.

Hdom = Övre höjd, medelhöjden av de två grövsta träden av det bonitetsvisande trädslaget på en yta med radien 10 meter.

Stha = Antalet stammar per hektar för träd större eller lika med 5 centimeter i brösthöjd.

Relh = Relativ höjd, kvoten mellan grundytevägd medelhöjd (Hgv) och övre höjd (Hdom), Relh=Hgv/Hdom.

ln = Naturliga logaritmen.

Eftersom provytor inom samma bestånd sannolikt är korrelerade med varandra har regressionsanalysen gjorts med så kallade blandade modeller med fixa och slumpmässiga effekter (Mixed models), där den oförklarade variansen (σ_{ε}^2) delats upp i variansen inom och mellan bestånden;

$$\sigma_{\varepsilon}^2 = \sigma_s^2 + \sigma_p^2$$

Skattade koefficienter och varianskomponenter framgår av Tabell 2. Genomförda residualstudier av sambanden indikerar inga större systematiska trender inom funktionernas tillämpningsområde, vid 8-12 meters övre höjd (Figur 1 och Tabell 2). Höjdsiktningen uttryckt som relativ höjd ($Relh = H_{gv}/H_{dom}$) har en signifikant betydelse i modellen för beräknad grundyta. I Figur 2 redovisas beräknad grundyta vid olika stamantal vid 10 meters övre höjd för bestånd med relativ höjd 0,8 och 0,9 samt med framtagna samband från förbandsförsök (Pettersson, 1993) som jämförelse.

Grundytanivån för de praktiskt anlagda bestånden i Hugins ungskogsundersökning ligger betydligt lägre än utgångslägen beräknade från noggrant anlagda förbandsförsök utan inblandning av andra trädslag (Figur 2). Även i andra undersökningar har det också redovisats betydande skillnader på 15-20 procent i grundyta (Eriksson, 1976; Elfving & Nyström, 1996) mellan försöksbestånd och bestånd anlagda av det praktiska skogsbruket.

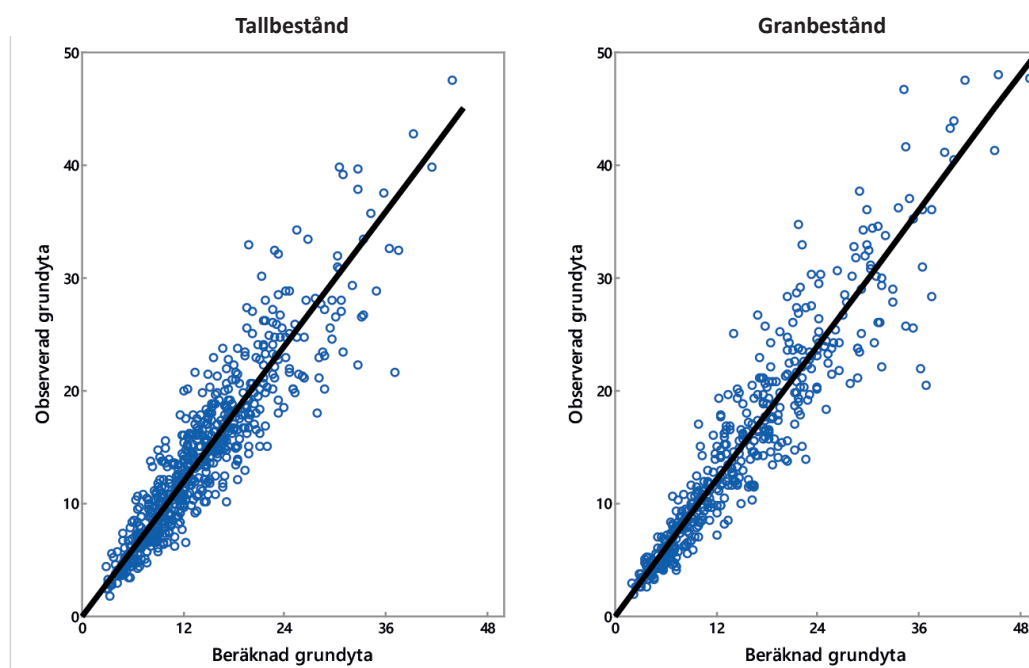
Enligt Skogsstyrelsens återväxttaxeringar har föryngringsresultaten succesivt blivit allt bättre med åren. Förbättrad markberedning och bättre plantor torde ha varit betydelsefulla faktorer för detta. Dagens unga bestånd torde således vara jämnare och ha en mindre höjdspridning jämfört med bestånden som uppkom på 1950- och 1960-talen. Efter som typbestånden i denna undersökning skulle representera lyckade planteringar valde vi att åsätta den relativa höjden 0,88 i grundytetfunktionerna (Tabell 2) för att simulera utgångslägena i grundyta per hektar för analyserna.

I Skogforsks gamla gödslingsförsök i ungskog (bestånden var anlagda på 1950- och 1960-talen) var den relativa höjden på ogödslade kontrolltytor i medeltal 0,89 i tall- och 0,85 i granförsöken. I Figur 3 redovisas observerad och beräknad grundyta i kontrolltytor ingående i gödslingsförsöken där beräkningarna av grundytan har skattats vid en relativ höjd av 0,88 med framtagna grundytetfunktioner. För framför allt granbestånd kan man se en tendens till överskattning av grundytan som ett resultat av den större skillnaden mellan faktisk relativ höjd (0,85) i granmaterialet och den som använts vid beräkningarna (0,88).

De använda grundytetfunktionerna i denna studie (Tabell 2), och med tillämpningen av en relativ höjd på 0,88 ger grundtytor som är i storleksordningen 10-15 procent lägre både för tall och gran jämfört med Petterssons (1993) funktioner som baserades på försöksplanteringar (Figur 2). Det kan bedömas att de beräknade grundytorna vid startläget för beräkningarna i denna studie är rimliga för de olika röjningsförbanden för väl anlagda kulturer i dagens praktiska skogsbruk.

Tabell 2. Grundytelfunktioner för trädslagsrena bestånd av tall och gran. Beroende variabel: $\ln(\text{Gry})$

Fixa effekter	Tallestånd		Granbestånd	
Oberoende variabler	Koefficient (b_i)	SEE	Koefficient (b_i)	SEE
Intercept	-2,6803	0,1334	-3,6133	0,1413
$\ln(\text{Hdom}-1,3)$	1,1812	0,0410	1,3932	0,0449
$\text{Sth} \times 0,001$	-0,1987	0,0351	-0,1380	0,0367
$\ln(\text{Sth} \times 0,01)$	0,9854	0,0519	0,9453	0,0568
$\ln(1+\text{Relh})$	4,4213	0,1336	4,8120	0,1503
σ_ε^2	0,0244	0,0029	0,02662	0,0041
σ_p^2	0,0165	0,0012	0,02042	0,0018

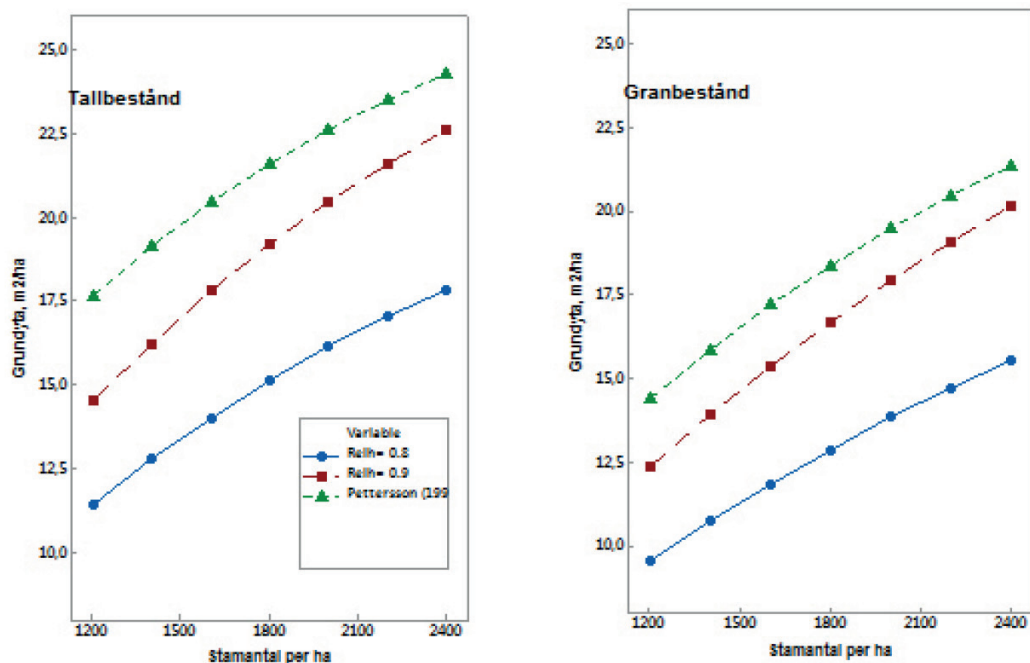


Figur 1. Observerad och beräknad grunddyta (m^2/ha) för tall- respektive granbestånd.

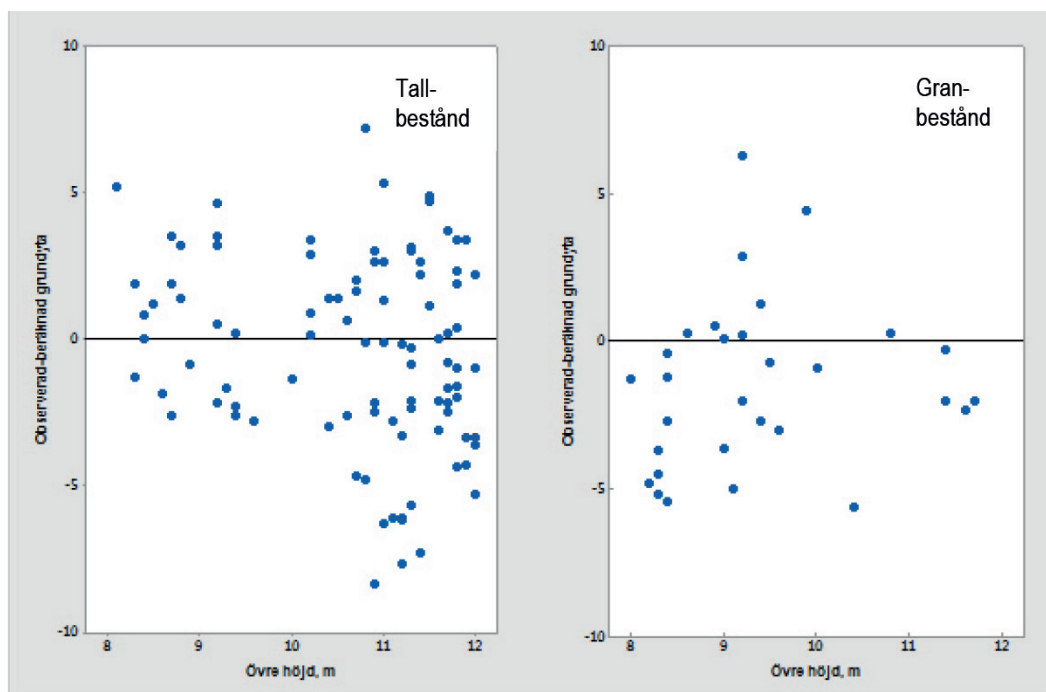
Tabell 3. Residualernas (observerad-beräknad grundyta, m²/ha) fördelning över olika klasser av övre höjd (m) och stamantal per hektar, (n) antal observationer i klassen.

TALLBESTÅND, stamantal								
Övre höjd	<1 000	1 200	1 400	1 600	1 800	2 000	2 200	>2 300
7,5	0,3 (55)	0,1 (27)	0,2 (16)	0,4 (11)	-1,1 (6)	0,1 (7)	0,8 (7)	-0,5 (9)
8,5	-0,3 (36)	0,2 (33)	1,0 (14)	0,4 (24)	0,2 (12)	0,6 (13)	1,4 (4)	0,8 (19)
9,5	0,5 (24)	0,9 (23)	0,4 (18)	1,0 (16)	-0,7 (7)	0,8 (14)	0,5 (10)	-0,1 (21)
10,5	0,2 (14)	-0,5 (17)	0,0 (12)	-0,9 (11)	0,2 (20)	0,6 (12)	0,8 (7)	-0,4 (9)
11,5	0,1 (17)	0,2 (10)	-1,1 (1)	-0,8 (6)	-1,7 (3)	-0,7 (1)	-2,8 (7)	-3,5 (7)
12,5	-0,2 (1)	-0,9 (4)	-1,2 (4)	-6,1 (2)	-1,7 (1)	-2,6 (3)	1,6 (2)	-0,1 (6)
>13,0	-1,5 (2)	-0,8 (7)	-1,0 (6)	0,0 (3)	-1,8 (5)	-5,6 (2)	-1,4 (3)	0,3 (7)

GRANBESTÅND, stamantal								
Övre höjd	<1 000	1 200	1 400	1 600	1 800	2 000	2 200	>2 300
7,5	0,1 (24)	0,3 (16)	0,8 (2)	-0,3 (4)	-0,2 (3)	-0,8 (2)	-	1,0 (2)
8,5	-0,5 (19)	0,4 (18)	-1,5 (6)	0,7 (8)	1,6 (4)	2,0 (5)	0,2 (5)	0,9 (9)
9,5	0,2 (19)	-0,3 (21)	-0,1 (6)	-0,7 (6)	-0,2 (4)	1,3 (6)	-0,8 (3)	0,1 (7)
10,5	0,4 (18)	-0,7 (12)	1,4 (0)	-0,2 (10)	-0,8 (6)	0,4 (7)	-0,2 (4)	0,3 (14)
11,5	-0,6 (9)	-2,4 (3)	2,7 (9)	-2,5 (2)	0,0 (8)	0,1 (5)	0,5 (7)	0,7 (20)
12,5	2,6 (7)	0,4 (7)	0,2 (6)	3,6 (4)	-1,1 (6)	-0,1 (6)	-2,1 (5)	-0,4 (19)
>13,0	0,8 (15)	-1,0 (11)	-0,2 (8)	0,3 (9)	-1,7 (8)	-3,7 (7)	0,9 (8)	-0,7 (35)



Figur 2. Grundyta (m²/ha) vid olika stamantal vid övre höjd 10 meter enligt framtagna samband vid olika värden på relativ höjd (Relh=0,8 och 0,9) samt i planterade förbandsförsök enligt Petterson (1993).



Figur 3. Residualer (observerad-beräknad grundyta, m²/ha) fördelade över övre höjd på kontrolltytor ingående i Skogforsks gödslingsförsök (Hdom 8-12 meter) enligt framtagna samband där relativ höjd, Relh=0,88, används för bestånden vid beräkningarna.

REFERENSER

- Egbäck, S., Nilsson, U., Nyström, K., Högborg K-A. & Fahlvik, N. 2017. Modeling early height growth in trials of genetically improved Norway spruce and Scots pine in southern Sweden. *Silva Fennica* 51 (3) article id 5662. <https://doi.org/10.14214/sf.5662>
- Elfving, B. 1982. HUGIN's ungskogstaxering 1976-1979. Swed. Univ. of Agri.Sciences, Faculty of Forestry, Umeå. Projekt HUGIN, Rapport 27, 87 pp. (In Swedish)
- Elfving, B. and Nyström, K., 1996. Yield capacity of planted *Picea abies* in northern Sweden. *Scand. J. For. Res.* 11:38-49.
- Eriksson, H. 1976. Yield of Norway Spruce in Sweden. Dept. of For. Yield Res., Royal College of Forestry, Stockholm. Report 41, 291 pp. (In Swedish with English summary.)
- Fahlvik, N., Agestam, E., Nilsson, U. and Nyström, K. 2005. Simulating the influence of initial stand structure on the development of young mixtures of Norway spruce and birch. *For. Ecol. Manage.* 213, 297-311.
- Pettersson, N. 1993. The effect of density after precommercial thinning on volume and structure in *Pinus sylvestris* and *Picea abies* stands. *Scand. J. For. Res.* 8, s. 528-539.
- Nyström, K. 2000. Funktioner för att skatta höjdtillväxten i ungskog. Inst. för skoglig resurshushållning och geomatik, SLU. Arbetsrapport 68. 30 pp. ISSN 1401-1204.
- Nyström, K. and Gemmel, P. 1988. Models for predicting height and diameter of individual trees in young *Picea abies* (L.) Karst. *Stands. Scand. J. For. Res.* 3:213-228.

Bilaga 2. Detaljerade data från lönsamhetsberäkningarna (ränta 2,5 procent)

RESULTAT T20

Röjningsförband, stammar per hektar	1 400	2 000	2 600
Ålder vid slutavverkning	85	90	100
Första gallring:			
Ålder	52	46	46
Övre höjd, meter	13,3	11,9	11,9
Medelstam, m ³ fub	0,073	0,049	0,042
Uttag m ³ fub per hektar	41,2	37,2	40,2
Rotnetto, kronor per hektar	860	-1 360	-2 590
Andra gallring:			
Ålder		66	61
Övre höjd, meter		15,8	15
Medelstam, m ³ fub		0,113	0,081
Uttag m ³ fub per hektar		36,2	32,2
Rotnetto, kronor per hektar		2 460	1 180
Tredje gallring:			
Ålder			79
Övre höjd, meter			17,7
Medelstam, m ³ fub			0,154
Uttag m ³ fub per hektar			39,6
Rotnetto, kronor per hektar			4 130
Slutavverkning:			
Ålder	85	90	100
Stammar per hektar	680	649	525
Medeldiameter, dg, centimeter	24,1	24,3	25,8
Medelstam, m ³ fub	0,323	0,328	0,388
Uttag m ³ fub per hektar	223,8	213	203,5
Rotnetto, kronor per hektar	55 450	53 300	55 220
Produktion, m ³ sk/ha och år	3,8	3,9	4
Diskonterade netton:			
Första gallring, kronor per hektar	250	-460	-870
Andra gallring, kronor per hektar		510	270
Tredje gallring, kronor per hektar			620
Slutavverkning, kronor per hektar	7 140	6 070	4 910
Totalt diskonterade netton, kronor per hektar:	7 390	6 120	4 930

RESULTAT T24

Röjningsförband, stammar per hektar	1 400	2 000	2 600
Ålder vid slutavverkning	80	85	85
Första gallring:			
Ålder	42	35	35
Övre höjd, meter	13	11,8	11,8
Medelstam, m³fub	0,079	0,046	0,041
Uttag m³fub per hektar	46	35,6	38,8
Rotnetto, kronor per hektar	1 520	-1 720	-2 720
Andra gallring:			
Ålder		50	45
Övre höjd, meter		16,1	14,8
Medelstam, m³fub		0,116	0,081
Uttag m³fub per hektar		37,4	32
Rotnetto, kronor per hektar		2 680	1 160
Tredje gallring:			
Ålder			61
Övre höjd, meter			18,6
Medelstam, m³fub			0,165
Uttag m³fub per hektar			42,9
Rotnetto, kronor per hektar			4 770
Slutavverkning:			
Ålder	80	85	85
Stammar per hektar	691	643	543
Medeldiameter, dg, centimeter	26,5	27,3	27,3
Medelstam, m³fub	0,437	0,474	0,462
Uttag m³fub per hektar	302,2	305	250,9
Rotnetto, kronor per hektar	87 400	91 800	75 320
Produktion, m³sk/ha och år	5,2	5,4	5,3
Diskonterade netton:			
Första gallring, kronor per hektar	570	-760	-1 200
Andra gallring, kronor per hektar		820	400
Tredje gallring, kronor per hektar			1 110
Slutavverkning, kronor per hektar	12 740	11 820	9 700
Totalt diskonterade netton, kronor per hektar:	13 310	11 880	10 010

RESULTAT T28

Röjningsförband, stammar per hektar	1 400	2 000	2 600
Ålder vid slutavverkning	70	70	75
Första gallring:			
Ålder	31	27	27
Övre höjd, meter	13,6	11,8	11,8
Medelstam, m³fub	0,076	0,048	0,041
Uttag m³fub per hektar	45	37,2	38,6
Rotnetto, kronor per hektar	1 310	-1 470	-2 690
Andra gallring:			
Ålder		37	35
Övre höjd, meter		16	15,2
Medelstam, m³fub		0,115	0,087
Uttag m³fub per hektar		37,4	35,1
Rotnetto, kronor per hektar		2 650	1 650
Tredje gallring:			
Ålder			46
Övre höjd, meter			18,9
Medelstam, m³fub			0,174
Uttag m³fub per hektar			46,4
Rotnetto, kronor per hektar			5 400
Slutavverkning:			
Ålder	70	70	75
Stammar per hektar	695	658	568
Medeldiameter, dg, centimeter	29,1	29,2	30,3
Medelstam, m³fub	0,580	0,564	0,630
Uttag m³fub per hektar	389	371,4	357,7
Rotnetto, kronor per hektar	127 190	122 710	122 460
Produktion, m³sk/ha och år	7,3	7,7	7,8
Diskonterade netton:			
Första gallring, kronor per hektar	640	-790	-1 450
Andra gallring, kronor per hektar		1 120	730
Tredje gallring, kronor per hektar			1 820
Slutavverkning, kronor per hektar	23 730	22 890	20 190
Totalt diskonterade netton, kronor per hektar:	24 370	23 220	21 290

RESULTAT G24

Röjningsförband, stammar per hektar	1 400	2 000	2 600
Ålder vid slutavverkning	85	90	95
Första gallring:			
Ålder	50	45	41
Övre höjd, meter	14,8	13,4	12,2
Medelstam, m³fub	0,096	0,064	0,047
Uttag m³fub per hektar	56,4	51,6	45
Rotnetto, kronor per hektar	3 780	1 200	-1 370
Andra gallring:			
Ålder		62	55
Övre höjd, meter		17,7	16,1
Medelstam, m³fub		0,152	0,106
Uttag m³fub per hektar		49,8	43,4
Rotnetto, kronor per hektar		5 230	3 410
Tredje gallring:			
Ålder			73
Övre höjd, meter			20
Medelstam, m³fub			0,222
Uttag m³fub per hektar			58,2
Rotnetto, kronor per hektar			8 140
Slutavverkning:			
Ålder	85	90	95
Stammar per hektar	694	648	554
Medeldiameter, dg, centimeter	27,2	27,4	28,2
Medelstam, m³fub	0,5	0,499	0,537
Uttag m³fub per hektar	347,3	323,5	297,6
Rotnetto, kronor per hektar	103 540	97 270	91 820
Produktion, m³sk/ha och år	5,6	5,6	5,6
Diskonterade netton:			
Första gallring, kronor per hektar	1 580	410	-520
Andra gallring, kronor per hektar		1 190	920
Tredje gallring, kronor per hektar			1 410
Slutavverkning, kronor per hektar	13 340	11 070	9 240
Totalt diskonterade netton, kronor per hektar:	14 920	12 670	11 050

RESULTAT G28

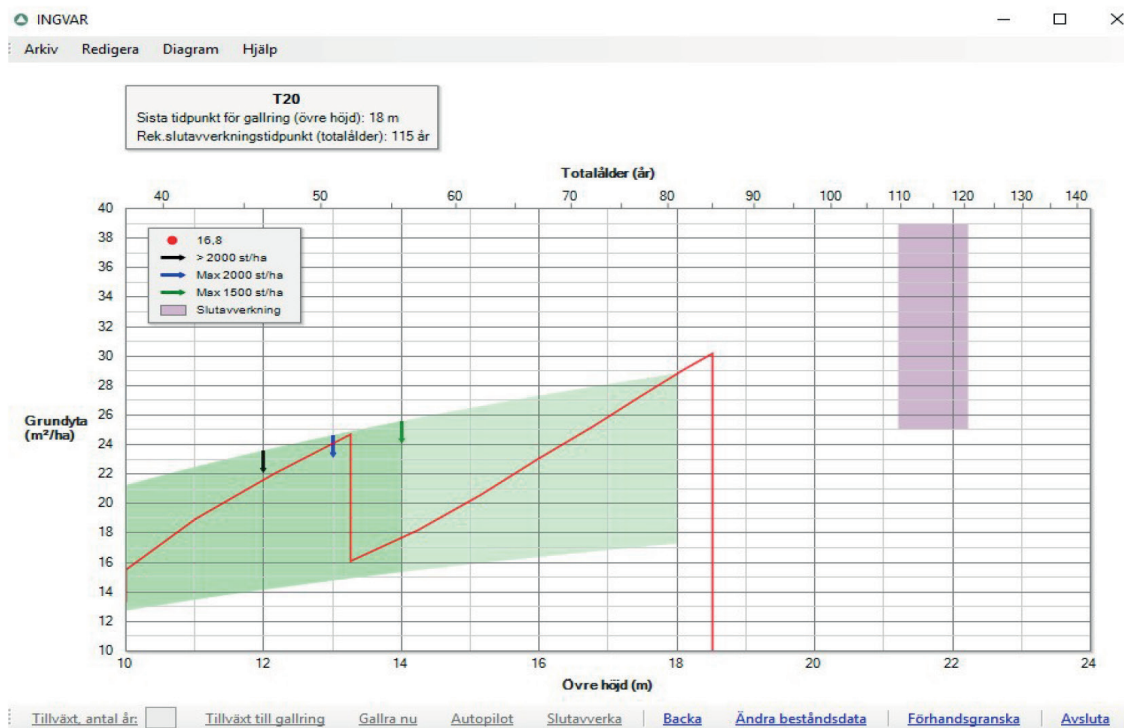
Röjningsförband, stammar per hektar	1 400	2 000	2 600
Ålder vid slutavverkning	75	80	80
Första gallring:			
Ålder	40	35	32
Övre höjd, meter	15	13,2	11,9
Medelstam, m³fub	0,103	0,064	0,048
Uttag m³fub per hektar	60	51	44,2
Rotnetto, kronor per hektar	4 440	1 170	-1 330
Andra gallring:			
Ålder		47	42
Övre höjd, meter		17,4	15,7
Medelstam, m³fub		0,165	0,105
Uttag m³fub per hektar		53,6	44,2
Rotnetto, kronor per hektar		6 000	3 490
Tredje gallring:			
Ålder			53
Övre höjd, meter			19,2
Medelstam, m³fub			0,221
Uttag m³fub per hektar			59,8
Rotnetto, kronor per hektar			8 420
Slutavverkning:			
Ålder	75	80	80
Stammar per hektar	705	667	558
Medeldiameter, dg, centimeter	30,7	31,2	31,6
Medelstam, m³fub	0,703	0,736	0,749
Uttag m³fub per hektar	495,6	491,3	418,2
Rotnetto, kronor per hektar	170 200	171 100	146 670
Produktion, m³sk/ha och år	8,7	8,8	8,4
Diskonterade netton:			
Första gallring, kronor per hektar	1 740	520	-640
Andra gallring, kronor per hektar		1 880	1 300
Tredje gallring, kronor per hektar			2 390
Slutavverkning, kronor per hektar	28 060	24 930	21 370
Totalt diskonterade netton, kronor per hektar:	29 800	27 330	24 420

RESULTAT G32

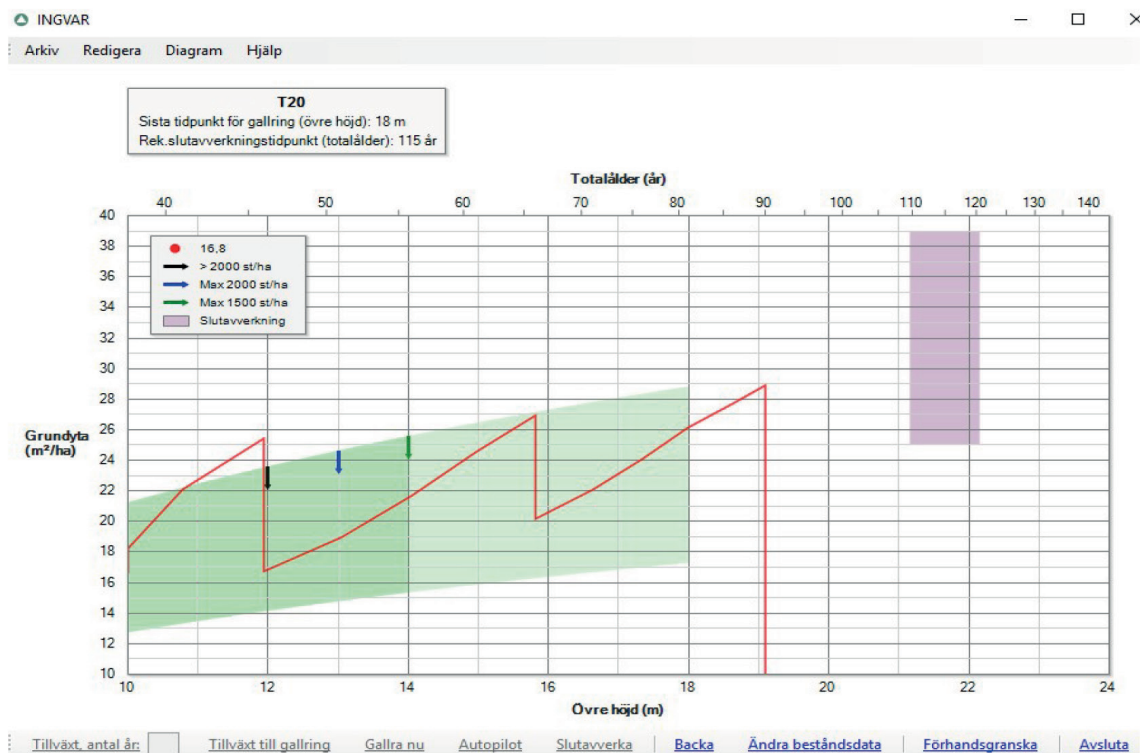
Röjningsförband, stammar per hektar	1 400	2 000	2 600
Ålder vid slutavverkning	70	70	75
Första gallring:			
Ålder	33	30	28
Övre höjd, meter	15,1	13,7	12,7
Medelstam, m³fub	0,101	0,067	0,05
Uttag m³fub per hektar	60,4	54,6	48,4
Rotnetto, kronor per hektar	4 390	1 610	-920
Andra gallring:			
Ålder		40	37
Övre höjd, meter		18,2	16,9
Medelstam, m³fub		0,169	0,12
Uttag m³fub per hektar		56	50,7
Rotnetto, kronor per hektar		6 420	4 720
Tredje gallring:			
Ålder			45
Övre höjd, meter			20,1
Medelstam, m³fub			0,226
Uttag m³fub per hektar			62,4
Rotnetto, kronor per hektar			8 930
Slutavverkning:			
Ålder	70	70	75
Stammar per hektar	692	662	565
Medeldiameter, dg, centimeter	32,9	32,6	34,2
Medelstam, m³fub	0,857	0,833	0,937
Uttag m³fub per hektar	593,3	551,3	534,6
Rotnetto, kronor per hektar	219 400	202 310	202 900
Produktion, m³sk/ha och år	10,9	11,1	11
Diskonterade netton:			
Första gallring, kronor per hektar	2 040	810	-480
Andra gallring, kronor per hektar		2 510	1 990
Tredje gallring, kronor per hektar			3 090
Slutavverkning, kronor per hektar	40 920	37 700	33 450
Totalt diskonterade netton, kronor per hektar:	42 960	41 020	38 050

Bilaga 3. Grundytetillväxtdiagram

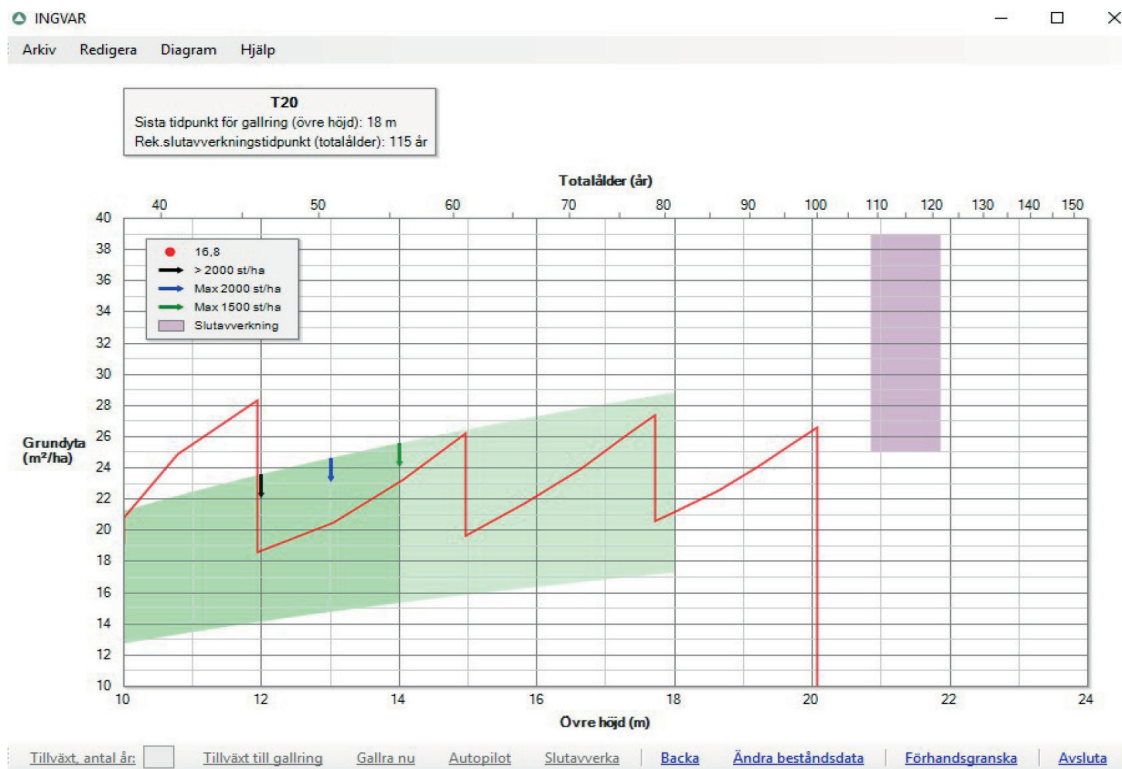
T20 – 1 400 stammar per hektar efter röjning, slutavverkning vid 85 år.



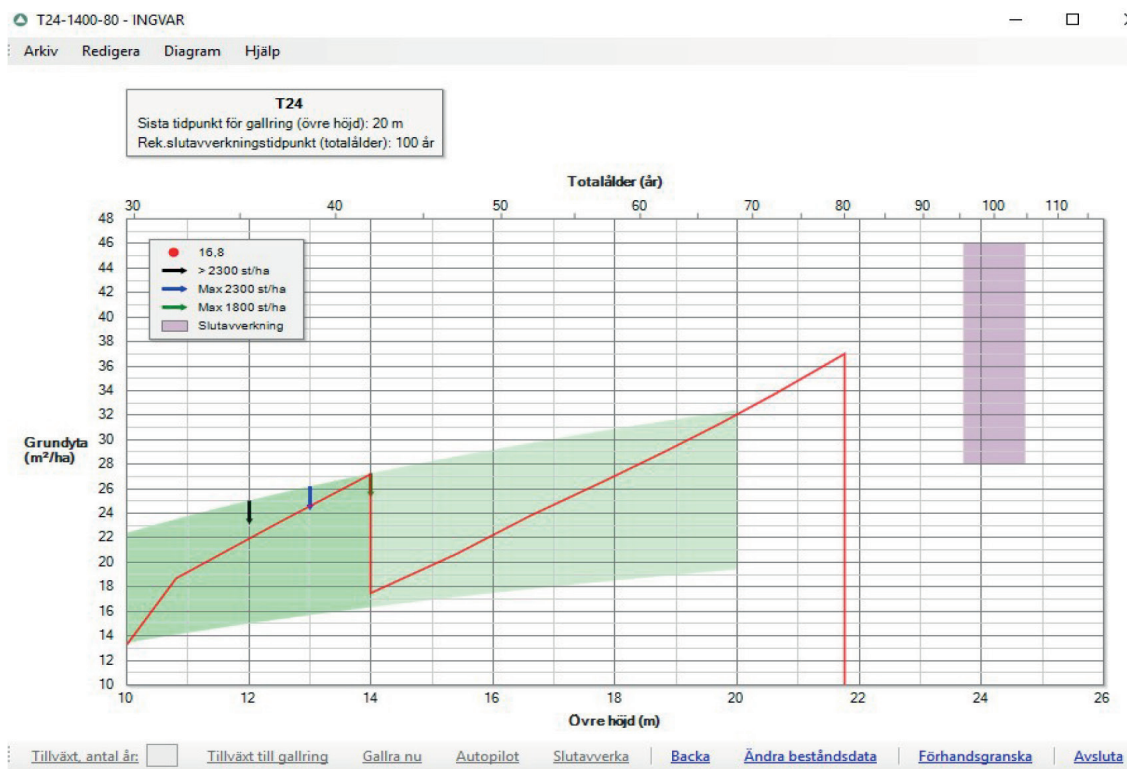
T20 – 2 000 stammar per hektar efter röjning, slutavverkning vid 90 år.



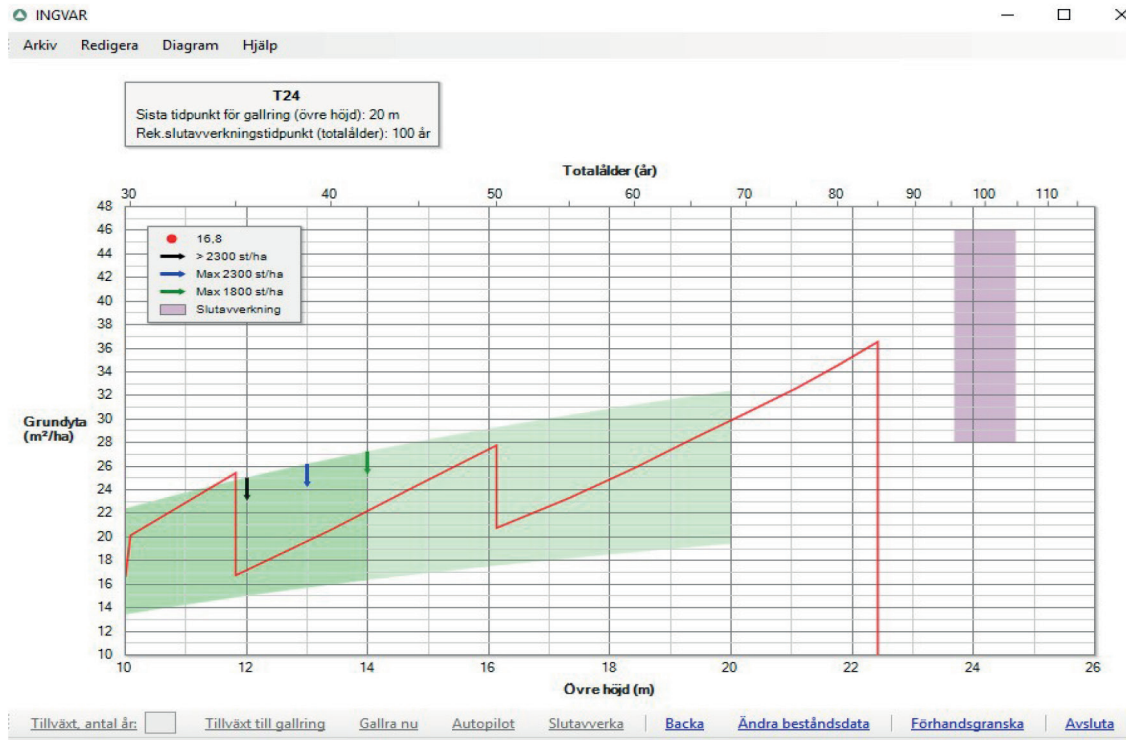
T20 – 2 600 stammar per hektar efter röjning, slutavverkning vid 100 år.



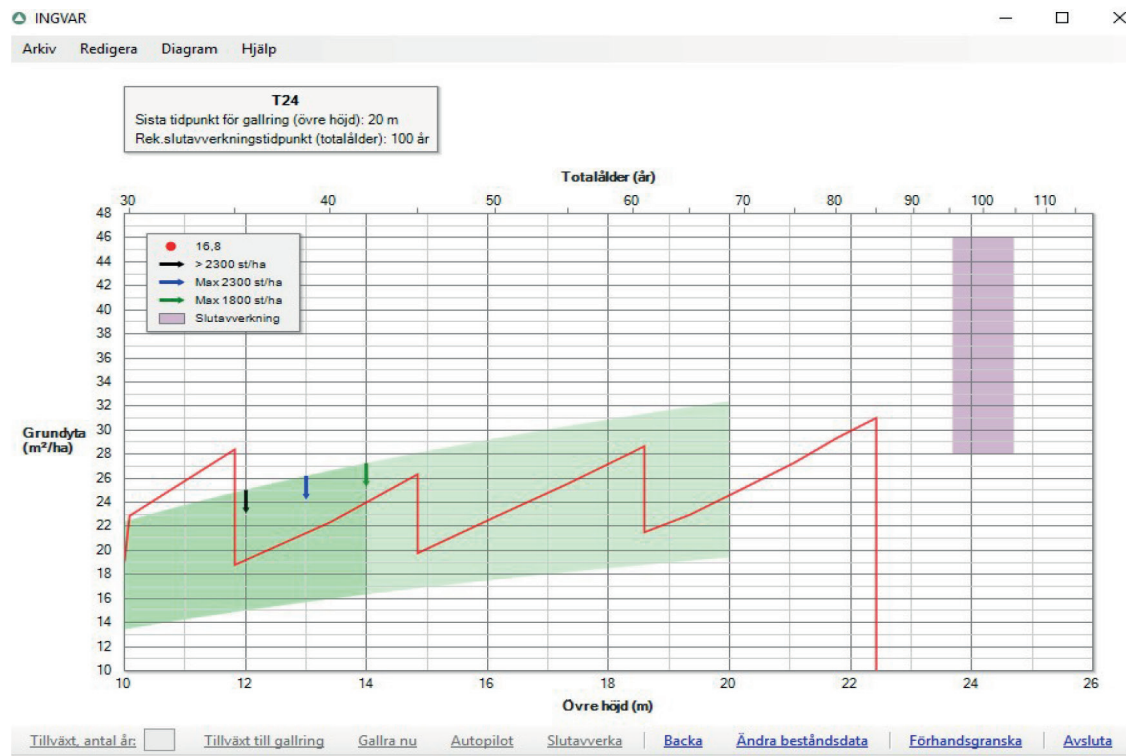
T24 – 1 400 stammar per hektar, slutavverkning vid 80 år.



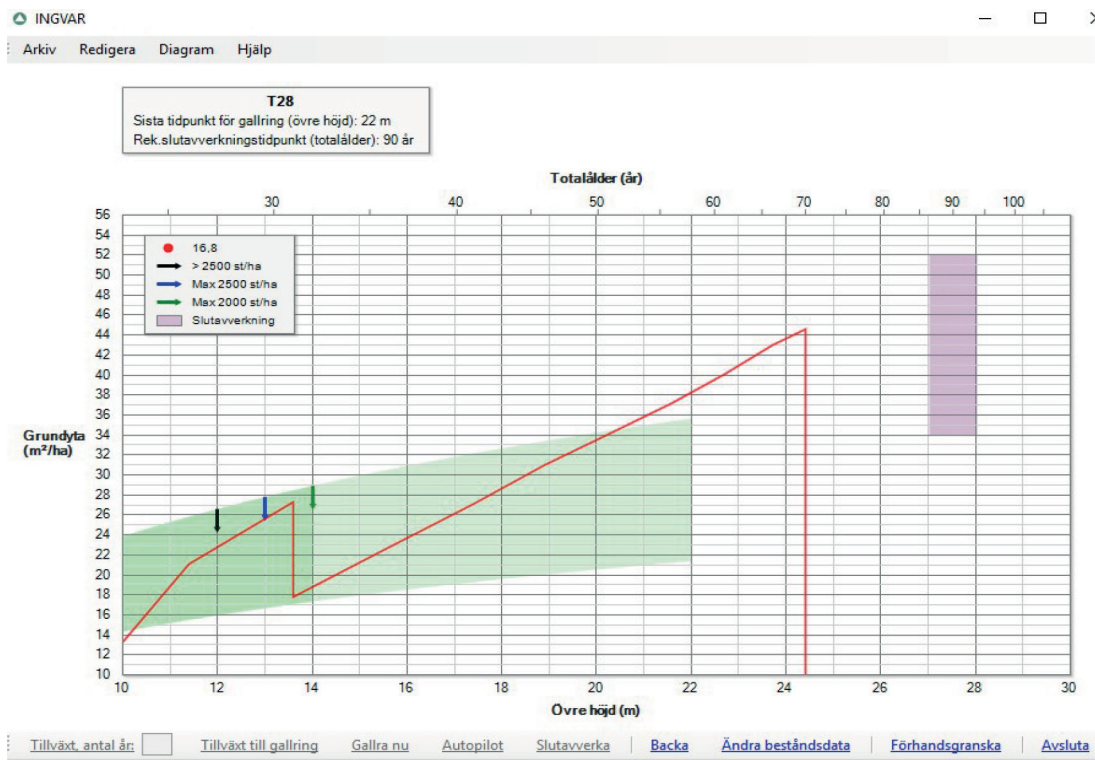
T24 – 2 000 stammar per hektar efter röjning, slutavverkning vid 85 år.



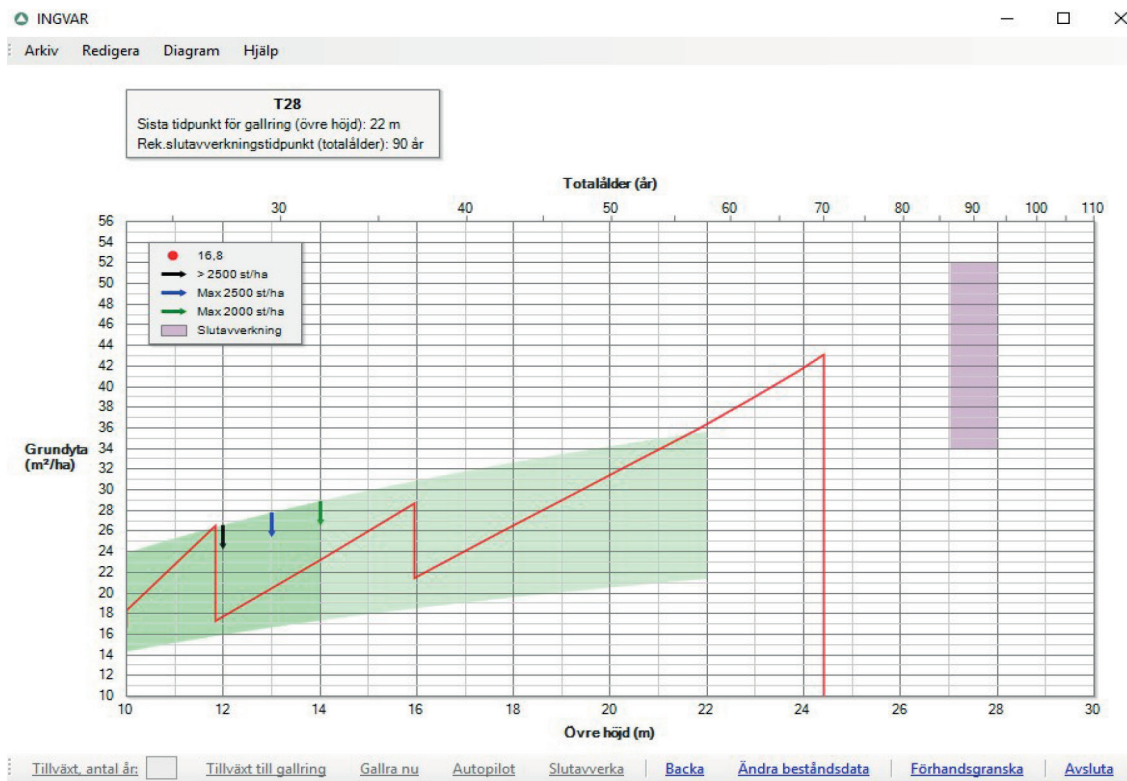
T24 – 2 600 stammar per hektar efter röjning, slutavverkning vid 85 år



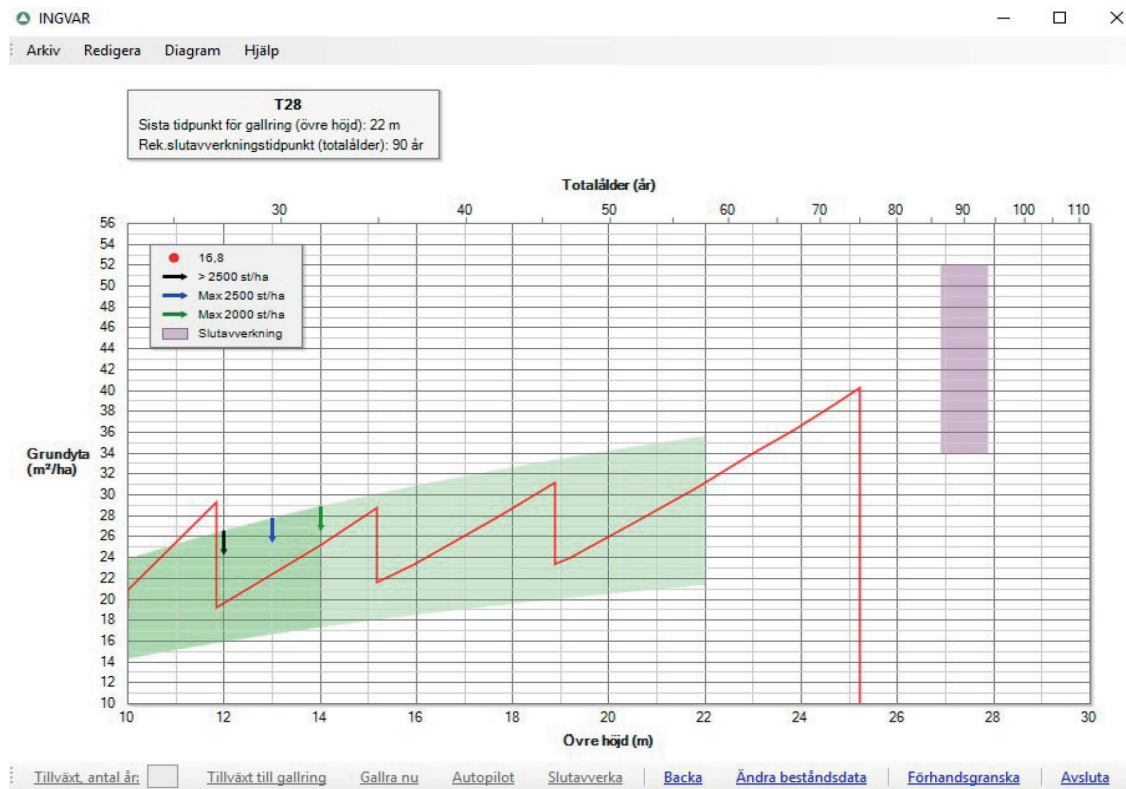
T28 – 1 400 stammar per hektar efter röjning, slutavverkning vid 70 år.



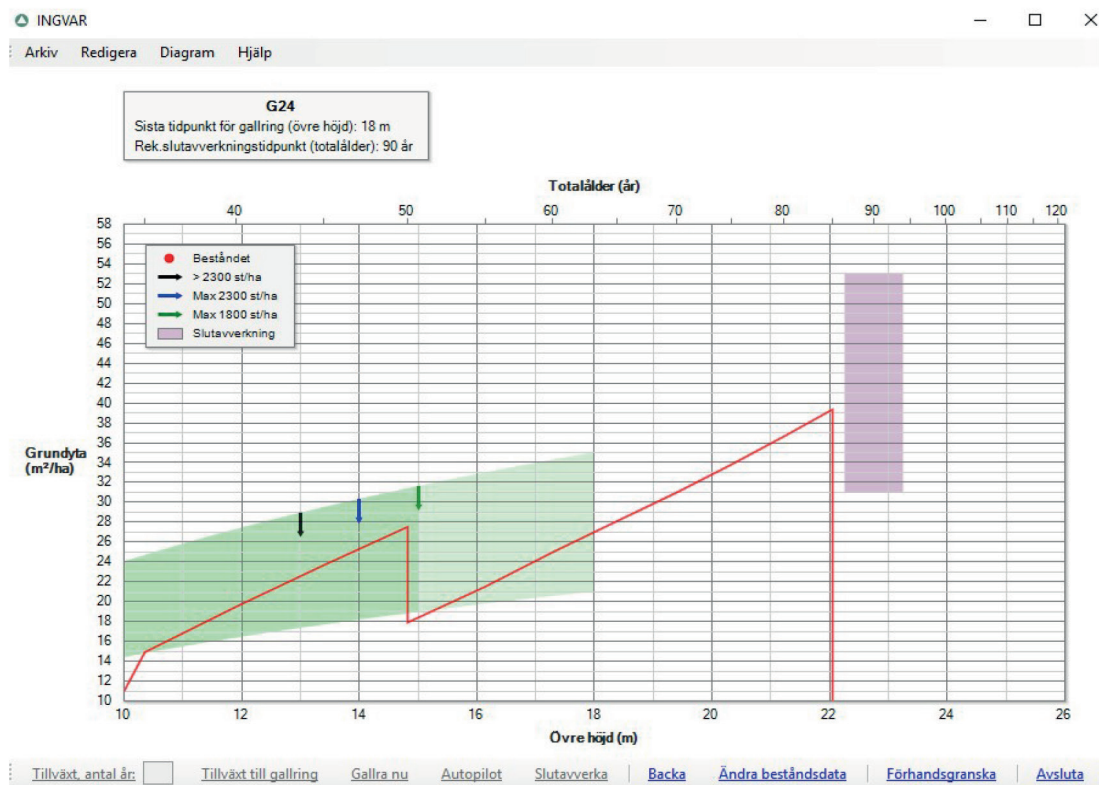
T28 – 2 000 stammar per hektar efter röjning, slutavverkning vid 70 år.



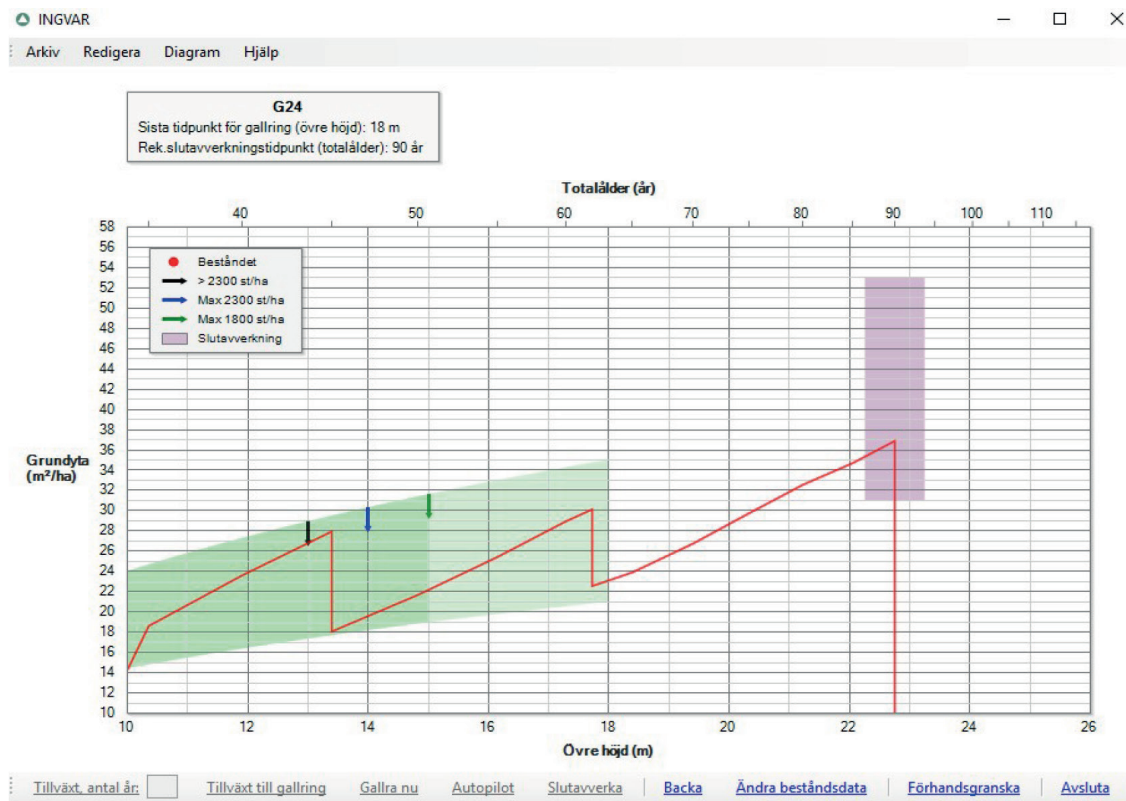
T28 – 2 600 stammar per hektar efter röjning, slutavverkning vid 75 år



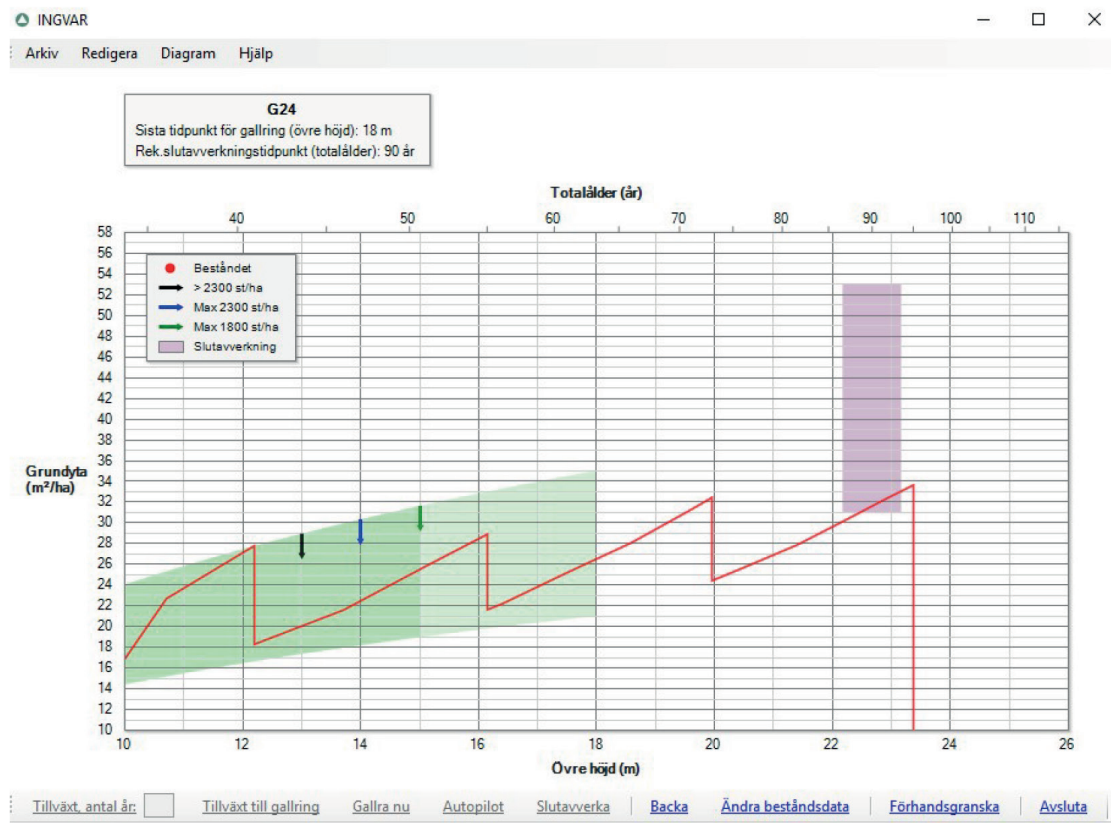
G24 – 1 400 stammar per hektar efter röjning, slutavverkning vid 85 år.



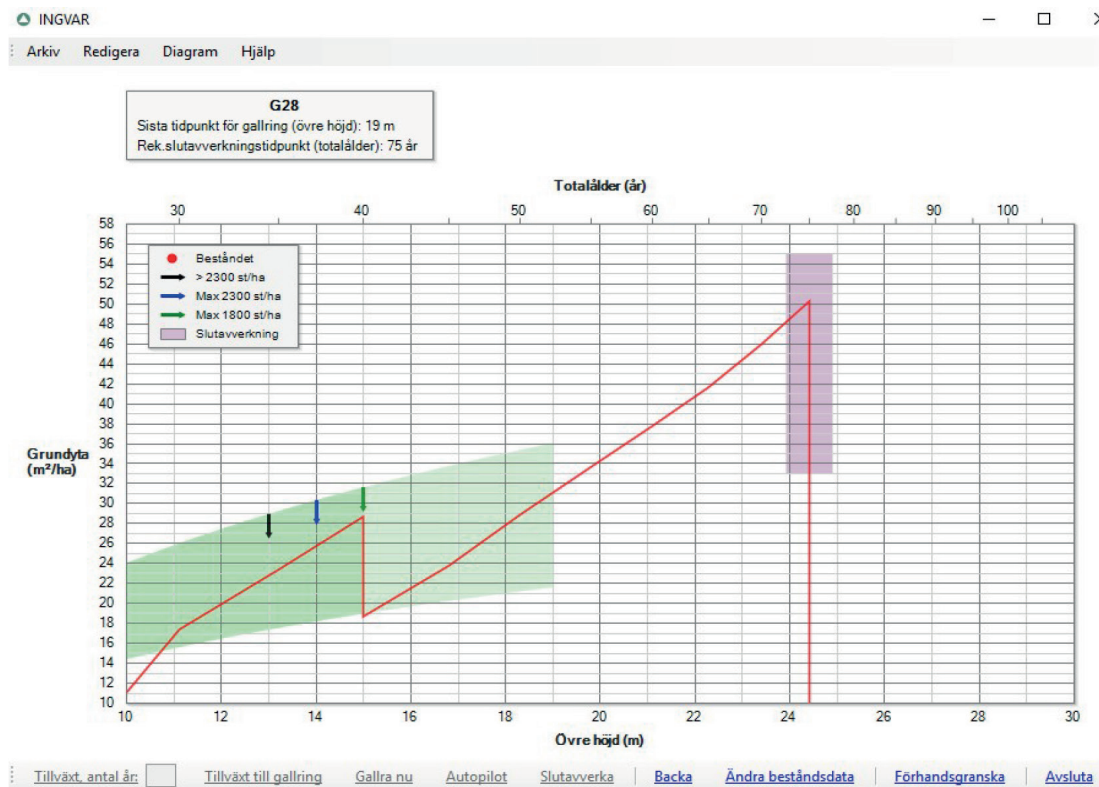
G24 – 2 000 stammar per hektar efter röjning, slutavverkning vid 90 år.



G24 – 2 600 stammar per hektar efter röjning, slutavverkning vid 95 år.



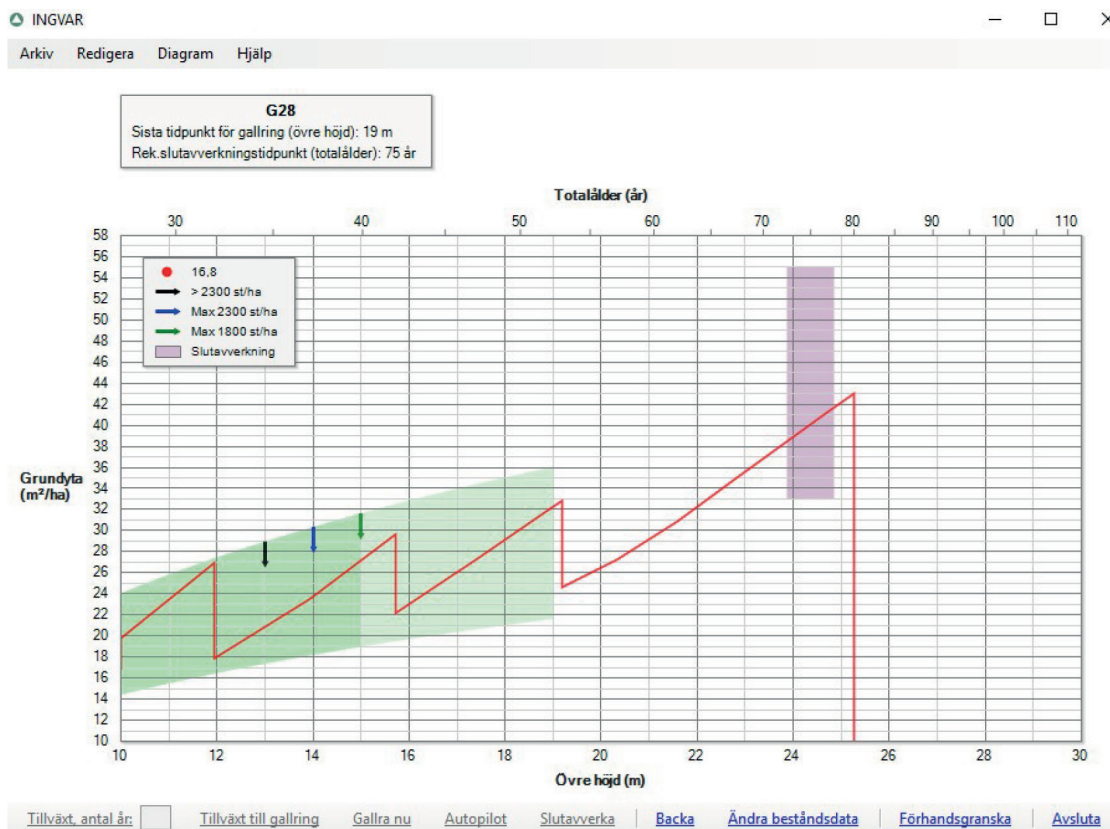
G28 – 1 400 stammar per hektar efter röjning, slutavverkning vid 75 år.



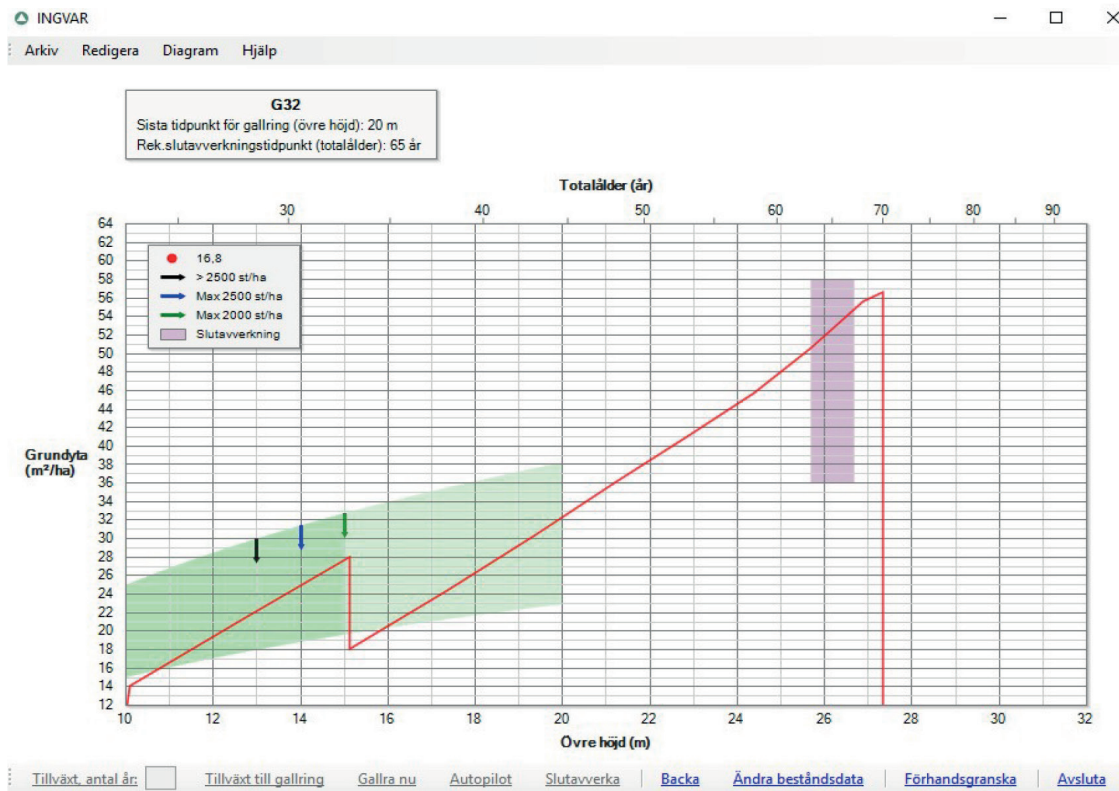
G28 – 2 000 stammar per hektar efter röjning, slutavverkning vid 80 år.



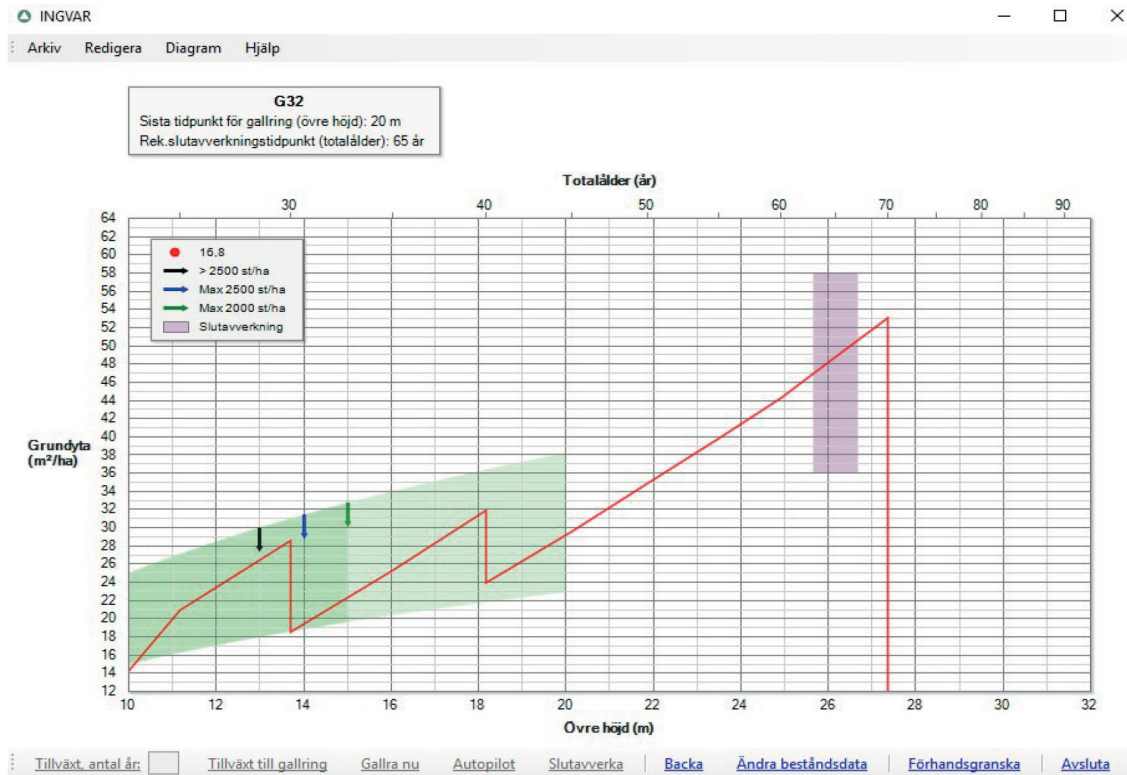
G28 – 2 600 stammar per hektar efter röjning, slutavverkning vid 80 år.



G32 – 1 400 stammar per hektar efter röjning, slutavverkning vid 70 år.



G32 – 2 000 stammar per hektar efter rövning, slutavverkning vid 70 år.



G32 – 2 600 stammar per hektar efter rövning, slutavverkning vid 75 år.

