

# Kvalitet och ekonomi i utförandet av förstagallring baserat på olika gallrings- och underväxtröjningsprogram

*Quality and economy in first thinning based on different thinning  
and preclearance programs*



**Anna Thunell**

**Arbetsrapport 218 2008**  
**Examensarbete 30hp D**

**Handledare:**  
**Ola Lindroos**

Sveriges lantbruksuniversitet  
Institutionen för skoglig resurshushållning  
S-901 83 UMEÅ  
www.srh.slu.se  
Tfn: 018-671000



ISSN 1401-1204  
ISRN SLU-SRG-AR-218-SE



# **Kvalitet och ekonomi i utförandet av förstagallring baserat på olika gallrings- och underväxtröjningsprogram**

*Quality and economy in first thinning based on different  
thinning and preclearance programs*

**Anna Thunell**

## **Förord**

Detta examensarbete har utförts på uppdrag av Stora Enso Skog AB. Arbetet är en del i min jägmästarexamen och har genomförts vid Institutionen för resurshushållning, Avdelningen för planering och teknologi, vid Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) i Umeå. Arbetet omfattar 30 högskolepoäng dvs., 20 veckors arbete, på D-nivå.

Jag vill tacka Stora Enso Skog och Hällefors distrikt för att jag fått chansen att genomföra detta intressanta examensarbete. Dessutom vill jag tacka alla de personer på distriktet och ute i maskinlagen som på ett eller annat sätt hjälpt mig framåt under arbetets gång.

På SLU vill jag tacka Ola Lindroos för god handledning.

Umeå 2008-04-01

Anna Thunell

## Sammanfattning

Bergvik Skog har avtal med Stora Enso Skog avseende försäljning av avverkningsrätter och köp av skogliga tjänster. Bergvik Skog föreslog under hösten 2006 ett nytt gallringsprogram, Bergvikgallring. Det nya programmet innebar förändrat fokus vid utförandet av gallring, från uttag av ett färre antal träd i alla dimensioner enligt Stora Ensos nuvarande gallringsprogram Kvalitetsgallring, till ett större uttag av klena stammar. Dessutom ändrades gallringsmallen från en övrehöjd- och grundytarelation till att gälla relationen mellan övrehöjd och stamantal. Detta innebar ett ökat intresse inom Stora Enso Skog i *hur* klena stammar bör hanteras, samtidigt som vikten av en väl utarbetad rutin i gallringsarbetet aktualiserades.

Syftet med detta arbete var att jämföra Kvalitetsgallring och Bergvikgallring med avseende på kvalitet och ekonomi vid genomförandet av gallring, samt att utvärdera röjning som ett komplement/substitut till skördarhantering av klena stammar. Studien utfördes i ett 32-årigt grandominerat förstagallringsbestånd och genomfördes som ett randomiserat blockförsök, där 12 parceller om 0,1 ha lades ut och sedan tilldelades olika kombinationer av röjning och gallring.

Kvalitetsgallringskonceptet gav en högre produktivitet i gallring och lika stor volym i uttaget som för Bergvikgallring. Ett ökat uttag av antalet klena stammar kunde inte kompensera för avsaknaden av grövre stammar uttaget. Röjning hade positiva effekter på skördarens produktivitet, men studien indikerade att förlusten av gagnvirke liksom röstammarnas diameter bör beaktas vid resultatutvärderingar. Målen för stamantal vid Bergvikgallringen var svåra att nå men inga signifikanta skillnader med avseende på måluppfyllnad kunde påvisas mellan gallringsmetoderna. Resultaten förtydligade vikten av väl utarbetade rutiner i gallringsarbetet där fortsatt stor vikt bör läggas på utbildning, egenkontroll/kalibrering, uppföljning och återkoppling då Bergvikgallringen skall introduceras på bredare front på Stora Enso Skog.

Nyckelord: Gallringsmall, egenuppföljning, måluppfyllnad, underväxtröjning

## Summary

Stora Enso Skog has a long term contract regarding felling rights and silvicultural activities on forest owned by Bergvik Skog. In the autumn 2006, Bergvik Skog proposed a new thinning program, "Bergvikgallring". The new program implied an increased focus on extraction of smaller trees compared to the present thinning program, Stora Enso Skog's "Kvalitetsgallring". Furthermore, in the new program the thinning decision is based on a dominant height/stand density relation instead of a dominant height/basal area relation. For Stora Enso Skog, the new program raised the question of how to handle smaller trees and emphasized the importance of practicable routines in thinning operations.

The aim of this study was to compare Kvalitetsgallring and Bergvikgallring in terms of the quality and economy of thinning operations. Additionally, preclearance as a complement or substitute to the harvester's handling of small trees was evaluated. The study was conducted in a 32-year old first-thinning-stand dominated by spruce. A factorial block design was used, in which four combinations of thinning and preclearance were randomly assigned to study units of 0.1 ha in size. In total, the study encompassed 12 study units.

Higher harvester productivity was observed with Kvalitetsgallring, while there was no difference in volumes extracted between thinning programs. Consequently, the increased number of trees extracted could not compensate for the higher productivity when processing larger trees. Preclearance had positive effects on harvester productivity, but the study implied that loss of merchantable roundwood and the diameters of the cleared trees need to be considered when evaluating the economical outcome. For Bergvikgallring, the targets for stand density were difficult to meet, but this was also true for Kvalitetsgallring. There were no significant differences in target fulfilment between the two thinning programs. The results emphasized the importance of education, calibration, follow-up and feedback during thinning operations, especially when the new thinning program should be introduced at full scale.

Keywords: Thinning regime, target fulfilment, follow up, preclearance

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1 INLEDNING .....	6
1.1 Bakgrund .....	6
1.2 Syfte och Mål .....	9
2 MATERIAL OCH METOD .....	10
2.1 Försökslokal .....	10
2.2 Försöksupplägg.....	11
2.3 Behandling.....	12
2.4 Genomförande .....	12
2.5 Beräkningar, bearbetning och förutsättningar för analys av data.....	13
3 RESULTAT.....	15
3.1 Genomförandets kvalitet.....	15
3.2 Genomförandets ekonomi.....	18
3.3 Effekt av klenstamsröjning.....	19
4 DISKUSSION .....	21
4.1 Genomförandets kvalitet.....	21
4.2 Genomförandets ekonomi.....	23
4.3 Effekten av klenstamsröjning .....	24
4.4 Begränsningar och egen kritik.....	25
4.5 Slutsatser.....	27
REFERENSLISTA.....	28
BILAGOR .....	30
Bilaga 1. Röjningsprogram.....	30
Bilaga 2. Instruktion förröjning före gallring.....	30
Bilaga 3. Instruktion Gallring.....	31
Bilaga 4. Exempel Gallringsmall Kvalitetsgallring.....	32
Bilaga 5. Exempel Gallringsmall Bergvikgallring .....	33
Bilaga 6. Beståndsdata och resultat Block 1.....	34
Bilaga 7. Beståndsdata och resultat Block 2.....	35
Bilaga 8. Beståndsdata och resultat Block 3.....	36
Bilaga 9. Sammanställning av signifikansnivåer (p-värden) från variansanalyserna..	37

# 1 INLEDNING

## 1.1 Bakgrund

Gallring är en beståndsvårdande utglesning av skog under tillvaratagande av virke (Håkansson, 2000). Vid gallring styrs produktionen över på ett färre antal stammar vilket ger högre medelstamsvolym och lägre framtida avverkningskostnader. Avgörande för gallringens ekonomi och beståndets fortsatta utveckling är valet av gallringsform, gallringsstyrka och gallringsintervall.

Gallringsformen beskriver uttagets lokalisering inom olika diameterklasser och kan fastställas med hjälp av den så kallade gallringskvoten, vilken är kvoten mellan utgallrade trädets medeldiameter och medeldiameteren i beståndet före gallring (Håkansson, 2000). Låggallring är den vanligaste gallringsformen och innebär en gallringskvot mellan 0,5 och 0,9 där eftersatta och undertryckta träd gallras ut, till skillnad från höggallring där i första hand förhärskande och härskande träd gallras ut med gallringskvoter mellan 1,1-1,3. Vid kvalitetsgallring gallras träd i alla diameterklasser ut med syfte att höja beståndets kvalitet, vilket innebär gallringskvoter runt 1,0. Gallringens styrka mäts genom kvoten mellan de utgallrade trädens antal, grundyta eller volym och motsvarande värden före gallring. Kombinationer av gallringar med bestämd gallringsform, gallringsstyrka och gallringsintervall under en omloppstid utgör gallringsprogrammet. En gallringsmall är en schabloniserad beskrivning av visst gallringsprogram där vanligen stamantal och grundyta efter gallring uttrycks i tabell eller diagramform (Håkansson, 2000).

Sedan 2004 äger företaget Bergvik Skog AB den skogsmark som Stora Enso tidigare ägde i Sverige. Bergvik Skog har avtal med Stora Enso Skog avseende försäljning av avverkningsrätter och köp av skogliga tjänster. En av många affärsidéer som Bergvik Skog presenterar är strävan mot hög kostnadseffektivitet inom drivning, skogsvård och förvaltning bl.a. genom professionell upphandling av externa tjänster ([www.bergvikskog.se](http://www.bergvikskog.se)). Bergvik Skog säkerställer med egen organisation att köpta tjänster utförs enligt företagets krav och i dagsläget anses Stora Enso Skogs gallring inte styra mot de mål som satts upp i enlighet med Bergvik Skogs skogskötselstrategi.

Stora Enso Skogs nuvarande gallringsprogram Kvalitetsgallring började tillämpas under 1990-talet och till grund för denna låg bl.a. Harry Erikssons resultat (1986, 1990, 1992), vilka visar att gallringsformen inte har den betydelse för beståndets framtida tillväxt som man tidigare trott. Gallringsstyrkan visade sig däremot vara en avsevärt viktigare faktor för framtida tillväxt. En bidragande orsak till att dåvarande Stora Skog drog igång kvalitetsgallringskampanjen under början av 90- talet var en allt mer sjunkande köpvolum, vilket man hoppades kunna motverka genom att locka till virkesförsäljning genom ökade gallringsnetton och höjning av framtida virkeskvalitet i bestånden (Olsson, 1994).

Uppföljningar visar dock att förstagallring enligt nuvarande gallringsprogram ofta utförs för sent och med ett för stort antal kvarvarande träd jämfört med Bergviks målsättning. Sena förstagallringar kan leda till att beståndens diameterutveckling hämmas och öka risken för skador (Olsson, 2004). Enligt Bergvik Skog (Granqvist 2007, pers.komm.) ligger ofta stort fokus på kostnad per gallrad kubikmeter vid gallringsingreppen, vilket har lett till att urvalet av gallringsbestånd ofta styrt mot grövre bestånd med högre medelhöjd, i stället för mot något klenare och mer stamtäta trots att de ofta haft ett större gallringsbehov.



Förstagallring som bör ses som en långsiktig skötselåtgärd, har snarare utförts med fokus mot maximalt gallringsnetto (Granqvist 2007, pers.komm.).

Bergvik Skog föreslog under hösten 2006 ett nytt gallringsprogram, Bergvikgallring. De övergripande målen med det nya programmet var att alla bestånd med gallringsbehov skall åtgärdas vid rätt tidpunkt och på rätt sätt. Avsikten är att under kortare omloppstid skapa värdefulla slutavverkningsbestånd genom att i första hand tillämpa tidiga ingrepp av låggallringskaraktär, där tillräckligt många träd tas bort för att skapa goda förutsättningar för kvarvarande träd (Anon, 2007). Gallringsmallen bygger på gränsvärden för högsta antal träd per ytenhet vid en given höjd, vilket Bergvik Skog hoppas skall tydliggöra sambandet mellan plantering, röjning och gallring samt ge en klarare målbild för framtida slutavverkningsbestånd. Gallringsmallen ändras därmed från en övrehöjd- och grundytrelation till att gälla relationen mellan övrehöjd och stamantal. Stamantal utgör i första hand beslutsunderlag vid planering och utförande av gallring jämfört med tidigare då fokus framförallt låg på grundyta. Gallringsmallen har testkörts av ett antal av Stora Enso Skogs maskinlag men har ännu inte utvärderats.

Bergvik Skog uttrycker i sin nya gallringspolicy att mallen, använd på rätt sätt styr mot företagets mål med slutbestånden. En grundläggande förutsättning för detta är enligt Stora Enso Hällefors distrikt tydliga krav och instruktioner, egenkontroll, uppföljning samt återkoppling på utfört gallringsarbete (Haanaes 2007, pers.komm.). Rutiner för hur tydliga beställningar mot arbetslagen skall skapas är således av största nytta. För att ge bättre förutsättningar att nå målen i den nya mallen kompletteras beställningar på kvarvarande stamantal efter gallring med beställningar på genomsnittligt förband mellan kvarvarande träd, antal träd på kvartscirklar med radien 8 m (kranen utgör radien på en cirkelyta inom vilken maskinföraren räknar antalet stammar på  $\frac{1}{4}$  av ytan) samt med en huvudregel där avståndet mellan kvarvarande träd bör vara minst 2 m. Organisationens kring gallring varierar inom Stora Enso, där Hällefors distrikt utgör exempel där man arbetar med tydliga beställningar, egenkontroll och uppföljning.

I dagsläget specificeras gallringens utförande med ledning av beståndsmedelvärden medan maskinförarnas bedömningar per uppställningsplats skall utgöra beslutsunderlag för gallringingreppets utförande enligt den nya mallen. Med införande av en ny gallringsmetod aktualiseras vikten av en väl utarbetad rutin i gallringsarbetet, samtidigt som vikten av att finna rationella metoder för att hålla kostnaderna på en rimlig nivå vid förstagallring understryks. Den nya gallringsmallen innebär förändrat fokus vid utförandet av gallring, från uttag av ett färre antal träd i alla dimensioner, till ett större uttag av klena stammar. Detta innebär ett ökat intresse för *hur* dessa stammar bör hanteras. Vikten av en väl utförd, relativt hård röjning i rätt tid, är en central del i Bergvik Skogs skötselstrategi eftersom gallringsmallen bygger på välröjda bestånd. Idag finns en hel del eftersatta bestånd samt bestånd som röjts enligt Stora Ensos äldre ungskogsmallar. Dessa bestånd innehåller för många stammar enligt Bergviks nya mall och är därav ofta klenare. Dessa bestånd kommer att åtgärdas inom ramen för den nya gallringsmallen vilket ställer krav på en kostnadseffektiv och skötselmässigt god hantering av dessa stammar.

Pettersson (2003) konstaterar att klenare stammar (>7 cm i brösthöjdsdiameter (dbh)) påverkar avverkningskostanden negativt eftersom ökningen av avverkningskostnaden är särskilt hög i intervallet från 13 cm ned till 8 cm. Det har även konstaterats att behovet av att underväxtröja i förstagallringar är stort (Frank, 2006). En anledning till detta är att många röjningar inte utförts rätt från början och att detta skapar problem när det är dags för gallring. Många tidiga gallringar har riklig förekomst av underväxt och studier visar att även underväxt (<7 cm dbh) signifikant påverkar maskinernas produktivitet beroende på täthet och höjd (Kähre, 2006). Enligt teorier från Bergvik Skog gällande klena stammar och underväxt, är det framförallt träd mellan 6-9 cm dbh med en höjd högre än beståndets halva övre höjd som påverkar gallringsarbetet och samtidigt konkurrerar med övriga träd (Granqvist 2007, pers.komm.). Dessa träd kunde tidigare i viss mån lämnas men skall enligt den nya gallringspolicyn tas bort till förmån för kvarvarande träd och det är upp till Stora Enso *hur* dessa stammar skall hanteras.

Lönsamheten i gallring har pressats rejält sedan mitten av 1990-talet genom stadigt sjunkande virkespriser i reala termer (Pettersson, 2003). Typiska faktorer som påverkar maskinernas produktion och därmed lönsamheten negativt i förstagallring, är framförallt låg medelstamsvolym, lågt uttag per hektar (ha), stort antal kvarvarande stammar och tät underväxt (Sirén & Aaltio, 2003). Låggallring innebär relativt klen medelstam och därmed ett sämre avverkningsnetto (Håkansson, 2000). Bergvik Skog klargör i sin skötselpolicy att om höjd/stamantalsrelationen anger att det är dags för gallring ska det låggallras alternativt röjas, oavsett diameter på träden. Samtidigt anser de att det är nödvändigt med genomsnittligt positiva kassaflöden från förstagallringar vilket man hoppas på att åstadkomma genom att utnyttja möjligt uttag i stamantal (Granqvist 2007, pers.komm.).

Detta examensarbete initierades i samband med presentationen av Bergvikgallringen, då Stora Enso Skog Hällefors distrikt ansåg det motiverat att närmare utvärdera de ekonomiska och kvalitetsmässiga utfallen från de olika gallringsprogrammen innan en introduktion av det nya gallringskonceptet på bredare front skulle bli aktuell på distriktet. Dessutom ville de samtidigt undersöka hanteringen av klena stammar.

## 1.2 Syfte och Mål

Syftet med detta arbete var att i ett normalröjt förstagallringsbestånd jämföra Kvalitetsgallring och Bergvikgallring med avseende på genomförandets kvalitet och ekonomi, samt att utvärdera röjning som ett komplement/substitut till skördarhantering av klena stammar.

Målet med arbetet var att resultaten skall kunna utgöra diskussionsunderlag för att belysa viktiga aspekter vid utförande av gallring enligt de två gallringsprogrammen, samt att bidra till att gallringsåtgärden på bästa sätt skall samklinga med skogsägarens målsättning.

De faktorer som avsågs jämföras mellan de båda gallringsprogrammen var:

### 1. Kvalitet i genomförande

- Måluppfyllnad mot lagd beställning efter utförd gallring
- Hur väl egenuppföljningen beskriver faktiskt utfall

### 2. Ekonomi i genomförandets

- Produktivitet och kostnad
- Intäkt och fördelning på sortiment
- Uttagets volym

### 3. Effekten av klenstamsröjning

- Betydelsen av klenstamsröjning för tidsåtgång, produktivitet och ekonomi i efterföljande gallring
- Kostnadsutrymme för klenstamsröjning baserat på det ekonomiska utfallet vid efterföljande gallring

## 2 MATERIAL OCH METOD

### 2.1 Försökslokal

Studien genomfördes i ett 32-årigt förstagallringsbestånd i Stjärnfors utanför Kopparberg i Örebro län. Beståndet bestod i huvudsak av gran som tidigare röjts enligt Stora Ensos äldre ungskogsmallar (Anon, 1999) och var relativt jämnt och drivningstekniskt enkelt. Beståndet var beläget på gammal jordbruksmark och ståndortsindex uppgick till G34.

12 parceller med sidan 20×50 m (0,1 ha) lades ut i beståndet där stickvägen var placerad mitt i parcellen och löpte från kortsida till kortsida. Jämnhet i underväxt och terrängfaktorer eftersträvades för samtliga parceller. Parcellens yttergränser markerades med sprayfärg och skogstillståndet fastställdes sedan genom totalmätning före röjning efter röjning och efter gallring (tabell 1). Stammar mellan 6-9 cm dbh med en höjd över beståndets halva övre höjd räknades som klenstammar. Stammar under 6 cm dbh högre än knähöjd räknades som underväxt och uppgick i parcellerna till 1090 stammar/ha (standardavvikelse (SD) 120) och hade en medelhöjd av ca 1,2 m (bilaga 6-8).

**Tabell 1.** Parcellernas egenskaper före behandling

*Table 1. The characteristics of the study units before treatment*

Block	Program <sup>1</sup>		Stamantal (≥ 6 cm dbh) (st/ha)	Antal klen- stammar <sup>2</sup> (st/ha)	Medel- diameter (cm pb dbh) <sup>3</sup>	Övre- höjd <sup>4</sup> (m)	Grundyta (m <sup>2</sup> /ha) <sup>5</sup>	Volym (m <sup>3</sup> fub/ha) <sup>6</sup>	Medel- stam (m <sup>3</sup> fub)
	Gallring	Röjning							
1	KG	R1	2840	610	12,3	18,1	37,1	248	0,087
		R2	2710	730	12,2	18,3	35,2	237	0,087
	BG	R1	2710	560	12,5	17,6	36,7	244	0,090
		R2	2510	610	12,7	18,2	35,7	242	0,096
2	KG	R1	2800	700	11,9	17,6	35,0	229	0,082
		R2	2375	663	12,4	17,7	31,7	213	0,089
	BG	R1	2400	560	12,6	17,7	33,5	226	0,094
		R2	2750	700	12,0	17,6	34,1	224	0,081
3	KG	R1	2380	510	13,2	18,6	36,4	252	0,106
		R2	2230	390	13,4	17,7	34,9	238	0,107
	BG	R1	2480	500	12,9	18,3	36,2	249	0,100
		R2	2560	530	12,9	17,7	37,5	253	0,099

<sup>1</sup>) KG = Kvalitetsgallring, BG = Bergvikgallring. R1 = röjning från 0-6 cm dbh, R2 = röjning från 0-9 cm dbh

<sup>2</sup>) Stammar 6-9 cm dbh > beståndets halva övre höjd

<sup>3</sup>) Centimeter i brösthöjd (=1,3 m).

<sup>4</sup>) Aritmetrisk medelhöjd av de 10 grövsta träden i varje parcell

<sup>5</sup>) Grundyta, m<sup>2</sup> i brösthöjd (=1,3 m) per ha

<sup>6</sup>) Fastkubikmeter under bark per ha

## 2.2 Försöksupplägg

Studien genomfördes som ett randomiserat blockförsök med två olika gallringsprogram och två röjningsprogram, vilket gav fyra olika behandlingar i vart och ett av de tre blocken. De fyra olika behandlingarna lottades ut i varje block. Blockindelningen gjordes så att dess parceller (figur 1 och bilaga 6-8) var så lika som möjligt med avseende på antal st/ha, antal klenstammar/ha och medelstam (tabell 1) och gjorde därmed det möjligt att under likvärdiga förhållanden jämföra de olika behandlingarna.



**Figur 1.** Parcellernas inbördes placering i beståndet.

*Figure 1.* Location of the study units in the stand.

Innan behandling kontrollerades blockindelningen genom variansanalys i Minitab (se 2.4). Analysen visade att medelvärdena för parcellerna inom blocken inte skiljde sig åt mellan blocken med avseende på stamantal, medelstam och antal klenstammar ( $p \leq 0,59$ ). Block 2 hade dock en signifikant lägre medelvolym än övriga block ( $p \leq 0,01$ ), varför blockindelning ändå var motiverad.

## 2.3 Behandling

Parcellerna röjdes på två olika sätt, från 0-6 cm dbh (R1) och från 0-9 cm dbh (R2). Røjningen utfördes enligt Hällefors distrikts nuvarande røjningsinstruktion (bilaga 2) där mål för stamantal i ungskogsfasen (ca 2000 st/ha) utgjorde riktlinje för antalet stammar som skulle lämnas kvar (Anon, 1999). Vid røjning i diameterspannet 0-6 cm dbh (R1) røjdes all hindrande vegetation klenare än 6 cm dbh bort och följaktligen fanns de klena stammarna kvar. Vid røjning i diameterspannet 0-9 cm dbh (R2), då all hindrande vegetation mellan 0-9 cm högre än beståndets halva övre höjd røjdes bort, eliminerades däremot majoriteten av klenstammarna inför gallringsingreppet. Røjstammarna knuffades till marken efter ingreppet.

Efter røjningen gallrades parcellerna enligt Bergvikgallring respektive Kvalitetsgallring. Kvalitetsgallring (KG) (bilaga 3) specificerades i varje parcell genom en skriftlig beställning av önskad grundyta/ha efter gallring utifrån övre höjd och grundyta/ha. Beställningen följdes sedan upp av föraren i samband med gallringen med hjälp av relaskop. Klenstammarna kunde lämnas, upparbetas med aggregatet eller røjas/brytas ned med aggregatet. Fokus i ingreppet var att gynna utvecklingsbara träd av god kvalitet och eftersträva en rimlig areell fördelning av stammarna samtidigt som undertryckta träd kunde lämnas kvar.

Bergvikgallring (BG) (bilaga 3) specificerades i varje parcell genom en skriftlig beställning av önskat antal stammar/ha efter gallring utifrån övre höjd och antal st/ha, samt mål för genomsnittligt kvadratförband och antal stammar i kvartscirkeln. Även mål för önskad grundyta angavs. Klenstammarna kunde upparbetas eller røjas/brytas ned med aggregatet. Fokus i ingreppet var att genom låggallring sänka stamantalet så mycket som beståndets förutsättningar medgav, där möjligt uttag av antal stammar skulle utnyttjas maximalt. I det aktuella beståndet innebar detta 40 % av stamantalet och 30 % av grundytan. I bestånd åtgärdade vid rätt tidpunkt skulle ett uttag på 50 % av stammarna och 40 % av grundytan (bilaga 5) tillåtit. Vid gallringen eftersträvades att gynna friska, oskadade träd av god kvalitet med väl utvecklad krona. Dessa eftersträvades att ställas isär med som huvudregel minst 2 m.

## 2.4 Genomförande

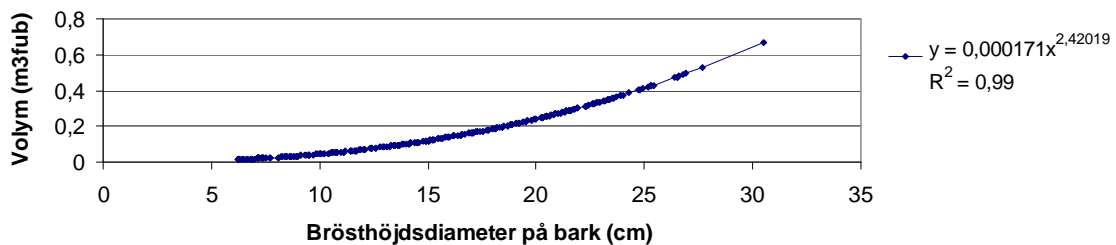
Røjningsingreppet genomfördes av en erfaren røjare under två dagar. Till sin hjälp använde røjaren ett hjälpredskap på 9 cm i diameter för att kontrollera grovleken på røjstammarna. Dag ett røjdes de parceller som tilldelats røjningsbehandling R1 och dag två de parceller som tilldelats R2. Røjningsarbetets tidsåtgång i varje parcell mättes. I utgångsläget fanns inom block 1 och 2 mellan 560 till 730 klenstammar per hektar före røjningsingreppet medan det i block tre var något färre klenstammar, (390-530 st/ha) (tabell 1).

Gallringsingreppet genomfördes av en rutinerad maskinförare under två dagar. Dag 1 gallrades Kvalitetsgallringsparcellerna och dag 2 gallrades Bergvikgallringsparcellerna. Maskinen som användes var en mellanstor gallringsskördare (Valmet 911.3 utrustad med ett Valmet 350 aggregat). I skördardatorn registrerades antal stammar och volym i uttaget samt tidsåtgång exklusive avbrott ( $G_0$ -tid) inom varje parcell. Stickvägsavståndet var 20 m och stickvägsbredden ca 4 m vilket gav en stickvägsareal på 20 %. Föraren följde upp sitt arbete i varje parcell genom att ta provytor med hjälp av relaskop (grundyta) och kran

(stammar/ha) beroende på gallringsmetod. Föraren som medverkade i studien var 23 år och hade tre års erfarenhet av gallringsarbete, framförallt av Kvalitetsgallring, och ansågs vara duktig och lättlärd. Körningen vid studietillfället utfördes under förarens första arbetsvecka med Bergvikgallring och föregicks av två dagars utbildning, varav en dag ägnades åt praktiskt gallringsarbete tillsammans med författaren.

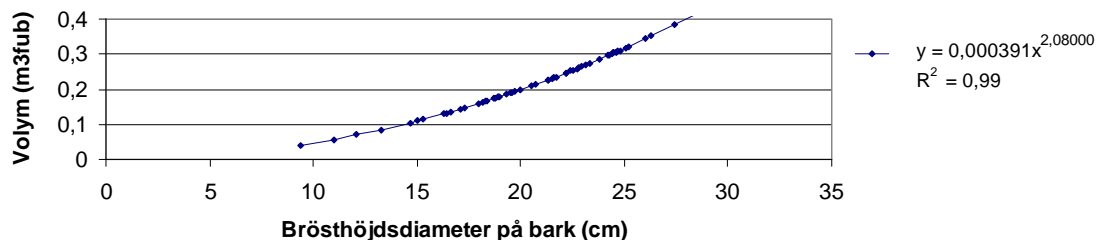
## 2.5 Beräkningar, bearbetning och förutsättningar för analys av data

Totaler per hektar och per m<sup>3</sup>fub beräknades för parcelldata för att underlätta jämförelser. Före behandling mättes höjd för ca 20 träd i varje parcell och dessa träds höjd och brösthöjdsdiameter användes som indata för beräkning av volym enligt Brandels mindre volymsfunktioner (Brandel, 1990). Utifrån dessa funktioner skapades sedan parcellgemensamma sekundära volymsfunktioner för tall och gran med brösthöjdsdiameter och höjd som oberoende variabler (figur 2 och 3).



**Figur 2.** Volymsfunktion för gran baserad på Brandels (1990) mindre volymsfunktion och 297 provträd.

*Figure 2. Volume curve for spruce, based on Brandel's smaller volume function and 297 sampled trees.*



**Figur 3.** Volymsfunktion för tall baserad på Brandels (1990) mindre volymsfunktion och 58 provträd.

*Figure 3. Volume curve for pine, based on Brandel's smaller volume function and 58 sampled trees.*

Genomförandets kvalitet analyserades genom att studera utfallet av gallringingrepp och egenuppföljning utifrån inventeringsdata efter gallring. Gallringsingreppets ekonomi analyserades genom att studera produktions och tidsdata från skördaren.

Gallringskostnaden per m<sup>3</sup>fub beräknades per parcell genom att dividera timkostnaden (738 kr/h) med den observerade produktiviteten (m<sup>3</sup>fub/h). Skotningskostnaden beräknades enligt Stora Enso Skogs bortsättningsmall och sattes till 55 kr/m<sup>3</sup>fub för samtliga parceller. Massavedspriset var för gran 285 kr/m<sup>3</sup>fub och för tall 270 kr/m<sup>3</sup>fub

Röjningsingreppet utvärderades genom att ställa röjningskostnaden mot eventuell kostnadsminskning i gallring (kostnadsutrymme) och förlust av gagnvirke. Röjningskostnaden per ha beräknades för varje parcell genom att multiplicera tidsåtgången med timkostnaden (220 kr/h) och därefter dividera med parcell arean (0,1 ha). Kostnaden för röjning per uttagen m<sup>3</sup>fub i gallring beräknades genom att multiplicera tidsåtgång med timkostnad för varje röjd parcell och därefter dividera med uttagen volym.

Kostnadsutrymmet för röjningsingreppet i efterföljande gallring beräknades inom varje block som differensen i avverkningskostnad (kr/m<sup>3</sup>fub) för R1 och R2 för respektive gallringsprogram. Återstående kostnadsutrymme för röjning beräknades inom varje block som skillnaden mellan kostnadsminskningen till följd av röjning och kostnaden för röjning, alternativt som skillnaden i totalkostnad för både röjning och gallring vid parvisa jämförelser för samma gallringsprogram (olika röjningsprogram) inom ett block.

Förlusten av gagnvirke uppskattades vid R2-behandling till ca 60 % av nedröjd volym med ledning av Ollas utbytesberäkningar (Lendrup m.fl., 1993) och besiktning av parcellerna. Nettoförlusten beräknades som intäkten för bortröjt virke reducerad med beräknad alternativ drivningskostnad för röjvirket fram till bilväg och lades till kostnaden för röjning. Den alternativa avverkningskostnaden beräknades utifrån den totala medelstam som parcellen skulle ha haft *i sin helhet* om röstammarna inte röjts bort (perspektiv 1). Effekten av att beräkna drivningskostnaden utifrån *röjvirkets* medelstam (perspektiv 2) analyserades inte närmare men omnämns i diskussionen.

Data sammanställdes i Microsoft Excel och analyserades genom variansanalys (ANOVA) i Minitab 14 baserad på modellen:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \chi_k + \alpha\beta_{ij} + \alpha\chi_{ik} + \beta\chi_{jk} + e_{ijk}$$

där y är den beroende variabeln,  $\mu$  är 'grand mean' (totalmedelvärde),  $\alpha$  är den fixa huvudeffekten av gallringsprogram,  $\beta$  är den fixa huvudeffekten av röjningsprogram och  $\chi$  är den fixa huvudeffekten av blockningen. Dessutom innehåller modellen samtliga parvisa samspelseffekter mellan huvudeffekterna samt den slumpvisa avvikelserna (e). ANOVA-modellen analyserades genom en general linear model (GLM). Som gräns för signifikanta skillnader har 5 % använts.



## 3 RESULTAT

### 3.1 Genomförandets kvalitet

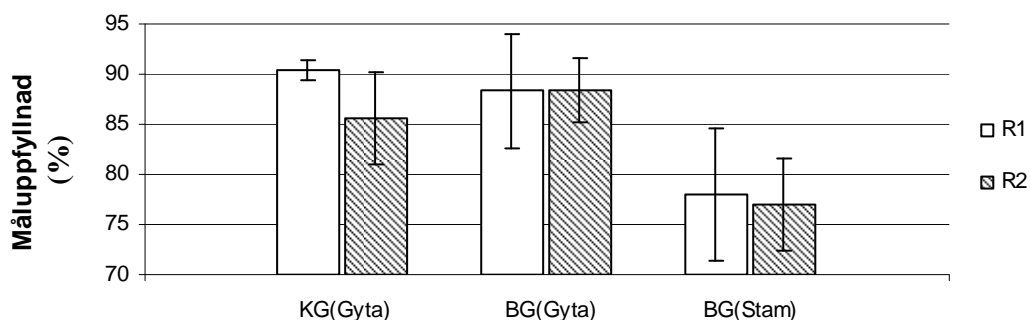
I samtliga parceller gjordes ett överuttag i förhållande till beställning oavsett gallringsmetod och uttaget vid KG resulterade i signifikant fler kvarvarande träd än gallring enligt BG ( $p = 0,005$ ). I genomsnitt fanns vid KG 1428 stammar/ha (SD 144) och 21,8 i m<sup>2</sup>/ha (SD 0,9) kvar efter gallring. Motsvarande siffror för BG var 1192 för antal stammar/ha (SD 46) och 22,2 i m<sup>2</sup>/ha (SD 1,2) (tabell 2).

**Tabell 2.** Beståndsegenskaper efter gallring samt mål och egenuppföljning vid gallring  
*Table 2. Stand characteristics according to thinning outcome, targets and follow-up*

Block	Program <sup>1</sup>		Utfall		Mål		Egenuppföljning	
	Gallring	Röjning	Stamantal (st/ha)	Grundyta (m <sup>2</sup> /ha)	Stamantal (st/ha)	Grundyta (m <sup>2</sup> /ha)	Stamantal (st/ha)	Grundyta (m <sup>2</sup> /ha)
1	KG	R1	1600	23	-	25	-	22
		R2	1340	21	-	25	-	20
	BG	R1	1170	21	1626	26	1463	-
		R2	1150	22	1506	25	1400	-
2	KG	R1	1590	22	-	25	-	19
		R2	1387	21	-	23	-	20
	BG	R1	1220	22	1440	23	1400	-
		R2	1210	21	1650	24	1640	-
3	KG	R1	1420	23	-	26	-	22
		R2	1230	21	-	25	-	23
	BG	R1	1140	23	1488	25	1400	-
		R2	1260	24	1536	26	1400	-

<sup>1)</sup> KG = Kvalitetsgallring, BG = Bergvikgallring. R1 = röjning från 0-6 cm dbh, R2 = röjning från 0-9 cm dbh

Måluppfyllnaden för grundyta vid KG och BG var lika (88 % (SD 4)) medan motsvarande siffra för antal stammar vid BG var 78 % (SD 5) (figur 4). Inga signifikanta skillnader med avseende på måluppfyllnad för de båda gallringsmetoderna, röjningsmetoderna eller blocken kunde dock påvisas, vare sig om KG:s grundytemåluppfyllnad ställdes mot BG:s måluppfyllnad för antalet stammar per ha ( $p \geq 0,126$ ) eller grundyta ( $p \geq 0,547$ ).

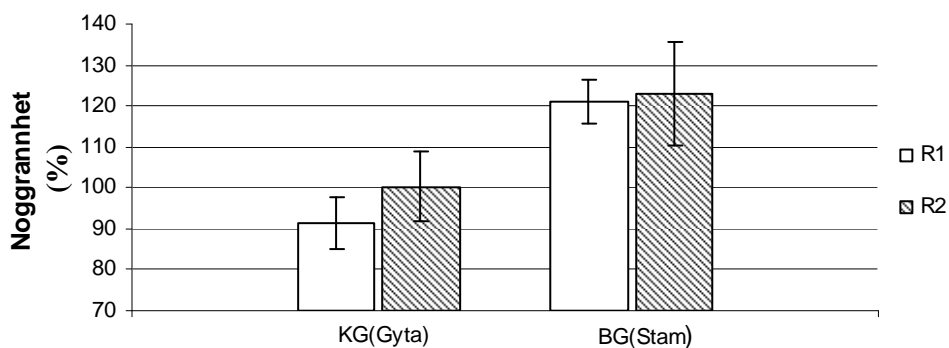


**Figur 4.** Måluppfyllnad (medelvärde och standardavvikelse) uttryckt som kvoten mellan utfall och beställning för varje behandling (tabell 1), mätt i form av grundyta (Gyta) och stamantal (Stam).

*Figure 4.* Goal fulfilment (mean and standard deviation) expressed as the quotient between outcome and targets for treatments (table 1) based on basal area (Gyta) and stand density (Stam).

Egenkontrollens avvikelse i förhållande till faktiskt utfall vid KG var -4 % (SD 8) vilket var signifikant ( $p = 0,043$ ) lägre än avvikelserna vid BG (+22 % (SD 9)).

Vid KG understeg egenuppföljningen det faktiska utfallet (figur 5) med undantag för KGR2 (block 3), där den översteg faktiskt utfall med 10 %.



**Figur 5.** Egenuppföljningens noggrannhet (medelvärde och standardavvikelse) uttryckt som kvoten mellan egenkontroll och utfall för varje behandling (tabell 1), mätt i form av grundyta (Gyta) och stamantal (Stam).

*Figure 5.* The accuracy (mean and standard deviation) of follow-up in thinning expressed as the quotient between follow-up and outcome for each treatment (table 1) based on basal area (Gyta) and stand density (Stam).

Andelen uttagen grundyta och volym var likvärdig mellan gallringsprogrammen ( $p \geq 0,76$ ) medan andelen uttagna stammar var något högre i Bergvikgallringen (tabell 3). Skillnaden var dock inte statistiskt signifikant ( $p = 0,091$ ). Motsvarande nivåer enligt tabell 3 för gallringsstyrka exklusive röjningsingreppet var för KG 39 % av stammarna (SD 5) och 36 % av grundyta (SD 3) samt 49 % av stammarna (SD 6) och 36 % av grundyta (SD 3) för BG. Inga signifikanta skillnader kunde påvisas mellan röjningsmetoderna med avseende på gallringsstyrka vare sig för uttagna stammar per ha, grundyta eller volym ( $p \geq 0,72$ ). Gallringskvoten var signifikant högre vid Kvalitetsgallring ( $p = 0,001$ ) och vid klenstamsröjning ( $p = 0,004$ ).

**Tabell 3.** Gallringsstyrka (medelvärde  $\pm$  standardavvikelse) inklusive röjningsingreppets uttag  
*Table 3. Thinning intensity (mean  $\pm$  standard deviation) preclearance included*

Gallringsprogram	Andel av (%)			Gallringskvot <sup>1</sup>
	Stamantal	Grundyta	Volym	
Kvalitetsgallring	44 $\pm$ 4	37 $\pm$ 3	36 $\pm$ 3	0,96 $\pm$ 0,04
Bergvikgallring	53 $\pm$ 3	38 $\pm$ 3	36 $\pm$ 3	0,87 $\pm$ 0,03

<sup>1</sup>) Gallringskvot= Medeldiameter (dbh) i uttaget dividerat med medeldiameter (dbh) före gallring

### 3.2 Genomförandets ekonomi

Skördarens produktivitet vid KG var 19,6 m<sup>3</sup>fub/G<sub>0</sub>h (SD 3,2) vilket var signifikant (p= 0,022) högre än produktiviteten vid BG 17,4 m<sup>3</sup>fub/G<sub>0</sub>h (SD 1,9) (tabell 4). Därmed var kostnaden signifikant lägre för KG. Viss blockeffekt (p = 0,036) och interaktion mellan block och gallringsprogram (p = 0,045) kunde påvisas för produktiviteten. Parcellernas virkesförråd före behandling (m<sup>3</sup>sk/ha) testades som kovariat och visade sig inte påverka produktiviteten (p = 0,295). Däremot visade sig antal klenstammar före behandling ha en viss effekt på produktiviteten (p = 0,075). I fyra av sex parvisa jämförelser av samma röjningsprogram inom block var uttagen volym större för KG. Inga signifikanta skillnader i uttagen volym (tabell 4) kunde dock påvisas mellan de båda gallringsprogrammen (p = 0,982), mellan röjningsprogrammen (p = 0,195), eller mellan blocken (p = 0,185).

**Tabell 4.** Gallringsingreppets karaktär och dess effekter på tidsåtgång, produktivitet och kostnader  
**Table 4.** The characteristics of thinning and effects on time consumption, productivity and costs

Block	Program <sup>1</sup>		Uttag <sup>2</sup>			Röjda och brutna träd (st/ha) <sup>3</sup>	Produktivitet (m <sup>3</sup> fub/G <sub>0</sub> h)	Kostnad (kr/m <sup>3</sup> fub)
	Gallring	Röjning	Volym (m <sup>3</sup> fub/ha)	Antal (st/ha)	Medelstam (m <sup>3</sup> fub)			
1	KG	R1	101	1140	0,089	100	17,2	43
		R2	86	790	0,109	10	21,4	34
	BG	R1	103	1470	0,070	70	16,6	44
		R2	80	840	0,095	40	20,7	36
2	KG	R1	76	990	0,077	220	14,8	50
		R2	63	650	0,096	0	19,4	38
	BG	R1	74	1130	0,065	50	15,2	48
		R2	77	1000	0,077	0	17,6	42
3	KG	R1	91	850	0,107	110	20,7	36
		R2	90	670	0,134	50	23,9	31
	BG	R1	86	1250	0,069	90	16,5	45
		R2	73	890	0,082	40	17,5	42

<sup>1</sup>) KG = Kvalitetsgallring, BG = Bergvikgallring. R1 = röjning från 0-6 cm dbh, R2 = röjning från 0-9 cm dbh

<sup>2</sup>) Uttaget avser gagnvirke

<sup>3</sup>) Stammar som hanterades med aggregatet men ej upparbetades

### 3.3 Effekt av klenstamsröjning

Röjstammarnas medeldiameter uppgick till 7,50 cm dbh (SD 0,07) och dess medelstamsvolym uppgick till 0,022 m<sup>3</sup>fub (SD 0,001) i de parceller som röjdes enligt R2. Röjningsingreppet karaktäriserades av att antalet röjda klenstammar varierade mellan parcellerna och långt ifrån alla, ca 71 % (SD 10) i genomsnitt över blocken, röjdes bort. Klenstamsröjningen hade en signifikant produktivitetshöjande effekt i gallring (p = 0,01). Skördarens produktivitet var i genomsnitt 16,8 m<sup>3</sup>fub/G<sub>0</sub>h vid R1 (SD 2,1) och 20,1 m<sup>3</sup>fub/G<sub>0</sub>h vid R2 (SD 2,5). Viss blockeffekt (p = 0,036) och interaktion mellan block och gallringsprogram (p = 0,045) kunde dock påvisas.

Utan hänsyn till intäktsförlust av bortröjt virke var kostnadsminskningen (kostnadsutrymme) av produktivitetshöjningen större än kostnaden vid samtliga parvisa jämförelser av samma gallringsprogram inom block och sträckte sig från 2,6 till 11,9 kr/m<sup>3</sup>fub (tabell 5). I två av tre block var röjningsförtjänsten som störst för KG men skillnaden i röjningsförtjänst mellan KG och BG var inte signifikant (p = 0,260).

Klenstamsröjningen bidrog till en signifikant (p = 0,016) lägre totalkostnad för röjning och gallring i parcellerna, där återstående kostnadsutrymme för röjning sträckte sig från 0,5-8,5 kr/m<sup>3</sup>fub (tabell 5). Även en blockeffekt kunde påvisas (p = 0,016).

**Tabell 5.** Röjningsingreppets ekonomi utan hänsyn till intäktsförlust för röjvirke

*Table 5. Economy of the preclearance treatment without respect to loss of merchantable roundwood due to preclearance*

Block	Gallrings-program <sup>1</sup>	Effekter av röjning (per m <sup>3</sup> fub)		
		Kostnadsutrymme <sup>2</sup> (kr/m <sup>3</sup> fub)	Kostnad <sup>3</sup> (kr/m <sup>3</sup> fub)	Återstående kostnadsutrymme <sup>4</sup> (kr/m <sup>3</sup> fub)
1	KG	8,5	2,8	5,7
	BG	8,7	2,5	6,2
2	KG	11,9	3,4	8,5
	BG	6,6	1,9	4,7
3	KG	4,9	1,9	3
	BG	2,6	2,1	0,5

<sup>1</sup>) KG = Kvalitetsgallring, BG = Bergvikgallring. R1 = röjning från 0-6 cm dbh, R2 = röjning från 0-9 cm dbh

<sup>2</sup>) Skillnad i avverkningskostnad (kostnadsminskning R1-R2) för gallringsprogram

<sup>3</sup>) Kostnad för klenstamsröjning exklusive virkesbortfall

<sup>4</sup>) Skillnad mellan kostnadsminskning till följd av röjning (kostnadsutrymme) och kostnad röjning

Då hänsyn togs till intäktsförlusten av bortröjt virke vars alternativa avverkningskostnad beräknats enligt perspektiv 1 bidrog klenstamröjningen till en signifikant ( $p = 0,029$ ) högre totalkostnad för röjning och gallring. Skillnaden i totalkostnad representerar återstående kostnadsutrymme som blev negativt d.v.s. klenstamröjningen innebar en förlust på mellan 4,7 till 12,7 kr/m<sup>3</sup>fub (tabell 6).

**Tabell 6.** Röjningsingreppets ekonomi med hänsyn till intäktsförlust för röjvirke enligt drivningskostnadsperspektiv 1

*Table 6. Economy of the preclearance treatment with respect to loss of merchantable roundwood due to preclearance (logging perspective 1)*

Block	Gallrings -program <sup>1</sup>	Gallrings -uttag <sup>2</sup> (m <sup>3</sup> fub/ha)	Kostnads- utrymme (kr/m <sup>3</sup> fub)	Volym (m <sup>3</sup> fub/ha)	Pris massaved (Kr/m <sup>3</sup> fub)	Bortröjt gagnvirke <sup>2</sup>			Återstående kostnads- utrymme <sup>6</sup> (kr/m <sup>3</sup> fub)
						Alternativ Drivnings- kostnad <sup>3</sup> (Kr/m <sup>3</sup> fub)	Alternativt Netto <sup>4</sup> (Kr)	Netto – Förlust <sup>5</sup> (Kr/m <sup>3</sup> fub)	
1	KG	86	5,7	7,6	285	100,5	1402	16,3	-10,6
	BG	80	6,2	6,5	285	102,4	1187	14,8	-8,6
2	KG	63	8,5	4,7	285	109,2	826	13,1	-4,7
	BG	77	4,7	7,4	285	107,8	1311	17,0	-12,3
3	KG	90	3	3,9	285	93,5	747	8,3	-5,3
	BG	73	0,5	5,3	285	103,3	963	13,2	-12,7

<sup>1</sup>) KG = Kvalitetsgallring, BG = Bergvikgallring. R1 = röjning från 0-6 cm dbh, R2 = röjning från 0-9 cm dbh

<sup>2</sup>) Gagnvirke = toppdiameter  $\geq 5$  cm pb

<sup>3</sup>) Drivningskostnad för bortröjt virke fram till bilväg enligt perspektiv 1

<sup>4</sup>) Skillnad mellan massavedspris $\times$ röjd volym och alternativ drivningskostnad $\times$ röjd volym

<sup>5</sup>) Skillnad mellan massavedspris $\times$ röjd volym och alternativ drivningskostnad $\times$ röjd volym utslaget på uttagen gallringsvolym

<sup>6</sup>) Kostnadsutrymme-Nettoförlust

## 4 DISKUSSION

### 4.1 Genomförandets kvalitet

Skillnader som avsågs kartläggas gällande utförandets kvalitet var skillnader i måluppfyllnad och hur väl egenuppföljningen gav signaler om tillståndet efter gallring. Resultaten indikerade att det var svårare för maskinföraren att nå målen i gallring enligt Bergvikmodellen och att dess egenuppföljning gav en sämre bild av i vilken riktning gallringsarbetet var på väg.

#### Måluppfyllnad

Anmärkningsvärt var den svårighet som maskinföraren hade att nå målen oavsett gallringsmetod. Avvikelsen mot lagd beställning vid Bergvikgallring kan möjligen förklaras av att gallringsmetoden var ny för maskinföraren och att försöket endast föregicks av två dagars utbildning. Den största bidragande orsaken till de hårda uttagen vid Bergvikgallring var dock troligtvis att det i Bergvikmallens beslutstöd för trädval i gallring betonas att kvarvarande träd som huvudregel skall vara tydligt isärställda med minst två meters förband (bilaga 3). Intrycket under gallringsarbetet var att maskinföraren till följd av detta fokuserade på att göra ett *tillräckligt* hårt uttag i enlighet med den nya mallen och i mindre utsträckning bekymrade sig huruvida uttaget skulle bli för hårt. Maskinföraren följde sålunda tvåmetersregeln strikt vilket troligtvis styrde mot ett alldeles för hårt uttag. Även de faktum att maskinföraren upplevde det som svårt att tänka bort de träd som var närmast angränsade mot parcellen bidrog troligtvis till det hårda uttaget eftersom träd i yttergränserna gallrades bort för att lämna plats för träd utanför parcellerna. Maskinförarens bristande förmåga att gallra efter de beställningar som gavs utgör följaktligen en viss begränsning i studiens generaliserbarhet.

Vid beställningarna enligt Bergvikmallen togs hänsyn till att gallringsåtgärden var sent insatt, varför gallringsstyrkan reducerades med 10 procentenheter, till skillnad från om gallringen utförts i tid, då ett uttag på 50 % av stammarna och 40 % av grundytan hade tillåtits. För att inte riskera att uttaget blir för hårt i dessa typer av bestånd, bör "tvåmetersregeln" ses som en riktlinje att sträva mot snarare än en tvingande regel.

Maskinföraren påtalade detta under arbetets gång och reflekterade över vikten att få balans mellan tvåmetersregeln och uttagets omfattning med tanke på framtida andragallring och risk för kalamiteter i beståndet. Resultaten pekar på vikten av att fortsättningsvis lägga stor vikt vid utbildning, egenkontroll/kalibrering, uppföljning och återkoppling under arbetets gång då mallen skall introduceras på bredare front. Detta är i synnerhet viktigt vid uppstarten av ett nytt gallringstänk, men även vid det gamla konceptet Kvalitetsgallring som fortfarande kommer att användas inom köpverksamheten på Stora Enso Skog.

Trots den dåliga måluppfyllnaden upplevde maskinföraren de stöd som tagits fram för att underlätta vid Bergvikgallring som mycket positiva och då främst stamantalsräkning med hjälp av kranen. Stamantalsmål i kombination med grundyttemål och tillämpningen av tvåmetersregeln upplevdes dock som komplicerat vilket även resten av gallringslaget tyckte. Stamvalet upplevdes däremot som enklare och mer självklart för maskinföraren vid Bergvikgallring. I distriktets produktionsplaneringsprogram tas även måltal för grundyta fram för olika stamantalsmål vilka varit svåra för maskinlaget att nå under testkörningsperioden. Dock har diskussioner efter och till följd av detta arbetes utförande

förtydligt att grundytorna fungerar som en nedre gräns för att styra uttagen till de klenare diametrarna.

Under arbetet med Bergvikgallring tyckte maskinföraren, förmodligen p.g.a. hans strikta tolkning av tvåmetersregeln, att det såg ut att vara för många stammar kvar på en del ställen och ansåg själv att han hade gjort ett för lågt uttag. Maskinförarens intryck av att han tog försiktigt, trots att han gallrade väldigt hårt, visar på vikten av kontinuerlig egenuppföljning och kalibrering för att hitta rätt gallringsnivå i förhållande till beståndens förutsättningar. I försöket gavs beställningar för varje 0,1 ha och den bristfälliga måluppfyllnaden inom dessa ytor indikerar svårigheten att nå målen i verkligheten, där beställningar ges på betydligt större behandlingsenheter. Avvikelsen mot lagd beställning vid Kvalitetsgallring var än mer anmärkningsvärd eftersom maskinföraren var van att kvalitetsgallra och förväntades kunna gallra efter sådan beställning.

Kvalitetsgallringens beställningar på grundyta efter gallring gjordes utan hänsyn till att beståndet var eftersatt och uppgick till strax under 30 % av grundytan. Målet för de flesta av Kvalitetsgallringsparcellerna var att sänka grundytan från ett utgångsläge runt 35-37 m<sup>2</sup>/ha till 25-26 m<sup>2</sup>/ha. Intrycket var att ordinära förstagallringar i regel brukar ligga på runt 30 m<sup>2</sup>/ha före gallring med måltal runt 20 m<sup>2</sup>/ha vilket kan ha bidragit till den bristfälliga måluppfyllnaden. Enligt Stora Enso Skog är dock denna typ av bestånd ganska vanliga varför beställningarna inte borde ha varit främmande för maskinföraren (Haanaes 2007, pers.komm.).

Den kraftiga avvikelsen mot beställningarna föder en misstanke om att maskinföraren förmodligen gallrat utifrån subjektiva intryck och gått mycket på känsla vid gallringsarbetet. Denna indikation ligger i linje med intrycket under arbetets gång och styrks av att maskinföraren försökte ta sig an en parcell utan att ta del av dess beställning. Föraren har förmodligen utvecklat en individuell blick, byggd på erfarenhet, för hur gallringsarbetet skall utföras på bästa sätt och förmodligen var föraren inte kalibrerad på denna typ av eftersatt bestånd, vilket delvis kan förklara avvikelsen mot målen. Både maskinlaget själva och Hällefors distrikts planeringsfunktion betonade dock vikten av tydliga beställningar och uppföljning av gallringsarbetets utförande. Utöver den egenuppföljning som görs av maskinlagen en gång per skift, sker även uppföljning genom stickprov två gånger per år där tillståndet efter gallring jämförs med utgångsläge och beställning, samtidigt som gängse gallringsparametrar följs upp (Haanaes 2007, pers.komm.).

### **Egenuppföljning**

På grund av att maskinföraren tyckte sig tagit för få stammar följde han upp sig själv i de ytor där han var osäker, vilket resulterade i att egenuppföljningen för Bergvikgallring i stor utsträckning representerade de tätare delarna längs stickvägen. Detta kan till viss del förklara varför Bergvikgallringens egenuppföljning låg över faktiska utfallet, särskilt då endast *en* kvartscirkelyta följdes upp per parcell. Egenuppföljningen från hytten genom kvartskranutor kan därför inte anses som tillräcklig, utan bör främst ske genom provytor mellan stickvägarna, där kvartskranutor i första hand fungerar som kalibreringsverktyg under pågående gallringsarbete. Studiens resultat ger följaktligen tydliga signaler om vikten av väl utvecklade metoder och rutiner för kontinuerlig egenuppföljning och kalibrering.



## 4.2 Genomförandets ekonomi

### Produktivitet och kostnad vid gallring

Skördarens produktivitet var högre i de ytor som kvalitetsgallrats i enlighet med tidigare studier där exempelvis Lagesson (1996) visar gallringskvotens betydelse för produktiviteten. I försöket uppmättes produktiviteter på 23,9 m<sup>3</sup>fub/G<sub>0</sub>h vid medelstam 0,13 m<sup>3</sup>fub, vilket var betydligt högre än produktionsnormerna för engreppsskördare i gallring. Enligt Brunberg (1997) ligger grundprestationen vid medelstam 0,12 m<sup>3</sup>fub på 12 m<sup>3</sup>fub/G<sub>15</sub>h och även Stora Enso Skogs egna produktionsnormer pekar i samma riktning.

Den höga produktiviteten kan bero på att uttaget per ha var högt, dvs. en stor volym per uppställningsplats kunde hanteras, och på att endast ett sortiment apterades. Dessutom kan maskinföraren ha känt sig stressad under försöket och därav haft en högre produktivitet än normalt, vilket dock inte var intrycket under körningen av beståndet. Denna effekt är dock välkänd i studiesammanhang (Makkonen 1954; Harstela 1991). Att produktiviteten var högre för BG vid jämförelse mellan gallringsmetoderna för R1 i block 2 kan förklaras av att maskinföraren i KG (tabell 4) hanterade betydligt fler klenstammar utan att upparbeta dessa (180 fler per ha). Motsvarande siffra för BG och R1 i samma block var 50 stammar.

### Intäkt vid gallring

Förhoppningar om att kunna analysera skillnader i intäkt och sortimentsfördelning för de båda gallringsmetodernas förhindrades av att maskinföraren endast apterade massaved varför dessa analyser uteslöts i studien.

### Uttagets volym

Den stora skillnaden mellan metodernas gallringsstyrka låg i antalet uttagna stammar medan uttagen grundyta och volym var lika (tabell 3). Bergvik Skogs teorier om att BG skulle ge mer volym i uttaget genom att tillåtet uttag av antal stammar utnyttjades maximalt kunde inte verifieras i studien, trots att gallringsstyrkan för antal stammar i medeltal var ca 10 procentenheter högre för BG. Deras förhoppning om att en eventuell extra volym skulle kunna kompensera för den fördryrning i gallring som blir resultatet av en lägre gallringskvot, vann inte stöd i studien och är inte heller trolig p.g.a. att kostnaden för att ta ut den ökade volymen är högre vid låggallring.

### 4.3 Effekten av klenstamsröjning

#### Klenstamsröjningen

Röjningen karaktäriserades av ett lågt antal röstammar (390-730 st/ha) (tabell 1) och underväxtstammar (ca 1100 st/ha högre än knähöjd). Gunnarsson m.fl., (1992) åtskiljde inte klenstammar och underväxt och räknade endast stammar högre än 1,3 m som underväxt (bortsett från i de fall underväxten stod nära huvudstammarna), konstaterar att bestånd med färre underväxtstammar än 1500-2000 per ha aldrig är ekonomiskt försvarbara att underväxtröja.

I studiens båda röjningsbehandlingar togs stammar bort om de ansågs komma att hindra gallringen. Någon nedre diameter- eller höjdgräns för träd (underväxt) som togs bort fanns inte. Diametergränser användes i stället uppåt, för att skilja mellan underväxt (< 6 cm brh) och klenstammar (6-9 cm brh). Vid röjningsbehandling R1 togs underväxt bort medan i R2 togs både underväxt och klenstammar bort (se 2.3 och Bilaga 1). Till skillnad från Gunnarsson m.fl. (1992) studerade således inte underväxtens inverkan i form av att jämföra helt öröjd gallring med gallring utan underväxt eller klenstammar. Vid en sådan jämförelse skulle troligtvis röjningen ha haft en större produktivitetshöjande effekt inom respektive gallringsmetod. Det var i detta sammanhang intressant att det i studien ändå kunde observeras en produktivitetshöjning trots att relativt få stammar röjdes bort.

Den förenklade tidsstudien som gjordes på röjaren visade att dennes prestation var mycket hög och därmed var kostnaden per hektar låg (ca 450 kr/ha) vilket kan förklaras av att röjaren endast röjde ett begränsat antal stammar, höll sig inom ett begränsat område och möjligen, till följd av försöket, höll en onormalt hög arbetstakt. Dessutom exkluderades förberedelser och underhållsarbete som t.ex. förflyttning, tankning eller filning. Eftersom antalet röstammar var för få för att en bortsättning skulle vara genomförbar användes denna faktiska kostnad vid analyserna, vilken kan jämföras med en mer realistisk kostnadsnivå runt ca 1760 kr/ha som erhålls om prestationen vid förröjning istället antas vara ca 1 ha per dagsverke (kalkyltimpenning 220 kr) (Rosqvist 2007, pers.komm.). Gunnarsson m.fl. (1992) understryker svårigheten att få fram entydiga kostnader för underväxtröjning och konstaterar att det är av största vikt för att kunna göra rättvisande bedömningar av lönsamheten att underväxtröja.

#### Betydelsen av klenstamsröjning för tidsåtgång, produktivitet och kostnad

Den produktionsökning som åstadkoms genom klenstamsröjningen gav ett kostnadsutrymme för röjning. Dock var kostnadsutrymmet inte tillräckligt stort då röjningskostnaden utökades med de virkesintäktsbortfall som klenstamsröjningen förde med sig.

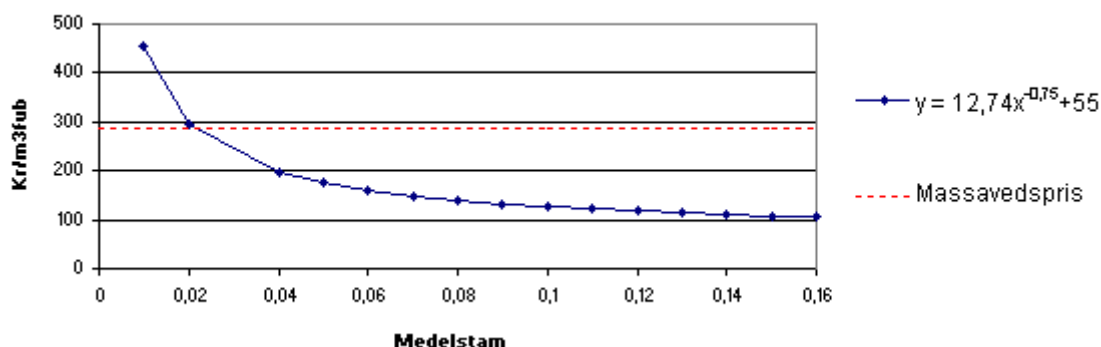
Klenstamsröjningen förväntades ha ett större kostnadsutrymme i BG eftersom gallringen utfördes i de klenare skikten och alternativet att lämna kvar klenstammar inte fanns, till skillnad från vid KG. Klenstammarna förväntades följaktligen att i större utsträckning hanteras av maskinen utan att upparbetats vid BG vilket inte kunde verifieras i studien. Istället var det vid KG som aggregatet i större utsträckning användes till att knuffa bort klenstammar och kostnadsutrymmet var större, vilket kan bero på att det i KG lämnas ett större antal stammar kvar, och att de klenstammar som fanns kvar därför utgjorde ett större hinder jämfört med vid BG där de klena stammarna i större utsträckning återfanns i uttaget (lägggallring). Att något av gallringsprogrammen skulle ha ett större kostnadsutrymme för

klenstamsröjning kunde inte styrkas. En bidragande orsak till detta kan möjligen vara det faktum att stamantal efter röjning vid parvisa jämförelser av samma gallringsprogram skiljde sig åt där ett högt antal innebar ett större kostnadsutrymme. Helhetsintrycket gällande hantering av klena stammar under gallringsarbetet var att maskinföraren upparbetade de flesta stammarna och i mindre utsträckning röjde bort stammar med aggregatet.

### Alternativ avverkningskostnad för bortröjt virke

Det råder delade meningar om hur den alternativa avverkningskostnaden för røjstammarna skall hanteras och hittills har Stora Enso Skog inte tagit hänsyn till förlusten av bortröjt gagnvirke. Två perspektiv är tänkbara, av vilka det ena användes i analyserna och de andra diskuterades nedan.

I studien beräknades kostnaden utifrån den medelstam som parcellerna hade haft i sin helhet om røjvirke lämnats kvar. Då "subventioneras" klenstammarna av de grövre stammarna som fanns på ytan och bidrar till att medelstammen blir relativt hög. Kostnaden att plocka med klenstammarna vid avverkning blev då relativt låg vilket gav ett positivt netto, dvs. en intäktsförlust att klenstamsröja. Betraktas klenstammarna ur det andra perspektivet, dvs. kostnaden som beaktas är för att hantera *just dessa* stammar (medelstam 0,022 m<sup>3</sup>fub), blir kostnaden betydligt högre och motiverar inte ett uttag av dessa eftersom marginalintäkten per avverkad m<sup>3</sup>fub, d.v.s. massavedspriset, understiger marginalkostnaden per m<sup>3</sup>fub fram till bilväg (figur 4).



**Figur 6.** Kostnadskurva logaritmiskt extrapolerad för medelstamsvärden < 0,04 m<sup>3</sup>fub baserad på Stora Enso's bortsättningsnorm och medelvärde för träduktag (1309 st/ha) samt antal kvarvarande träd (1036 st/ha) i parcellerna. Det aktuella granmassavedspriset är markerat med en horisontell linje (290 kr/m<sup>3</sup>fub).

**Figure 6.** Logarithmical extrapolated cost curve for average tree volume < 0,04 m<sup>3</sup>fub based on Stora Enso Skog's productivity norms and mean number of extracted trees (1309 per ha) and remaining trees (1036 per ha) in the study units. Current price of pulpwood is marked with a horizontal, dotted line (290 kr/m<sup>3</sup>fub).

## 4.4 Begränsningar och egen kritik

Svårigheten att hitta ett lämpligt bestånd var påtaglig och idealiskt för studien hade varit ett bestånd som hade fallit inom ramen för bägge gallringsmallarna. En vecka ägnades åt att finna ett lämpligt förstagallringbestånd för försöket, där krav på ett strukturmässigt och drivningstekniskt enkelt bestånd, med ett relativt stort antal klenstammar var centrala. Det bestånd som slutligen valdes visade sig efter noggrannare inventering vara något eftersatt,

vilket enligt BG innebar en särskilt restriktiv behandling med ett reducerat uttag, medan det i KG inte var lika tydliga signaler på restriktivitet i uttaget. Maskinlagets intryck vid en första anblick av beståndet var att det var en mycket fin och grov förstagallring men att de klenare träden i de undre skikten var så pass undertryckta att en gallring med drag mot låggallring kändes mest naturlig, vilket givetvis var en nackdel vid försöket att kartlägga skillnaden mellan metoderna då även kvalitetsgallringen möjligen även genomsyrades av ett låggallringstänk.

Konstanthållning är en central del i jämförande studier (Bergstrand, 1987), varför parceller stakades ut i partier utefter stickvägarna som enligt synintryck var lika med avseende på antal stammar/ha, antal klenstammar/ha och medelstam. Eventuellt hade mer omfattande förberedande provmätningar längs stickvägen kunnat bidra till en bättre blockindelning. Trots att variansanalysen visade på en god blockindelning fanns dock vissa skillnader mellan parcellerna inom blocken. Block 1 var det block vars parceller var mest lika med avseende på antalet stammar och antalet klenstammar per hektar, medan övriga var mer heterogena. Tillståndet efter röjning, närmare bestämt skillnaden mellan R1 och R2 (bilaga 6-8), spelade en betydande roll för analysmöjligheterna av kommande gallringsingrepp och röjningens inverkan. Indelningen i block gjordes innan behandling, men kanske hade indelningen med fördel kunnat göras utifrån data *efter* röjningen för att ge bättre förutsättningar för likvärdiga förhållanden inför gallringsingreppet och en god blockindelning. Förfarandet var dock en förutsättning för att jämföra både röjning och gallring.

Gällande röjning var det centrala i studien inte att studera själva röjningsingreppet utan effekterna av detta. Därför var avsikten från början att i ett förberedande skede märka ut de stammar som skulle röjas för att stamantal efter röjning, skulle vara så lika som möjligt (dvs. minska den mänskliga faktorn). Röjningarna fick dock ingå i behandlingarna för att möjliggöra en tidsstudie av röjningsingreppet i avsaknaden av bortsättningsnorm för denna beståndstyp.

Den mänskliga faktorns påverkan vid studier av denna typ är påtaglig (Garland, 2000; Harstela, 1991; Makkonen 1954). Behandlingarna vid försöket var sammansatta av två moment, röjning och gallring, vilket innebar att den mänskliga faktorn spelade in under flera moment vid genomförandet och bidrog därmed till en ökad komplexitet. Inverkan begränsades dock så gott det gick genom att använda samma röjare och samma förare till samtliga parceller (Harstela, 1988).

För beräkningar av virkesförråd och bortröjda stammars volym skapades sekundära funktioner för trädens volym utifrån Brandels volymfunktioner (1990), vilka anpassades till försökslokalens förutsättningar. Skattningar av denna typ stämmer inte helt med trädens verkliga trädvolym, men får ändå anses vara goda skattningar med tanke på det stora antalet provträd som skattningen byggde på, särskilt för huvudträdslaget gran. Förutsättningar var dessutom de samma vid jämförelsen av de olika behandlingarna.

Eftersom skördaren i försöket hanterade träd som inte upparbetades registrerades gallringsuttagets volym genom skördardatorns registrering. Om uttaget istället hade beräknats som differensen mellan beståndsvolym före och efter gallring, hade samtliga skördarhanterade träd istället ingått i uttaget vilket hade givit en missvisande volym för produktivetsberäkning enligt gängse normer. En tänkbar begränsning med att använda skördardatorn är dock att de allra klenaste träden kan ha svårt att bli korrekt inmätta. Vid BG och R1 hanterades fler klena stammar men förutsättningarna för registrering i skördardatorn var i övrigt desamma vid jämförelsen av de olika behandlingarna.

Kostnader, virkespriser och prestationsnormer som användes i studien bör betraktas som dynamiska data som ständig förändras över tiden. De först nämnda tack vare svängningar i ekonomiska förhållanden på marknaden och de sist nämnda till följd av exempelvis teknik och metodutveckling. Följaktligen kan de ekonomiskt relaterade jämförelserna förändras snabbt över tiden. De skillnader som återfanns i produktivitet bör dock vara mer bestående.

## 4.5 Slutsatser

Kvalitetsgallringskonceptet gav en högre produktivitet i gallring och ingen större volym i uttaget återfanns för Bergvikgallring. Det ökade uttaget av antalet klena stammar kunde följaktligen inte kompensera för avsaknaden av grövre stammar. Trots ett lågt antal røjstammar i utgångsläget visade sig klenstamsrøjning ha positiva effekter på skördarens produktivitet, men studien indikerar även att förlusten av gagnvirke bör beaktas. Hur hårt røjningen dimensionsmässigt bör utföras bör utredas vidare.

Studien indikerar att målen för stamantal vid initialskedet av Bergvikgallringens introducerande var svåra att nå och att de upplevdes komplicerat med både stamantalsmål och grudytemål. Dock påvisades inga signifikanta skillnader med avseende på måluppfyllnad mellan gallringsmetoderna. Resultaten förtydligar vikten av att fortsättningsvis lägga stor vikt vid utbildning, egenkontroll/kalibrering, uppföljning och återkoppling under arbetets gång, då Bergvikgallringen skall introduceras på bredare front. Väl utvecklade metoder och rutiner för detta är viktigt, där kvartskranutor kan vara betydelsefulla vid kalibrering under arbetets gång medan mer noggrann egenuppföljning är att föredra utanför maskinen. Trots den bristfälliga måluppfyllnaden bör mål för kvartskranuta och genomsnittligt förband lyftas fram som viktiga redskap i uppstartsskedet av Bergvikgallringen, då dessa verktyg upplevdes som positiva av maskinföraren och sannolikt därför kan bidra till att målen i Bergvikgallringen lättare kan realiseras. Två-metersregeln bör dock användas med försiktighet och ses som en riktlinje snarare än en tvingande regel.

## REFERENSLISTA

- Anon. 2003. Gallringsmallar. Stora Enso Skog AB, Falun.
- Anon. 2007. Gallringsmall. Bergvik Skog AB, Falun.
- Anon. 1999. Plant- och -ungskogsmallar. Stora Enso Skog AB, Falun.
- Bergstrand, K.G. 1987. Planering och analys av skogstekniska tidsstudier. Meddelande nr 17. Skogsarbeten, Kista.
- Brandel, G. 1990. Volymfunktioner för enskilda träd: tall, gran björk. Rapport nr 26. Inst. f. skogsproduktion, SLU; Garpenberg.
- Brunberg, T. 1997. Underlag för produktionsnorm för engreppsskördare i gallring. Redogörelse nr 8. Skogforsk, Uppsala.
- Eriksson, H. 1986. Hög- eller låggallring, Nya gallrings- och gödslingsförsök – bakgrund till försökserien och förelöpande resultat. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift Nr 2/86.
- Eriksson, H. 1990. Hur har det gått med höggallringen? Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift Nr 2/90.
- Eriksson, H. 1992. Höggallringen – utarmar den skogen? Skog och Forskning 4/92.
- Frank, N. 2006. Underröjning i förstagallring, Examensarbeten nr 64, Skinnskatteberg Institutionen f. skogens produkter och marknader.
- Garland, J.J. 2000. The human factor in forest operations research. International Union of Forestry Research Organizations. Proceedings of Division 3.0 at the IUFRO World Congress. Kuala Lumpur, Malaysia.
- Gunnarsson, P., Hellström, C., & Scherman, S. 1992. Gallring i bestånd med underväxt. (Handledning från Skogforsk). Oskarshamn: Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut.
- Harstela, P., 1988. Principle of Comparative Time Studies in Mechanized Forest Work. Scandinavian Journal of Forest Research 1988:3, pp 253-257.
- Harstela, P., 1991. Work studies in forestry. Silva Carelica 18. University of Joensuu, Faculty of Forestry.
- Håkansson, M. 2000. Skogsencyklopedin, Sveriges Skogsvårdsförbund.
- Kähre, K. 2006. Effect of undergrowth on the harvesting of first-thinning wood. Forestry Studies /Metsanduslikud Uurimused 45, 101-117 ISSN 1406-9954.
- Lagesson, H. 1996. Thinning from Below or Above?.(*Doctoral thesis, nr 14*). Umeå: Swedish University of agricultural sciences.

Makkonen, O., 1954. The principle of comparative time studies in forest work. Acta Forestalia Fennica 61:14. Helsingfors.

Lendrup, L., Nilsson, G., Ollas, R., 1993. Utbytestabeller södra Sverige, Forskningsstiftelsen Skogsarbeten Kista, 1 vol.

Olsson, S. 2004. Behandling av konfliktbestånd problem och möjligheter. Examensarbete / SLU, Institutionen f. sydsvensk skogsvetenskap.

Olsson, Ö. 1994. Kvalitetsgallring –en uppföljning av Stora Skogs kampanj Examensarbete/SLU examensarbete i Informationsteknik, nr 7 1994.

Pettersson, F. 2003. Effekter av beståndsutvecklingen och ekonomin av olika förstagallringsåtgärder i tallskog. Redogörelse från Skogforsk nr. 3 2003.

Sirén, M. & Aaltio, H. 2003. Productivity and Costs of thinning Harvesters and Harvester-Forwarders. International Journal of forest engineering 14(1):39-48.

#### **Officiella hemsidor**

Bergvik Skog AB. Hemsida. [online] Tillgänglig: <http://www.bergvikskog.se> [2007-05-14].

#### **Muntliga källor**

Granqvist, Å. Bergvik Skog AB, SE-791 71 Falun.

Haanaes, V. Distriktschef, Stora Enso Skog AB, Distrikt Hällefors, SE- 712 33 Hällefors.

Rosqvist, J. Skogsvårdsledare, Stora Enso Skog AB, Distrikt Hällefors, SE- 712 33 Hällefors.

# **BILAGOR**

## **Bilaga 1. Rönjningsprogram**

Rönjningsstrategi 1, R1

All hindrande vegetation klenare är 6 cm dbh röjs bort

Rönjningsstrategi 2, R2

All hindrande vegetation klenare än 6 cm dbh röjs bort och träd mellan 6-9 cm dbh som är högre än beståndets halva övre höjd kan röjas bort. Mål för stamantal i ungskogsfasen utgör riktlinje för antalet stammar som kan röjas bort (Anon, 1999).

## **Bilaga 2. Instruktion förröjning före gallring (Stora Enos Skog, distrikt Hällefors)**

Røj ned stammar som är upp till 9 cm i brösthöjd. 9:or lämnas !!

Spar sälg, rönn och asp. (om de inte står intill ett gagnvirkesträd)

Røj inte kantzonerna

”Ingen trädgårdsstädning ”

Røj inte sumpmossfläckar, ge även akt på naturvårdsband

Impediment lämnas helt. (hällmarker, myrar, myrholmar )

Røj normalt inte i gläntor

Tänk på låga stubbar invid gagnvirkesträd, 0 – ca 50 cm ifrån

Fundera ur maskinförarens perspektiv också, dels på sikt och dels på möjligheter till en bra ansättning av aggregatet

Røj inte ned buskar med natur/kulturvårdsband, maskinföraren måste få samma information

Tänk på egenkontrollen och återrapporteringen!



### **Bilaga 3. Instruktion Gallring**

Stöd för beslut om trädval i gallring

Kvalitetsgallring, KG

1. Gallringen ska syfta till att gynna utvecklingsbara träd i av god kvalitet
2. Sträva efter en rimligt jämn areell fördelning av stammarna
3. Undertryckta träd kan lämnas

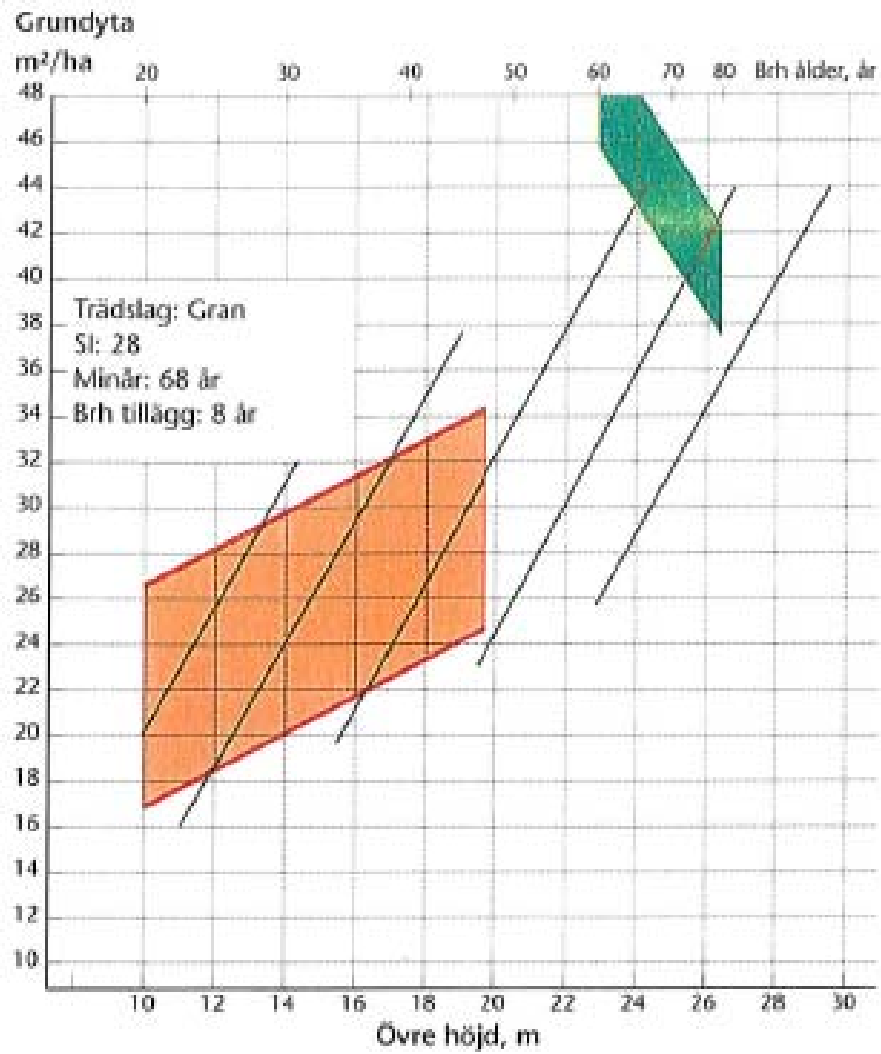
Bergvikgallring, BG

Fokus i ingreppet ligger på att sänka stamantalet så mycket som varje bestånds förutsättningar medger. Möjligt uttag av antal stammar skall utnyttjas maximalt (50 % av stamantal 40 % av Gyta).

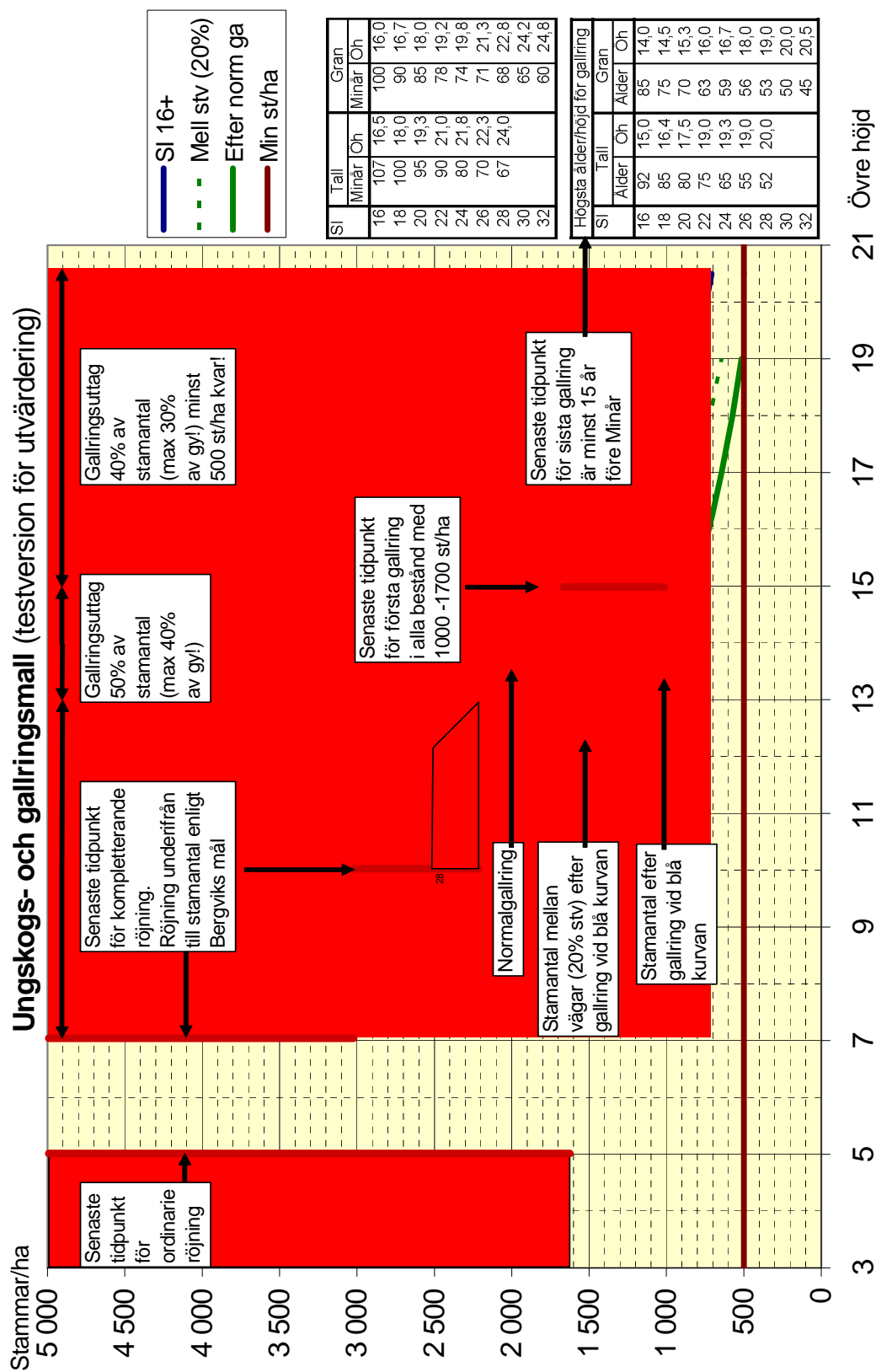
1. Grundinriktningen är att friska, oskadade träd av god kvalitet och med väl utvecklad krona ska lämnas kvar. Det trädslag som bäst utnyttjar markens produktionsförmåga ska gynnas så långt det är möjligt.
2. De kvarvarande träden ska vara tydligt isärställda, huvudregel minst 2 m avstånd.
3. Gallring görs i huvudsak underifrån. Särskilt utpräglad ska detta ske i stamrika eller ojämna bestånd samt i sådana där röjning/gallring är för sent insatt (då beståndet återfinns i det övre röda fältet i gallringsmallen).
4. Skadade träd, som är klenare än beståndets medeldiameter, bör i första hand tas bort.
5. Träd med upphissad eller ensidig krona gallras bort före träd med lång och allsidig grön krona.
6. Friska träd som är grövre än beståndets aritmetiska medeldiameter ska vanligen inte gallras bort. Undantaget är när två grövre, friska träd står närmare varandra än 2 m, då det ena kan gallras bort om det inte bildas en lucka.
7. Tallar och lövträd som är lägre än halva övre höjden behöver inte gallras bort.
8. Mål för lövandel och beståndets förutsättningar styr prioritering mellan barr och löv.
9. I nästan trädslagsrena bestånd gynnas avvikande trädslag i val mellan likvärdiga träd.
10. Högstubbar skapas med fördel av skadade träd av olika trädslag.

**Bilaga 4. Exempel Gallringsmall Kvalitetsgallring**

G 28



## Bilaga 5. Exempel Gallringsmall Bergvikgallring



## Bilaga 6. Beståndsdata och resultat Block 1

Behandling	Kvalitetsgallring		Bergvikgallring	
	R1	R2	R1	R2
<b>Parcell nr</b>	11	9	1	3
<b>Före röjning</b>				
St/ha inkl. klenstammar	2840	2710	2710	2510
St/ha 6-9 cm dbh	610	730	560	610
Underväxt st/ha	1140	1020	1065	1180
Gyta	37,1	35,2	36,7	35,7
Medeldiameter	12,3	12,2	12,5	12,7
Medelstam	0,087	0,087	0,090	0,096
Volym m <sup>3</sup> sk/ha	248	237	244	242
<b>Uttag röjning</b>				
St/ha 6-9 cm dbh		570		480
Gyta m <sup>2</sup> /ha		2,5		2,1
Medeldiameter cm dbh		7,4		7,5
Medelstam m <sup>3</sup> sk		0,02		0,02
Volym m <sup>3</sup> sk/ha		12,7		10,9
Produktivitet ha/h	0,85	0,48	0,70	0,49
<b>Före gallring</b>				
St/ha inkl. klenstammar	2840	2140	2710	2030
St/ha 6-9 cm dbh av total	610	160	560	130
Gyta m <sup>2</sup> /ha	37,1	32,7	36,7	33,6
Medeldiameter	12,3	13,4	12,5	14
Medelstam efter röjning	0,087	0,104	0,090	0,113
Medelstamshöjning %		19,8		18,1
Volym m <sup>3</sup> sk/ha	248	224	244	231
<b>Uttag gallring</b>				
St/ha inkl. klenstammar*	1140	790	1470	840
Röjt/Brutet	100	10	70	40
Medeldiameter	11,5	13,3	10,8	12,6
Volym m <sup>3</sup> sk/ha*	101	86	103	80
Gyta m <sup>2</sup> /ha	14,2	11,9	15,6	11,8
Medelstam*	0,089	0,109	0,070	0,095
<b>Efter gallring</b>				
St/ha inkl. klenstammar	1600	1340	1170	1150
St/ha 6-9 cm dbh inkl. röjt/brutet	300	140	70	50
Gyta m <sup>2</sup> /ha	22,9	20,8	21	21,7
Medeldiameter	12,9	13,5	14,8	15
Volym m <sup>3</sup> sk/ha	155	143	144	153
<b>Gallringskvot</b>	0,94	0,99	0,86	0,91
<b>Produktion m<sup>3</sup>fub/G<sub>0</sub>h</b>	17,2	21,4	16,6	20,7

\*) Registrering i skördardatorn. Röjd/bruten volym ej registrerad vilket gav diskrepans mellan uppmätta och skördarregistrerade data.

## Bilaga 7. Beståndsdata och resultat Block 2

<b>Behandling</b>	<b>Kvalitetsgallring</b>		<b>Bergvikgallring</b>	
	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>
<b>Parcell nr</b>	2	13	6	7
<b>Före röjning</b>				
St/ha inkl. klenstammar	2800	2375	2400	2750
St/ha 6-9 cm dbh	700	663	560	700
Underväxt st/ha	1190	990	1010	1320
Gyta	35	31,7	33,5	34,1
Medeldiameter	11,9	12,4	12,6	12,0
Medelstam	0,082	0,089	0,094	0,081
Volym m <sup>3</sup> sk/ha	229	213	226	224
<b>Uttag röjning</b>				
St/ha 6-9 cm dbh		350		540
Gyta m <sup>2</sup> /ha		1,5		2,4
Medeldiameter cm dbh		7,4		7,5
Medelstam m <sup>3</sup> sk		0,02		0,02
Volym m <sup>3</sup> sk/ha		7,8		12,4
Produktivitet ha/h	0,67	0,57	0,68	0,46
<b>Före gallring</b>				
St/ha inkl. klenstammar	2800	2025	2400	2210
St/ha 6-9 cm dbh	700	313	560	160
Gyta m <sup>2</sup> /ha	35	30,2	33,5	31,7
Medeldiameter	11,9	13,2	12,6	13,1
Medelstam efter röjning	0,082	0,101	0,094	0,096
Medelstamshöjning %		13		17,6
Volym m <sup>3</sup> sk/ha	229	205	226	211
<b>Uttag gallring</b>				
St/ha inkl. klenstammar *	990	638	1130	1000
Röjt/Brutet	220	0	50	0
Gyta m <sup>2</sup> /ha	12,5	9,1	11,6	11,1
Medeldiameter	10,9	13,1	10,7	11,6
Volym m <sup>3</sup> sk/ha *	76	62,5	74	77
Medelstam *	0,077	0,096	0,065	0,077
<b>Efter gallring</b>				
St/ha inkl. klenstammar	1590	1388	1220	1210
St/ha 6-9 cm dbh	300	190	120	60
Gyta m <sup>2</sup> /ha	22,5	21,0	21,9	20,5
Medeldiameter	12,7	13,3	14,5	14,3
Volym m <sup>3</sup> sk/ha	149	144	153	141
<b>Gallringskvot</b>	0,91	0,99	0,85	0,89
<b>Produktion m<sup>3</sup>fub/G<sub>0</sub>h</b>	14,8	19,4	15,2	17,6

\*) Registrering i skördardatorm. Röjd/bruten volym ej registrerad vilket gav diskrepans mellan uppmätta och skördarregistrerade data.

## Bilaga 8. Beståndsdata och resultat Block 3

Behandling	Kvalitetsgallring		Bergvikgallring	
	R1	R2	R1	R2
<b>Parcell nr</b>	12	5	16	4
<b>Före röjning</b>				
St/ha inkl. klenstammar	2380	2230	2480	2560
St/ha 6-9 cm dbh	510	390	500	530
Underväxt st/ha	990	1110	880	1230
Gyta	36,4	34,9	36,2	37,5
Medeldiameter	13,2	13,4	12,9	12,9
Medelstam	0,106	0,106	0,100	0,098
Volym m <sup>3</sup> sk/ha	252	238	249	253
<b>Uttag röjning</b>				
St/ha 6-9 cm dbh		280		370
Gyta m <sup>2</sup> /ha		1,26		1,7
Medeldiameter cm dbh		7,5		7,6
Medelstam m <sup>3</sup> sk		0,02		0,02
Volym m <sup>3</sup> sk/ha		6,5		8,8
Produktivitet ha/h	0,85	0,52	0,73	0,53
<b>Före gallring</b>				
St/ha inkl. klenstammar	2380	1950	2480	2190
St/ha 6-9 cm dbh	510	110	500	200
Gyta m <sup>2</sup> /ha	36,4	33,6	36,2	35,8
Medeldiameter	13,2	14,3	12,9	13,8
Medelstam efter röjning	0,106	0,118	0,100	0,111
Medelstamshöjning %		11,2		12,8
Volym m <sup>3</sup> sk/ha	252	232	249	244
<b>Uttag gallring</b>				
St/ha inkl. klenstammar *	850	670	1250	890
Röjt/Brutet	110	50	90	40
Gyta m <sup>2</sup> /ha	12,9	12,8	13,3	11,7
Medeldiameter	12,4	14,6	10,7	12,2
Volym m <sup>3</sup> sk/ha *	91	90	86	73
Medelstam *	0,107	0,134	0,069	0,082
<b>Efter gallring</b>				
St/ha inkl. klenstammar	1420	1230	1140	1260
St/ha 6-9 cm dbh	240	100	20	30
Gyta m <sup>2</sup> /ha	23,5	20,8	22,9	24,1
Medeldiameter	13,8	14,1	15,4	15,0
Volym m <sup>3</sup> sk/ha	165	143	165	167
<b>Gallringskvot</b>	0,94	1,02	0,83	0,88
<b>Produktion m<sup>3</sup>fub/G<sub>0</sub>h</b>	20,7	23,9	16,5	17,5

\*) Registrering i skördardatorm. Röjd/bruten volym ej registrerad vilket gav diskrepans mellan uppmätta och skördarregistrerade data.

## Bilaga 9. Sammanställning av signifikansnivåer (p-värden) från variansanalyserna

Källa	Frihets <sup>1</sup> -grader	Beståndsegenskaper före behandling			
		Träd/ha	Medelstam	Antal klenstammar	Volym/ha
Gallringsprogram	1	0,929	0,929	0,606	0,115
Röjningsprogram	1	0,588	0,994	0,519	0,032
Gallringsprogram×Röjningsprogram	1	0,335	0,539	0,387	0,038
Block	2	0,366	0,138	0,118	0,007
Röjningsprogram×Block	2	0,892	0,853	0,503	0,573
Gallringsprogram×Block	2	0,556	0,517	0,426	0,492
R <sup>2</sup>		78,52	88,38	91,61	99,42
R <sup>2</sup> (Adj)		0,00	36,10	53,88	96,8

) Antal frihetsgrader för errortermerna var 2

Källa	Frihets <sup>1</sup> -grader	Genomförandets kvalitet							
		Måluppfyllnad			Noggrannhet Egenuppföljning	Gallringsstyrka (inkl.röjningsingrepp)			Gallrings- kvot
		Gyta mot Gyta	St/ha mot Gyta	Träd/ha		Gyta/ha	Volym/ha		
Gallringsprogram	1	0,980	0,126	0,043	0,091	0,764	0,810	0,001	
Röjningsprogram	1	0,547	0,608	0,428	0,660	0,697	0,718	0,004	
Gallringsprogram× Röjningsprogram	1	0,583	0,679	0,594	0,620	0,742	0,791	0,055	
Block	2	0,631	0,757	0,939	0,553	0,416	0,412	0,161	
Röjningsprogram× Block	2	0,986	0,921	0,521	0,925	0,898	0,821	0,315	
Gallringsprogram× Block	2	0,712	0,861	0,455	0,970	0,757	0,720	0,067	
R <sup>2</sup>		59,58	80,38	93,28	85,68	67,41	68,76	99,8	
R <sup>2</sup> (Adj)		0,00	0,00	63,03	21,22	0,00	0,00	98,91	

) Antal frihetsgrader för errortermerna var 2

Källa	Frihets <sup>1</sup> -grader	Genomförandets ekonomi		
		Produktivitet	Produktivitet med kovariat	Uttag gagnvirke
Gallringsprogram	1	0,022	0,200	0,982
Röjningsprogram	1	0,010	0,310	0,195
Gallringprogram×Röjningsprogram	1	0,148	0,520	0,840
Block	2	0,036	0,318	0,185
Röjningsprogram×Block	2	0,245	0,293	0,777
Gallringsprogram×Block	2	0,045	0,123	0,476
Koovariat (Volym/ha <sup>2</sup> )			0,295	
R <sup>2</sup>		99,19	99,84	88,45
R <sup>2</sup> (Adj)		95,53	98,22	36,48

1) Antal frihetsgrader för errortermerna var 1 och 2 med respektive utan koovariat

2) Före behandling

Källa	Frihets <sup>1</sup> -grader	Effekt av klenstamsröjning vid gallring		
		Förtjänst av röjning vid gallring (kr/m <sup>3</sup> fub)	Total kostnad <sup>2</sup> för röjning & gallring (kr/m <sup>3</sup> fub)	Total kostnad <sup>3</sup> för röjning & gallring (kr/m <sup>3</sup> fub)
Gallringsprogram	1	0,260	0,019	0,076
Röjningsprogram	1	0,012	0,016	0,071
Gallringprogram× Röjningsprogram	1	0,260	0,255	0,338
Block	2	0,169	0,016	0,079
Röjningsprogram×Block	2	0,169	0,138	0,799
Gallringsprogram×Block	2	0,500	0,033	0,143
R <sup>2</sup>		98,23	99,36	97,78
R <sup>2</sup> (Adj)		90,24	96,48	87,81

1) Antal frihetsgrader för errortermerna var 2

2) Exklusive intäktsförlust för borttröjt virke

3) Inklusive intäktsförlust för borttröjt virke