



Foto: Torbjörn Brunberg

## Underlag för produktionsnorm för engreppsskördare i gallring

*Torbjörn Brunberg*

*Basic data for productivity norms for single-grip harvesters in thinning*



**Torbjörn Brunberg**, jägmästare.

Anställd vid SkogForsk 1976. Arbetar för närvarande med bl.a. drivningssystem, huvudsakligen med frågor knutna till engreppsskördare.

### Abstract

#### **Basic data for productivity norms for single-grip harvesters in thinning**

This report presents the findings of studies carried out by SkogForsk from 1993 to 1997 and which focused on harvesters operating in thinnings. An example is given of how those factors that can be extracted from the material can be included in form-based productivity norms. Since the time consumption for each factor is based on a time function, these functions also can be included in computer-based norms.

**Keywords:** Productivity norms; single-grip harvesters; thinning.

**Ämnesord:** Engreppsskördare, gallring, produktionsnorm.

**Redaktör:** Gunilla Frumerie

**Layout:** Tryckeri AB Primo

**Foto:** Torbjörn Brunberg

**Ansvarig utgivare:** Jan Fryk

# Tidigare Redogörelser från SkogForsk

## 1996

- Nr 1 Utvecklingskonferens -96.
- Nr 2 Thor, M.: Stubbehandling mot rotröta orsakad av rotticka (*Heterobasidion annosum*) – en litteraturstudie.
- Nr 3 Hannerz, M. (vetenskaplig redaktör): Plantproduktion och skador.
- Nr 4 Sondell, J., von Essen, I.: Apteringsdatortest 1995 – studier av sex apteringsystem.
- Nr 5 Pettersson, F.: Effekter av olika röjnings- och gallringsåtgärder på beståndsutvecklingen i tall- och granskog.

## 1997

- Nr 1 Rosvall, O., Sennerby-Forsse, L.: Framtider i skogen – resultat av ett scenarioprojekt.
- Nr 2 Ring, E.: Miljöeffekter av bränder i skogsekosystem – en litteraturöversikt med Norden i brännpunkten.
- Nr 3 Stener, L.-G.: Förflyttning av björkprovenienser i Sverige.
- Nr 4 Hellström, C.: Dra åt skogen med IT.
- Nr 5 von Hofsten, H.: Plantsättning, plantöverlevnad och planttillväxt – en jämförande studie av manuell plantering kontra maskinell plantering med Silva Nova.
- Nr 6 Aldentun, Y.: Vegetationsregioner i Sverige – en historisk betraktelse.
- Nr 7 Hallonborg, U., von Hofsten, H., Mattsson, S., Thorsén, Å.: Planteringsmaskiner i skogsbruket – en beskrivning av metoder och maskiner.

# SkogForsk

## — Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut

arbetar för långsiktigt, lönsamt skogsbruk på ekologisk grund. Bakom SkogForsk står de stora skogsbolagen, skogsägareföreningarna, stift, gods, allmänningar m.fl. som betalar årliga intressentbidrag. Hela skogsbruket bidrar dessutom till finansieringen genom en avgift på virke som avverkas i Sverige. Verksamheten finansieras vidare av staten enligt särskilt avtal och av fonder som ger projektbundet stöd.

## Forskning

Centrala framtidsfrågor:

- Produktvärde och produktions-effektivitet
- Skogsodlingsmaterial
- Miljöanpassat skogsbruk
- Nya organisationsstrukturer

## Uppdrag

På de områden där SkogForsk har särskild kompetens utför vi i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter. Det kan gälla speciella utredningar eller anpassning av utarbetade metoder och rutiner till lokala förhållanden.

## Information

För en effektiv spridning av resultaten utnyttjas olika kanaler: Personliga kontakter, kurser, fackpress, filmer samt egna publikationer i olika serier.

Beställning/distribution

**SKOG  
FORSK**

Glunten

751 83 UPPSALA

Tel: 018–18 85 00, Fax: 018–18 86 00

[skogforsk@skogforsk.se](mailto:skogforsk@skogforsk.se)

<http://www.skogforsk.se>

© SkogForsk 1997, ISSN 1103–4580

# Underlag för produktionsnorm för engreppsskördare i gallring

Torbjörn Brunberg

*Basic data for productivity norms for single-grip harvesters in thinning*

# Innehåll

<b>Sammanfattning</b> .....	4
<b>Summary</b> .....	5
<b>Bakgrund</b> .....	6
<b>Metoder för att utarbeta produktionsunderlag</b> .....	6
<b>Produktionspåverkande faktorer</b> .....	7
<b>Studiernas uppläggning</b> .....	7
<b>Studiernas omfattning</b> .....	8
<b>Resultat</b> .....	9
Tidsåtgång för körning med skördaren .....	9
Fällning och upparbetning .....	11
Övrig verktid .....	12
Gallringstyp .....	12
<b>Diskussion</b> .....	13
Maskintyper .....	13
Körning .....	13
Fällning och upparbetning .....	13
<b>Tillämpning av studieresultaten</b> .....	14
Traditionell produktionsnorm .....	14
Tillämpningsexempel .....	14
Exempel på produktionsnorm innehållande de extraherade faktorerna .....	15
<b>Referenser</b> .....	16
<b>Bilaga 1</b>	
Statistisk säkerhet för körtiden .....	17
<b>Bilaga 2</b>	
Statistisk säkerhet för fällning och upparbetning .....	18

# Contents

<b>Summary</b> .....	<b>5</b>
<b>Background</b> .....	<b>6</b>
<b>Methods for creating production data</b> .....	<b>6</b>
<b>Factors influencing production</b> .....	<b>7</b>
<b>Study structure</b> .....	<b>7</b>
<b>Study scope</b> .....	<b>8</b>
<b>Study findings</b> .....	<b>9</b>
Time taken for moving between set-ups .....	9
Time taken for felling and processing .....	11
Other time .....	12
Thinning type .....	12
<b>Discussion</b> .....	<b>13</b>
Machine type .....	13
Moving between set-ups .....	13
Felling and processing .....	13
<b>Application of findings</b> .....	<b>14</b>
Traditional productivity norms .....	14
Application example .....	14
Example of productivity norms containing the factors studied .....	15
<b>References</b> .....	<b>16</b>
<b>Appendix 1</b>	
Statistical certainty of time taken for moving between set-ups .....	17
<b>Appendix 2</b>	
Statistical certainty of time taken for felling and processing .....	18

# Sammanfattning

Sedan 1993 har SkogForsk genomfört flera studier i gallring, vilkas syfte varit att belysa effekterna av den nya skogsvårdslagens ändrade inställning till olika stickvägsavstånd och gallringsformer.

I den här redovisningen har studierna emellertid fått utgöra grunden för ett underlag för produktionsnorm. Vid bearbetningen delades materialet in i tre grupper, vilka överensstämmer med maskinernas naturliga arbetscykel:

- Y Tidsåtgång för körning
- Y Tidsåtgång för fällning och upparbetning
- Y Övrig verktid

I resultatbeskrivningen har strävan varit att uttrycka tidsåtgången i så generella termer som möjligt, vilket gjorts genom att utforma tidsfunktioner för de tre tidsgrupperna.

I slutet av redovisningen används de framtagna funktionerna som bas i ett exempel på hur de faktorer som extraherats skulle kunna ingå i en produktionsnorm för gallring, vilken även återges nedan. De samband och funktioner som erhöles i studierna skulle förutom som i exemplet även kunna ingå i datorbaserade normer.

## Grundprestation

Medelstam, m <sup>3</sup> fub	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20
Träd/G <sub>15</sub> -tim	129	113	100	90	82
m <sup>3</sup> fub/G <sub>15</sub> -tim	5,2	9,0	12,0	14,5	16,4

## Antal uttagna träd/ha

Antal uttagna träd/ha	500	600	700	800	900	1 000
Korrektion, %	-8	-6	-4	-2	-1	0

## Antal kvarstående träd/ha och gallringstyp

Antal kvarstående träd/ha		500	1 000	1 500	2 000
Gallringstyp	Tall och Tredjegallr. gran	15	12	9	6
	Andragallring gran	4	0	-4	-7
	Förstagallring gran	-5	-9	-14	-18

## Lövträd

Andel lövträd, %	0	25	50	75	100
Korrektion, %	0	-1	-3	-4	-5



# Summary

SkogForsk has carried out several studies on thinning since 1993, in an effort to highlight the greater flexibility that has resulted from a relaxation of the statutory restrictions in Sweden on striproad spacing and thinning type.

However, in this report, the studies also serve to provide basic data for productivity norms. Accordingly, the material has been split into three groupings for processing, which correspond to the natural operating cycles of the machines:

- Y Time consumption in driving
- Y Time consumption in felling and processing
- Y Other productive time

In presenting the results, we have endeavoured to define time consumption in the widest possible terms, and have therefore produced separate time functions for each of the three time groupings.

At the end of the report, the functions produced have been included in an example of how the factors extracted could be incorporated into productivity norms for thinning. The correlations and functions obtained from the studies can also be used in computerized productivity norms.

## Basic productivity

Mean stem, m <sup>3</sup> (solid i.b.)	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20
Trees/G <sub>15</sub> hour*	129	113	100	90	82
m <sup>3</sup> /G <sub>15</sub> hour	5,2	9,0	12,0	14,5	16,4

## Number of stems removed per ha

Number of stems removed per ha	500	600	700	800	900	1 000
Correction, %	-8	-6	-4	-2	-1	0

## Number of trees left standing/ha and thinning type

Number of trees left standing/ha		500	1 000	1 500	2 000
Thinning type	Pine and Third thinning spruce	15	12	9	6
	Second thinning spruce	4	0	-4	-7
	First thinning spruce	-5	-9	-14	-18

## Hardwoods

Percentage of hardwoods	0	25	50	75	100
Correction, %	0	-1	-3	-4	-5

(\*G<sub>15</sub> hour = Hour of productive time including downtime not exceeding 15 minutes per occasion.)

# Bakgrund

Under senare delen av 1980-talet presenterade f.d. Skogsarbeten underlag för engreppsskördare i gallring. Underlagen byggde på förstagallringsbestånd och gallringsformen låggallring med ett stickvägsavstånd om ca 25 meter. I början av 90-talet öppnade den nya skogsvårdslagen möjligheter för en mer varierad gallring så att även likformig gallring och höggallring tilläts. Lagen innebar också ett friare val av stickvägsavstånd.

Sedan 1993 har SkogForsk genomfört ett antal studier för att få olika aspekter på det friare sättet att gallra. För att erhålla ett samlat grepp på dessa studier samt om möjligt uppdatera de tidigare underlagen har en gemensam bearbetning gjorts av studierna, vilken redovisas här.

## Metoder för att utarbeta produktionsunderlag

Det finns flera metoder för att utarbeta underlag till produktionsnormer. Detta kan göras t.ex. genom arbetsstudier och driftsuppföljning.

Metoderna har ingående diskuterats med representanter för skogsbruket och resulterat i valet av följande grundprinciper:

- Y Arbetsstudier bör vara huvudmetoden för framtagning av underlag till produktionsnormer.
- Y De underlag som publiceras skall baseras på ”studienivå”, d.v.s. den nivå man uppnår under störningsfria förhållanden med rätt arbetsmetod, intrimmad utrustning och god till skicklig personal.

- Y Det ankommer på företagen att vid tillämpning av underlagen bedöma hur man skall lägga sina egna produktionsnormer i förhållande till studienivån.
- Y Underlagen för produktionsmål skall ta hänsyn till de kvalitativa målen för den aktuella arbetsoperationen.

Dessa principer har i görligaste mån följts i arbetet med att ta fram ett nytt produktionsunderlag för engreppsskördare i gallring.

# Produktionspåverkande faktorer

De studier som utgör underlaget till den här redovisningen har inte enbart varit upplagda för att utgöra grund för ett underlag till produktionsnorm. Syftet har i stället varit att utvärdera konsekvenserna av möjligheterna i den nya skogsvårdslagen. Trots detta har det varit möjligt att extrahera vissa produktionspåverkande faktorer ur materialet. Vilka dessa är framgår av tabell 1, där det också anges på vilken studienivå de bearbetats.

I tabell 1 ingår även en specialstudie av olika gallringstyper som gjordes 1996/1997 och vars resultat införlivats i redovisningen.

**Tabell 1.**  
**Produktionspåverkande faktorer för engreppsskördare i gallring.**

Faktor	Studienivå
Slagbredd	Studieled
Körhastighet	"
Medelstamvolym	Träd
Trädslag	"
Antal kvarstående träd	Studieled
Gallringsmetod	"
Gallringsform	"
Gallringstyp	"

## Studiernas uppläggning

Eftersom studierna haft olika syften, varierar uppläggningsen en hel del. Detta gäller både för gallringsmetoden och gallringsformen. De gallringsmetoder som ingår i studierna är:

- Y Stickväggsgallring (endast de träd som nås från stickvägen gallras ut).
- Y Stickväg och stråk (stickväggsgallringen kompletteras med gallring från stråk mellan stickvägarna).
- Y Stickväg med motormanuellt fällda träd (stickväggsgallringen kompletteras med motormanuellt fällda träd mellan stickvägarna).

Inom de båda senare metoderna har dessutom stickvägsavståndet varierat en del.

För gallringsformen kan tre huvudgrupper urskiljas:

- Y Låggallring
- Y Likformig gallring
- Y Höggallring

Dessa tre gallringsformer skiljer sig främst åt genom hur grova de uttagna träden är i förhållande till de kvarstående. Således representerar låggallring en gallringsform där i huvudsak de klenaste träden tas ut, medan höggallring representerar det motsatta. Likformig gallring intar en mellanställning, där träd ur samtliga dimensionsklasser gallras ut.

# Studiernas omfattning

Totalt sett omfattar grundmaterialet sex studier, vilka genomförts under tidsperioden 1993 till 1996. Geografiskt är de spridda från Östergötland i söder till

Ångermanland i norr. I tabell 2 återges några data om varje enskild undersökning.

**Tabell 2.**  
**Beskrivning av studierna. (mz = mellanzon)**

	<b>Sonstorp</b>	<b>Grannäs</b>	<b>Storfors</b>	<b>Brattsjö</b>	<b>Kolfallet</b>	<b>Åtvidaberg</b>
Landskap	Östergötland	Hälsingland	Värmland	Ångermanland	Gästrikland	Östergötland
Maskin	SuperEva FMG 0470	Valmet 901 Rottne 2000	Valmet 901 Rottne 2000	Valmet 901	SkogsJan 487	Timberjack 870
Gallringsmetod	Stickväg Stråk Motm. mz	Stickväg Stråk Motm. mz	Stickväg Stråk Motm. mz	Stickväg Stråk	Stickväg Motm. mz	Stickväg
Gallringstyp	1:a 2.a	1:a	1:a	1:a	1:a	1:a
Gallringsform	Låg Hög	Låg Likformig Hög	Låg Likformig Hög	Likformig	Låg Likformig Hög	Låg
Huvudträds­slag	Gran	Tall	Gran	Tall	Tall	Gran
Antal träd	2 877	2 773	3 307	839	1 723	651
Medelstam, dm <sup>3</sup> fub	58	77	90	61	71	88

# Resultat

Vid bearbetningen av datamaterialet har tidsåtgången delats upp i olika grupper, vilka utgör naturliga delar av cykeltiden för skördarens arbete.

Gruppindelningen är också grunden för resultatredovisningen och är enligt följande:

- Y Tidsåtgång för körning med skördaren.
- Y Tidsåtgång för fällning och upparbetning av träden.
- Y Övrig verktid.

## Tidsåtgång för körning med skördaren

De studier som ingår i datamaterialet har inte varit upplagda för att kartlägga olika terrängfaktors inverkan på prestationen. Detta har medfört att variationen hos terrängen är liten. Möjligheterna att utforma en modell för denna faktor har därför varit begränsade. Studier som utförts i slutavverkning (Brunberg, T., 1988) har dock givit en generell modell för körtiden med skördare. Modellen innehåller uttryck för olika prestationspåverkande faktorer samt ett uttryck för hastigheten, med vilken det är möjligt att nivålägga modellen. Uttrycket för körtiden har prövats på studierna i gallring och befunnits stämma ganska bra för den lätta terräng som förekom i studierna.

Modellen för tidsåtgången för körning är följande:

$$T = 1\,000\,000 / (S \cdot U \cdot K \cdot [1 + (50/U) - (0,1 \cdot Y) - (0,1 \cdot L)])$$

där

T = tidsåtgång, cmin/träd

S = slagbredd, m

U = uttag, antal stammar/ha

K = uttryck för hastigheten, m/min

Y = ytstrukturklass (1-2)

L = lutningsklass (1-2)

### Modellfaktorer

I ovanstående formel utgör den del som tecknas  $K \cdot [1 + (50/U) - (0,1 \cdot Y) - (0,1 \cdot L)]$  ett uttryck för hastigheten (H) vid förflyttning av skördaren. Förenk-

lat kan således modellen skrivas  $1\,000\,000 / (S \cdot U \cdot H)$ . Förklaringen till formelns utseende framgår av nedanstående:

- Y För att få fram skördarens körsträcka per hektar divideras  $10\,000\text{ m}^2$  med slagbredden ( $10\,000/S$ ).
- Y Divideras den erhållna körsträckan med hastigheten erhålls körtiden per hektar ( $10\,000/S \cdot H$ ).
- Y Divideras slutligen körtiden per hektar med uttaget per hektar erhålls körtiden per träd ( $10\,000/S \cdot U \cdot H$ ).
- Y Genom att multiplicera täljaren i ovanstående uttryck med 100 omförs hastigheten från m/cmin till m/min.
- Y Hastigheten (H) är beroende av stamantal, ytstruktur och lutning. Stamantalsberoendet förklaras av att start och stopp ingår i körtiden, d.v.s. ju tätare träden står, desto fler uppställningsplatser blir det med åtföljande start och stopp.

### Konstanten K

K är i modellen en konstant och ett uttryck för den hastighet med vilken skördaren förflyttas vid ytstrukturklassen 1 och lutningsklassen 1. Räknetekniskt används konstanten för att nivålägga modellen till studiematerialet. I tabell 3 återges det beräknade värdet hos K för olika gallringsmetoder.

**Tabell 3.**  
Konstanten K för olika gallringsmetoder.

Gallringsmetod	K
Stickväg	15,6
Stickväg + stråk	15,4
Stickväg + motm. mz.	20,2

Det bör observeras att K inte är densamma som den reella hastigheten, vilket beror på modellens utformning. Vill man få fram den reella hastigheten skall de angivna värdena för K multipliceras med en faktor som för det här materialet är ungefär 0,85.

## Slagbredd

Slagbredden är den genomsnittliga arbetsbredden för maskinen på stickvägen, eller stickvägen tillsammans med stråket när det gäller gallring med stråk. I fallet med stickväg + motormanuell mellanzon räknas upp-arbetningen av de motormanuellt fällda träden som ytterligare en överfart. I tabell 4 återges slagbredden för de gallringsmetoder som förekom i studierna.

**Tabell 4.**  
**Slagbredden (m) för olika gallringsmetoder.**

Gallringsmetod	Medel
Stickväg	18
Stickväg + Stråk	12
Stickväg + motm.mz.	13

## Uttag

Antalet uttagna stammar/ha hos delytorna var i medeltal 914, med en variation mellan 399 och 2 041.

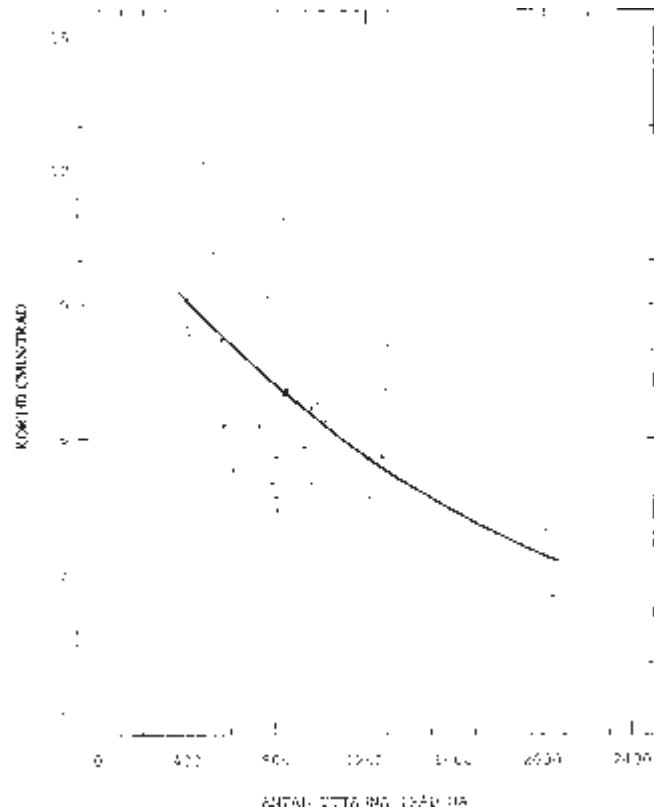
## Terräng

Både ytstruktur och lutning har blivit klassade enligt SkogForsks terrängtypsschema för skogsarbete. Ingen av delytorna hade ett högre värde än 2 för ytstruktur och lutning. Med avseende på dessa båda faktorer var således avverkningarna lätta. Beräknat som ett aritmetiskt medelvärde motsvarade både ytstrukturen och lutningen talet 1,5.

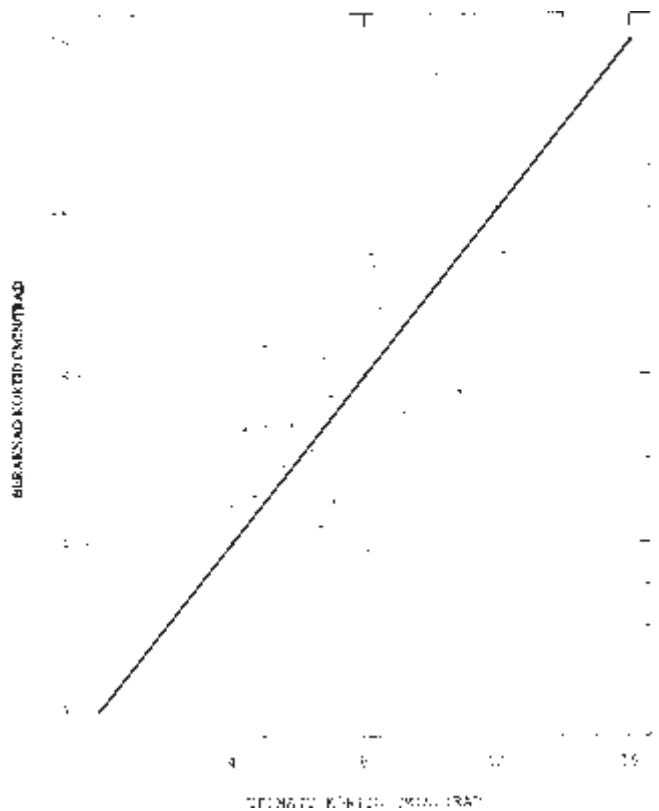
## Uppmätt och beräknad körtid

Den uppmätta körtiden varierar som framgått av modellen för tidsåtgången med ett antal faktorer. För det här materialet är den tyngsta faktorn antalet uttagna stammar per hektar. Grafiskt åskådliggörs detta i figur 1, där varje punkt utgör tidsåtgången hos en delyta.

I figur 1 har även medeltidsåtgången lagts in som en heldragen kurva. Materialet i figuren är inte korregerat för olika förutsättningar hos uttag och terräng. Genom att sätta in dessa i den allmänna formeln och använda den beräknade hastigheten för att nivålägga studierna kan man erhålla en tidsåtgång enligt modellen. Efter insättningen är det möjligt att få en uppfattning om hur den beräknade tiden stämmer överens med den faktiskt uppmätta, genom att plotta dem mot varandra. En sådan grafisk beskrivning återges i figur 2.



**Figur 1.**  
**Körtid (cmin/träd) över antalet uttagna stammar per hektar.**



**Figur 2.**  
**Grafisk återgivning av beräknad tid över faktiskt uppmätt tid.**

Figur 2 skall tolkas så att om den beräknade tiden stämmer överens med den faktiskt uppmätta så kommer en punkt att avsättas längs den linje som löper mellan det nedersta vänstra hörnet och det övre högra. Som framgår av figuren är den allmänna överensstämmelsen god mellan beräknad och uppmätt körtid. De statistiska måtten för sambandet mellan de båda tiderna framgår av bilaga 1.

## Fällning och upparbetning

Vid studierna delades skördarens arbete upp i ett antal moment. I den här redovisningen har emellertid momenten kran ut + fällning, kran in och kvistning-kapning slagits ihop till begreppet fällning och upparbetning. Detta begrepp täcker således alla de moment som behövs för att tillreda ett träd.

### Gruppering av träden

Datamaterialet har bearbetats på trädnivå, d.v.s. med varje träd som observationsenhet, och indelade i huvudgrupperna tall och gran. Inom dessa delades dessutom materialet in i undergrupperna:

- Y Lövträd
- Y Träd fällda från stickvägen
- Y Träd fällda från stråk
- Y Motormanuellt fällda träd
- Y Låggallrade träd
- Y Likformigt gallrade träd
- Y Höggallrade träd

Vid bearbetningen togs en tidsfunktion fram för var och en av de båda huvudgrupperna. Båda innehöll ovanstående undergrupper som fick utgöra s.k. dummyvariabler, liksom de maskiner som ingick.

Grundalternativet i funktionerna valdes som låggallring av träd, vilka nåddes av maskinen från stickvägen. I bilaga 2 återges de statistiska måtten för de båda funktionerna. En närmare granskning av bilagan ger vid handen att tidsåtgången blev väsentligt olika för tall och gran. Detta åskådliggörs i figur 3, som återger skillnaden i tidsåtgång mellan tall och gran över stamvolymen.

En annan väsentlig skillnad mellan trädslagen är hur tidsåtgången påverkas av antalet kvarstående träd. I figur 4 är denna skillnad grafiskt återgiven.

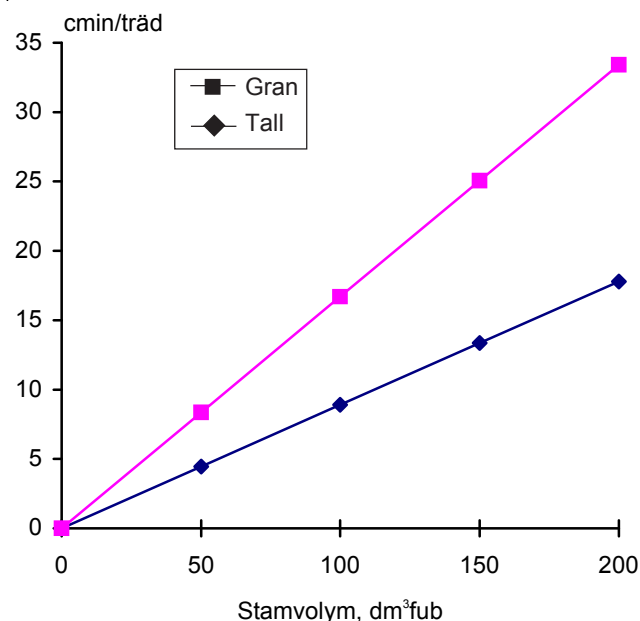
Genom att ta hänsyn till skillnaderna beträffande stamvolym och antal kvarstående träd, samt genom att bilda medelvärden för de övriga grupperna är det möjligt att utforma en funktion som gäller för både tall och gran. Funktionens utseende är följande:

$$T = V \cdot (0,00078 \cdot GA + 0,089) + SEG \cdot (0,025 \cdot GA + 1,9) + 20,3$$

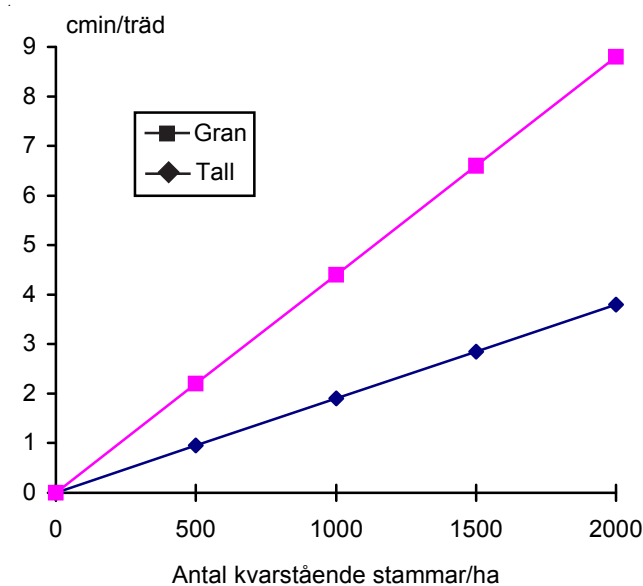
- +2,3 · (A/100) om trädslaget är löv
- +3,4 · (A/100) om träden är tagna från stråket
- +8,3 · (A/100) om träden är motormanuellt fällda
- 1,3 · (A/100) om träden gallrats likformigt
- 1,6 · (A/100) om träden höggallrats

där

- T = tidsåtgång, cmin/träd
- V = stamvolym, dm<sup>3</sup>fub
- GA = granandel, %
- SEG = antal kvarstående träd, 1 000-tal
- A = andel av totala antalet träd, %

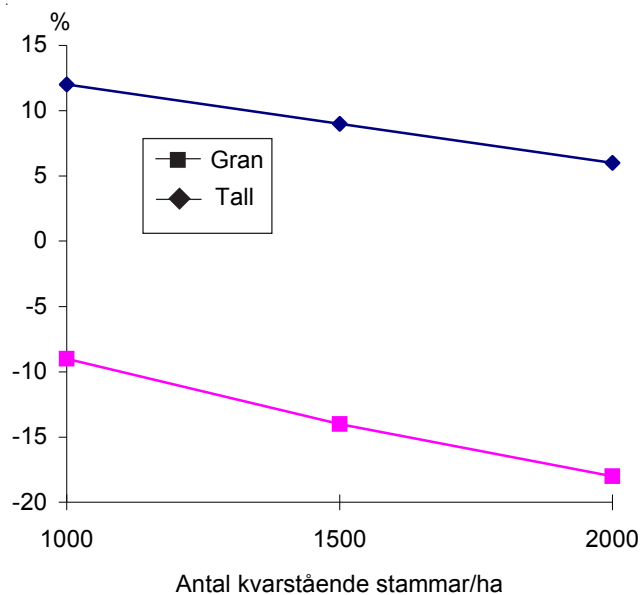


Figur 3. Skillnad i tidsåtgången för tall och gran över stamvolymen.



Figur 4. Skillnad i tidsåtgång för tall och gran över antalet kvarstående stammar per hektar.

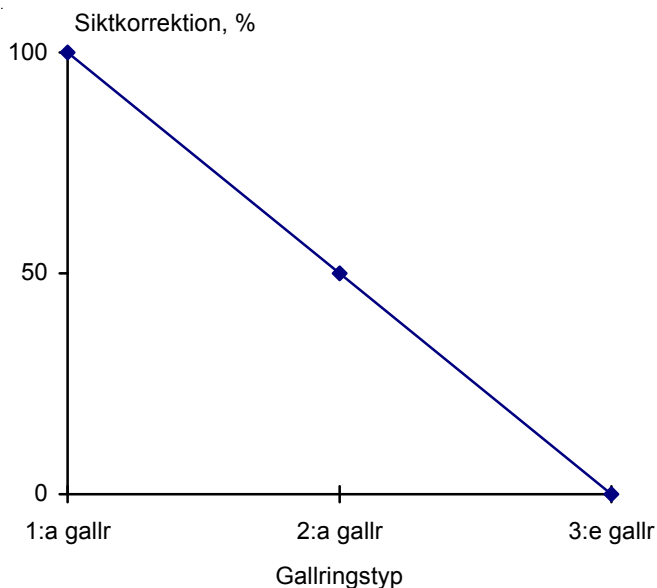
Förutsatt en konstant körtid innebär funktionen att prestationen sänks med ökande granandel och ökande antal kvarstående träd, vilket grafiskt kan beskrivas enligt i figur 5.



**Figur 5.** Prestationsändring (%) för tall respektive gran vid ökande antal kvarstående träd.

## Övrig verktid

Den övriga verktiden utgörs av ”annan tid till gagn för arbetet”. Med detta menas sådant arbete som risning samt tillrättläggning av virke. Dessutom ingår i den övriga verktiden viss tid som gick åt för att svänga in kranen före nästa förflyttning på uppställningsplatserna. Den totala övriga verktiden blev 4,3 cmin/träd för hela materialet.



**Figur 6.** Sikt-korrektion för olika gallringstyper i granskog.

## Gallringstyp

Merparten av undersökningarna i redovisningen avser förstagallring. Under vintern 1996/1997 utfördes dock kompletterande studier, vilka syftade till att klarlägga hur arbetet i andragallring förhöll sig till förstagallring. Studierieten bekräftade de här redovisade resultaten. Dessutom visade studierna att siktens inverkan på prestationen när det gäller gallring av tall är negligerbar.

För andragallring i granskog halverades siktens inverkan jämfört med förstagallring. Utifrån studieresultaten kan man även förmoda att siktens inverkan i tredjegallring av gran är ringa.

Siktens inverkan på prestationen i olika gallringstyper i granskog skulle således kunna sammanfattas med en korrektion enligt figur 6.

Innebörden av ovanstående korrektioner framgår av exemplet till produktionsnorm, sidan 4 och 15.



# Diskussion

De återgivna studieresultaten bygger på undersökningar som genomförts under en tidsperiod om 3 år. Materialet har primärt inte samlats in för att utgöra underlag till en produktionsnorm, utan mer för att belysa olika frågeställningar avseende gallringsmetoder och gallringsformer.

I vissa fall har även olika maskintyper prövats. Ursprungsmaterialet har således varit ganska heterogent och insamlat på lite olika sätt. Trots detta har det varit möjligt att kvantifiera de tyngre prestationspåverkande faktorerna.

## Maskintyper

De båda maskintyper som ingår i studiematerialet är dels stickväsgående, dels beståndsgående engreppsskördare. Det som skiljer dessa båda åt är bl.a. maskinstorleken. De beståndsgående, mindre maskinerna är i första hand avsedda för gallring av klena bestånd. Tidigare studier har också påvisat en större terrängkänslighet hos de beståndsgående maskinerna, vilket bör uppmärksammas vid användningen av tidsformlerna.

## Körning

Den körtid som redovisats avser all körning inom den studerade ytan. En fördel hade varit att kunna separera stickvägskörningen från stråkkörningen. Materialet har dock inte varit så detaljerat att det varit möjligt att göra en sådan uppdelning.

## Fällning och upparbetning

Den skillnad i tidsåtgång för tall och gran som angivits avser gallring av tidigare ogallrade, trädslagsrena bestånd och härrör troligen från att de båda trädslagen representerar helt skilda gallringsmiljöer, t.ex. när det gäller sikten. Ett faktum som styrker detta är att den direkta skillnaden i tidsåtgång för fällning och upparbetning i tallmaterialet blev ca 1,7 cmin.

Tidigare underlag för produktionsnormer har använt antalet uttagna stammar per hektar som uttryck för de problemträden i beståndet orsakar. I och med att gallringsformen blivit flexiblare har emellertid antalet kvarstående träd blivit en faktor som bättre beskriver prestationspåverkan.

Gallringsmetodens påverkan på tidsåtgången har fångats upp genom att dela upp träden i grupperna:

- Y Träd tagna från stickvägen
- Y Träd tagna från stråket
- Y Motormanuellt fällda träd

Vid beräkning av tidsåtgången för olika metoder skall den angivna tiden vägas med andelen träd i respektive grupp. I det här materialet blev andelen stråkräd ca 30 % och andelen motormanuellt fällda träd 17 %.

För gallringsformerna likformig gallring och höggallring erhöles en negativ tidsåtgång i förhållande till låggallring för både tall och gran. Det troliga skälet till detta är att andelen stickvägsträd ökar med ökande gallringskvot.

Konstantens värde i de återgivna funktionerna utgör ett sammanvägt värde för de maskiner som ingick i regressionsfunktionen.

Orsaken till att ingen åtskillnad gjorts mellan maskintyperna är att de påverkades på ett likartat sätt av huvudvariablen.

# Tillämpning av studieresultaten

Tidigare avsnitt har syftat till att ge en så god bild som möjligt av resultaten från de genomförda studierna. De funktioner och samband som presenterats är emellertid inte direkt praktiskt användbara, utan utgör bara den första delen i det arbete som måste genomföras för att utforma en produktionsnorm. Normalt ingår följande steg i detta arbete:

- Y Tidsstudier genomförs, vilka resulterar i ett antal tidsformler.
- Y Tidsformlerna korrigeras erfarenhetsmässigt, bland annat med hänsyn till faktorer eller faktorkombinationer som inte beaktats.
- Y Underlaget omformas för att göra det mer praktiskt användbart.
- Y Produktionsnormen nivåläggs mot existerande norm och/eller på grundval av detaljerad uppföljning.
- Y Normen revideras fortlöpande.

Som hjälp vid utformningen av en produktionsnorm för engreppsskördare i gallring presenteras i det följande en tillämpning av studieresultaten.

## Traditionell produktionsnorm

En traditionell produktionsnorm utgår från den beräknade produktionen i ett typiskt avverkningsobjekt. Produktionen hos andra objekt beräknas sedan med hjälp av korrektioner. Basen i produktionsnormen utgörs av en grundtabell, vilken ger produktionen som funktion av den viktigaste faktorn. Vid avverkning är

denna oftast objektets medelstamvolym. Utöver grundtabellen innehåller normen korrigeringstabeller, ur vilka tillägg eller avdrag för olika försvårande eller förenklande faktorer kan avläsas.

De sålunda avlästa korrektionerna summeras, och prestationen räknas fram med hjälp av grundtabellen.

## Tillämpningsexempel

Med studieresultaten som grund återges här ett exempel på hur de faktorer som extraherats ur studiematerialet skulle kunna ingå i en praktisk norm för engreppsskördare i gallring.

Normen baserar sig på studerad  $G_0$ -tid. För att erhålla träd/ $G_{15}$ -tim i grundtabellen har således en omformning skett, genom att tidsåtgången först har ökat med faktorn 1,30. I detta påslag om 30 % ingår avbrott mindre än 15 minuter, studieeffekter samt att de förare som deltog var bättre än genomsnittet. Efter justering har antalet träd per  $G_{15}$ -tim beräknats genom att dividera 6 000 med den framräknade tidsåtgången. Omföringen motsvarar 23 % sänkning från den effektiva prestationsnivån vid studierna.

Korrektionstabellerna är uttryckta i procent och har om inget annat angetts beräknats med följande förutsättningar:

- Y Likformig gallring från stickväg
- Y Medelstamvolym: 0,075 m<sup>3</sup>fub
- Y Trädslagsblandning: 50 % tall och 50 % gran
- Y Ytstruktur: 1
- Y Lutning: 1

## Exempel på produktionsnorm som innehåller de extraherade faktorerna

### Grundprestation

Medelstam, m <sup>3</sup> fub	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20
Träd/G <sub>15</sub> -tim	129	113	100	90	82
m <sup>3</sup> fub/G <sub>15</sub> -tim	5,2	9,0	12,0	14,5	16,4

### Antal uttagna träd/ha

Antal uttagna träd/ha	500	600	700	800	900	1 000
Korrektion, %	-8	-6	-4	-2	-1	0

### Antal kvarstående träd/ha och gallringstyp

Antal kvarstående träd/ha		500	1 000	1 500	2 000
Gallringstyp	Tall och Tredjegallr. gran	15	12	9	6
	Andragallring gran	4	0	-4	-7
	Förstagallring gran	-5	-9	-14	-18

### Lövträd

Andel lövträd, %	0	25	50	75	100
Korrektion, %	0	-1	-3	-4	-5

### Räkneexempel för beräkning av produktion

I följande exempel återges hur korrektionen i ett andragallringsbestånd av gran beräknas samt hur summan av korrektionerna används för att fastställa prestationen i träd/G<sub>15</sub>-tim.

Förutsättningar	Värde	Prestation, träd/G <sub>15</sub> -tim	Korrektion, %
Medelstam, m <sup>3</sup> fub	0,12	100	
Antal uttagna träd/ha	750		-3
Antal kvarstående träd/ha	1 250		-2
Andel lövträd, %	25		-1
Summa korrektion, %			-6

Beräknad prestation  $100 \cdot (1 - (6/100)) = 94$  träd/G<sub>15</sub>-tim.

# Referenser

- Brunberg, T. 1988. Underlag för prestationsnormer för skördare i slutavverkning. Skogsarbeten, Redogörelse nr 4.
- Brunberg, T. & Norden, B. 1997. Studier av Ponsse HS 10 i första och andra gallring. SkogForsk, Stencil 1997-04-25.
- Frohm, S. & Thor, M. 1993. Nya gallringsformer och gallringsmönster studier genomförda på Sonstorps Bruk 1993. SkogForsk, Stencil 1993-12-07.
- Frohm, S. 1995. Kostnader och kvalitetsresultat vid förstagallring i tallbestånd med olika gallringsformer och stickvägsavstånd. Studier genomförda hos Korsnäs AB hösten 1994. SkogForsk, Stencil 1995-12-06.
- Thor, M. 1993. Olika gallringsformer och stickvägsavstånd vid förstagallring av tall. Studier av olika gallringsmönster med stickvägsgående och beståndsgående skördare genomförda hösten 1993 hos Stora Skog AB. SkogForsk, Stencil 1993-12-20.
- Thor, M. 1995. Alternativa gallringsformer vid förstagallring av gran. Studier av gallring med Valmet 901/942 och Rottne 2000 engreppsskördare hos Stora Skog AB februari 1995. SkogForsk, Stencil 1995-05-15.
- Thor, M. 1996. Stråkkörning med mellanstor engreppsskördare. Studier av selektivitet och prestation vid förstagallring av tall hos MoDo Skog AB. SkogForsk, Arbetsrapport nr 311 1996.
- Thor, M. 1996. Stråkkörning med mellanstor engreppsskördare. Studier av selektivitet och prestation vid förstagallring av gran i samarbete med MoDo Skog AB och Åtvidabergs Trävaru AB. SkogForsk, Arbetsrapport nr 322 1996.
- Thor, M. & Frohm, S. 1997. Tvingande och selektivt uttag i gallring: Vad betyder maskinstorlek och stickvägsavstånd? SkogForsk, Resultat nr 5 1997.

## Statistisk säkerhet för körtiden

Formeln för körtiden är manuellt framtagen varför några statistiska mått inte är möjliga att presentera. Det är dock möjligt att beskriva sambandet mellan

den beräknade och den uppmätta körtiden i figur 2. Vid regressionen tvingades regressionslinjen genom origo.

	Förklarande variabel Uppmätt körtid	Beroende variabel Beräknad körtid
Regressionskoefficient	1,04	
Medelfel	0,06	
Medelvärde	6,7	7,3
Standardavvikelse	2,2	2,7
Residualspridning		2,4
Multipl korrelationskoefficient, %		95
Antal		27

## Bilaga 2

### Statistisk säkerhet för fällning och upparbetning

#### Förklarande variabler.

Förklarande variabler	Tall		Gran	
	Regressionskoefficient	Medelfel	Regressionskoefficient	Medelfel
Stamvolym, dm <sup>3</sup> fub	0,089	0,003	0,167	0,003
Antal kvarstående träd/ha, 1000-tal	1,85	0,89	4,38	0,53
Lövträd	2,55	1,17	1,99	1,17
Stråkräd	3,08	0,39	3,78	0,44
Motormanuellt fällda mellanzonsträd	6,69	0,48	9,90	0,92
Likformig gallring	-1,12	0,35	-1,42	0,45
Höggallring	-0,76	0,47	-2,45	0,65
Konstant	21,1	-	19,5	-

#### Beroende variabel.

Fällning och upparbetning	Tall	Gran
Medelvärde	30,0	39,1
Standardavvikelse	10,1	16,3
Residualspridning	8,3	11,8
Multipl korrelationskoefficient, %	56	69
Antal	5 335	6 835