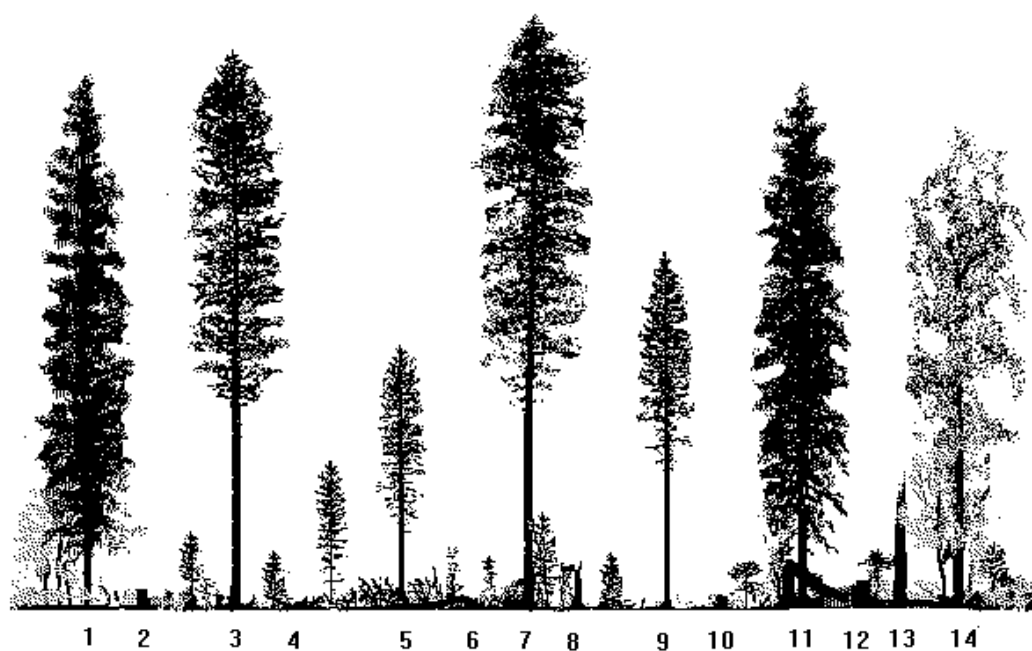


# Ekonomisk effekt av hänsyn till tallars sågtimmerkvalitet

Mats Hagner

2014-07-14



UBICON

ISSN 1654-4455

Rapport 2, 2014

---

UBICON, Blåbärsvägen 19, 903 39 Umeå, Sweden. Tel 070-64 222 44

Epost [mats.hagner@allt2.se](mailto:mats.hagner@allt2.se) Org.nr: 340827-8210. <http://www-sekon.slu.se/~mats>

---

## Sammanfattning

Här uttrycks de ekonomiska effekterna i det netto per kubikmeter som skogsägaren får efter försäljning av virket när det ligger vid bilväg, dvs. drivningsnettot. Kostnaden för avverkning och terrängtransport har dragits ifrån inkomsten av virket.

Effekten av minskad täthet i virkesodlingen är positiv men blygsam i förhållande till effekten av timmerkvaliteten, maximalt 10 %.

Oavsett om man odlar tall tätt eller glest har kvaliteten i de fullstora träden mycket stor inverkan på nettot. Detta stegras 2.3 till 2.5 gånger om en tall ger första klass timmer i bottenstocken och klass 3 i övriga stockar, jämfört med om tallen är så dålig att den endast ger massaved.

Om en liten tall har goda egenskaper och en diameter på 11 cm bör den odlas vidare till full storlek eftersom nettot stiger 8 gånger.

Vid idealiska förhållanden för virkesodling enligt Naturkultur, då en certifierad trädmärkare ser till att endast tallar med högt framtida värde friställs kan nettot maximalt öka 3 gånger, dvs. öka med 200 %.

Om man räknar in vad som redan kan vinnas utan medverkan av en certifierad trädmärkare:

\*\* genom att hålla skogen naturligt skiktad, dvs. om stora och små träd står blandade

\*\* genom att på förhand kosta på sig en laserskanning och ett efterföljande gallringsförslag skapat med dator

och vad som förloras:

\*\* genom att trädmärkaren många gånger möter en trädgrupp som inte innehåller några träd med varierande timmerkvalitet, dvs. att urval saknas

\*\* genom att trädmärkaren skall ha betalt för sitt arbete

återstår trots detta en nettoökning på 31 %. Består skogen av enbart gran, där sågtimmerpriset varierar mindre, reduceras nettoökningen till 25 %.

Att utbilda skördarförare, som tar tid på sig att korrigera uppenbara fel i trädvalet, är inget lönsamt alternativ till att anlita en certifierad trädmärkare.

*Ämnesord: kvalitet, sågtimmer, ekonomi, manuell trädmärkning, stämpling, naturkultur, laserskanning, datoriserad, gallring, certifierad, skogsägareförening, specialsortiment.*

## Inledning

För en skogsägare är drivningsnettot, dvs. ersättningen för virke när det har fraktats till sågverket och blivit värderat av virkesmättningsföreningen, det bästa uttrycket för värdet av en avverkning. Kostnaden för avverkning och terrängtransport är alltid utgifter som är ofrånkomliga för skogsägaren. Ju grövre sågtimmer desto mer betalar sågverket. Diametern på stockarna har alltså stor betydelse. Köparens ersättning handlar dessutom om hur stora och många kvistmärken som syns på stocken och om det förekommer skador på sågtimret, exempelvis krökar. Både stockarnas dimensioner och kvaliteten mäts av virkesmättningsföreningen innan det läggs in i sågverkets lager.

Märkning av de träd som skall gallras bort vid en gallring enligt Naturkultur, kan idag utföras av personer med certifikat i Naturkultur. Vid detta arbete tas hänsyn till både trädens storlek och till sågtimrets kvalitet. Märkningen sker så att trädgruppen på lång sikt ger optimalt utbyte, såväl i ekosystemtjänster som i pengar för virke.

Hagner (2000) lät personal från virkesmättningsföreningen bedöma tallars kvalitet i skogen på två platser. I Åliden var skogen uppkommen genom självföryngring och en kunnig skogsman hade gallrat bort sämre träd. I Grundträsk hade tallarna vuxit upp på ett kalhygge, och två konventionella röjningar hade utförts. På båda ställena var diametern hos tallarna ungefär densamma, 19 resp 21 cm. Prislistan för sågtimmer hämtades från skogsägareföreningen 1999.

Kvalitetsutfallet i % av bottenstockarna (klass 1,2,3,4,5) var: Åliden 26, 0, 54, 20, 0, Grundträsk 0, 0, 40, 42, 18. En ekonomisk värdering visade att tallarna i Grundträsk kommer att ge bottenstockar med ett värde som vid skörd är 80% av värdet i Åliden. Vid bästa skördetyp, friställning av de bästa, blir värdet i Grundträsk endast 65%. Om Grundträskbeståndet körs utan gallring, dvs. med ökande slutenhet till en slutavverkning får bottenstockarna ett värde av endast 18% av det i Åliden. Med justering för tiden, 20-30 års senareläggning i Åliden, blir de 18% i stället 41%. Nuvärdeförlusten på grund av en sämre kvalitet är alltså 20-59%, beroende på vilken skogsskötsel man tillämpar.

Hagner (2011) beräknade att drivningsnettots fördubbling vid upprepade gallringar enligt metoden Naturkultur hade sitt ursprung i:

\*\*ökande grovlek på virke, dimensionseffekten

\*\*förbättrad kvalitet hos sågtimret, kvalitetseffekten

\*\*att man vid Naturkultur utnyttjar konkurrensen mellan träd, konkurrensseffekten

Storleken på dessa effekter beräknades till: 40 %, 14 %, 41 %. Om man vid gallring tar hänsyn till alla dessa effekter bör de multipliceras med varandra:  $1.4 * 1.14 * 1.41 = 3.01$

Metoden Naturkultur resulterar i att unga träd växer upp i konkurrens med större äldre träd. Detta leder till en hög sågtimmerkvalitet med jämn årsringsutveckling, liten andel ungdomsved och få och klena grenar (Eikenes et al 1995, Lindström 1997 a,b). Detta innebär att sågtimrets kvalitet blir bra utan något mänskligt ingrepp, dvs. helt gratis. Om gallring enligt Naturkultur ger maximalt utbyte av konkurrensen mellan olikstora träd, kan man alltså inte undvika att automatiskt förbättra sågtimrets kvalitet. En viktig fråga är då, om det är ekonomiskt motiverat att kosta på sig en manuell granskning av trädens potentiella kvalitet.

Det modernaste sättet att kartlägga skogens resurser är att mäta avståndet mellan mark och flygplan med hjälp av laser, laserskanning. Om denna utförs med stor noggrannhet blir resultatet en digital bild som skildrar markens topografi, trädens position och de större trädens längd. Dessa uppgifter gör det möjligt att låta datorn föreslå en gallring enligt Naturkultur, som enbart utgår från trädens position och storlek (Hagner 2013). Sågtimrets dimension kan beräknas utifrån trädets höjd, men timrets kvalitet kan inte utläsas från laserskanningens data.

I detta arbete testas hypotesen:

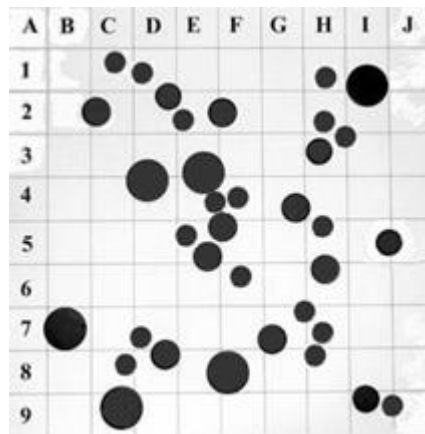
*Det ekonomiska resultatet vid virkesodling enligt metoden Naturkultur blir förbättrat mer än 20 % av att en manuell granskning kompletterar en datoriserad gallring grundad på enbart trädstorlek.*

## Material och metod

Den negativa effekten av ökande kubikmassa och hög gallringsstyrka, som konstaterats i de långsiktigt drivna försöken med blädning (Bilaga 2), inkluderas i beräkningarna

Materialet är teoretiskt sammanställt (Figur 1). Det utgör underlaget till den datoriserade gallring som är skildrad i Hagner (2013). Skogen antas bestå av tallar och granar med endast tre olika diametrar, 11, 20 och 30 cm. Dessa förekommer slumpmässigt i följande antal: 17, 12, 6, på yta på 182 m<sup>2</sup>. Alla mindre träd än 11 cm är inte utritade, därför att det vid gallring med dyra maskiner inte är ekonomiskt motiverat att hantera småträd.

Figur 1. Vid trädmärkning beaktar trädmärkaren inte träd med mindre diameter än 11 cm. I denna teoretiskt framställda skog finns det endast träd med diametrarna 11, 20 och 30 cm. Den stående kubikmassan av dessa träd är 142 m<sup>3</sup>sk/ha.



### Antaganden

#### Räntenivå

Vid kontinuerlig gallring enligt metoden Naturkultur anses ekonomisk mognad uppnås i ett träd när tillväxten ökar drivningsnettot i den takt som motsvarar den realränta som skogsägaren kan uppnå vid alternativ placering av sina pengar. I detta arbete har denna ränta angivits till 3 %.

#### Modellen Tree

Beräkningarna som är gjorda med datormodellen Tree (Hagner 1999) förutsätter följande: norra Sverige, räntenivå 3 %, andel avverkad volym 50 %, andel avverkningskostnad som är fast knuten till trädet 50 %, aktuell avverkningskostnad 100 %, tallmassaved 330 kr/m<sup>3</sup>, tall, diameter i brösthöjd 11 cm, bonitet T20, diameterkvot 1, ingen plantering, fullt utvecklad krona 100 %, timmerprislista Sveaskog 2012

#### Modellen Group

Vid beräkningarna som är gjorda med datormodellen Group (Hagner 2003) har följande värden använts:

GROUP	Använda värden	
Antal år		600
Bonitet		5
Provytans areal		79
Räntekrav		3
Största årsring		5
Trädslag		Tall
Variation i diam.		0
Återv.kostn. År 1		0
Gallr. plockhuggn.		Ja
Proc av antal pl.		10
Cykler		0

### **Trädmarkarens reducerade möjlighet till urval.**

Variationen i virkeskvalitet mellan de få träden inom en trädgrupp kan vara allt ifrån ingen alls, till att vara maximal. I detta arbete antas att trädmarkarens möjligheter är så begränsade att effekten sjunker till hälften (50 %) av det möjliga.

### **Skördarförarens möjlighet till urval.**

En utbildad skördarförare kan givetvis korrigera uppenbara misstag vid val av träd. I detta arbete görs försök att beräkna värdet av att skördarföraren ersätter en certifierad trädmarkare som enbart granskar det förslag till urval som datorn har gjort med ledning av trädens storlek. Denna effekt antas vara 10 %.

### **Kvalitetsförbättring av att odla träd i skiktad skog**

Som nämnts i inledningen skapas ett gynnsamt växtsätt av att unga träd växer upp bredvid stora träd (Eikenes et al 1995, Lindström 1997 a,b, Hagner 2000). I detta arbete antas att den automatiska kvalitetsdaningen från bruk av skiktad skog ger en fjärdedel av den förbättring som maximalt kan uppkomma.

### **Fastighetens produktion i m<sup>3</sup>/år och ha.**

Skogsägaren vet att hans skogsmark uthålligt levererar 5 m<sup>3</sup> per år och hektar. Om han äger 50 ha, producerar fastigheten alltså 250 m<sup>3</sup> per år. Om han gör en avverkning vart tionde år bör han kunna sälja 2500 m<sup>3</sup> vid varje avverkning.

## **Resultat**

### **Drivningsnetto**

Drivningsnettot per m<sup>3</sup>fub, dvs. vad skogsägaren får behålla efter utlägg för avverkning och terrängtransport, är ett bra uttryck för skogsägarens intresse för sin odling av träd.

Tabell 1. Data beräknade med modellen Tree (Hagner 1999).

Förkortningar													
dia	cm	Diameter i brösthöjd, dvs stammens diameter 1.3 m ovan mark											
nv	SEK	Nuvärde, dvs. trädets värde diskonterat med ränta tillbaka i tiden till år 0											
dn	SEK	Drivningsnetto, dvs. trädets värde vid bilväg minskat med kostnaden för avverkning och terrängtransport											
m3	m3sk	Skogskubikmeter, dvs. mängden virke i hela trädets stam, inklusive bark (ca 1.27 * volymen virke under bark)											
år 0		Året när beräkningen sker, dvs. nu											
mx		Maximalt, dvs. det högsta värdet som trädet kan uppnå											
akt		Aktuellt, dvs. trädets värde år 0											
kval		Trädets kvalitet, dvs. sågtimmerklassen för bottenstocken, andra stocken, respektive tredje stocken. Stockarnas längd 4.5 m.											

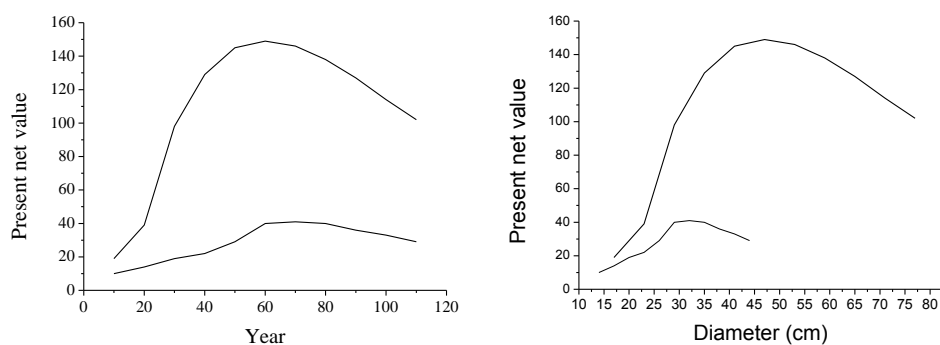
Diameter år 0	Diameter vid mx nv	Kvalitet	Aktuellt dn/m3	Aktuellt dn/träd	Aktuellt nv	Mx dn/m3 i % av akt dn	Maximalt dn/m3	Maximalt dn/träd	Maximalt nv	Maximalt dn/m3 i %	Maximalt dn/träd i %	Maximalt nv i %
Trädet friställs så mycket att det kan växa med 3 mm årsring												
11	47	133	85	3	3	816	694	876	149	232	174	233
11	53	444	85	3	3	447	380	639	81	127	127	127
11	53	555	85	3	3	352	299	504	64	100	100	100
Trädet lämnas med många konkurrenter i närheten, det växer med 1.5 mm årsring												
11	32	133	85	3	3	798	678	325	41	250	396	216
11	26	444	85	3	3	405	344	103	24	127	126	126
11	26	555	85	3	3	319	271	82	19	100	100	100

### **Drivningsnetto per träd när de uppnått ekonomisk mognad och odlas antingen tätt eller glest**

Av tabell 1 framgår att om de största träden i en tallskog står så fria från konkurrens att de har en årsring på 3 mm, är de ekonomiskt mogna vid ungefär 50 cm diameter, och har en gagnvirkesvolym på 1.26 m<sup>3</sup> fub. Dessa stora träd lämnar då ett drivningsnetto per kubikmeter som varierar från 504 (100 %) till 876 (174 %) kr/träd. Spännvidden beror på skillnad i sågtimmerkvalitet. Det lägsta värdet innebär att tallen inte duger till annat än massaved. Det högsta värdet innebär att bottenstocken ger timmer av klass 1, och att stockarna högre upp i stammen ger timmer av klass 3.

Om man låter de största träden stå så tätt att de endast kan växa med 1.5 mm årsring, uppnås mognad vid mycket klenare diameter, 26-32 cm (Tabell 1). De har då ett värde på 82 (100 %) -325 (396 %) kr/träd och en gagnvirkesvolym på 0.48 m<sup>3</sup> fub. Uttryckt i procent är värdet av de ekonomiskt mogna träden av dålig kvalitet 515 % högre när de odlats glest, jämfört med om de odlas tätt. Motsvarande siffra för de mogna träden med hög kvalitet är 132 % högre när de odlas glest.

Den till synes gynnsamma effekten av att odla träden glest, så att de blir väldigt stora och värdefulla innan de når ekonomisk mognad, blir synlig av kurvorna i figur 2.



Figur 2. Nuvärdet hos ett träd med diametern 11 cm som lämnas att växa vidare (Present net value). År anges med Year. Lämnas många träd i närheten växer det med 1.5 mm årsring (den nedre kurvan), om trädet friställs växer det med 3 mm årsring (den övre kurvan).

### **Effekten av trädstorlek uttryckt i drivningsnetto per m<sup>3</sup>fub**

Enligt tabell 1 skiljer sig drivningsnettot, räknat i m<sup>3</sup>fub, inte mycket mellan ekonomiskt mogna träd som vuxit glest, från drivningsnettot hos träd som vuxit tätt. Uttryckt i procent är skillnaden endast  $694/678 = 2\%$  för träd med högsta kvalitet, och  $299/271 = 10\%$  för träd med lägsta kvalitet.

### **Effekten av timmerkvalitet uttryckt i drivningsnetto per m<sup>3</sup>fub**

Vid gles odling stegras drivningsnettot  $694/299 = 232\%$ , dvs. 2.3 gånger om en tall levererar hög sågtimmerkvalitet, jämfört med om den är så dålig att den bara ger massaved (Tabell 1). Vid tät odling är motsvarande siffra  $678/271 = 250\%$ , dvs. 2.5 gånger.

### **Den sammantagna effekten av skogens täthet, trädstorlek och timmerkvalitet uttryckt i drivningsnetto per m<sup>3</sup>fub.**

Om man odlar träd glest och genom manuellt arbete i skogen väljer ut de allra bästa träden blir drivningsnettot per kubikmeter (Tabell 1) 694 kr. Detta förutsätter att man låter träden växa tills de är ekonomiskt mogna. Odlar man tallar med mycket dålig kvalitet tätt och skördar dem när de mognat, får man ett netto per kubikmeter på 271 kr. Uttryckt i procent är skillnaden  $694/271 = 256\%$ , dvs. man får ett 2.56 gånger så högt netto per kubikmeter.

I det konventionella kalhyggesbruket skördas  $\frac{3}{4}$  av alla träd i röjningar och gallringar, dvs. innan de uppnått ekonomisk mognad. Av tabell 1 framgår att ett träd med 11 cm brösthöjdsdiameter ger ett netto per kubikmeter på 85 kr, oavsett kvalitet. Om en liten tall med goda förutsättningar att ge hög timmerkvalitet, bör den givetvis odlas vidare därför att värdet stegras ( $694/85 = 816\%$ ) 8 gånger, uttryckt i drivningsnetto per kubikmeter.

### **Effekten av odlingstätheten studerad med hjälp av modellen Group**

Datormodellen, som inte tar hänsyn till någon skillnad i virkeskvalitet, visar att tillväxten per år och hektar blir något lägre, 93 %, om man endast har 253 träd/ha, jämfört med att ha 886 träd/ha (Tabell 2). Trots den högre produktionen, vid tät odling, sjunker det långsiktiga kassaflödet. Den glesare odlingen ger större årsring som leder till att ekonomiskt mogna träd är grövre som enligt ovan ger mer än dubbelt så högt drivningsnetto per träd. Trots detta visar det sig att det långsiktiga kassaflödet inte ökar med mer än 11 %. I den täta gruppen finns många stora träd vid start. Detta ger stora inkomster nära i tiden vilket gör att nuvärdet blir 20 % större än i den glesa gruppen.

Tabell 2. Data beräknade med datormodellen Group.

Alternativ nr	Antal träd per ha	Antal träd inom ytan	Diameter cm	Tillväxt m3/år	Volym per avv. m3/ha	Medel diameter	Medel-årsring mm	Drivnetto per träd	Kassa-flöde Kr/ha, år	Nuvärde Kr/ha
1	253	2	30,11	5.0	149	39.5	3.19	471	1974	65633
2	886	7	30,21,20,18,11,7,5	5.3	91	27.9	1.56	173	1779	78810
			Alt 1 / Alt 2	94%	164%	142%	204%	272%	111%	83%

Värdena i tabell 2 justerades med hänsyn till de samband som visat sig vid analys av Lantbruksuniversitetets bländningsytor (Hagner och Holm 2003). Dessa försöksytor har behandlats med gallring var tionde år under många decennier. Funktionen (Bilaga 2) visar att tillväxten sjunker när virkesförrådet stiger och när gallringsstyrkan ökar. Den sammantagna effekten av dessa två variabler visade att tillväxten i den glesare gruppen (Alternativ 1) skall ökas med 6.44 %, i förhållande med den tätare gruppen.

Tabell 3. Data från tabell 2 som justerats med hjälp av en funktion hämtad från Hagner och Holm (2003) (Bilaga 2).

År mellan gallringar	m3/ha före gallring	Garllring uttag m3/ha	Gallring uttag av volym, %	Tillväxt/ha m3/år justerat	Kassa-flöde justerat	Nuvärde justerat
30	116	37.25	21.41	5.3	2101	69859
17	158	26.53	16.79	5.3	1779	78810
176%	73%	140%	128%	100%	118%	89%

Efter uppräknig av tillväxten i den glesare skogen framgår att kassaflödet i denna grupp blir 18 % högre än i den tätare gruppen. Nuvärdet i den tätare skogen blir 13 % högre än i den glesare skogen. Denna effekt på nuvärdet skulle förbytts till sin motsats, om man utgått från att den första åtgärden i alternativ 1 varit en bortgallring av träden med diametrarna: 21, 20, 18, 7, 5.

## Diskussion

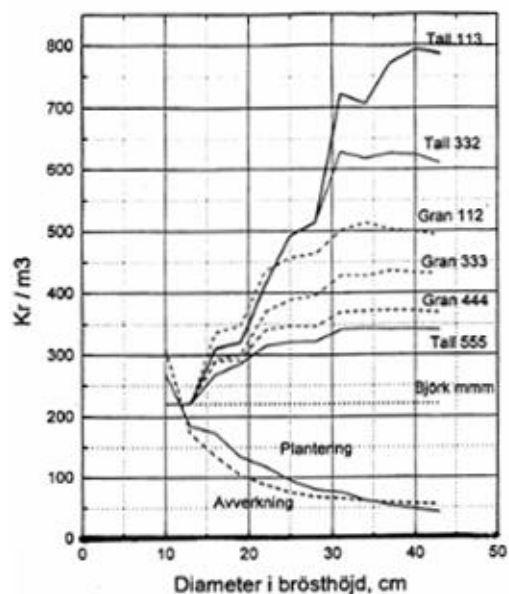
Vid tillämpning av metoden Naturkultur förstärks olikheten i storlek mellan närstående träd inom trädgruppen som omfattar ca 40-400 m<sup>2</sup>. Variationen mellan trädgruppernas areal framkallas av växlande bonitet. I trädgruppen lämnas 2-7 träd vid varje gallring. Vid all trädodling ger de största träden det huvudsakliga nettot. Detta beror på att kostnaden för avverkningen, räknat per m<sup>3</sup> virke, sjunker med trädets grovlek, samtidigt som sågverkets ersättning ökar med toppdiametern på sågstocken.

De flesta sågverk i Sverige accepterar inte sågstockar med en toppdiameter över 30 cm, varför skogsägarens netto kan sjunka kraftigt om träden tillåts bli väldigt grova. Så kallat övergrovt virke kan dock användas för tillverkning av fanér eller till andra specialsortiment, men en skogsägare har svårt att få extra stort netto för grova timmerstockar. Av detta skäl ökar inte drivningsnettot särskilt mycket för träd med diameter över 30 cm (Figur 3).

Bortröjning av småträd kostar pengar utan att det går att sälja någon produkt. Förstagallringar, där man skördar träd med diametrar 8-15 cm, ger sällan något positivt drivningsnetto. Det är först när träd överstiger 15 cm i brösthöjdsdiameter som nettot är positivt och stegringen av nettot är mycket snabb upp till 30 cm (Figur 3).



Figur 3. Intäkt per m<sup>3</sup>ub av trädstammar och kostnad för avverkning och terrängtransport. Dessutom har lagts in kostnaden för plantering om trädet skall ersättas med plantor (3 kr/st) på två meters förband. Trädet anses disponera en yta som står i direkt proportion till grundytan. Eftersom detta är en kvadratisk term medan volymen är en kubisk term, minskar kostnaden för plantering ju större trädet är. Notera att återväxtkostnaden är ungefär densamma som hela drivningskostnaden. Figur hämtad från Hagner (2002).



Ur ekonomisk synvinkel är det givetvis allra bäst om man ständigt kunde skörda endast stora träd. Vid kontinuerlig drift av skiktad skog i Sverige gäller dock att många små träd måste plockas bort. Det beror dels på att den naturliga återväxten normalt är mycket riklig, samt att en stor andel av de halvstora träden har defekter. De kan vara sjuka, krokiga eller ha många och grova grenar i den del av stammen som skall bli sågtimmer.

Det bästa alternativet som testades med modellen Group, där endast två träd lämnas per grupp, kan visserligen förverkligas, men resultatet blir något sämre än det beräknade beroende på att inväxningen i gruppen blir normalt större än ett träd. Man måste då kosta på sig att plocka bort det eller de småträd som vuxit in.

Att den ekonomiskt gynnsamma effekten av att reducera konkurrensen genom att hålla skogen gles, inte är större än 18 % beror på att drivningsnettot planar ut efter att trädet uppnått 30 cm i brösthöjd. Denna ökning kan kallas en sammantagen effekt av dimension och konkurrens.

En stegring av virkeskvaliteten hos tall som skördas när de är ekonomiskt mogna, hade maximalt en effekt på 2.56 gånger. Vid idealiska förhållanden för virkesodling enligt Naturkultur, då en certifierad trädmärkare ser till att träd med högt framtida värde friställs på ett sätt som stämmer överens med boniteten, kan den ekonomiska effekten på nettot per kubikmeter maximalt uppgå till  $1.18 \cdot 2.56 = 3.02$ . Uttryckt i procent vinst är stegringen 202 %. Detta gäller tall och för träd som blir förstklassigt timmer i stället för massaved. Det förutsätter att trädmärkaren är så pigg att han orkar granska även trädens baksida.

Denna stora förhöjning med idealiskt tillämpad Naturkultur skulle bli ännu större om man jämförde med kalhyggesbruk, eftersom det då tillkommer negativa effekter av grova kvistar i första stocken förorsakade av snabb tillväxt på öppna hyggen, stora återväxtkostnader, hjälpplanteringar, röjningar och för stormfällning i alla hyggeskanter. Den ekonomiska effekten av grova kvistar i bottenstocken, fastställdes av Hagner (2000) motsvara en nuvärdeförlust på 20-59%, beroende på vilken skogsskötsel som tillämpas. Denna beräkning gjordes efter virkesmätningsföreningens bedömning av två ungskogar i Västerbotten.

Frågan är hur mycket av den registrerade maximala effekten 202 % som kan uppnås genom en manuell insats av en trädmärkare, i det fall att skogen är laserskannad och det redan föreligger ett datorgenererat gallringsförslag som bygger på trädens storlek. Datorns förslag ger redan effekten av dimension och konkurrens, dvs. 18 %. Den maximala manuella effekten reduceras därför till  $202 - 18 = 184$  %. Denna siffra gäller för en trädgrupp, som utan granskning skulle ge enbart massaved, men efter granskning skulle ge högsta kvalitet. I många trädgrupper gäller emellertid att trädmärkaren inte kan åstadkomma någon kvalitetsförbättring alls, därför att trädens kvalitet är ungefär densamma. I många andra grupper gäller givetvis att träden varken ger sämsta eller bästa kvalitet. Låt oss anta att trädmärkarens möjligheter är så begränsade att effekten sjunker till hälften, dvs. 92 %.



Figur 4. Vid Naturkultur växer unga träd upp i konkurrens med större träd och blir kvalitetsdanade, helt utan mänskliga ingrepp.

I verkligheten innebär Naturkultur att unga träd växer upp i konkurrens med större träd och blir kvalitetsdanade, helt utan mänskliga ingrepp (Eikenes et al 1995. Lindström 1997 a och b). Detta gäller dock enbart för kvistkvalitet, mängden undomsved och avsmalning. Fortfarande gäller givetvis att sjukdom, dubbelstammar, stamkrökar och barkskador kvarstår. Vi antar att den maximala kvalitetseffekten är 202 % och att den automatiska kvalitetsdaningen från bruk av skiktad skog ger en fjärdedel av denna förbättring, dvs. 51 %. Den praktiskt uppnådda värdeökningen var enligt ovan 92 %. Den automatisk framkallade ökningen som uppnås genom bruk av skiktad skog beräknades till 51 % vilket reducerar effekten av manuell trädmärkning till  $92 - 51 = 41$  %.

En skogsägare med 50 hektar kan sälja 2500 m<sup>3</sup> vart tionde år. Nettot per m<sup>3</sup> bör vid Naturkultur bli minst 200 kr/m<sup>3</sup>, dvs. 500 000 kr. Om han skall anlita en trädmärkare för att uppnå den långsiktiga kvalitetshöjningen kan denna öka nettointäkten med 41 %. I vårt exempel innebär detta att nettot ökar till  $1.41 * 500\ 000 = 705\ 000$  kr, dvs. vinsten av trädmärkning av en person med certifikat i Naturkultur blir 205 000 kr. Emellertid måste ersättningen för trädmärkarens arbete dras från vinsten.

En trädmärkare hinner normalt märka träd på en dag som tillsammans ger 200 m<sup>3</sup>. I detta fall skördas 2500 m<sup>3</sup> varför trädmärkaren måste arbeta i  $2500/200 = 13$  dagar. Han vill ha 4000 kr per dag och kostar alltså  $4000 * 13 = 52\ 000$  kr. Skogsägarens nettovinst av trädmärkarens insats blir  $205\ 000 - 52\ 000 = 153\ 000$  kr. Trädmärkaren genererar en nettovinst som är fyra gånger så stor som kostnaden för trädmärkaren själv. Skogsägarens netto ökar från 500 000 till 653 000, dvs. hans vinst ökar med 31 %.

Detta förutsätter alltså att skogen redan har laserskannats och ett förslag till trädmärkning enligt trädstorlekar föreligger. I sådant fall kommer trädmärkaren troligen att hinna korrigera datorns förslag fortare, vilket innebär att kostnaden för trädmärkaren blir lägre än det som redovisats här.

### **Utbildad skördarförare som ersättare till en certifierad trädmärkare**

Ett alternativ är att utbilda skördarföraren till att, vid uppenbara misstag av datorn, korrigera valet av dominant i en trädgrupp. Datorn kan ha föreslagit kvarlämnande av en stor tall med en grov barkdragande gren i förstastocken i stället för en mycket bättre men något klenare tall. Om skördarföraren reagerar på sådant kanske han lyckas höja drivningsnettot i den framtida skogen med 10 %. Detta innebär att nettot av en kombination av datoriserad gallring enligt trädstorlek + utbildning av skördarförare ger en ökning av drivningsnetto på  $0.10 * 500\ 000 = 50\ 000$ .

Emellertid reduceras skördarförarens arbetshastighet av att han måste bedöma de största trädens kvalitet. Om traktorn som kostar minst 800 kr/tim. blir försenad 10 % motsvarar detta 80 kr/tim. Avverkningen kostar totalt ca 80 kr/m<sup>3</sup>, varav skördarkostnaden är hälften, dvs. 40 kr/m<sup>3</sup>. Skördarkostnaden för 2500 m<sup>3</sup> blir 100 000 kr. Om denna ökar med 10 % måste skogsägaren betala 10 000 mer för avverkningsarbetet. Detta reducerar ovanstående vinst till  $50\ 000 - 10\ 000 = 40\ 000$  kr.

Den egentliga nettoökningen av att anlita en certifierad trädmärkare, i stället för att anlita en utbildad skördarförare, är därför  $153\ 000 - 40\ 000 = 113\ 000$  eller annorlunda uttryckt 23 % ökning av drivningsnettot.

Ägare av små fastigheter har bekymmer med både runt administration och arrangemang i skogen. Ägaren har egentligen inte anledning att utbilda sig väl i skogsbruk, eftersom hans huvudsakliga inkomst genereras av en annan sysselsättning. Det är endast ett medlemskap i en skogsägareförening eller anlåtande av någon etablerad skogskonsult som kan reducera hans fasta kostnader. Detta arbete visar att markägare med små fastigheter bör ha anledning att anlita en certifierad trädmärkare. Önskvärt är att trädmärkaren dessutom kunde ta på sig att ordna planläggning av fastighetens skötsel samt försäljning av virke. Alternativt finns anledning för skogsägareföreningar att anställa certifierade trädmärkare.

När träden i skogen granskas av personer som är specialutbildade i att bedöma enskilda träd nuvarande eller framtida värde, uppstår ett stort behov av att sådana träd, exempelvis fanértall, gran med tonträ, eller masurbjörk, finner avsättning hos rätt kund. Svenska skogsägareföreningar har, till skillnad från norska, hittills inte utvecklat denna sida av verksamheten. Om skogsägareföreningarna skall hänga med i de förändringar som kommer att ske vid övergång till en intensivare och mer lönsam typ av virkesodling, som t.ex. Naturkultur, gör föreningarna klokt i att utveckla ett samarbete med den skogsindustri som behöver leverans av specialsortiment.

Det ovan framförda har gällt tall för vilken gäller att en ordinär kvalitet i en grov sågstock ger ett drivningsnetto/m<sup>3</sup>, som överstiger det som gäller för gran. Kvalitetseffekten för en ordinär gran reducerar drivningsnettot till 80 % av det som gäller för tall (Figur 3). Slutsatsen är att effekter av kvalitet på drivningsnettot, som beräknats för tall, bör reduceras till 0.8. Effekten av att anlita en trädmärkare blev 31 % för tall, men för gran blir den  $0.8 * 31 = 25\%$ .

## Slutsatser

### Effekten av tätheten i virkesodlingen uttryckt i drivningsnetto per m<sup>3</sup>fub

Effekten av minskad täthet är positiv men blygsam i förhållande till effekten av timmerkvaliteten, maximalt 10 %.

### Effekten av timmerkvalitet uttryckt i drivningsnetto per m<sup>3</sup>fub

Oavsett om man odlar tall tätt eller glest har kvaliteten i de fullstora träden mycket stor inverkan på nettot. Detta stegras 2.3 till 2.5 gånger om en tall ger första klass timmer i bottenstocken och klass 3 i övriga stockar, jämfört med om tallen är så dålig att den endast ger massaved.

Om en liten tall har goda egenskaper och en diameter på 11 cm bör den odlas vidare till full storlek eftersom nettot per m<sup>3</sup> stiger 8 gånger.

Vid idealiska förhållanden för virkesodling enligt Naturkultur, då en certifierad trädmärkare ser till att endast tallar med högt framtida värde friställs på ett sätt som stämmer överens med boniteten, kan nettot per kubikmeter maximalt öka 3 gånger, dvs. öka med 200 %.

Om man räknar in vad som redan kan vinnas utan medverkan av en certifierad trädmärkare:

\*\* genom att hålla skogen naturligt skiktad, dvs. om stora och små träd står blandade

\*\* genom att på förhand kosta på sig en laserskanning och ett efterföljande gallringsförslag skapat med dator

och vad som förloras:

\*\* genom att trädmärkaren många gånger möter en trädgrupp som inte innehåller några träd med varierande timmerkvalitet, dvs. att urval saknas

\*\* genom att trädmärkaren skall ha betalt för sitt arbete

återstår trots detta en nettoökning på 31 %.

Består skogen av enbart gran, där sågtimmerpriset varierar mindre, reduceras nettoökningen till 25 %.

### Är utbildning av skördarförare ett bra alternativ till att anlita certifierade trädmärkare?

En skördarförare, som tar tid på sig att korrigera uppenbara fel i trädvalet, är inget lönsamt alternativ till att anlita en certifierad trädmärkare.

### I detta arbete testades hypotesen:

*Det ekonomiska resultatet vid virkesodling enligt metoden Naturkultur blir förbättrat mer än 20 % av att en manuell granskning kompletteras en datoriserad gallring grundad på enbart trädstorlek.*

Med de antagande som gjorts blir svaret ett tydligt JA vare sig skogen består av tall eller gran.

## Referenser

Eikenes B., Kucera B., Fjaertoft E., Storheim O., N, Vestöl G. and I (1995) Virkeskvalitet i fleraldret skog. *Rapport fra Skogforsk* 24, 1-30.

Hagner M. (1999) TREE01. A description of a computer model for choice of tree. En beskrivning av en datormodell för val av träd. *Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen skogsskötsel, Arbetsrapport* 144, 1-4.

- Hagner M. (2000) Skillnaden i virkeskvalitet hos tall i ett kultur- och ett naturbestånd. (Differences in timber quality in an even-aged and an uneven-aged pine stand). *Swedish University of Agricultural Sciences, Dept of Silviculture, Working Paper 151*, 1-7.
- Hagner M. (2003) Manual för datormodellen Group 05. ISSN 1654-4455 *UBICON Rapport 3*, 1-7.
- Hagner M. (2010) Skillnad i avkastning vid Kalhyggesbruk och Naturkultur. <http://pub.epsilon.slu.se/5538/>. ISSN 1654-4455 *UBICON Report 3*, 1-11.
- Hagner M. (2002) Naturkultur. Befriande gallring, kombinerad med berikande plantering. ISSN 1654-4455 *UBICON Rapport 03*, 90.
- Hagner M. (2011) Vinster av kvalificerat urval av träd vid kontinuerligt skogsbruk. ISSN 1654-4455 *UBICON Rapport 3*, 10.
- Hagner M. (2013) Datoriserad och manuell gallring bör kombineras i skog med koordinatsatta träd. *UBICON Rapport 1*, 1-7.
- Hagner M. and Holm S. (2003) Effects of standing volume, harvest intensity, and stand structure on volume increment in plots managed with single tree selection over long time. <http://libris.kb.se/bib/11358473>. *Swedish University of Agricultural Sciences, Dept of Silviculture, Working Paper 187*, 1-16.
- Hagner M. and Holm S. (2003) Effects of standing volume, harvest intensity, and stand structure on volume increment in plots managed with single tree selection. In Proceedings with Abstracts: Uneven-aged Forest Management. *IUFRO Conference in Helsinki Finland June 8-17 Finnish Forest Research Institute METLA 260*.
- Lindström H. (1997a) Barrträdens vedegenskaper och värden -samband med trädens tillväxtförhållanden. *Fakta Skog 11*, 1-4.
- Lindström H. (1997b) Wood variation in young Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst) created by differences in growth conditions. Doctoral thesis. *Silvestria 21 Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala 21*, 1-69.

## Bilaga 1.

Tabell 1.

Förkortningar												
dia	cm	Diameter i brösthöjd, dvs stammens diameter 1.3 m ovan mark										
nv	SEK	Nuvärde, dvs. trädets värde diskonterat med ränta tillbaka i tiden till år 0										
dn	SEK	Drivningsnetto, dvs. trädets värde vid bilväg minskat med kostnaden för avverkning och terrängtransport										
m3	m3sk	Skogskubikmeter, dvs. mängden virke i hela trädets stam, inklusive bark (ca 1.27 * volymen virke under bark)										
år 0		Året när beräkningen sker, dvs. nu										
mx		Maximalt, dvs. det högsta värdet som trädet kan uppnå										
akt		Aktuellt, dvs. trädets värde år 0										
kval		Trädets kvalitet, dvs. sågtimmerklassen för bottenstocken, andra stocken, respektive tredje stocken. Stockarnas längd 4.5 m.										
Diameter år 0	Diameter vid mx	Kvalitet nv	Aktuellt dn/m3	Aktuellt dn/träd	Aktuellt nv	Akt dn/m3 i % av mx dn	Maximalt dn/m3	Maximalt dn/träd	Maximalt nv	Maximalt dn/m3 i %	Maximalt dn/träd i %	Maximalt nv i %
Inget behov av att ersätta trädet genom plantering												
11	47	133	85	3	3	816	694	876	149	232	174	233
11	53	444	85	3	3	447	380	639	81	127	127	127
11	53	555	85	3	3	352	299	504	64	100	100	100
Behov av att ersätta trädet genom plantering												
11	47	133	-148	-6	-6	-445	659	831	141	244	183	247
11	53	444	-148	-6	-6	-237	351	590	75	130	130	132
11	53	555	-148	-6	-6	-182	270	455	57	100	100	100
Inget behov av att ersätta trädet genom plantering												
20	44	133	284	46	46	246	700	752	231	234	172	231
20	50	444	284	46	46	134	380	557	127	127	127	127
20	50	555	242	39	39	124	299	438	100	100	100	100
Behov av att ersätta trädet genom plantering												
20	50	133	160	26	26	411	658	963	220	246	246	247
20	50	444	160	26	26	218	348	510	116	130	130	130
20	50	555	117	19	19	228	267	391	89	100	100	100
Inget behov av att ersätta trädet genom plantering												
30	48	133	700	272	272	99	693	920	379	233	233	233
30	48	444	372	145	145	102	380	505	208	128	128	128
30	48	555	276	107	107	108	298	395	163	100	100	100
Behov av att ersätta trädet genom plantering												
30	48	133	620	241	241	106	659	874	360	243	183	247
30	54	444	292	113	113	121	352	618	190	130	130	130
30	54	555	196	76	76	138	271	477	146	100	100	100

## Bilaga 2. Tabell och figur hämtad från Hagner &amp; Holm 2003

Table 6. Regression analyses with all the plots (regression 1) and with two groups of plots (regressions 2 and 3): those with a negative exponential diameter distribution after treatment (Group treated “well”, S1, V2, V3, J), and those with a tendency to display a normal diameter distribution (Group treated “wrong”, S3, S5, S6, V1). For consistency, **the** same variables are used for both groups. For regression 1 the variable *Yearsfst*\*G23 means *Yearsfst* if plot does not belong to group 1 (indicator) and 0 otherwise, and in the same way *Standvol*\*G1 means *Standvol* if plot belongs to group 1 and 0 otherwise.

Regression no 1			Regressions no 2 and 3		
Dependent <i>Volincr</i>			Dependent <i>Volincr</i>		
			Group treated “Well”		
Indep.	Coeff	p	Indep.	Coeff	P
Const	4.102	0.000	Const	3.682	0.000
S2	1.590	0.012	V2	1.757	0.004
S3	3.538	0.000	V3	1.324	0.028
S4	3.561	0.000	J	2.012	0.002
S5	0.602	0.221	<i>Harvint%</i>	-2.04E-02	0.126
S6	4.585	0.000	<i>Yearsfst</i>	1.5E-04	0.990
S7	1.241	0.012	<i>Standvol</i>	-9.27E-03	0.034
V1	1.896	0.001	N	23	
V2	1.649	0.002	S	0.718	
V3	1.177	0.030	F	3.53	0.020
J	2.034	0.000	R sqr adj	0.408	
<i>Harvint%</i>	-3.21E-02	0.000	Group treated “Wrong”		
<i>Yearsfst</i> *G23	-5.740E-02	0.000	Const	9.763	0.000
<i>Standvol</i> *G1	-9.57E-03	0.016	S5	-3.576	0.002
N	58		S6	1.073	0.009
S	0.707		V1	-1.846	0.001
F	21.13	0.000	<i>Harvint%</i>	-6.18E-02	0.001
R sqr adj	0.821		<i>Yearsfst</i>	-6.11E-02	0.000
			<i>Standvol</i>	-7.47E-03	0.477
			N	22	
			S	0.608	
			F	28.88	0.000
			R sqr adj	0.888	

Fig. 2. Partial regression of annual volume increment on harvest intensity in percent of standing volume. (Table 6, Regression 1). Estimated values for plot V1.

