

# Ekonomisk effekt av täthet, konkurrens och ojämnhet i trädstorlek

Mats Hagner

2014-06-28



**UBICON**

ISSN 1654-4455

**Rapport 1, 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

Försök med blädning som pågått under flera decennier har visat att årsringen är ungefär densamma på alla träd över 10 cm i diameter. Detta innebär att det största trädet i en trädgrupp lägger på sig mest virke, vilket självklart är gynnsamt ur ekonomisk synvinkel, såvida skogsägaren plockar ut de större träden och låter de mindre växa vidare. Forskning har också visat att volymproduktion i tallskog är densamma i flerskiktad och i enskiktad skog. Samma forskare har konstaterat att detta sammantaget innebär att ekonomin gynnas av att stora och små träd konkurrerar med varandra.

Teoretiska analyser utförda med datormodellen Group, samt med information från långvariga försök med blädning, visade att det var gynnsamt för den långsiktiga ekonomin i virkesodling, att träd som står nära varandra har olika storlek, samt att skogen inte är tät. I tre olika exempel visade sig kassaflödet öka med 7 % på grund av minskad täthet bland träden, och med 26 % på grund av olikhet i diameter mellan närstående träd. När slumpen påverkade trädens tillväxt starkt ökade kassaflödet med 12 %.

Vid skötsel av skog bör man alltså av ekonomiska skäl eftersträva att framkalla största möjliga skiktning. Detta gäller även om de största träden i en grupp befinner sig nära mogen storlek. Den naturliga variation i trädstorlek som förekommer bör tas tillvara vid skogsskötsel. Eftersom de flesta ekosystemtjänster optimeras om skogen får behålla sin naturliga struktur, kan skogsskötsel uppenbarligen utformas så att generell nytta kombineras med optimal lönsamhet.

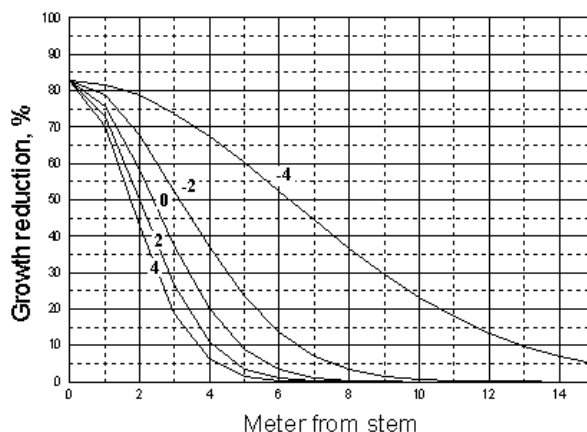
Ämnesord: ekonomi, ekosystemtjänster, nytta, täthet, variation, trädstorlek, trädgrupp, blädning, konkurrens.

## Bakgrund

Konkurrens mellan träd som växer nära varandra gör att ett större träd tar tillväxtresurser från mindre träd i närheten. Långsiktiga försök med blädning har visat att årsringen är ungefär densamma på alla träd över 10 cm i diameter (Lundqvist 1989). Detta innebär att det största trädet i en trädgrupp lägger på sig mest virke, vilket självklart är gynnsamt ur ekonomisk synvinkel, såvida skogsägaren plockar ut de större träden och låter de mindre växa vidare.

En förutsättning för ett lyckat resultat är emellertid att konkurrensen mellan olikstora träd inte förorsakar produktionsförluster. Många utbildade skogsmän har tyvärr fått lära sig att skiktad skog producerar mindre än enskiktad skog, vilket nu har motbevisats av Jakobsson och Elfving (2004), Jakobsson och Nilsson (2005). De visade att konkurrenszonen runt hyggeskanter i tallskog inte framkallade någon förlust av virke. De påpekade även att ojämnheten i trädstorlek innebar en ekonomisk vinst för markägaren. Elfving och Jakobsson (2009) konstaterade att detsamma gällde för konkurrenszonen runt kvarlämnade frötallar. Elfving (2009) har även beskrivit konkurrensens räckvidd hos tall på olika bonitet (Figur 1).

Figur 3.03. Tillväxtreduktionen i procent vid varierande bonitet i Sverige (SFI) (Hägglund and Lundmark 1981). Kurvorna har ritats av mig med hjälp av funktioner presenterade av Elfving and Jakobsson (2006) och Elfving (2009).



## Hypoteser

I detta arbete testas följande hypoteser

1. *En trädgrupp, som är en samling träd som konkurrerar med varandra, ger långsiktigt störst avkastning i virkesvärde, om träden i gruppen har olika storlek.*

## Material och metod

Materialet är teoretiskt sammansatt och består i första exemplet av en trädgrupp med tre träd med en diameter i brösthöjd på: 1 cm, 30 cm, 30 cm.

I det andra exemplet, som också är teoretiskt, består trädgruppen av två träd. Det ena har en konstant diameter på 30 cm, och det andra har en diameter som varierar från 1 till 30 cm.

Den negativa effekt av ökande kubikmassa som konstaterats i de långsiktigt drivna försöken med blädning (bilaga 1), används i en del beräkningar.

I analysen användes datormodellen Group (Hagner 2000) som kan laddas hem som en länk på hemsidan "Föreningen Naturbruk". Använda värden i modellen framgår av tabell 1.

Tabell 1. Värden som använts i datormodellen Group

Antal år		600
Bonitet		5
Provytans areal		79
Räntekrav		3
Största årsring		5
Trädslag		Tall
Variation i diam.		0-100
Återv.kostn. År 1		0
Gallr. plockhuggn.		
Proc av antal pl.		10
Cykler		0

## Resultat

### Exempel 1.

Om man kommer till en trädgrupp med tre omogna träd, varav de två största är nästan fullmogna, skall man då ta bort ett av de stora träden, eller låta alla tre växa vidare? De två alternativen testades med Group och resultatet visad klart att det är en fördel att plocka bort det ena stora trädet. Nuvärdet och kassaflödet ökade med 6.0 % (Tabell 2). Justering av detta skall ske enligt bilaga 1. Den stående kubikmassan i den tätare gruppen är 122 m<sup>3</sup>/ha och 116 m<sup>3</sup>/ha i den glesare gruppen. Gallringsprocenten är i den tätare gruppen 20.2 % och i den glesare gruppen 21.4 %. Tillväxten blir därför 0.46 % högre i den glesare gruppen. Om justering av kassaflödet sker med hänsyn till detta blir ökningen 7 % och nuvärdets ökning 6 %.

Tabell 2. Modellen Group ger följande värden för en trädgrupp som utvecklas under 600 år. Översta raden avser resultat registrerade när två stora och en liten tall lämnas kvar i gruppen. Den andra raden visar värden som uppnås när ett av de stora träden plockats bort och de två återstående träden växer vidare.

Träd 1	Träd 2	Träd 3	Produktion	Medel	Medel	Kassaflöde	Nuvärde
dia. cm	dia. cm	dia. cm	m <sup>3</sup> /ha	diameter	årsring	kr/ha år	kkr/ha
1	30	30	4.9	33.17	2.65	1857	88.4
1	X	30	5	39.5	3.21	1974	93.7

### Slutsats

Gruppens drivningsnetto år 1 var 438 kr och genom att tillgodogöra sig ett av de stora träden, dvs. halva drivningsnettot, 219 kr, åstadkom man en ökning av både nuvärde och kassaflöde. En anledning till förbättringen var att minskad konkurrens om tillväxtresurserna, dvs. ett minskat virkesförråd, fick årsringen att öka. Detta resulterade i ökad ränta på trädens eget värde, vilket gjorde att träden skördades vid större diameter. Grövre träd ger lägre drivningskostnader och ökade virkesinkomster. Sammantaget förbättrades drivningsnettot per kubikmeter.

### Exempel 2.

Man har en trädgrupp med två omogna träd med diametrarna 1 resp. 30 cm. Hur skulle kassaflöde och nuvärde förändras om man skulle kunna minska storleksskillnaden mellan träden genom att successivt öka diametern på det lilla trädet? Tabell 3 visar att nuvärdet ökar med 31 %, men att kassaflödet sjunker med 21 %.

Tabell 3 En trädgrupp med två träd där det ena har varierande diameter och det andra en konstant diameter på 30 cm. Värden utgör medeltal för en tidsperiod av 600 år.

Träd 1 dia. cm	Träd 2 dia. cm	Produktion m <sup>3</sup> /ha	Medel diameter	Medel årsring	Kassaflöde kr/ha år	Nuvärde kkr/ha
1	30	5	39.5	3.21	1974	66
5	30	5	39.5	3.2	1977	65.1
10	30	5	39.5	3.2	1973	65.6
15	30	5	39.5	3.19	1972	67.3
20	30	4.9	39.4	3.19	1964	72.9
25	30	5	39.5	3.18	1974	76.8
26	30	5	39.5	3.17	1977	77.4
27	30	5	39.5	3.17	1980	78.1
29	30	4.2	34	3.27	1582	81
30	30	4.1	33.9	3.28	1567	86.7

### Slutsats

Slutsatsen är att en ojämnhet i trädstorlek inom en grupp är gynnsam för det långsiktiga kassaflödet. När ojämnheten maximerades ökade kassaflödet med 26 % över det man uppnådde vid stor jämnhet i diameter.

Nuvärdet, som stegras om stora värden kan skördas snart i tiden, ökade med 31 % när det lilla trädet gavs allt större diameter.

### Exempel 3.

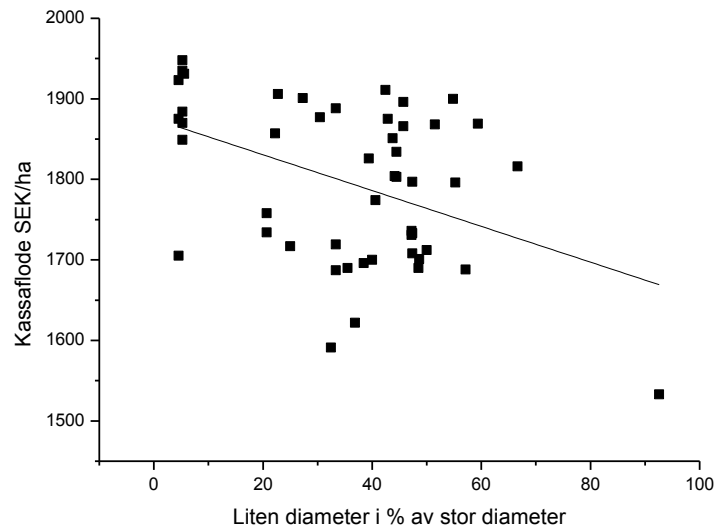
Man har en trädgrupp med två små träd med diametrarna 1 cm. Man låter dem växa under 600 år.

I modellen har man, i detta exempel, valt att låta tillväxten variera slumpmässigt under varje femårsperiod. Diametern hos varje träd förändrades slumpmässigt under varje femårsperiod inom gränserna -1, +1 cm. Detta innebär att ett träd som växte ovanligt dåligt i en femårsperiod, kunde växa ovanligt bra nästa femårsperiod. Om ett träd blivit något större än det andra gör konkurrensen att det större trädet håller tillbaka tillväxten i det mindre trädet.

Storleksskillnaden mellan träden ökar. Om detta sker slumpmässigt vinner ibland det mindre trädet tillbaka sin konkurrenskraft och skillnaderna minskar. I modellen Group kan man avläsa skillnaden i diameter efter hela tillväxtperioden, som i detta fall är 600 år.

Plockhuggning av stora träd har i detta fall utförts ungefär 19 gånger under hela perioden på 600 år. Varje gång har nya träd planterats in i gruppen.

Figur 2. Kassaflöde i kr/ha vid slumpmässigt varierande tillväxt hos de två träden under 600 år. De två träden var från början lika stora med en diameter på 1 cm. Olikheten i diameter registrerades vid slutet av perioden, efter 595 år. ( $y = 1875 - 2.224 x$ ,  $p = 0.002^{***}$ )



### Slutsats

Om man studerar kassaflödets variation under 49 olika körningar (Figur 2) finner man att det bästa resultatet uppnått när diametern hos de två träden varit allra störst vid slutet av de 600 åren. När det mindre trädet fått en diameter på 5 % av det större var kassaflödet 12 % större än när det mindre trädet hade en diameter på ca 90 % av det större. Det är alltså fördelaktigt för avkastningen från virkesodlingen, att slumpen får träd att växa med olika hastighet.

### Diskussion

Beräkningarna visar samstämmigt att den testade hypotesen inte kan förkastas. Det tycks vara gynnsamt för den långsiktiga ekonomin i virkesodling att träd som står nära varandra har olika storlek, samt att skogen inte är tät. Vid skötsel av skog bör man alltså eftersträva att framkalla största möjliga skiktning. Detta gäller även om de största träden i en grupp befinner sig nära mogen storlek.

I naturen varierar tillväxten av många skäl hos enskilda träd. Slumpen gör att närstående träd utvecklas olika och konkurrensen gör att skillnaden i storlek hos träd som står nära varandra ökar. Den som sköter skog bör vara tacksam för den olikhet i trädstorlek som redan finns, och av ekonomiska skäl om möjligt förstärka den.

I ett naturligt skogsekosystem råder hård konkurrens mellan närstående träd. I en skog som inte påverkas av människans ingrepp i form av gallring uppstår en diameterfördelning som sammanfaller med den som matematiskt kallas Gamma-fördelning. Detta har Hagner och Nyqvist (1998) använt för att konstruera "Dissimilarity coefficient", (skillnaden i diameter inom ett par av träd som står nära varandra). Koefficienten kallas populärt för "Disco". När diameterfördelningen är Gamma-fördelad blir Disco = 0.5. Vid studier av diameterfördelningen i naturlig regnskog på Borneo fann Hagner (2001) att Disco var mycket nära 0.5. Han fann detsamma i en nordsvensk skog där man inte gallrat på 70 år (Hagner 1998).

Det är mycket intressant att konstatera att den ekonomiska studien i detta arbete tyder på att det är optimalt att eftersträva stark lokal skiktning i trädstorlek. Samtidigt bör man konstatera

att forskare som sysslat med ”blädning” i Centraleuropa kommit till slutsatsen att det är eftersträvansvärt att framkalla en diameterfördelning som liknar Gammalfördelningen. Ingen av dessa forskare har dock angivit ett ekonomiskt skäl till detta.

Eftersom naturen själv framkallar en stark skiktning, dvs. stor lokal ojämnheter i diameter, får man med tacksamhet notera att den som genomför gallring i ett kontinuerligt skogsbruk, med sikte på uthålligt hög ekonomisk avkastning, kan skatta sig lycklig, eftersom han inte behöver arbeta mot naturens egen dynamik. Eftersom de flesta ekosystemtjänster optimeras om skogen får behålla sin naturliga struktur, kan skogsskötsel utformas så att generell nytta kombineras med optimal lönsamhet.

## Referenser

- Elfving B. (2009) Influence of retained trees on growth of the new stand. *PM for Heureka, Appendix 18* 1.
- Elfving B. and Jakobsson R. (2006) Effects of retained trees on tree growth and field vegetation in *Pinus sylvestris* stands in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 21,7, 29-36.
- Hagner M. (1998) Stand structure before and after a selective harvest. *Swedish University of Agricultural Sciences, Dept of Silviculture, Working papers* 132, 1-6.
- Hagner M. (2000) Group02. Present value of a group of trees. Description of a computer model. *The Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Silviculture, Working paper* 155, 1-4.
- Hagner M. (2001) Differences in dimensional structure of a virgin and a selectively logged tropical rain forest. *Swedish University of Agricultural Sciences, Dept of Silviculture, Working Paper* 163, 1-17.
- Hagner M. and Nyqvist H. (1998) A coefficient for describing size variation among neighbouring trees. *JABES (Journ Agric Biol Environm Statistics)* 3,1, 1-21.
- 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://pub.epsilon.slu.se/3626/>). ISSN 1654-4455, *UBICON, Report* 2, 1-18.
- Jakobsson R. and Elfving B. (2004) Development of an 80-year-old mixed stand with retained *Pinus sylvestris* in Northern Sweden. *Forest Ecology and Management* 194, 249-258.
- Jakobsson R. and Nilsson M. (2005) Effect of border zones on volume production in Scots pine stands. *Swedish University of Agricultural Sciences, Doctoral thesis, Paper* 4, ISBN 91-576-7033-1 34, 1-12.

Bilaga 1. Tabell och figur hämtad från Hagner & 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.

