



**Kandidatarbeten i
skogsvetenskap**
Fakulteten för Skogsvetenskap

2014:3

Inverkan av trädets sociala status på grundytetillväxt efter gallring hos tall

Influence of tree social status on basal area increment
after thinning in Scots pine

Erik Bergqvist och Sanna Nilsson



Kandidatarbeten i Skogsvetenskap

Fakulteten för skogsvetenskap,
Sveriges lantbruksuniversitet

Enhet/Unit	Institutionen för skogens ekologi och skötsel Department of Forest Ecology and Management
Författare/Author	Erik Bergqvist & Sanna Nilsson
Titel, Sv	Inverkan av trädets sociala status på grundytetillväxt efter gallring hos tall
Titel, Eng	Influence of trees social status on the basal area increment after thinning in Scots pine
Nyckelord/ Keywords	Härskningsgrad, Pinus sylvestris, gallringseffekt, trädklass, tillväxtökning/thinning response, thinning effect, tree classes, growth rate
Handledare/Supervisor	Tommy Mörling, Institutionen för skogens ekologi och skötsel <i>Department of Forest Ecology and Management</i>
Examinator/Examiner	Tommy Mörling, Institutionen för skogens ekologi och skötsel Department of Forest Ecology and Management
Kurstitel/Course	Kandidatarbete i skogsvetenskap Bachelor Degree in Forest Science
Kurskod	EX0592
Program	Jägmästarprogrammet
Omfattning på arbetet/	15 hp
Nivå och fördjupning på arbetet	G2E
Utgivningsort	Umeå
Utgivningsår	2014

FÖRORD

Idén bakom studien kom ursprungligen från Christer Karlsson och utvecklades därefter tillsammans med Tommy Mörling.

Vi vill särskilt tacka Henrik Feychting för hjälp vid uppställandet av datamodellen. Vi vill också tacka vår handledare Tommy Mörling för hjälp och värdefulla synpunkter.

Umeå, april 2014

Erik Bergqvist och Sanna Nilsson

SAMMANFATTNING

Träds sociala status inverkan på grundytetillväxtökningen undersöktes genom jämförelse av grundytetillväxten efter gallring med motsvarande stammars grundytetillväxt i en ogallrad kontrolllyta. Datat kommer från fyra olika provytelokaler ur de svenska gödslings-/gallringsförsöken, där behandlingarna bestod av ett gallringsprogram med en kraftig gallring, ett med tre klenare gallringar samt en ogallrad kontrolllyta. Datat täckte en utvecklingsperiod på ungefär 40 år. Stammarna delades vid första mättillfället in i fem klasser utifrån diametermedelstammen och dess tillhörande standardavvikelse på respektive yta, därefter utfördes undersökningarna på de stammar som fanns kvar efter sista mättillfället. Vid den sista mätningen fanns enbart de tre största klasserna kvar i tillräcklig utsträckning i alla behandlingar och resultatet omfattar därför bara dessa klasser. Resultaten av undersökningen visade att den absoluta grundytetillväxtökningen ökade med minskande tr addediametrar för gallringsprogrammet med en hård gallring. I gallringsprogrammet med tre klenare gallringar var den absoluta grundytetillväxtökningen dock något större i den näst största trädklassen än i den tredje största trädklassen och fortfarande klart minst i den största klassen. Den relativa grundytetillväxtökningen ökade med minskande diametrar för båda gallringsprogrammen. Att gallra ett bestånd gynnade alla kvarvarande träd signifikant jämfört med att inte gallra. Tillväxtökningen var dock som minst i de största, på förhand värdefullaste träden.

Nyckelord: härskningsgrad, *Pinus sylvestris*, gallringseffekt, trädklass, tillväxtökning

SUMMARY

The effect of a trees social status on basal area increment was examined by comparing the basal area increment after thinning with the corresponding basal area increment in an unthinned control plot. The data material comes from four experimental sites from the Swedish experiment of fertilization and thinning, where the treatments consisted of thinning programme with one heavy thinning, one with three light thinnings and an unthinned control. The data material covered a development period of about 40 years. By the time of the first measurement the trees were divided into five classes based on the diameter means and the associated standard deviation of each plot. The studies were then conducted on the trees that remained after the last measurement. By the last measurement only the three biggest treeclasses had a sufficient number of trees remaining in all treatments and the result therefore only includes those classes. The results showed that the absolute increment of the basal area increment increased with decreasing treesizes for the thinning programme with one heavy thinning. For the thinning programme with three light thinnings the absolute increase of the basal area increment were the biggest in the second biggest tree class which were slightly bigger than the increase in the third biggest tree class and the smallest increase were found in the biggest tree class. The relative increment of the basal area increment increased with decreasing tree sizes for both the thinning programmes. Thinning a stand favored all remaining classes significantly compared to if the stand wouldn't have been thinned. However, the increment in growth rate were the smallest in the biggest, most valuable trees.

Keywords: thinning response, thinning effect, tree classes, growth rate

INLEDNING

Gallring definieras som en "beståndsvårdande utglesning av skog under tillvaratagande av virke" (TNC 96, 1994) och har utförts som skötselåtgärd i Sverige sedan 1800-talet. Anledningen var till en början främst att förebygga självgallring och gallringarna utfördes därför frekvent men med låg intensitet. Allteftersom skogindustrin blev mer omfattande ökade även efterfrågan på olika sortiment, vilket i sin tur även ökade behovet att veta hur olika gallringsprogram påverkar bestånden.

Idag gallrar man för att minska konkurrensen om växtplatsens tillgängliga resurser och på så sätt styra de befintliga resurserna till beståndets tilltänkta slutavverkningsstammar och därigenom höja värdet på dessa. Gallring används också som en åtgärd för att sprida inkomster i tiden och möjliggör en tidigare första inkomst från ett bestånd.

Effekterna av gallring för gran (*Picea abies*) och tall (*Pinus sylvestris*) är väl utredda. Ett flertal större försök finns utlagda runt om i Norden, bland annat de svenska gödslings- och gallringsförsöken (GG-försöken) som är en omfattande försökserie som undersöker olika gödslings- och gallringsprogram (Eriksson och Karlsson 1997). I andra länder finns liknande serier, en motsvarande serie återfinns till exempel i Finland. I Norge finns också en försöksserie på gallring, om än något mindre omfattande.

Resultaten av studierna som utförts pekar alla åt samma håll, att tall är känsligare för gallringsingrepp än gran (Eriksson och Karlsson 1997, Mäkinen och Isomäki 2004 a, Nilsson m. fl. 2010). Gallring av tall innebär alltid en minskning av totalproduktionen, dvs. en minskning av den totala volymen som produceras i beståndet under en omloppstid. Detta till skillnad från granen vars totalproduktion kan bibehållas för gallringsuttag uppemot motsvarande 40% av grundytan. För tallbestånd sker en kraftig sänkning av totalproduktionen redan vid ett gallringsuttag kring 20 % av grundytan (Eriksson och Karlsson 1997, Mäkinen och Isomäki 2004 a).

Gallring leder även till en rad olika effekter på både trädet och beståndet. I stort kan man beskriva alla gallringseffekter som reaktioner antingen på friställning eller på en ökad näringstillgång.

Själva friställningen vid gallring leder till en rad effekter på beståndet. Dels får träden större plats att växa på, men belastningen till följd av vind och snö ökar också (Valinger 1992). Vid gallring går beståndet från ett tillstånd där träden kunnat stabilisera varandra, till att de plötsligt står mer öppna. Detta gör det lättare för vinden att komma längre ner i beståndet, vilket genererar en avsevärt högre vindbelastning på det enskilda trädet jämfört tidigare. Påfrestningen av snö som lägger sig i kronorna ökar även den efter gallring. Detta gör att träden omedelbart efter gallring kompenserar för den ökade belastningen genom att öka tillväxten i de nedre delarna av stammen på bekostnad av de övre delarna. Ökningen i diameter tillväxt inledningsvis är alltså ingen direkt reell ökning utan framförallt en omfördelning av tillväxt från de övre till de nedre delarna av stammen. Denna effekt avtar efterhand som träden stabiliserat sig och anpassat sig till de ändrade förutsättningarna.

Det ökade ljusinsläppet efter gallring gör att träden ökar tillväxten i nederdelen av kronorna (Valinger 1993 a). Detta leder till att en större del av kronan kan utnyttja ljuset eftersom konkurrensen om solljus till trädens fotosyntes minskar. Detta ligger till viss del bakom den tillväxtökning man kan se efter gallring, vilket främst visar sig på de klenaste träden i ett

bestånd som svarar snabbt på friställning vid gallring (Pukkala m. fl. 1998), då de är mest ljushämmade.

Gallring leder även till att näringsämnen som tidigare varit bundna i levande biomassa frigörs (Valinger m. fl. 2000). Av näringsämnena är kvävet det viktigaste eftersom det är tillväxtbegränsande i stora delar av landet. Reaktionen av den ökade näringstillgången är alltid något fördröjd. Detta beror delvis på att de utgallrade stubbarnas rötter bibehåller cirka 50 % av finrotsproduktionen ett år efter avverkningen ägt rum (Albrektsson m. fl. 2000). Under tiden fortsätter de att ta upp näringsämnen såsom kväve från omgivningen. Studien som kom fram till detta utfördes förvisso vid slutavverkning, men denna effekt anses applicerbar även vid gallring. Rötterna börjar brytas ned först efter ytterligare några år. Därför ger kvävefrigörelsen från finrötterna en fördröjd gödslingseffekt. Utöver detta fördröjs gallringseffekten av nedbrytningen och efterföljande mobilisering av kväve från avverkningsrester, såsom grenar och barr. Barrens näringsämnen frigörs inom några år, men frigörelse av näringsämnen från grenar och stamdelar kan ta mellan 10- 15 år (Valinger m. fl. 2000). Finrötternas nedbrytning sammanfaller ganska bra med barrens, vilket ger en synlig tillväxtökning efter två till fem år efter gallring, beroende på var i landet man befinner sig. Gallringseffekten till följd av ökad näringstillgång är alltså en något fördröjd effekt.

Frigöringen av kväve stimulerar en större uppbyggnad av grönmassa, vilket ger de enskilda träden en större krona och en uthållig ökning av diametertillväxten tills dess att beståndet sluter sig igen efter gallring (Valinger m. fl. 2000). Gallringen påverkar även rottillväxten, men hur mycket är dåligt utrett.

Gallringseffekterna på beståndsnivå är alltså väl utredda, men frågan är hur effekterna fördelar sig inom beståndet.

När studier på gallringseffekter görs studeras vanligtvis diametertillväxten. Diametertillväxten är oberoende av trädets storlek till skillnad från grundytetillväxten och volymtillväxten.

Studier som tittar på diametertillväxten på tall kommer fram till olika resultat. Studier om hur gallringseffekterna fördelar sig inom beståndet varierar ofta i utformning varför man kommer fram till olika resultat. Gallringsprogram, gallringsstyrka, beståndens ålder vid försöksstart, stamantal mm. är skilljer sig ofta och det kan därför vara svårt att jämföra olika studier på området. De största stammarna blir inte så mycket grövre i ett gallrat jämfört med ett ogallrat tallbestånd. Agestam (2009) kunde inte se att de 300 största träden i gallrade tallbestånd var särskilt mycket grövre jämfört med de 300 största i ett ogallrat bestånd. En norsk studie (Braastad och Tveite 2001) kunde inte ens se någon skillnad i de 800 största stammarna. Den norska studien gjordes i och för sig på en serie mycket svaga gallringar.

Träd brukar delas in i klasser utifrån deras sociala status eller härskningsgrad, beroende på vilket höjdsikt de tillhör. Schotte (1912) beskriver fyra klasser som han delade in träden i utifrån deras relativa höjd i beståndet som en spegling av deras sociala status. Klasserna var i fallande storleksordning; *Härskande träd* som utgörs av de största träden i beståndet, *Medhärskande träd* där trädens toppar uppgår till cirka 5/6 av det högsta trädskiktets höjd, *Behärskade träd* där trädens toppar uppgår till cirka 2/3 av det högsta trädskiktets höjd och *Underbeståndets träd* som främst utgörs av undertryckta stammar vars höjd uppgår till cirka 3/5 av det högsta trädskiktets höjd.

Ett träds sociala status avgör dess tillgång till beståndets resurser. Detta är av större betydelse för tall än för gran, eftersom tallen är ett pionjärträdsdrag. Tallen klarar inte av en lika stor grad av beskuggning som granen vilket återspeglas i att tallbestånd har en lägre toleransnivå när

det gäller diameterspridningen, jämfört med bestånd av sekundärträslag som till exempel gran.

Men om de största träden påverkas lite av gallring, hur fördelar sig då gallringseffekterna i de övriga träden i beståndet? Vissa studier säger att alla träd, oavsett storlek, växer lika mycket efter gallring om man ser till den relativa tillväxten (Hynynen 1995). Detta betyder att tillväxten, absolut sett, skulle vara störst i de största träden. När det gäller tillväxtökningen visade Pukkala (1998) resultat att de näst största och medelstora träden ökade sin diametertillväxt mest, både relativt och absolut. Detta stöds även av Nilsson m. fl. (2010). Det finns även studier som undersöker grundytetillväxten istället för diametertillväxten. En stor studie i Finland över olika gallringsprogram (Mäkinen och Isomäki 2004 b) studerade grundytetillväxten för varierande trädstorlekar i olika bestånd jämfört med referensytor. Stora träd hade där en högre grundytetillväxt än små träd, men de små träd hade en högre relativ grundytetillväxtökning än de stora.

Många studier på området undersöker klasser innehållande ett fast antal stammar vid sina jämförelser. Detta kan ge en orättvis jämförelse om stamantalet på ytan varierar mycket eftersom det givna stamantalet då kan besitta varierande social status. Genom att istället ta hänsyn till trädens sociala status i beståndet jämför man träd med likvärdiga utgångslägen i likhet med Pukkala (1998).

Syfte

Syftet med denna studie var att jämföra olika trädstorlekars tillväxt efter gallring med motsvarande träd i en ogallrad kontrolllyta och undersöka om ökningen av grundytetillväxt var beroende av trädets storlek och sociala status, samt undersöka vilka träd som ökar sin tillväxt mest. Ofta jämför man alla träd av olika storlek med alla träd i en kontrolllyta. Att istället jämföra ökningen i grundytetillväxt hos träd med samma sociala status i en referens borde ge en bättre bild av hur mycket bättre träd i ett gallrat bestånd växer jämfört med träd i ogallrade bestånd.

Hypotes

Hypoteser för studien var att

- De största träden i beståndet ökar sin tillväxt minst jämfört med kontrolllytan.
- De näst största träden i bestånden skulle öka sin grundytetillväxt mest i förhållande till kontrollen, eftersom de är mer begränsade vad gäller ljus och näringstillgång än de största stammarna enligt tankegångarna kring trädets sociala status inverkan på resurstillgången. Samtidigt har de näst största stammarna en förhållandevis stor grundyta vilket betyder att de behöver en mindre ökning i diametertillväxt jämfört med de mindre stammarna för att generera samma ökning av grundytan.

MATERIAL OCH METODER

Gödslings/gallrings-försöken

Materialet i studien bestod av data från de svenska gödslings och gallringsförsöken, de så kallade GG-försöken (Eriksson och Karlsson 1997). Dessa etablerades mellan 1966 och 1983 som en rikstäckande försöksserie för att studera gallringseffekter på gran och tall. Försöken är utspridda över hela Sverige uppdelade i fyra regioner. Målet vid etableringen var att få 10-12 upprepningar för varje trädslag i varje region. Målet kunde bara uppnås för tall och totalt finns 47 försökslokaler med tall spridda över hela landet. Försökslokalerna skulle vara representativa för sin region, alltså ungefär motsvara en medelbonitet för den del av landet beståndet låg i. Lokalerna skulle också vara heterogena och aktivt föryngrade (dvs. genom sådd, naturlig föryngring eller plantering). De flesta tallytorna var föryngrade genom sådd. Dessutom skulle bestånden vara ogallrade och strax under eller i höjd för förstagallring, dvs. runt 12-14 meter.

Försöken på de olika lokalerna var utlagda som randomiserade blockförsök, vilket innebär att varje försökslokal delades in i det antal behandlingsprogram som skulle genomföras och därefter slumpades behandlingsprogrammen ut på de olika blockytorna. Detta minimerade risken för att systematiska fel skulle uppkomma, genom att störningsfaktorer som tex. olikheter i volym eller markförutsättningar jämnade ut sig sett på alla försökslokaler. Parcellerna var oftast 25x40 m, vilket motsvarar 0,1 ha, minsta tillåtna areal på en yta var 0,9 ha. Runt varje yta placerades en buffertzona på cirka 10 m ut, vilket gjorde att det alltid var minst 20 meter till närmsta yta. De olika gallringsprogrammen varierade mellan olika delar av landet både för tall och för gran.

För tall prövades olika gallringsled med varierande styrka och intensitet. Vissa led genomfördes i hela landet, andra bara i enstaka regioner.

Försöksupplägg

Datamaterialet för studien kom från fyra försökslokaler ur GG-försöken, fördelat på två lokaler i södra Sverige samt två i Lappland (se Bilaga 1). På varje lokal användes data från tre ytor med behandlingarna A(3:18), C(1:12) och I(0:0), där första siffran visar antalet gallringar och den andra ner till vilken grundyta gallringarna utfördes (Tabell 1).

Tabell 1. Beskrivning av gallringsprogrammen i datamaterialet
Table 1. Description of the thinning programs in the data

Namn	Antal gallringar	Gallringsform	Grundyta efter gallring	Gallringsstyrka 1:a gallring
A(3:18)	3	Låggallring	18 m ²	25 %
C(1:10)	1	Låggallring	10 m ²	60 %
I(0:0)	0	-		

I försökled A utfördes tre gallringar med ett uttag på 25 % av grundytan i förstagallringen, därefter alltid ner till en grundyta på 18 m². I försökled C görs ett gallringsuttag på 60 % av grundytan. Försökled I var en ogallrad referensyta. Även här gjordes ett mindre ingrepp vid start för att rensa andra trädslag än tall men detta räknades inte som en gallring.

På varje yta fanns en komplett uppteckning över antal träd. Till varje träd fanns kolumner med kompletterande data så som diameter i brösthöjd, volym och beståndsålder. Alla bestånd

mättes ett flertal gånger under cirka 40 år. Mellan varje mätning noterades vilka träd som dött och vilka som eventuellt gallrats ut.

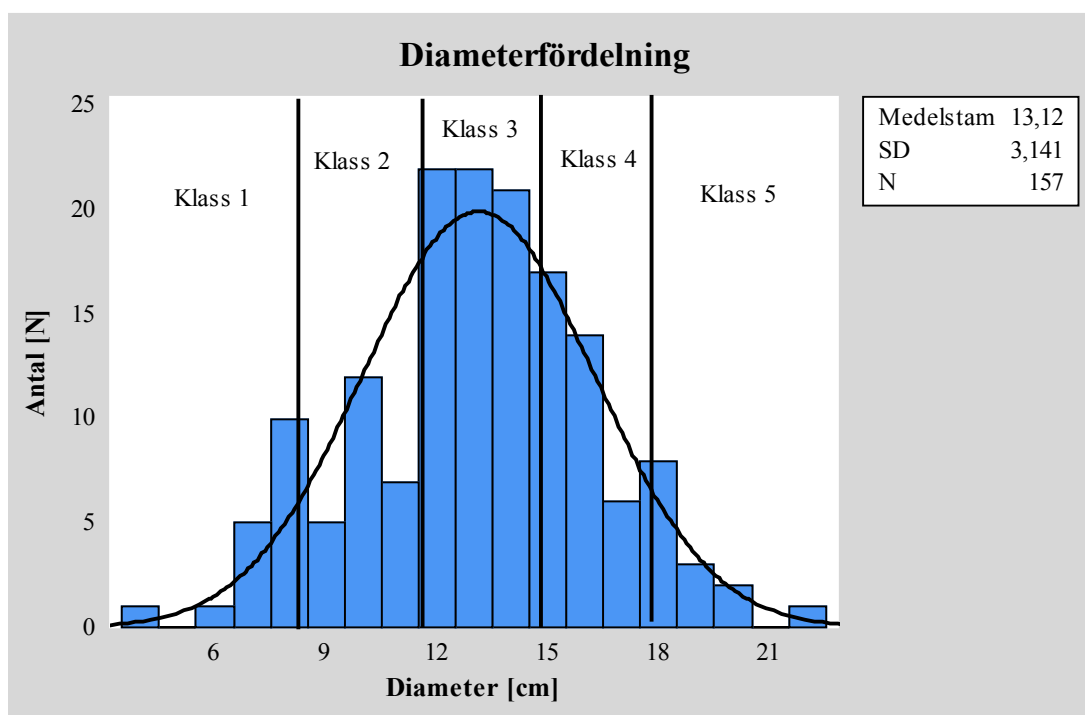
För att studera tillväxtökningar för träd med olika social status delades datamaterialet in i klasser. Klassindelningen gjordes genom att medeldiameter och standardavvikelse för varje yta beräknades på alla lokaler. Diametern är korrelerad med trädens höjd (Pretzsch 2009) och sambandet används bland annat vid övrehöjdsbonitering (Hägglund och Lundmark 1987). Diametern kan alltså genom sambandet med höjden kopplas till trädets sociala status i beståndet, vilket i sin tur är starkt korrelerat till trädens tillväxtmönster (Schotte 1912). Standardavvikelsen användes till att dela in materialet i 5 klasser på respektive yta på samma sätt som Pukkala (1998)(Tabell 2).

Tabell 2. Visar hur indelningen av diameterklasser gjordes med hjälp av standardavvikelsen (SD) och medelstammens diameter (x)

Table 2. Shows how the division into classes was made, based on standard deviation (SD) and mean stem diameter (x)

	Klass	
	1	$\leq x-1,5*SD$
$x-1,5*SD <$	2	$\leq x-0,5*SD$
$x-0,5*SD <$	3	$\leq x+0,5*SD$
$x+0,5*SD <$	4	$\leq x+1,5*SD$
$x+1,5*SD <$	5	

Denna indelning utifrån social status följer inte exakt den indelning som ställdes upp av Schotte (1912) men uppfyller syftet eftersom indelningen möjliggör en jämförelse mellan träd med samma sociala status på olika lokaler med varierande ståndortsindex. Efter indelning såg ett typiskt bestånd ut som i Figur 1.



Figur 1. Exempel på en diameterklassindelning (Lokal 3, behandling C)

Figure 1. Example of a division into classes (Experimental site 3 treatment C)

Den valda klassindelningen genererade flest träd i klasser nära medelstammen och färre träd ju längre ifrån medeldiametern man kom. Detta gällde på båda sidor om medelstammen, alltså fanns det ungefär lika många träd med större diameter än medelstammen som det fanns träd med en diameter mindre än medelstammen.

När klassindelningen var gjord sorterades alla stammar som inte fanns kvar vid slutmätningen bort. På så sätt erhöles data som omfattade enbart de stammar som fanns med från första till sista mätning. Visuellt konstaterades att stora delar av klass 1 och 2 gallrades ut i behandlingarna A(3:18) och C(1:12). Dessa klasser utelämnades därför i den vidare analysen och togs bort ur datamaterialet eftersom inga säkra analyser ansågs kunna genomföras. Datamaterialet kompletterades även med en kolumn för grundytta för varje träd så att denna kunde studeras. Dessutom skapades en kolumn per behandling med grundytetillväxt per år och träd. Detta eftersom det möjliggör jämförelser mellan alla ytor oavsett hur lång tid som fått gå mellan mätpunkterna på de olika lokalerna.

För att undersöka hur de olika parametrarna lokal, behandling och klass påverkade grundytetillväxten ställdes följande modell upp.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + e_{ijk}$$

Där;

Y_{ijk} = Grundytetillväxt per år ($\text{cm}^2/\text{år}$)

μ = Medelvärde för alla träd i populationen

α_i = Variationen av målvariabeln orsakad av lokal i ($i = 1, 2, 3, 4$)

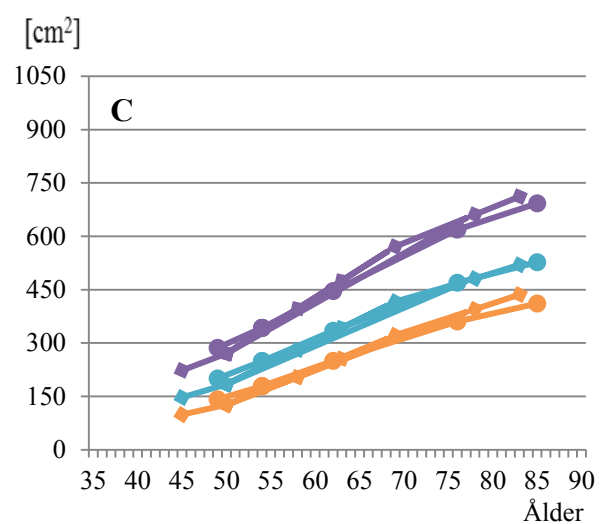
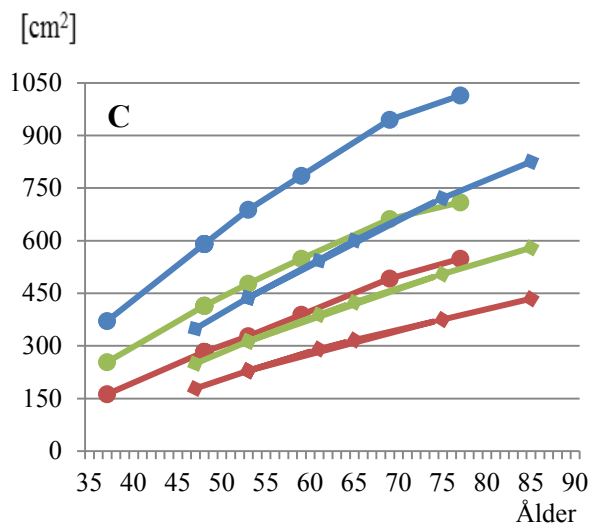
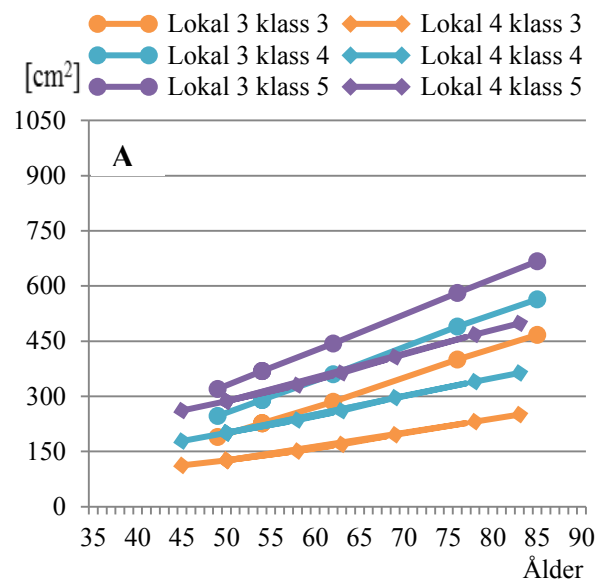
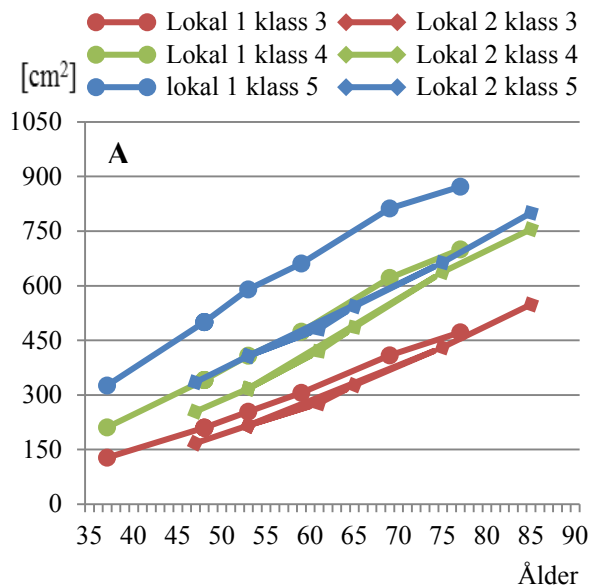
β_j = Variationen av målvariabeln orsakad av behandling j ($j = A, C, D$)

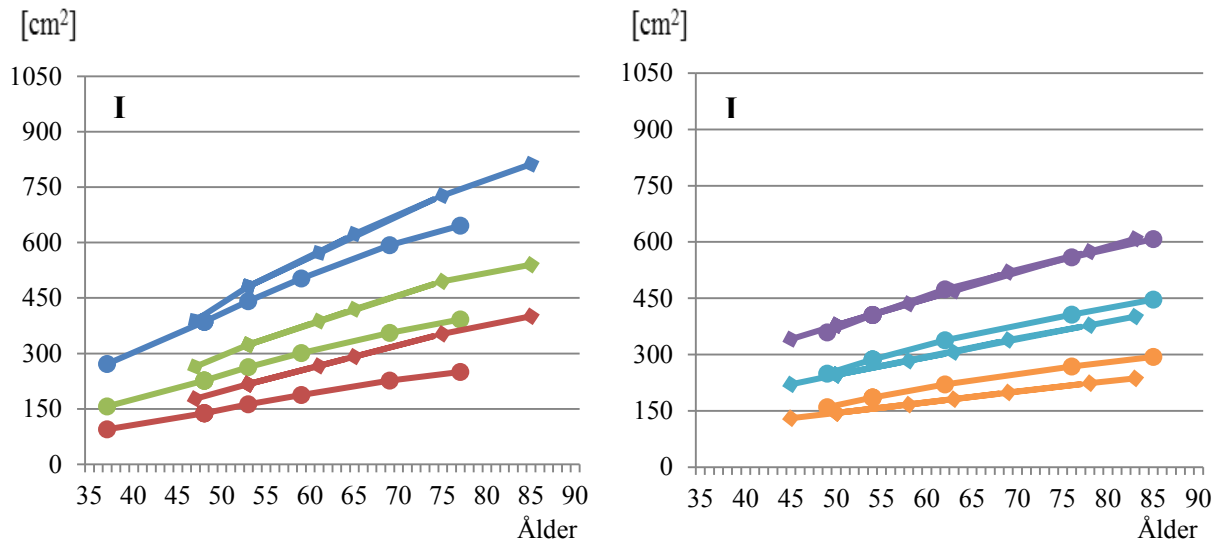
γ_k = Variationen av målvariabeln orsakad av klass k ($k = 3, 4, 5$)

e_{ijk} = Slumpmässig variation av målvariabeln

RESULTAT

Såväl klass som behandling och lokal hade en signifikant inverkan på utfallet av grundytetillväxten. Grundytetillväxten skilde sig signifikant åt mellan alla klasser, med störst grundytetillväxt i klass 5 och minst i klass 3. Det fanns även en signifikant skillnad mellan alla behandlingar, med störst grundytetillväxt i C och minst i I. Lokal 1 och 2 (de två sydliga ytorna) skilde sig ej signifikant åt i grundytetillväxt men att dessa i sin tur var signifikant större än lokal 3 som i sin tur var signifikant större än lokal 4.

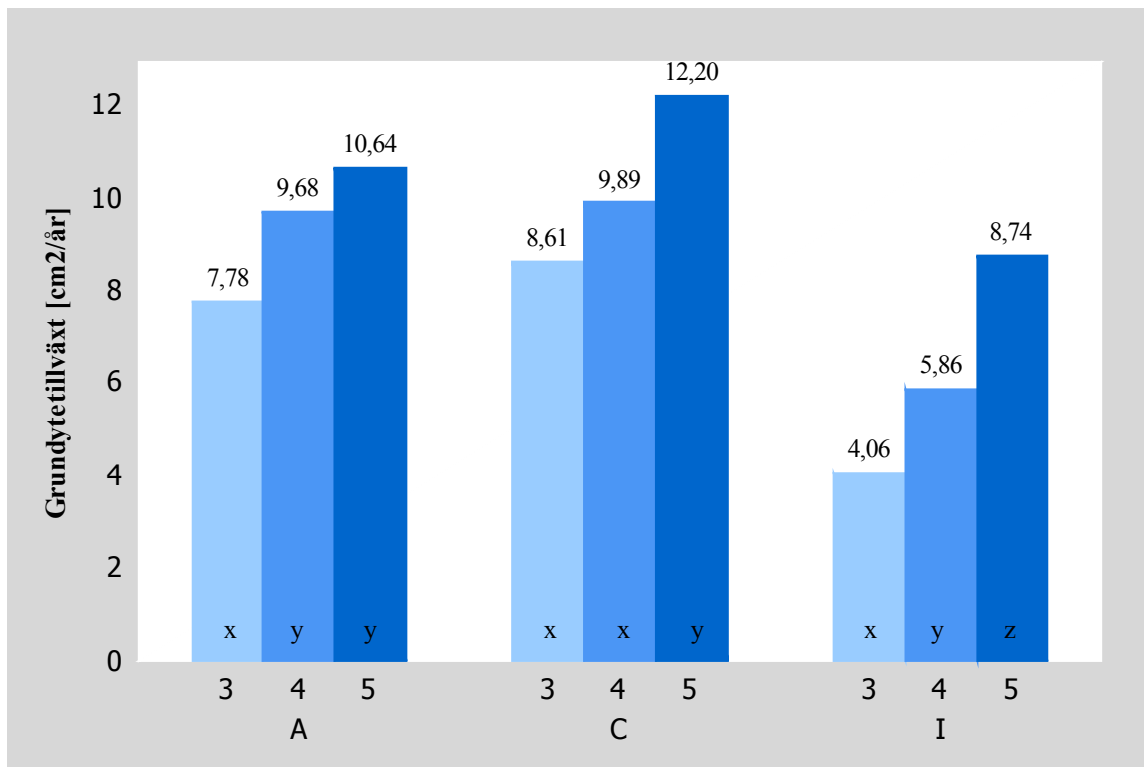




Figur 2. Utvecklingen av grundytan för klassmedelstammarna över tiden på varje lokal, i respektive behandling, uppdelat på sydliga (1, 2) och nordliga (3, 4) lokaler. Behandlingarna var A (tre gallringar) C (hård engångsgallring) och I (ogallrat).

Figure 2. The development of the basal area for the meanstem of the class over time on each premises, for each treatment, divided onto southern (1, 2) and northern (3, 4) premises. The treatments were A (three thinnings), C (heavy single thinning) and I (unthinned).

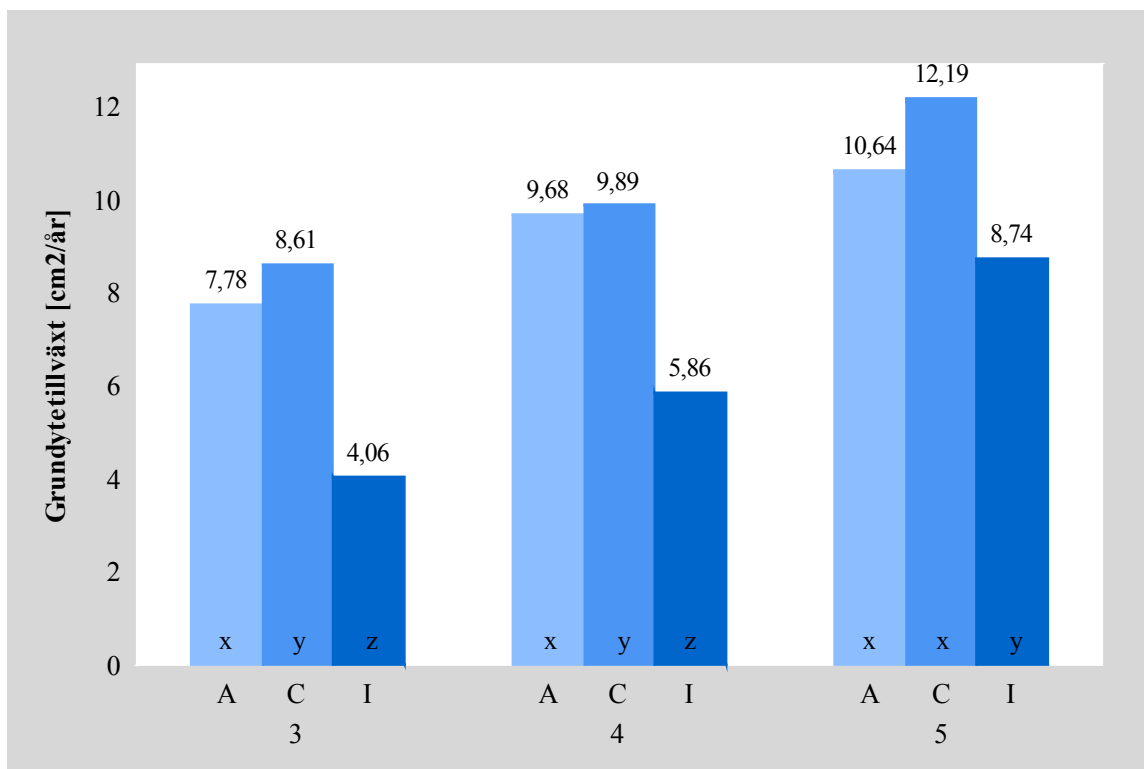
Utvecklingen av grundytan skilde sig åt mellan olika klasser, lokaler och behandlingar. Grundytan vid respektive mättillfälle återges i Figur 2 (notera att detta är medelvärdet av grundytan för de stammar som finns kvar vid slutavverkning). Genom att studera lutningen på de olika behandlingarnas kurvor kan man se att starkare gallringsstyrkor genererar en brantare lutning, alltså en större grundytetillväxt. Skillnaderna i stående medelgrundyta mellan nordliga och sydliga ytor framgår även det i figuren i form av olika nivåer på klassernas grundyta på respektive lokal. Lokal 4, som varit utsatt för en stormfällning, påvisar en viss extra gallringseffekt i behandling C som var den hårdast vindutsatta behandlingen. Vindfällena uppkom i samband med den andra mätningen. Lokal 4 går efter vindfällningen från att ha legat under grundytan på lokal 3 för att vid mättidpunkt tre tangera lokal 3:s grundyta och därefter bibehålla en något högre grundyta resten av mättiden.



Figur 3. Årlig grundytetillväxt för respektive klass i varje behandling, uttryckt som medelvärdet per träd. Mellan staplar inom en viss behandling som delar någon av bokstäverna x, y och z finns det inga signifikanta skillnader. Behandlingarna var A (tre gallringar), C (hård engångsgallring) och I (ogallrat).

Figure 3. Annual basal area increment for each class in every treatment expressed as the mean value per tree. Between stacks within a certain treatment which share any of the letters x, y and z, there are no significant difference. The treatments were A (three thinnings), C (heavy single thinning) and I (unthinned).

De olika behandlingarna uppvisade varierande värden på grundytetillväxten för de olika klasserna (Figur 3). Grundytetillväxten var i alla behandlingar störst i klass 5 och minst i klass 3.



Figur 4. Årlig grundytetillväxt i respektive behandling för varje klass uttryckt som ett medelvärde per träd. Mellan staplar inom en viss behandling som delar någon av bokstäverna x, y och z finns det inga signifikanta skillnader. Behandlingarna var A (tre låggallringar), C (hård engångsgallring) och I (ogallrat).

Figure 4. Annual basal area increment in each treatment for every class expressed as a mean value per tree. Between stacks within a certain treatment which share any of the letters x, y and z, there are no significant difference. The treatments were A (three thinnings), C (heavy single thinning) and I (unthinned).

De olika klasserna uppvisade varierande värden på grundytetillväxten för de olika behandlingarna (Figur 4). Grundytetillväxten var för alla klasser störst i behandling C och minst i behandling I. För klass 3 och 4 var alla behandlingar signifikant skilda med störst tillväxt i C och minst tillväxt i I. För klass 5 fanns det ingen signifikant skillnad mellan grundytetillväxten i behandling A och C men dessa var i sin tur signifikant större än grundytetillväxten i behandling I.

Tabell 3. Absolut och procentuell ökning av den årliga grundytetillväxten i behandling A (tre låggallringar) och C (hård engångsgallring) jämfört med behandling I (ogallrat) för respektive klass

Table 3. Absolute and relative increment of the annual basal area increment in treatment A (three thinnings) and C (heavy single thinning) compared to treatment I (unthinned) for each class

Klass	Behandling	Absolut ökning i cm ²	Relativ ökning i %
3	A	3,717	192 %
	C	4,551	212 %
4	A	3,821	165 %
	C	4,029	169 %
5	A	1,9	122 %
	C	3,451	140 %

Gallringsprogram C, klass 3 resulterade i såväl den högsta relativa som absoluta ökningen av klassmedelstammens grundytetillväxt, samtidigt som den lägsta relativa och absoluta ökningen av grundytetillväxten återfinns i gallringsprogram A, klass 5, se Tabell 3.

DISKUSSION

Resultat

Ökningen i tillväxt, sett i grundyta, var lägst i de största träden, såväl i absoluta tal (cm²) som i procent. Detta går delvis emot Mäkinen och Isomäkis resultat, som i och för sig visade att den relativa tillväxten var minst i de största träden men att ökningen i grundytetillväxt däremot var störst i de stora träden. Att olika resultat uppkommit kan bero på att Mäkinen och Isomäki (2004) hade ett högre antal stammar i bestånden från början. Det högre stamantalet kan ha begränsat även de största stammarnas resurstillgång och på så sätt ligga bakom den större gallringseffekten. Det ursprungliga gallringsschemat ändrades dessutom för att bibehålla skillnaden i grundyta ytorna emellan. Ytorna i studien klassificerades därför i efterhand utifrån respektive ytas procentuella andel jämfört med kontrollytans grundyta, vilket gör att det inte finns ett genomgående gallringsprogram för respektive behandling, till skillnad från GG-försöken, som behandlat alla ytor i respektive behandling med samma gallringsprogram.

Viktigt att poängtera är att trots att de största träden ökade sin tillväxt minst så hade de precis som i Mäkinen och Isomäkis (2004 b) studie ändå den största tillväxten.

Att grundytetillväxten ökade med ökande gallringsstyrka för alla klasser stöds av flera tidigare studier (Pukkala m. fl. 1998, Mäkinen och Isomäki 2004 b, Agestam 2009, Nilsson m. fl. 2010).

Braastad och Tveite (2001) och Agestam (2009) undersökte skillnaden mellan de 800 respektive 300 största träden jämfört med en ogallrad referens. De kom fram till små eller inga signifikanta skillnader i diametertillväxt. Detta går inte översätta direkt till resultaten i den här studien, eftersom klass 5 motsvarar ungefär de 60-100 största träden per hektar. Däremot är grundeffekten ändå är densamma, nämligen att de största träden svarar dåligt på gallringen. Detta skulle kunna förklaras av att härskande och i viss mån även medhärskande träd redan har stor tillgång till växtplatsens resurser och påverkas därför inte lika mycket av gallring som träd i de undre härskningsklasserna.

Jämfört med kontrollen ledde den starka engångsgallringen till störst ökning av grundytetillväxt i klass 3, följt av klass 4 och sist klass 5. Upprepade svaga gallringar medförde att klass 4 uppvisade den största ökningen av grundytetillväxt, tätt följt av klass 3 och med den minsta ökningen av grundytetillväxt i klass 5. Vad skillnaden mellan behandlingarna beror på är svårt att säga. Eventuellt kan de upprepade gallringarna lett till att de små träden i klass 3 gallrats ut, vilket gjort att främst de största träden finns kvar. Detta kan göra att träden i klass 3 och 4 uppvisar ungefär samma respons. Då grundytan beror av diametern betyder det att det mönster som uppvisas för grundytetillväxten även gäller för diametertillväxten. Därför kan man konstatera att de medelstora och näst största träden även tillväxter mest sett till diametertillväxten, vilket stämmer med Pukkala m. fl. studie (1998).

Procentuellt sett ökade grundytetillväxten med minskande diametrar i båda behandlingarna, vilket är känt sedan tidigare (Albrektsson m. fl. 2012).

Resultaten av den här studien stödjer alltså hypotesen om att de största träden skulle öka sin tillväxt minst. Att den näst största klassen skulle öka sin tillväxt mest stämmer däremot inte. Detta kan bero på att hypotesen formulerades med tanke på att de näst största träden skulle motsvara de medhärskande träden enligt Schottes indelning från 1912, men med den valda

indelningen bestod antagligen klass 4 både av härskande och medhärskande träd som sinsemellan uppvisar olika tillväxtmönster. Det är möjligt att den uppställda hypotesen skulle varit korrekt om indelningen hade utförts i enlighet med Schottes indelning, men för att få kunna göra en exakt indelning behövdes höjddata för alla träd, något som inte fanns att tillgå.

Felkällor och problem

Det finns en rad möjliga felkällor som måste beaktas vid utvärderingen av resultatet. Vid anläggningen av blocken på respektive yta tilläts grundytan i de olika blocken inte variera mer än 8 % (Eriksson och Karlsson 1997). Denna begränsning gör att den totala grundytan i blocket håller jämn nivå med de andra blocken på lokalen, men avgränsningen tar ingen hänsyn till variationer i stamantal ytor emellan. Detta kan leda till skillnader mellan grundytan per stam för medelstammarna i de olika blocken. Ett högre stamantal på ytan kan innebära en lägre grundyta för varje stam eftersom den givna grundytanivån är fördelad på fler stammar. Denna skillnad skulle kunna påverka nivån på målvariabeln och förklarar då ytterligare en del i variationen som finns i datamaterialet.

Vid anläggningen rensades alla ytor till närmare 100 % tall vilket betyder att alla stammar av annat trädslag togs ut, även ur kontrollytorna. Detta leder till att en viss gallringseffekt kan uppkomma även i den så kallade ogallrade kontrollen I. Om så är fallet kan alltså den faktiska ökningen i grundytetillväxt egentligen vara större än den som påvisats, till följd av en eventuellt förhöjd grundytetillväxt i kontrollen I. Detta kan dock tänkas vara en försumbar effekt då den årliga grundytetillväxten som jämförs är ett snitt utslaget över runt 40 års tillväxt och då bör effekten av ett tiotal uttagna stammar vara relativt liten och inte påverka mer än den slumprelaterade skillnaden som är ett resultat av den tillåtna skillnaden mellan blocken då försöken lades ut.

Att försöket omfattar datamaterial från enbart fyra lokaler bör även tas i beaktande då ett större data ger större säkerhet. Av dessa fyra ytor kommer två från södra Sverige medan de andra två är belägna i norr. Detta innebär en bonitetsskillnad som till stor del kan förklara att grundytetillväxten i lokal 1 och 2 som ligger i södra Sverige skiljer sig signifikant från lokal 3 och 4 som ligger i norr. Det som därefter förklarar att grundytetillväxten i sin tur skiljer sig signifikant mellan lokal 3 och 4 kan mest troligt förklaras av att lokal 4 varit utsatt för storm som orsakat vindfällningen i blocken på denna lokal. Vindfällningen i denna lokal har även skett i olika omfattning i de olika blocken, med störst påverkan i blocket med behandling C och minst påverkan i blocket med behandling I, vilket orsakat en skevhet i fördelningen mellan olika klasser och behandlingar jämfört med de andra lokalerna. Denna typ av slumpartade fenomen sker lite då och då i naturen och kan därför anses som en normal slumpvariabel att ta med, men om man som i detta fall vill undersöka vissa givna faktorer inverkan på målvariabelns värde är denna typ av händelser en klar störningsfaktor. I tillräckligt stora datamaterial kan denna typ av störning hanteras bättre och då inverkan på det sammanslagna utfallet blir procentuellt sett mindre än i denna studie.

Säkerheten för olika klasser och behandlingar är väldigt varierande till följd av att antalet stammar för respektive klass och behandling varierar kraftigt. Indelningen utifrån medeldiametrar och tillhörande standardavvikelser ger redan från början få stammar i vissa klasser. Om stamdiametrarna på ytan skulle varit perfekt normalfördelade skulle den procentuella fördelningen av alla utgångsstammar ut ungefär som följande för de tre största klasserna; i klass 3 fanns 38 %, i klass 4 fanns 24 % och i klass 5 fanns av 7 % av stammarna. Resultatet av klass 5 är därför osäkrast eftersom den bestod av minst antal stammar. Detta gör att resultaten är känsligare för slumpmässiga effekter, såsom vindfällningen i denna studie. Generellt så resulterade behandling C till det största uttaget av klass 5-stammar, vilket i sin tur

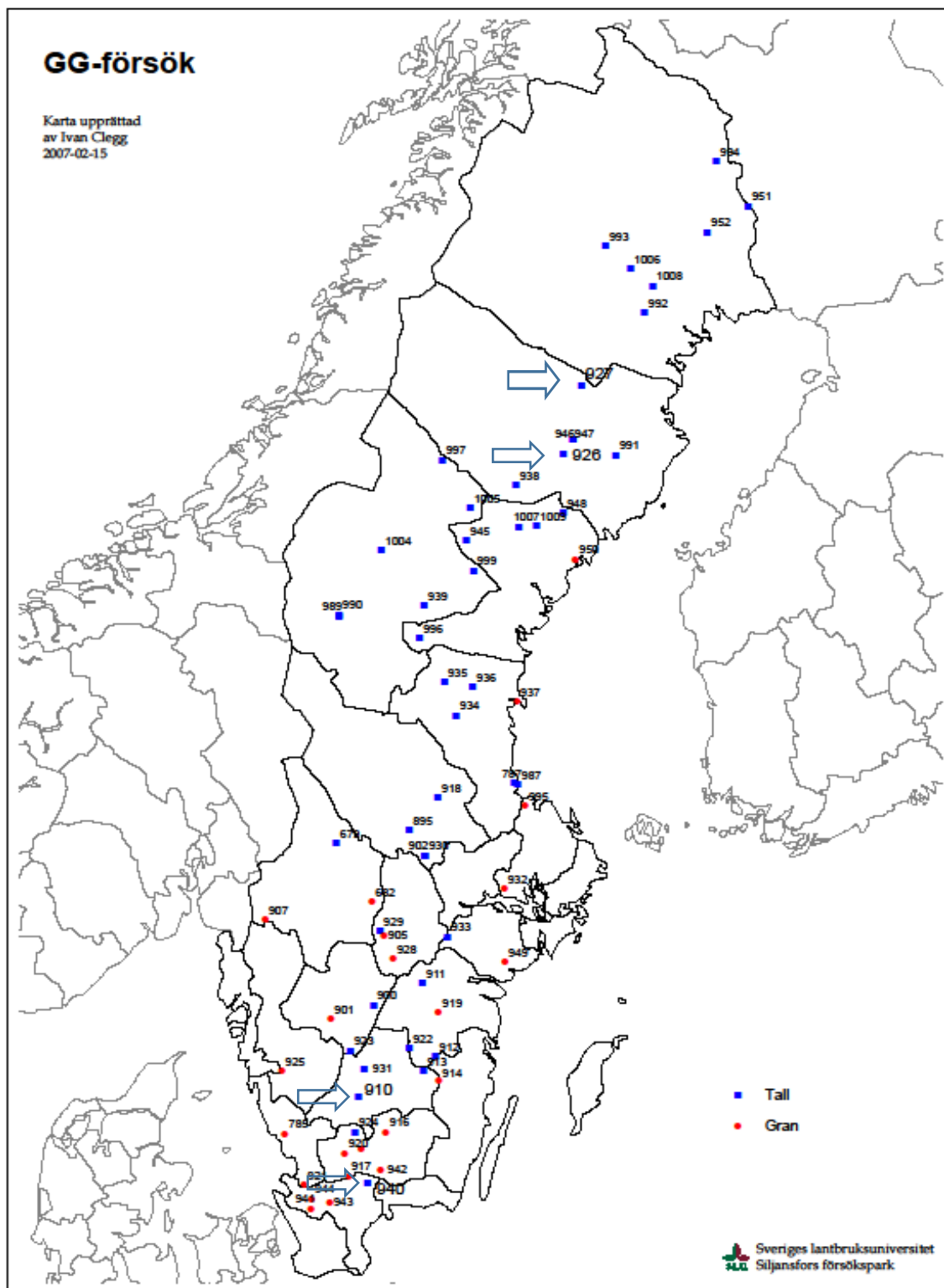
gjorde att den största osäkerheten återfanns i behandling C klass 5. Den största säkerheten återfanns i behandling I klass 3, detta då klass 3 i alla behandlingar var den största klassen initialt.

Slutsatser

Resultaten av vår studie tyder på att gallring innebär en signifikant tillväxtökning i alla klasser jämfört med att inte gallra, men då tillväxten ökar minst för de största träden är det inte så motiverat att gallra om motivet med åtgärden är att öka tillväxten i de stora, mest värdefulla träden. Om man vill öka tillväxten i de stora träden spelar det ingen roll om man gallrar svagt, upprepade gånger eller starkt en gång – tillväxtökningen blir densamma. Om motivet är att öka medeldiametern och höja värdet i de mindre stammarna är gallring en god idé.

Litteraturförteckning

- Agestam, E. (2009). *Gallring Skogsskötselserien del 7*. Skogsstyrelsens förlag.
- Albrektsson, A., Elfving, B., Lundqvist, L., Valinger, E. (2012). *Skogsskötselns grunder och samband del 1*. Skogsvårdsstyrelsen förlag.
- Braastad, H., & Tveite, B. (2001). *Tynning i gran- og furubestand*. Ås: Norsk institutt for skogforskning (Skogforsk).
- Eriksson, H., & Karlsson, K. (1997). *Olika gallrings- och gödslingsregimers effekter på beståndsutvecklingen baserat på långliggande experiment på tall- och granbestånd i Sverige*. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsproduktion.
- Hynynen, J. (1995). Predicting the growth response to thinning for Scots pine stands using individual-tree growth models. *Silva Fennica*, Vol.29(3), pp. 225-246.
- Hägglund, B., Lundmark, J-E. (1987). *Bonitering del 1 - definitioner och anvisningar*. Jönköping: Skogsstyrelsen.
- Mäkinen, H., & Isomäki, A. (2004a). Thinning intensity and growth of Scots pine stands in Finland. *Forest Ecology and Management*, Vol. 15, pp. 311-325.
- Mäkinen, H., & Isomäki, A. (2004b). Thinning intensity and long-term changes in increment and stem form of Scots pine trees. *Forest ecology and management*, Vol.203, pp. 21-34.
- Nilsson, U., Agestam, E., Ekö, P.-M., Elfving, B., Fahlvik, N., Johansson, U., . . . Wallentin, C. (2010). Thinning of Scots pine and Norway spruce monocultures in Sweden : effects of different thinning programmes on stand level gross- and net stem volume production. *Studia Forestalia Suecica*, All.
- Pretzsch, H. (2009). *Forest Dynamics, Growth and Yield*. Berlin: Springer-Vorlag Berlin Heidelberg.
- Pukkala, T., Miina, J., & Kellomäki, S. (1998). Response to different thinning intensities in young *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, Vol.13(2), pp.141-150.
- Schotte, G. (1912). *Om gallringsförsök*. Stockholm: Statens skogsförsöksanstalt.
- Sveriges skogsvårdsförbund. (1994). *Skogsordlista, TNC 96*.
- Valinger, E. (1992). Effects of Thinning and nitrogen fertilization on Stem growth of *Pinus sylvestris* Trees. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 219-228.
- Valinger, E. (1993a). Crown development of Scots pine trees following thinning and nitrogen fertilization. *Studia Forestalia Suecica*.
- Valinger, E. (1993b). *Effects of thinning and nitrogen fertilization on growth of Scots pine trees: total annual biomass increment, needle efficiency, and aboveground allocation of biomass increment*. Department of silviculture, Swedish University of Agricultural Sciences.
- Valinger, E., Elfving, B., Mörling, T. (2000). Twelve-year growth response of Scots pine to thinning and nitrogen fertilisation. *Forest Ecology and Management*, nr 134 pp.45-53.



Bilaga 1. Lokalerna som användes i studien är utmärkta med pilar. I texten benämns lokal 910 och 940 som lokal 1 och 2. Lokal 926 och 927 benämns som lokal 3 och 4
Appendix 1. The experimental sites used in the study are marked out with arrows. In the text site 910 and 940 are mentioned as site 1 and 2. Site 926 and 927 are mentioned as site 3 and 4

GG-försök

Karta upprättad
av Ivan Clegg
2007-02-15

