



Analys av virkeskvalitet i gallringsfri granskog i Dalby

Analysis of wood-quality properties in unthinned Norway spruce stand in Dalby



Joel Engelbrektsson

Handledare: Mateusz Liziniewicz

Eric Agestam

Sveriges lantbruksuniversitet

Examensarbete nr 258

Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap

Alnarp 2016



Analys av virkeskvalitet i gallringsfri granskog i Dalby

Analysis of wood-quality properties in unthinned Norway spruce stand in Dalby



Joel Engelbrektsson

Handledare: Mateusz Liziniewicz

Eric Agestam

Examinator: Pelle Gemmel

Sveriges lantbruksuniversitet

Examensarbete nr 258

Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap

Alnarp 2016

Examensarbete i skogshushållning ingående i jägmästarprogrammet SY001
SLU kurskod EX0766, 30hp avancerad nivå A2E

Förord

Stort tack till Mateusz Liziniewicz för bra handledning och Eric Agestam för biträdande handledning. Jag vill även tacka Anders Rosell för tillgång till försöket och bidrag med bomnyckel för att slippa gå flera kilometer extra varje dag. Jag vill även tacka Noah Stoltz som gör arbete parallellt i Skrylle för bra diskussion och idéutbyten. Jag vill även tacka mina två hundar Liza och Jizzie för sällskap och tålamod under fältarbetet.

Sammanfattning

Granen är ett av Sveriges viktigaste trädslag och har stor efterfrågan från industrin. Granen sköts vanligtvis med trakthyggesbruk med markberedning och plantering som förnygringsmetod, med röjning och ett flertal gallringar innan slutavverkning. Problematik kring gran i samband med gallring involverar främst stormskador och rotröta. Alternativa skötselmetoder för att minska detta är bland annat gallringsfritt skogsbruk som enligt flera studier skulle minska risken för dessa. Denna studie utfördes i ett försök i Skryllegården utanför Dalby i Skåne. Skötselmetoderna som använts i försöket var konventionell skötsel av gran med gallring (K) och gallringsfri metod med endast en hård slutröjning till ca 1000 stammar/ha (S). Fyra block inventerades med avseende på skogliga beståndsdata och externa kvalitetsegenskaper. Resultatet visade på en signifikant högre volym och grundyta i det gallringsfria alternativet, stamantal och andel döda stående träd var också betydligt högre. Det fanns inga signifikanta skillnader på egenskaper som grövsta kvist, antal kvist, grenvarvsavstånd, grenvinkel, lutning, krokighet, och defekter. Det var dock en signifikant skillnad på kronhöjd varav medel i den konventionella gallringen var 11,5 m och i den gallringsfria 14,7 m. Indelning i fyra kvalitetsklasser visade på ett signifikant högre antal träd i den bästa klassen i den konventionella gallringen. En ekonomisk analys indikerade något högre netto och nuvärde i den gallringsfria metoden. Eftersom skillnaden på produktivitet, kvalitetsegenskaper och ekonomi inte var anmärkningsvärd så kan gallringsfritt vara ett gångbart alternativ för att sköta granskog om det minskar risken för stormskador och rotröta. Den största nackdelen kan vara bristen på virke från gallringar då detta efterfrågas från industrin.

Nyckelord: gran, gallring, gallringsfritt, virkeskvalitet, kvalitetsegenskaper

Summary

Spruce is one of the Sweden's most important tree species with a great demand from the forest industry. Currently spruce is usually managed with the clear-cutting method with soil preparation and planting as a regeneration method, followed by pre-commercial thinning and thinnings before final felling. Problems concerning spruce during thinning involve risks from storm damages and root rot. A management without thinnings has been considered as an alternative method to reduce the mentioned risks. This study intends to investigate the influence of two management methods on external wood quality parameters in the experiment in Skryllegården outside of Dalby in Skåne. Two management methods were used in this study i.e. conventional thinning of spruce (K) and non-thinning (S) where the stand was pre-commercially thinned to 1000 stems/ha. Four blocks were measured for general growth data and external quality traits. The results showed a significantly higher volume and basal area in the non-thinned stands. Stem number and proportion of standing dead wood were also higher in the S method. There were no significant differences between used methods in quality parameters such as thickest branch, number of branches, distance between whorls, branch angle, occurrence of leaning trees, crookedness classes, and occurrence of quality defects e.g. spike knots. However, there was a significant difference in the green crown height. The mean of the green crown height was 11.5 m and 14.7 in the K and S methods, respectively. All trees were classified into four quality classes and there were a significantly higher number of the best quality trees in the K method. An economic analysis indicated slightly higher net and net-present-value (NPV) of the S method. Since the difference in productivity, quality characteristics and economics were not significant, the non-thinning method might be a good alternative to manage spruce if it reduces the risk of storm damage and root rot. The greatest disadvantage may be a lack of wood from thinning which the forest industry demands.

Keywords: spruce, thinning, non-thinning, wood-quality, quality parameters

.

Innehållsförteckning

Förord	2
Sammanfattning	3
Summary.....	4
Innehållsförteckning.....	5
Inledning.....	6
Bakgrund.....	6
Syfte.....	9
Hypotes.....	9
Material och metoder	10
Försökslokal	10
Försöksuppställning.....	10
Fältinventering.....	11
Databearbetning.....	12
Statistiska analyser	13
Ekonomisk analys	13
Resultat	15
Tillväxtegenskaper	15
Kvalitetsegenskaper	17
Ekonomisk analys	23
Diskussion	24
Studiens resultat.....	24
Felkällor och problem.....	26
Slutsatser	27
Referenser	28

Inledning

Bakgrund

Sverige har 23.2 miljoner hektar som klassas som produktiv skogsmark, 42 % av virkesförrådets består av gran (*Picea Abies* L. Karst)(Skogsstyrelsen, 2014). Granen växer bäst på friska och även fuktiga marker med medel-hög bördighet (Hallsby, 2008). Gran kan på skogsmark i södra Sverige ha en medeltillväxt på ca 5-15 m³sk/ha/år (Hallsby, 2008). Granvirke har stor efterfrågan från industrin för virket lämpar sig bra till konstruktionsvirke och fiberegenskaper gör den populär för tillverkning av pappersmassa. Träd som är raka, grova, kvistfria eller finkvistiga efterfrågas från sågverken, massaindustrin har andra men generellt lägre krav. Gransågtimmer delas i hela Sverige in i två klasser där klass 1 tillåter 60 mm stora kvistar, 12 årsringar i bedömningsområdet och en rakhets som inte överstiger 20 cm utbytesförlust. I princip allt övrigt hamnar i klass 2 (VMR, 2008). Dock får snabbväxande träd högre andel juvenilved och vårved vilket har lägre densitet än sommarveden, vilket leder till ett svagare virke (Saarman, 1992). Två egenskaper som är gemensamma för sågverks och massaindustrin är virkets densitet där högre densitet ger ett starkare virke och juvenilvedsandel som har sämre fiberegenskaper (Hallsby, 2008).

Granen förknippas ofta med stormskador och rotröta i vuxen ålder (Valinger & Fridman, 2011). Det sista århundradet visar på en ökning av volymen stormfällt virke, trots att vindklimatet inte har förändrats i någon större utsträckning under perioden (Nilsson *et al.*, 2004). Klimatet förväntas att förändras i framtiden med kraftigare vindar och mindre tjäle under vinterhalvåret vilket kan öka stormkänsligheten (Gregow, 2013). Nilsson *et al.* (2004) drar slutsatsen att ökningen av andelen stormskadad skog kan härröra från en ökad användning av gran. Risken för stormskador är högre med dagens intensiva brukande marker med planteringar och gallringar i hög utsträckning. Granskog men intensiv skötsel har ökat i areal och resultatet på bördiga marker blir volymrika höga granbestånd.

2005 drabbades södra Sverige av stormen Gudrun som fällde ca 66 miljoner kubikmeter virke i Götaland. Av detta var det 80 % gran (Valinger *et al.*, 2006). Trots att det är påvisat att granen löper hög risk för stormskador kunde man inte se någon förändring i val av trädslag efter Gudrun då 85-90% återplanterades med gran (Kempe *et al.*, 2014). Vilja att använda gran trots problemen ställer krav på andra alternativa skötselmetoder som anpassar granbestånd till vind.

Gran sköts traditionellt med trakthyggesbruk, där första steget är markberedning och plantering med ca 2000-2500 plantor/ha för att säkra att tillräckligt många överlever och klarar lagkraven för godkänd föryngring. Røjning görs för att gynna huvudstammar genom att minska konkurrensen och ge ökad näring och vatten samt ljusförhållande till kvarvarande träd (Pettersson *et al.*, 2012). Røjningen ger på kort sikt bättre timmerutbyte vid första gallringen samt bättre kvalitet och stabilare bestånd på lång sikt (Pettersson *et al.*, 2012). Gallringens syfte är främst ekonomiska för att gynna diameter och volymtillväxten hos kvarvarande träd med goda egenskaper för att på så sätt få bättre virkeskvalitet vid slutavverkning (Agestam, 2015). Fiberegenskaperna varierar inom trädet och förändras över tiden, detta är svårt att mäta varav virket ofta skiljs åt på yttre faktorer såsom sortimentsklass (Duchesne *et al.*, 1997).

Tidig första gallring minskar risken för stormskador och beståndet blir stabilt relativt snabbt och att vänta med att gallra resulterar i högre risk för stormskador (Persson, 1975). Det som talar för att göra en sen första gallring är att volymen är högre och man kan förvänta sig ett högre netto (Nilsson *et al.*, 2010). Risken för stormskador ökar med trädets höjd (Persson, 1975) och det finns allmänna rekommendationer att inte gallra när medelhöjden överstiger ca 20 m. Trots det så var gallringsaktiviteten oförändrad efter stormen Gudrun, då ca 40 % av gallringarna utfördes i sådan skog både före och efter stormen (Kempe *et al.*, 2014). En förklaring till detta är att skogsägare är beredda att ta risker för ekonomisk vinning.

Ett alternativ till konventionell gallring är gallringsfri skötsel. Gallringsfritt bygger på att man reducerar stamantalet tidigt med antingen en gles plantering och/eller hård røjning ner till ca 1200 stammar/ha. Enligt Persson (1975) blir ett sådant bestånd mindre vindkänsligt vid omloppstidens slut. Nackdelarna med gallringsfritt är att man inte kan styra trädens diameterutveckling och kvalitet genom att gallra bort träd, risken med ett högt stamantal i den ogallrade skogen kan leda till självgallring, toppbrott och insektsangrepp om virket inte förs ut (Bergh *et al.*, 2012). Enligt en studie av Bergh *et al.* (2009) påverkade gallringsfri skötsel inte ekonomin om man förkortade omloppstiden, detta skulle också minska risken för stormskador, granbarkborreangrepp och rotröta. Kvaliteten på sågat virke från gran (*Picea Abies* L. Karst) som skötts utan gallringar, med normala gallringar och hårda gallringar jämfördes av Kantola *et al.* (2009). Det visade sig att virke från de ogallrade bestånden gav det lägsta timmervärdet och det var emellertid marginella skillnader i förhållande till normal gallring (Kantola *et al.*, 2009).

Pfister *et al.* (2007) fann ett samband mellan grövsta kvist och planteringsförband. I 3.0 x 3.0 m förband var kvisten signifikant grövre än i de med 2.5 x 2.5 m respektive 2.0 x 2.0 m förband (Pfister *et al.*, 2007). Tätare förband i ungskogen har visat sig påverka grövsta kvist, grönronehöjden och antal kvist i grenvarven på ett positivt sätt (Johansson, 1997). Klang & Ekö (1999) fann att gran uppväxt under skärm hade signifikant klenare kvist än dem i planterade bestånd (Klang & Ekö, 1999). Røjning leder således också till grövre kvist och mer juvenilved vid friställning (Pettersson *et al.*, 2012). Även om klassificeringen för gran tillåter relativt grov kvist (60 mm) så kan det vara bra att ha detta i åtanke vid för yngning och røjning.

När man jämförde olika gallringsstrategier i första gallring fann man att selektivt gallra ut träd med dåliga egenskaper höjde kvaliteten främst vad gäller krokighet och defekter jämfört med gallring som fokuserade på dimensionen på de utgallrade träden (Klang, 2000). Liziniewicz (2014) fann att virkeskvalitén kan påverkas genom gallring genom att selektivt gallra bort defekta träd redan i första gallringen, då andel krokiga och lutande träd före gallring var lika. Efter två gallringar var proportionen raka och krokiga träd lägre i gallringen inriktad mot hög kvalitet gentemot gallring inriktad mot låg kvalitet. Samma studie visade att dessa kvalitetsdefekter som noterades tidigt, inte längre var synliga senare, men dessa döljer sig inuti trädet vilket ökar motivationen att kvalitetsgallra genom hela omloppstiden (Liziniewicz, 2014). Osynliga kvalitetsegenskaper som densitet och juvenilved är negativt både för massaindustrin och sågverken (Wallentin, 2007). En studie på olika gallringsstrategier visade att svag gallring inte visade lägre nedgång i densitet gentemot ogallrad granskog, och hård gallring påverkade endast mycket lite (Pape, 1999). Pape (1999) fann också att mängden juvenilved i nedre delen av trädet minskade, höggallring gav den högsta minskningen givet samma slutdiameter.

Trädets yttre egenskaper kan säga mycket om kvaliteten på virket, eftersom egenskaper som kvistgrovlek, antal kvist, rakhet eller kronans höjd är korrelerad med trädets inre kvalitets egenskaper ex. fibervinkel, hållfastighet mm. För tall är exempelvis grövsta kvist starkt korrelerad med bredden för fem årsringar 20 mm från mårgen i brösthöjd (Persson *et al.*, 1995). För att kunna jämföra konventionell gallring med gallringsfritt i avseende på kvalitet är externa egenskaper intressanta och lätta att studera. Egenskaper som man direkt kan koppla till sämre kvalitet är trädets rakhet och lutning och synliga kvalitets defekter (Liziniewicz, 2014).

Syfte

Syften med studien var att studera effekter på virkeskvaliteten av gallringsfriskötsel (stormförebyggande skötsel) i granskog. I studien jämfördes gallringsfri skötsel med hård röjning tidigt i omloppstiden med konventionell skötsel av gran med röjning av löv och två påföljande gallringar. Effekten på beståndstillväxten och virkeskvaliteten mellan båda skötselmetoder analyserades.

Hypotes

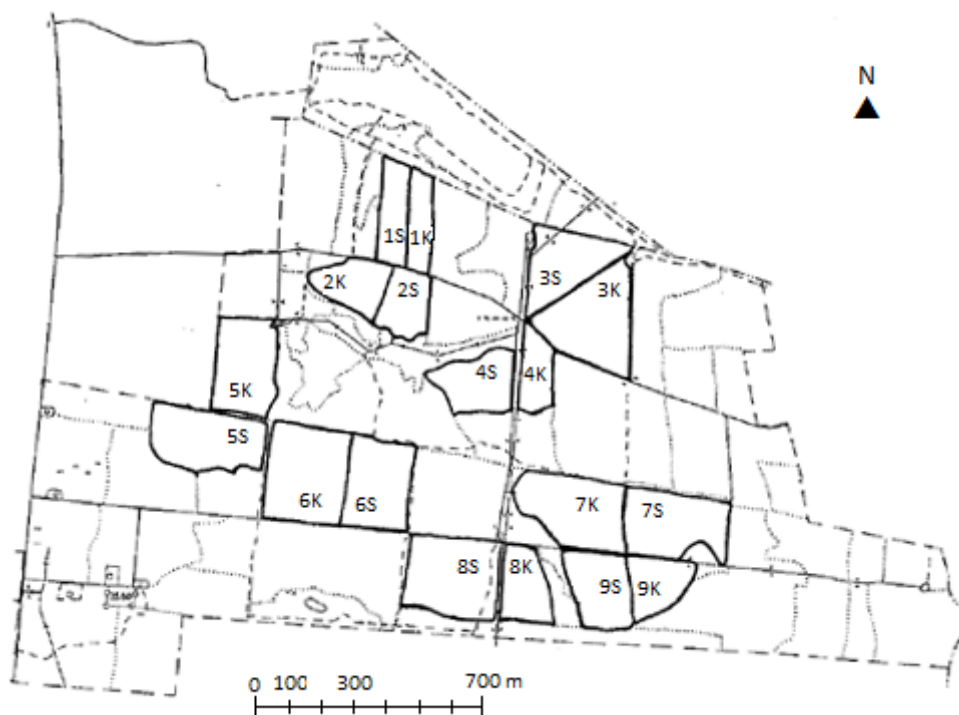
Studiens hypotes var att stormförebyggande skötsel försämrar virkeskvaliteten egenskaper med avseende på yttre trädegenskaper såsom diameterfördelning, kvistgrovlek, antal kvist i brösthöjd och övriga yttre defekter.

Material och metoder

Försökslokal

Materialet för studien hämtades på en försökslokal etablerad i Skryllegården utanför Dalby i Skåne (55°41'11"N 13°22'28"E, alt. 100 m ö h). Försöket som är beskrivet av Gemmel *et al.* (1993) planterades 1968 med gran. Lokalen utgörs av relativt homogen topografi med en jordart bestående av moig-mjälilig morän och brunjord som jordmån. Årsmedelnederbörden var 600 mm och årsmedeltemperaturen drygt 7°C vid (Gemmel *et al.*, 1993).

Försökssupställning



Figur 1. Försökets uppläggning (Gemmel *et al.*, 1993). K står för konventionell skötsel och S står för stormförebyggande skötsel

Försöket upprättades 1983/84 när bestånden var 19 år gammal, nått 6 – 8 meters höjd och stam antalet varierade mellan 1600 och 2200 stammar/ha (Gemmel *et al.* 1993). Det fanns nio block där varje block delades in i två parceller (Figur 1). Två gallringsmetoder (behandlings) i.e. konventionell skötsel (K) och stormförebyggande skötsel (S) fördelades slumpmässigt inom blocken (Gemmel *et al.*, 1993). Vid uppläggning rjődades i K-skötseln endast löv träd bort. Sedan har bestånden skötts med konventionell skötsel med gallringar (Vollbrecht & Gemmel, 1994), dessvärre finns inga dokumentationer huruvida gallringarna har utförts och när. Vid S-

skötseln röjdes beståndet ner till ca 1000 stammar/ha, röjningen utfördes i samband med upprättandet av försöket i vintern 1983/84 (Vollbrecht & Gemmel, 1994). 1993 skattades grovt utgångsdata vid starten av försöket 1983/84 och övre höjden uppskattades till 8 meter i båda försöksleden. I S-skötseln var grundytan 7 m² respektive 10 m² i K, medeldiametern var 9 cm respektive 8 cm efter ingreppet (Gemmel *et al.*, 1993).

I dagsläget har 1S, 1K, 2K, 3K, 4S, 9K parceller försvunnit på grund av diverse anledningar vilket gör att det återstår 4 kompletta block vilket var 5,6,7 och 8 (Figur 1). I vissa av kvarstående parceller har delar av parcellen stormfällts eller avverkats så denna studie kommer arealjustera parcellerna för att eliminera så många andra faktorer än skötselmetod som möjligt. Försöket var 47 år gammalt vid inventeringen för denna studie.

Fältinventering

Kvarvarande parceller inventerades under hösten 2015. Fem 200 m² stora provytor lades ut med jämna förband inom varje parcell, där första provytan lades ut slumpmässigt. Provyteförbandet bestämdes med hjälp av arealen så att 5 provytor får plats (Tabell 1). Observera att parcellarealen är justerad utefter det som är intakt och varierar från ursprungsarealen.

Formel 1. formel för att räkna ut provyteförbandet

$$F = \sqrt{A/5}$$

Där F är provyteförbandet, A är parcellarealen i kubikmeter.

Tabell 1. Sammanställning av provyteförband för fältinventering för alla parceller

Parcell	5S	5K	6S	6K	7S	7K	8S	8K
Areal (ha)	6,1	3,2	4,8	5,3	5,6	6,2	6,6	3,6
Provyteförband (m)	110,5	80	98	103	105,8	111,4	114,9	84,9

Inom varje cirkelyta korsklavades alla träd i brösthöjd (1.3 m) med klavens skänkel riktad provytecentrum respektive 90 grader och trädklass noterades. Trädklasserna delades in i härskande, medhärskande, behärskad, undertryckt och dött (Schotte, 1912). På varje träd räknades antal grenar i varje grenvarv på tre grenvarv närmast brösthöjd, ett under och två

över. Diametern på den grövsta grenen oberoende av varv mättes samt klassificerades grenvinkeln grovt om den var vinklad uppåt, svagt uppåt, rät, svagt nedåt eller nedåt. För träd klassificerades lutning och krokighet i skalan 1: Rak, 2: Svag lutning/krok och 3: Lutande/Krokig på varje träd i provytan. Kvalitetsnedsättande egenskaper antecknades för varje träd, defekterna var toppbrott, dubbelstam, stamdeformation, sprötkvist och stamskada. Höjden mättes på trädet närmast ytcentrum och det grövsta trädet på provytan, samt på två slumpvis utvalda träd, totalt mättes 20 träd i varje parcell. På provträden mättes också kronhöjden. Alla träd tilldelades en kvalitetsklass 1-4 där klass 1 var ett träd utan defekter med goda externa egenskaper, klass 2 var av relativt god kvalitet men med någon nedsättande faktor, klass 3 var ett träd med uppenbart dåliga egenskaper varav klass 4 var döda alternativt svårt skadade.

Databearbetning

Beståndsdata som medeldiameter, grundyttevägd medeldiameter, grundyta, volym, stamantal beräknades för varje parcell. För kvalitetsparametrarna räknades medelvärden ut för parcellerna, samt fördelning i procent på de olika klasserna.

För höjdtilldelning för alla träd tillämpades Näslunds höjdkurva (Näslund, 1936). Koefficienter togs fram med linjär funktion för varje behandling inom block.

Formel 2. Näslunds formel för höjdtilldelning för gran

$$H = 1,3 - \frac{D^3}{(a + b * D)^3}$$

Där D är diameter i brösthöjd (mm), H är trädets höjd (dm) och a och b är skattade koefficienter för varje parcell.

För volymberäkning användes Brandels volymfunktion för varje enskilt träd, för gran i södra Sverige (Brandel, 1990). Volymerna för varje enskilt träd summerades på provytanivå för att få fram ett medelvärde på parcellerna, volymen räknades ut på levenade och död stående ved.

Formel 3. Brandels volymfunktion för gran i södra Sverige

$$V = 10^{-1,02039} * D^{2,00128} * (D + 20,0)^{-0,47473} * H^{2,87138} * (H - 1,3)^{-1,61803}$$

D=diameter på bark i brösthöjd, cm; H=höjd från marken, meter; V=trädvolum ovan stubbskär, kubikdecimeter.

Ståndortsindex för gran beskriver förväntad höjd vid 100 års ålder, ståndortsindex räknades ut med övre höjd och ålder (Johansson *et al.*, 2013).

Statistiska analyser

En generaliserad linjär modell (GLM) användes för att bedöma påverkan av skötselmetod på tillväxt och kvalitetsparametrar.

Formel 4. Generaliserad linjär modell

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} är analyserad tillväxt eller kvalitetsparameter, μ är ett generellt medelvärde, α är block effekt, β är skötsleffekt, i är en block indikator, j är en skötselindikator och ε_{ij} är en felterm $\varepsilon_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$.

Klass-variabler som beskriver kvalitet i form av frekvens, exempelvis lutning, antogs vara binomialt distribuerade. Dessa motsatte sig antaganden om normalfördelning och homogenitet. En GLM användes med en "logit" transformering av klass-variablerna.

Skillnader mellan klassmedelvärden (gallringsmetoden) analyserades med Tukeys's test. Statistiska skillnader antogs vara signifikanta vid $p\text{-värde} < 0,05$.

Statistiska analyser gjordes i Minitab 17.

Ekonomisk analys

För att få en uppfattning om vilka ekonomiska skillnader man kan förvänta sig gjordes en nuvärdesanalys baserat på antaganden om virkespriser och kostnader för gallring och slutavverkning i södra Sverige (Tabell 2). För simuleringen användes medelvärden för skötselmetod.

Tabell 2 Antaganden för nuvärdesanalys enligt priser av Skogforsk och Södra

Medel röjningskostnad Götaland	Medel Drivningskostnad gallring södra Sverige	Medel Drivningskostnad slutavverkning södra Sverige	Virkespris Granmassaved, Södra prislista 2015
kr/Ha	Kr/m ³ fub	Kr/m ³ fub	Kr/m ³ fub
3320	193	90	280

Eftersom gallringshistorik för bestånden saknades användes produktionsmodellen ProdMod (Ekö, 1985), för att från utgångsläget skatta vilka gallringar som troligen har utförts (Gemmel, et al 1993) för att erhålla de volymer enligt fältinventeringen hösten 2015. Simuleringen utgår ifrån de grunddata som skattades av Gemmel *et al.* (1993) vid upprättandet av försöket. Vid de ekonomiska kalkylerna antogs samma skötsel av bestånden fram till 19 års ålder då skogen röjdes, kalkylen startar därför vid 19 års ålder och kostnader dessförinnan ingår inte i kalkylen. Eftersom röjningen vid 19 års ålder var hårdare i S läggs 1000 kr/ha till medelvärdet för röjningskostnaden. All volym räknas om från m³sk till m³fub, med omräkningstal 0,84. För nuvärdesberäkning blev räntan satt till 3 %, en känslighetsanalys med räntan mellan 1-5% gjordes. Netto och nuvärde räknades även ut 10 år framåt i tiden för K för omloppstiden för K ska förmodligen vara längre än för S.

Formel 5. Beräkning av nuvärde

$$Nuvärdet = \sum_{t=0}^T \frac{I_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^T \frac{K_t}{(1+r)^t}$$

Där T är omloppstiden i år, t är tid i år då åtgärd görs, I_t är intäkten år t i kr, K_t är kostnaden år t i kr och r är räntan i procent.

Resultat

Tillväxtegenskaper

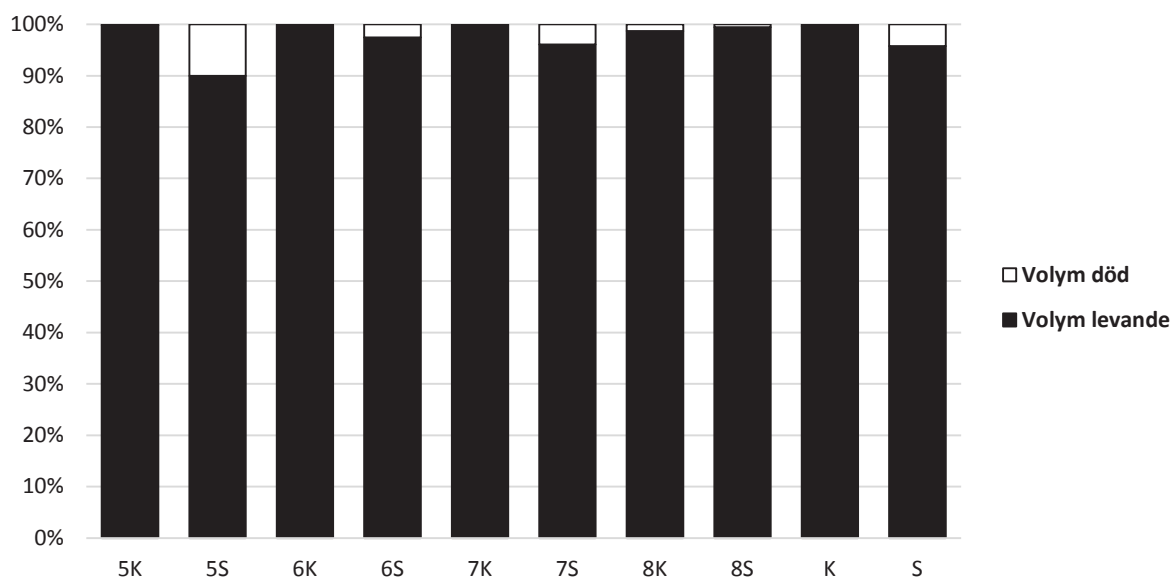
Skogliga parametrar som beskriver de olika parcellerna presenteras i Tabell 3.

Tabell 3. Beståndsbeskrivning medelvärde för alla parceller K – konventionell gallring, S – gallringsfri

Parametrar	5K	5S	6K	6S	7K	7S	8K	8S	K**	S**
ÖH (m)	22,6	24,9	25,3	24,7	26,6	27,3	24,8	24,9	24,8	25,5
Medelhöjd (m)	20,7	23,7	23,9	23,5	25,1	25,8	21,1	22,0	22,7	23,8
SI (m)	33,5	35,1	35,1	35,1	36,6	36,6	35,1	35,1	35,1	35,5
Stamantal (N/ha)	650	840	780	950	580	940	760	810	692	885
Dgv* (cm)	27,1	28,8	30,6	28,3	34,7	31,0	29,8	30,9	30,6	29,7
Grundyta m ² /ha	31,2	46,2	50,8	54,4	48,0	60,4	44,6	52,8	43,7	53,4
Volym total (m ³ sk)	320	592	575	631	550	768	480	578	481	642
Volym levande (m ³ sk)	320	533	576	615	551	739	474	575	480	616
Volym död (m ³ sk)	0,5	59,2	0,0	16,2	0,0	30,1	6,4	3,2	1,7	27,2

*Grundytevägd medeldiameter, **Medelvärde

De parametrar som skiljer sig mest mellan de analyserade skötselmetoderna är grundyta, volym och stamantal där samtliga är högre i S än i K (Tabell 3). Det var signifikanta skillnader mellan S och K för grundyta ($p = 0.030$) och volym ($p = 0.043$) (Tabell 4). I snitt var stående grundyta vid 47 år ålder i S 53.4 m² per hektar medan i K var grundyta 9.7 m² mindre (Tabell 3). Det var större andel av stående död ved i S än i K, det var 0.3 % i K och 4.2 % i S (Figur 2). Skillnader i volymen av död ved mellan K och S blev inte signifikanta ($p = 0.146$). För övre höjd, medelhöjd, ståndortsindex och grundytevägd medeldiameter fanns inga stora skillnader mellan skötselmetoderna.



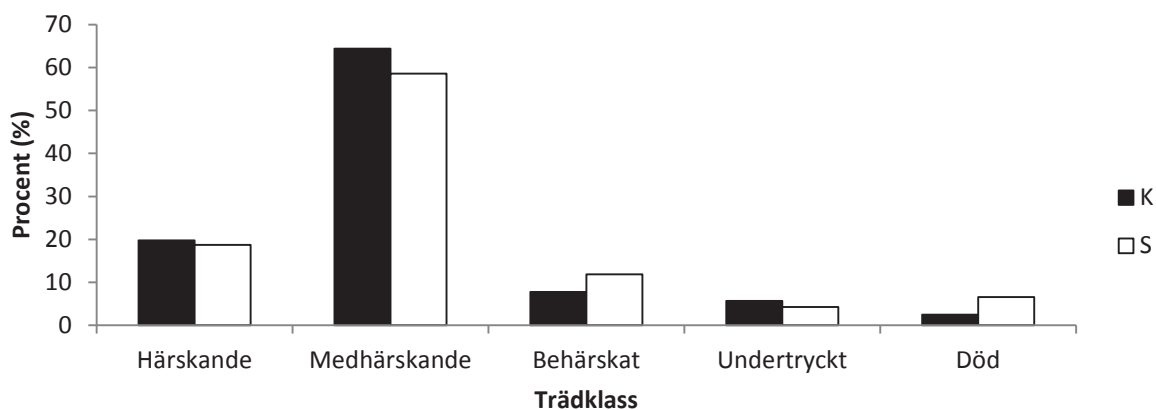
Figur 2. Relationen mellan levande och död stående volym för K (konventionell gallring) och S (gallringsfritt). "K" och "S" är medeltal för de fyra parcellerna

Tabell 4. Beräknade F – och p-värde för bestånds variabler

Parameter	F-värde	P-värde
Estimerad medelhöjd (m)*	2.27	0.229
Medelhöjd (m)	4.4	0.127
Grundtyevägd medeldiameter (cm)	0.42	0.56
Medeldiameter (cm)	0.13	0.741
Grundyta (m ² /ha)	15.36	0.030
Volym (m ³ sk/ha)	11.51	0.043
Volym död (m ³ sk/ha)	3.81	0.146
Stamantal (N/ha)	9.10	0.057

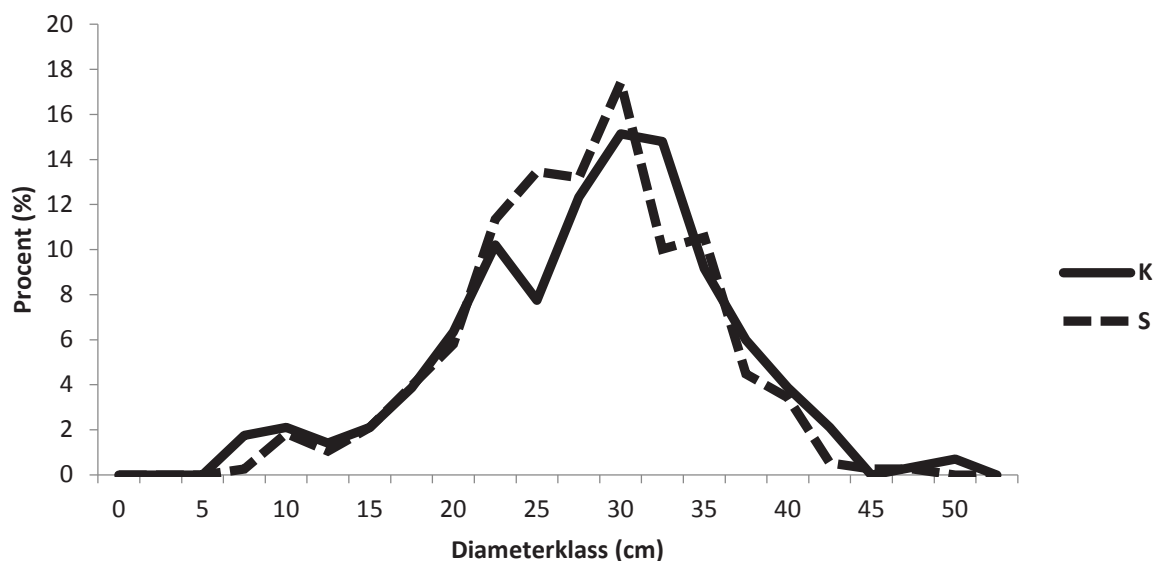
*estimerad från Näslund

Trädklasserna fördelades i procent i de olika skötselmetoderna i Figur 3. Det finns inga större skillnader i trädklassfördelningen i de två skötselmetoderna. Procentandelen härskande träd och undertryckta ser lika ut för försöken, ca 20 % respektive 5 % och den dominerande klassen i båda skötselmetoder är medhärskande där andelen är ca 60 % i S respektive 65 % i K. En liten större andel behärskade och döda träd fanns i S behandling (Figur 3).



Figur 3. Procentandel av träd i olika trädklass i K (konventionell gallring) och S (gallringsfritt)

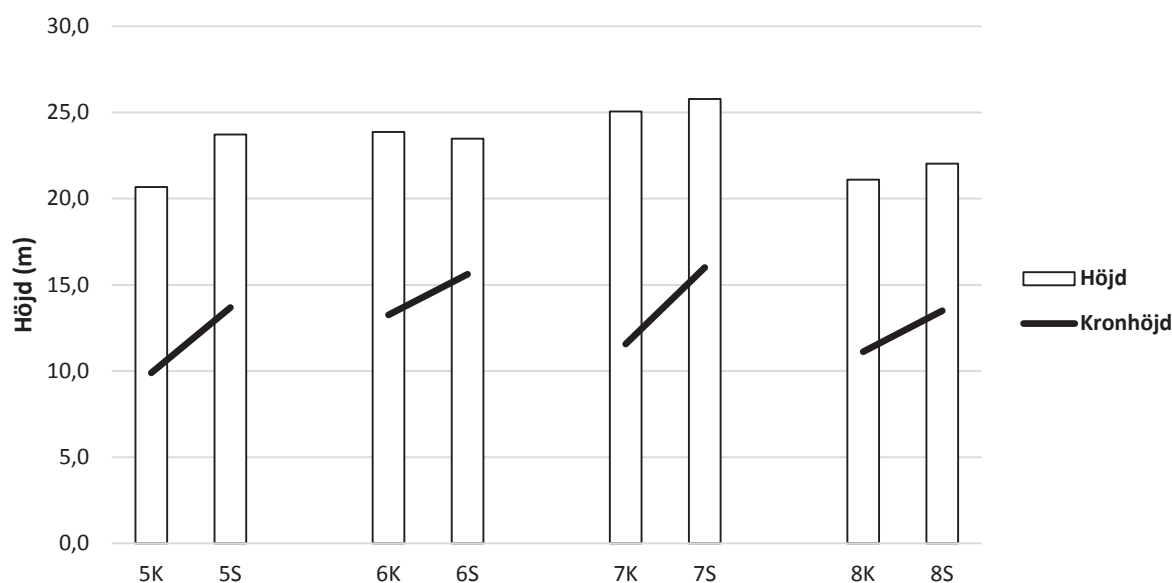
Diameterfördelningen fördelat i procent i olika diameterklasser (Figur 4). Det fanns små skillnader i diameterfördelningen i K och S. Det fanns större andel grövre träd i K-skötseln metoden än i S-skötsel metoden (Figur 4).



Figur 4. Diameterfördelning i procent för K (konventionell gallring) och S (gallringsfritt)

Kvalitetssegenskaper

Kronhöjdens medelvärde i K var 11,5 m och 14,7 m i S (Tabell 5). Det var signifikant skillnad mellan K och S-parceller i kronhöjden ($p = 0.008$, Tabell 6).



Figur 5. Kronhöjden i relation till höjden i K (konventionell gallring) och S (gallringsfritt)

Ingen skillnad i grövsta kvist mellan de två skötselmetoderna uppmättes. Det var inga signifikanta skillnader i den grövsta kvist diametern mellan behandlingar S och K ($p = 0.506$) (Tabell 6). K resulterade i medel kvist av 16.7 mm medan i S var kvistarna i snitt 17.4 mm (Tabell 5). Absoluta skillnaden var mindre än 1 mm.

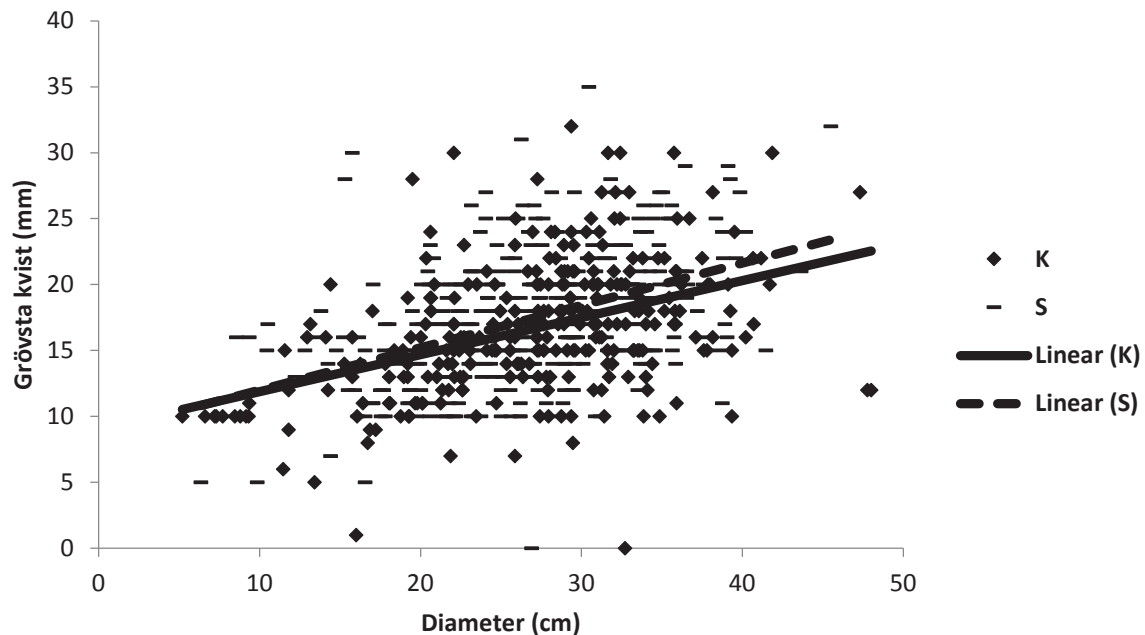
Tabell 5. Beräknade medelvärden för grövsta kvist, antal grenar i alla tre varv samt grenvarvsavstånd

Trädegenskaper	5K	5S	6K	6S	7K	7S	8K	8S	K*	S*
Medel grövsta kvist (mm)	14,7	18,0	17,6	16,6	17,6	17,3	16,8	17,6	16,7	17,4
Medel antal grenar (3 varv)	13,5	15,7	14,7	15,3	13,0	13,3	14,0	13,3	13,8	14,4
Medel grenvarvsavstånd (cm)**	81,7	85,2	81,1	81,2	96,7	85,2	80,8	77,9	85,1	82,4
Kronhöjd (m)	9,9	13,7	13,3	15,6	11,6	16,0	11,1	13,5	11,5	14,7

*Medelvärde

** avståndet mellan tre grenvarv

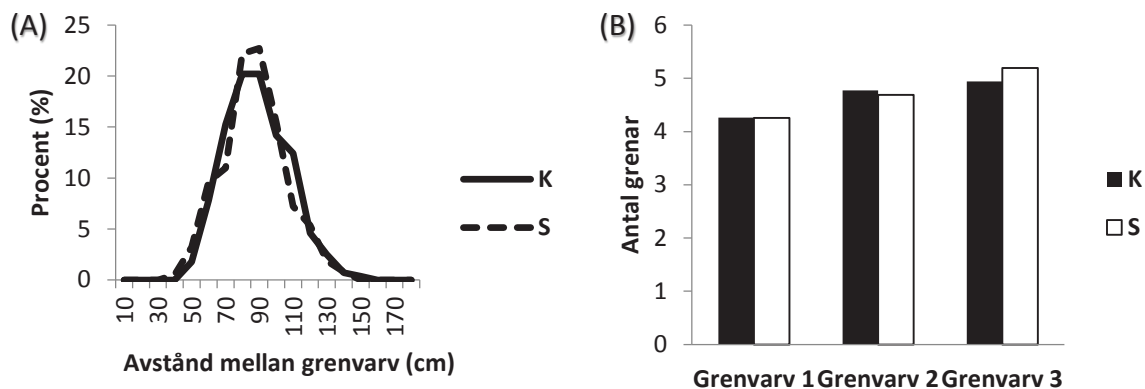
Det var en stark korrelation mellan brösthöjdsdiameter och grövsta kvist diameter (Figur 6). Korrelationskoefficienten var 0.42 för K och 0.43 for S. Skötselmetoden påverkar inte relationen mellan grövsta kvist och diametern. Den maximala värde av grövsta kvist nått var ca 35 mm (Figur 6).



Figur 6. Relationen mellan grövsta kvist och diameter för K (konventionell gallring) och S (gallringsfritt)

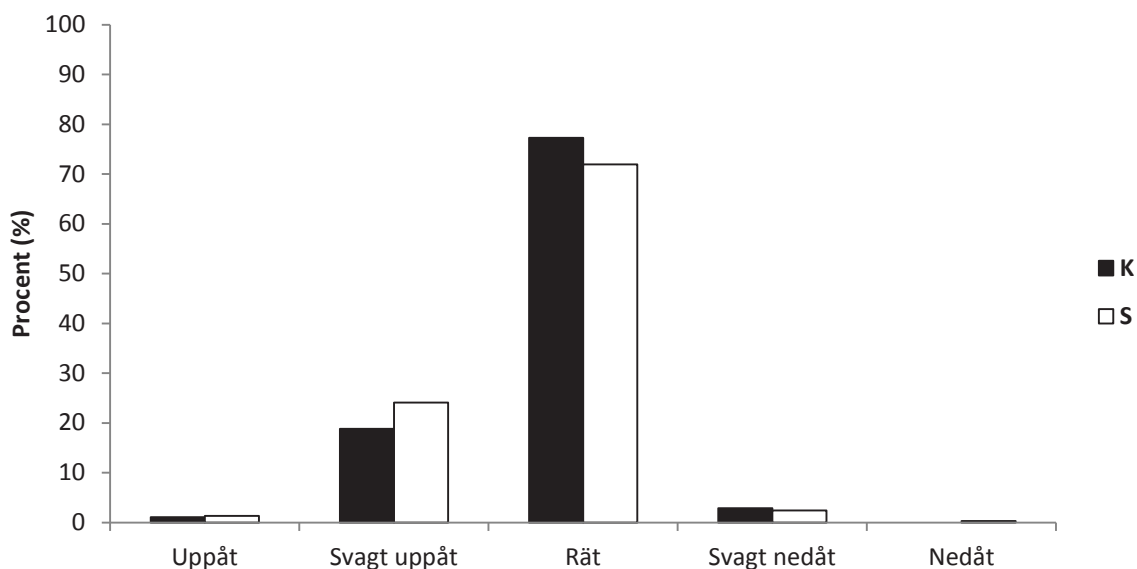
Det finns inga signifikanta skillnader mellan de två skötselmetoderna på avståndet mellan tre grenvarven och antal grenar i grenvarven ($p = 0.459$ respektive $p = 0.382$) (Tabell 6), Skillnaden i grenavstånd mellan K och S var 2,7 cm och skillnaden i antal grenar var 0,6 styck

(Table 5). Antal grenar i varje varv ökar med stigande höjd med ca 0,5 styck per grenvarv (Figur 7b).



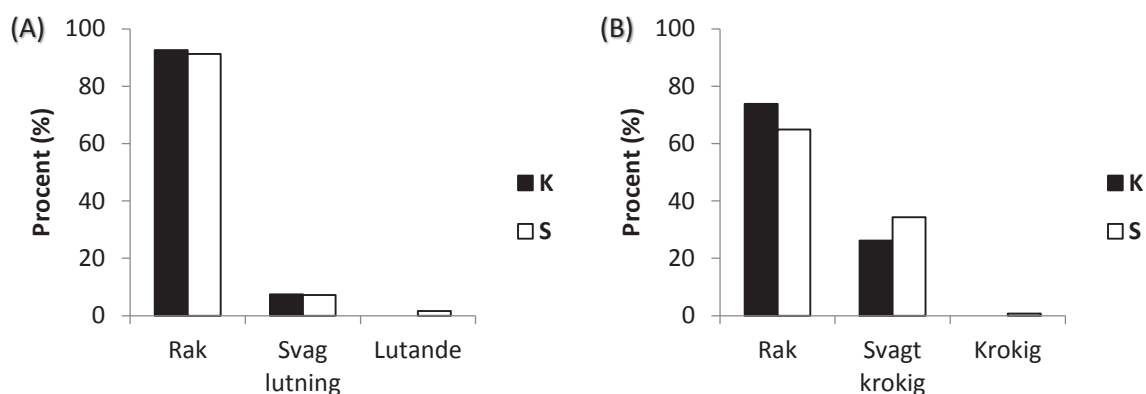
Figur 7 A: Fördelning av avstånd mellan grenvarv i K (konventionell gallring) och S (gallringsfritt), B: Medel antal grenar i varje grenvarv i K (konventionell gallring) och S (gallringsfritt)

Grenvinkel påverkades inte signifikant av skötselmetoden ($p = 0.549$) (Tabell 6) och ca 75 % av grenarna var rätta oavsett av skötselmetoden (Figur 8).



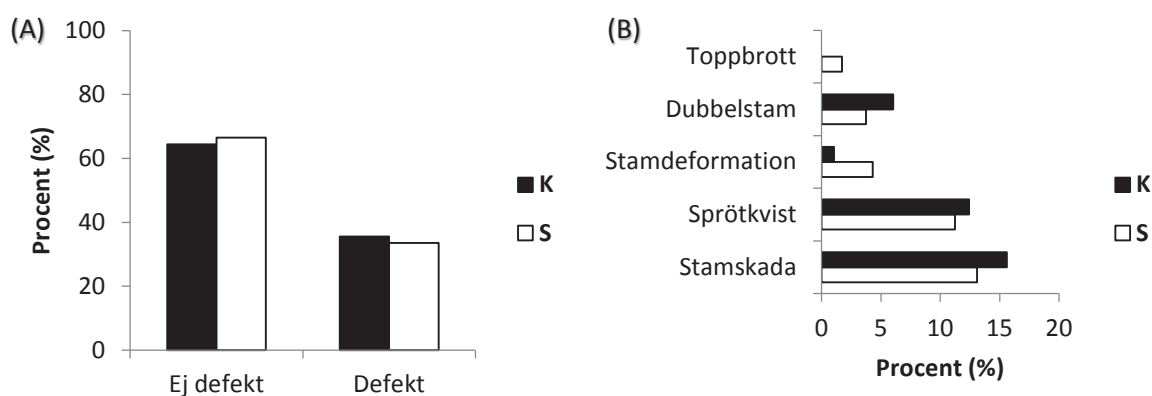
Figur 8: Procentandel uppdelat på grenvinkelklasser i K (konventionell gallring) och S (gallringsfritt)

För lutning och krokighet fanns det inte några signifikanta skillnader ($p = 0.914$ och $p = 0.334$) (Tabell 6). För lutning var ca 90 % raka i både K och S (Figur 9A). Det var dock en mindre andel krokiga träd i K. Det var ca 75 % var raka i K medan 65 % i S (Figur 9B).



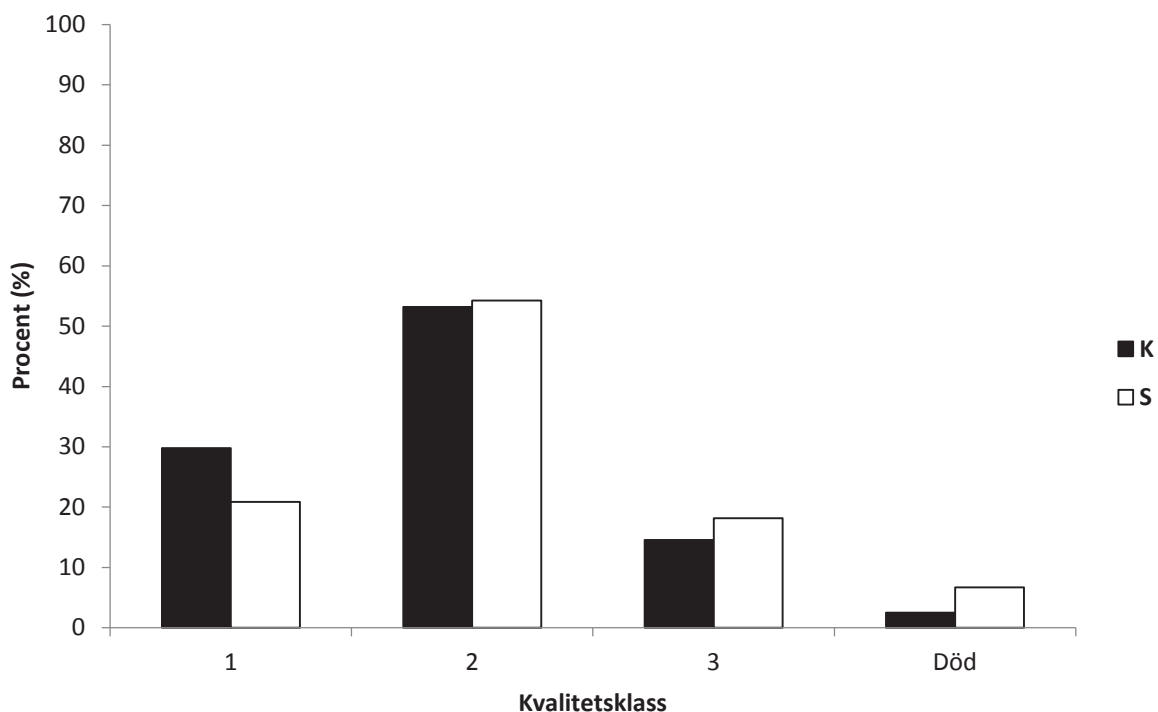
Figur 9 A: Andel träd i lutningsklasser i K (konventionell gallring) och S (gallringsfritt), B: Andel träd i krokighetsklasser i K (konventionell gallring) och S (gallringsfritt)

Det fanns inte några signifikanta skillnader på total andel defekter mellan skötselmetod ($p = 0.742$) (Tabell 6). Det var ca 60 % ej defekta träd i båda skötselalternativen (Figur 10A). Det är dock högre andel stamskador ca 16 % i K respektive 13 % i S, sprötkvist var ca 12 % i K och 11 % i S och dubbelstam i K var ca 6 % och 4 % i S. Stamdeformationer var ca 3 % högre i S än i K och toppbrott var det ca 2 % i S och det var 0 % i K (Figur 10B).



Figur 10 A: Andel av defekta och ej defekta träd i K (konventionell gallring) och S (gallringsfritt), B: Andel av olika träd defekter i K (konventionell gallring) och S (gallringsfritt)

Det fanns en signifikant högre andel av träd i bästa kvalitetsklassen (klass 1) i K-skötseln jämfört med S-skötsel, ($p = 0.032$) (Tabell 6). Det fanns ca 30 % klass 1 träd i K men ca 20 % i S (Figur 11).



Figur 11 Träd uppdelat på kvalitetsklasser i K (konventionell gallring) och S (gallringsfritt)

Tabell 6. Beräknade F – och p -värde för kvalitets variabler

Kvalitetsparametrar	F-värde	P-värde
Kronhöjd	39,160	0,008
Grövsta kvist	0,580	0,502
Avstånd mellan grenvarv	0,720	0,459
Antal kvist	1,040	0,382
Grenvinkel	2,999	0,549
Lutning	0,024	0,914
Krokighet	0,890	0,334
Defekter	2,810	0,742
Kvalitet	1,397	0,032

Ekonomisk analys

Efter Simuleringen i ProdMod antogs att två gallringar på 35 respektive 46 m³fub uttagen volym vid 28 och 38 års ålder har utförts i K (Tabell 7). Den ekonomiska analysen visar på ett det inte förväntas bli några större skillnader mellan skötselmetoderna om avverkning sker nu vid 47 års ålder i båda skötselmetoderna. K resulterade i ett netto på ca 80400 kr/ha vilket är lite lägre än i S där nettot var ca 94000 kr/ha (Tabell 7). Nuvärdet var ca 19900 kr/ha vilket var lägre än ca 22000 kr/ha som det var i S för räntan på 3 %. För räntan 1 % och 5 % hade S fortfarande högre nuvärde. När K-parcellerna skrevs fram 10 år i ProdMod blev nettot 100800 kr/ha och nuvärdet 21600 kr/ha för en ränta på 3 %.

Tabell 7. Antaganden om kostnader och intäkter och beräkning av nuvärdet med räntan satt till 3 % i K (konventionell gallring) och S (gallringsfritt)

	Ålder år	Uttagen (m ³ fub/ha)	Volym	Netto/ha, kr		Nuvärde/ha, kr	
		K	S	K	S	K	S
Röjning	19			- 3320	-	- 1893	- 2464
					4320		
Gallring 1	28	35		3069		1342	
Gallring 2	38	46		4019		1307	
Slutavverkning	47	403	517	76600	98238	19093	24487
Summa		485	517	80369	93918	19849	22023

Diskussion

Studiens resultat

Det finns en skillnad i stående volym mellan skötselmetoderna, skillnaden är signifikant och stor, S-parcellerna har i genomsnitt 135 m³/ha högre volym än K-parcellerna. Att S-parcellerna har större volym är inte överraskande då K-parcellerna gallrats och virke tagits ut. Det var högre andel död stående ved i S, men det var ingen större skillnad i procent av stamantalet mellan död och levande vilket tyder på självgallring i S. Grundytan var också signifikant högre i S-parcellerna, de hade i genomsnitt 10 m²/ha högre grundyta än i K-parcellerna. Det fanns inga signifikanta skillnader på andra tillväxtegenskaper som höjd och diameter. Diametertillväxten ökar generellt med ökad gallringsintensitet på det enskilda trädet medan höjden inte påverkas i samma utsträckning (Klang, 2000). En förklaring kan vara att K hade lägre diameterutveckling efter första röjningen medan S hade högre, K har sedan vuxit ikapp i diameter efter gallring medan diameterutvecklingen har avstannat i S.

Att kronhöjden var högre i S-parcellerna var väntat då beståndet har en tätare struktur, högre grundyta och stamantal vilket påverkar ljusförhållandet. Förhållanden var sannolikt tvärtom vid upprättandet av försöket då den hårda röjningen i S-parcellerna gav utrymme för lägre krongräns medan K-parcellerna ursprungligen var tätare. De har sedan fått ombytta roller då S-parcellerna blivit tätare och K-parcellerna gallrats. Det är påvisat i en annan studie att kronhöjden var signifikant högre i ogallrad granskog gentemot normalt gallrad och hårt gallrad granskog (Kantola & Mäkelä, 2004). Eftersom S-parcellerna är ”hårt gallrade” i ett tidigt skede kan man anta att röjningsintensiteten inte påverkar grönkronan såsom gallringsintensiteten genom hela omloppstiden.

Från inventering i 1993 kunde man fastställa att grövsta kvist var signifikant grövre i bestånden med stormförebyggande skötsel (S) (Gammel *et al.*, 1993). I S var medelvärdet 20 mm för grövsta kvist respektive 17,9 mm i K 1993. Det fanns ingen signifikant skillnad mellan skötselmetoderna i denna studie. Det ska tilläggas att kriterierna för mätning av grövsta kvist inte ser likadan ut då grövsta kvist i något av de tre grenvarven närmast brösthöjd på alla träd inklusive undertryckta mättes i denna studie, medan grövsta kvist mättes inom 2 m ovan mark på 6 provträd av Gammel *et al.* (1993). Det borde dock inte påverka i någon större utsträckning då uteslutning av de undertryckta i kalkylen gav mer eller mindre samma resultat. Medelvärdet på grövsta kvist hade sjunkit ca 2,6 mm i S respektive 1,2 mm i K sedan inventeringen 1993 vilket kan indikera att övervallning av kvisten har jämnat ut spridningen av grövsta kvist över

tiden, alternativt tappat bark eller dött och förmultnat. Att träd med grova kvistar gallrats ut är också en möjlighet, men förklarar inte S-parcellerna. Men det är svårt att ge något definitivt svar då det är mätt på olika träd och kvistar och den troligaste förklaringen är att kvistarna mättes på färre träd i studien från 1993. Liziniewicz (2014) hittade inga signifikanta skillnader i kvistgrovlek mellan olika gallringsprogram, dock var inte kviststorleken något av de urvalskriterierna vid kvalitetsgallring. Samma var det för Klang (2000) då man även där fokuserat på krokiga och defekta träd vid kvalitetsgallring.

Det fanns inga signifikanta skillnader i andel defekta träd, dock kunde man se vissa skillnader på specifika defekter. Det var en högre andel stamskador, sprötkvist och dubbelstam i K-skötseln, medan stamdeformationer och toppbrott var vanligare i S-skötseln. Frekvensen stamskador var relativt höga i både K och S, där det var 16 % respektive 13 % stamskador. Det borde då kunna härröras främst till vindfällan, då skador från skogsmaskiner endast är en faktor i K och normalt inte överstiger 5 % enligt flera studier sammanfattade av Wallentin (2007). Det är underligt att det inte är bättre i K-parcellerna, det borde ha gallrats ut mer träd med defekter som dubbelstam, sprötkvist mm. Troligtvis har gallringen begränsats till stickvägar och vindfällan vilket begränsat urvalet.

Signifikant skillnad var det för kvalitetsklasserna i de olika skötselmetoderna. Det ska påpekas att bedömningen av kvalitetsklass var subjektiv. För K-skötseln var ca 30 % i klass 1 och i S var ca 20 % i klass 1, sedan var det högre andel döda träd i S.

Det är svårt att säga något om osynliga kvalitetsegenskaper som densitet och juvenilved, man kan dock anta att densiteten inte borde skilja sig så mycket då Pape (1999) inte fann någon skillnad mellan ogallrad och svag gallring. Att det inte fanns någon signifikant skillnad på den grundtyevägda medeldiametern vid samma ålder pekar på att årsringsbredden är relativt lik och därmed liknande veddensitet (Saarman, 1992). Man skulle kunna anta att årsringsbredden är bredare längre in på stammen i S medan den är tätare i K, och sedermera tätare längre ut i S respektive bredare i K som effekt av gallringen.

Det fanns inga uppgifter om antal gallringar och uttagen volym. Det gjorde det omöjligt att göra jämförelse av total produktion. Det är inte förväntat att hitta skillnader i volymtillväxt, då studier visat att bruttotillväxten var oförändrad för gran utom vid höga gallringsuttag i.e. 50 % av grundtyta (Nilsson *et al.*, 2010). Volymen var högre i S-skötseln, men huruvida den högre volymen tillgodoser intäkter från gallring är oklart men en simulering i ProdMod

indikerade något högre netto vid slutavverkning vid samma tidpunkt. Analysen av ekonomin byggde på antaganden och tidpunkten och uttag i gallringarna är uppskattningar, men den pekar på att det inte är några större ekonomiska skillnader om vi antar att röjningen blir lite dyrare i S-skötseln på grund av hårdare röjning. I K-skötseln antas att det är gjort två gallringar med 35 respektive 46 kubikmeter m³ub uttaget. Detta är en högst grov uppskattning och det finns givetvis många faktorer som tillkommer i nuvärdeskalkylen, det skulle exempelvis vara rimligt att resonera att avverkningskostnaden blir dyrare i S-parcellerna med tanke på det högre stamantalet, dock skiljer sig inte medelstammen nämnvärt. En framskrivning i ProdMod 10 år för K-parcellerna gav ungefär samma nuvärde och något högre netto än S-parcellerna. Så att ekonomin skulle vara jämförbar om man har en kortare omloppstid i S-skötseln och låta K växa till sig några år till känns rimlig, och i enlighet med teorin att gallringsfritt skulle vara jämförbart med förkortad omloppstid (Bergh *et al.*, 2012).

Tidigare studier har fastställt att man kan påverka kvaliteten på träden genom gallring fokuserad på kvalitetsegenskaper (Liziniewicz, 2014; Klang, 2000). I denna studie är det dock inga stora skillnader på de egenskaper som undersökts. En anledning kan vara att kvalitetsaspekter inte beaktats i den tidiga röjningen eller att gallringarna utan helt enkelt varit knuten till exempelvis stickvägar och bärgning av stormfällan mm. Det är påfallande mycket stormfällan/självgallring som inte är upparbetat vilket kan leda till angrepp av såväl rotröta som insekter, där rotrötan direkt påverkar kvaliteten. Huruvida skogen är rötpåverkad är oklart men prognosen enligt Gemmel *et al.* (1993) skulle ca 50 % av rotstockarna vara påverkade i K respektive 20-30 % i S vid slutavverkning. Att rötan skulle vara mindre i S grundar sig främst i att inga gallringar gjorts.

Felkällor och problem

Försöket saknar detaljerad uppföljning och dokumentation av åtgärder finns inte. Gallringens utförande och uttag är i allra högsta grad relevant och frågeställningar kring dess utförande kan diskuteras i K-parcellerna. Gallringen känns relativt ojämn mellan blocken och mycket träd med kvalitetsdefekter finns kvar samt att de verkar finnas skador från skogsmaskiner och vindfällan. Tanken med försöket är god och trädets virkesegenskaper är intressant att studera i det här försöket, tyvärr verkar det ha funnits andra faktorer som påverkat skötseln. Försöket ligger angränsande till en rekreationsskog vilket möjligtvis har påverkat skötselintensiteten. Man kan heller inte riktigt jämföra försöket med andra studier på kvalitetseffekter i

ungskogsförband då röjningen gjordes relativt sent och liknar mer en tidig gallring än en röjning.

Slutsatser

Denna studie pekar på att det inte finns några stora skillnader mellan konventionell gallring och gallringsfritt i volym, kvalitetsegenskaper eller ekonomi. Om gallringsfri skötsel genererar mer stabila bestånd som klarar stormar bättre och minskar rotröta så är detta ett intressant alternativ att sköta granskog. Gallringsfri metod skulle inte ha någon större påverkan på gran kvalitet som inte skulle accepteras av industrin. Nackdelarna skulle vara att gallringsved är eftertraktat från massaindustrin och om stormförebyggande skötsel i ungdomsstadiet kombineras med kortare omloppstid kan skogsvårdslagens bestämmelser om lägsta slutavverkingsålder begränsa användningen. Fortsatta studier huruvida fiberegenskaper och juvenilvedsandel i denna typ av granskog tillmötesgår industrins krav är synnerligen spännande.

Referenser

- Agestam, E. (2015). Gallring. *Skogsskötselserien del 7*. Skogsstyrelsen. Sverige.
Tillgänglig: www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.
- Bergh, J., Johansson, U., Nilsson, U., Sallnäs, O., Jönsson, A.m., Lagergren, F. & Lundström, A. (2012). *Är anpassning av skogsskötseln nödvändigt i dagsläget för att minska skogsskador i ett förändrat klimat?* (Arbetsrapport, 43). Alnarp: Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap.
- Brandel, G. (1990). *Volymfunktioner för enskilda träd : tall, gran och björk*. Rapport nr 26, institutionen för skogsproduktion, SLU, Sverige, (Dissertation)
- Duchesne, I., Wilhelmsson, L. & Spngberg, K. (1997). Effects of in-forest sorting of Norway spruce (*Picea abies*) and Scots pine (*Pinus sylvestris*) on wood and fibre properties. *Canadian Journal of Forest Research* 27(5), 790-795.
- Ekö Per Magnus (1985). En produktionsmodell för skog i Sverige baserad på bestånd från riksskogstaxeringens provytor. Institutionen för skogsskötsel, Sveriges Lantbruksuniversitet, Umeå. Rapport nr 16.
- Faustmann, M. (1995). Calculation of the value which forest land and immature stands possess for forestry. *Journal of Forest Economics* 1(1), 7-44.
- Gemmel, P., Vollbrecht, G. & Elfving, B. (1993). *Ett försök med stormskade. och rotröte-förebyggande skogsskötsel i Dalby*. (Arbetsrapport 4). Alnarp: Enheten för sydsvensk skogsforskning.
- Gregow, H. (2013). *Impacts of strong winds, heavy snow loads and soil frost conditions on the risks to forests in northern Europe*. Diss. Helsinki: University of Eastern Finland.
- Hallsby, G. (2008). *Nya tiders skog*. 2:nd edition uppl. Stockholm: LRF Skogsägarna.
- Johansson, K. (1997). *Effect of Early Competition on Wood Properties of Norway spruce*. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae-Silvestra nr 19*. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå
- Johansson, U., Ekö, P.M., Elfving, B., Johansson, T. & Nilsson, U. (2013). *Nya höjdtvecklingskurvor för bonitering*. Fakta Skog, 14. Fakulteten för skogsvetenskap. Sveriges Lantbruksuniversitet. Sverige.
- Kantola, A. & Mäkelä, A. (2004). Crown development in Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.]. *Trees*. 18(4), 408-421.
- Kantola, A., Song, T., Usenius, A. & Heikkilä, A. (2009). Simulated yield and quality distribution of sawn timber from final felling in a Norway spruce *Picea abies* (L.) Karst. stand with varying thinning regimes: A case study. *Wood Material Science and Engineering*. 4(3-4), 87-97.

- Kempe, G., Fridman, J. & Valinger, E. (2014). *Stormen Gudruns inverkan på skogens tillstånd och skötsel - en analys av Riksskogstaxeringens data*. Fakta skog, 15. Fakulteten för skogsvetenskap. Sveriges Lantbruksuniversitet. Sverige.
- Klang, F. (2000). *The influence of silvicultural practices on tree properties in Norway spruce*. *Acta Universitatis Sueciae-Silvestra* nr 128. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp
- Klang, F. & Ekö, P.-M. (1999). Tree Properties and Yield of *Picea abies* Planted in Shelterwoods. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 14(3), 262-269.
- Liziniewicz, M. (2014). *Influence of spacing and thinning on wood properties in conifer plantations*. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae* nr 96 Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp
- Nilsson, C., Stjernquist, I., Barring, L., Schlyter, P., Jönsson, A.M. & Samuelsson, H. (2004). Recorded storm damage in Swedish forests 1901–2000. *Forest Ecology and Management* 199(1), 165-173.
- Nilsson, U., Agestam, E., Ekö, P.-M., Elfving, B., Fahlvik, N., Johansson, U., Karlsson, K., Lundmark, T. & Wallentin, C. (2010). Thinning of Scots pine and Norway spruce monocultures in Sweden: effects of different thinning programmes on standlevel gross- and net stem volume production. *Studia Forestalia Suecica*, 219(219), 1-46.
- Näslund, M. (1936). *Skogsförsöksanstaltens gallringsförsök i tallskog primärbearbetning*. Meddelande från statens skogsförsöksanstalt 29. Stockholm
- Pape, R. (1999). Effects of Thinning Regime on the Wood Properties and Stem Quality of *Picea abies*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14(1), 38-50.
- Persson, B., Persson, A., Ståhl, E.G. & Karlsmats, U. (1995). Wood quality of *Pinus sylvestris* progenies at various spacings. *Forest Ecology and Management* 76(1), 127-138.
- Persson, P. (1975) Stormskador på skog – Uppkomstbetingelser och inverkan av skogliga åtgärder. Rapporter och Uppsatser nr 36. Institutionen för Skogsproduktion. Skogshögskolan. Stockholm.
- Pettersson, N., Fahlvik, N. & Karlsson, A. (2012). Røjning. *Skogsskötselserien del 6*. Skogsstyrelsen. Sverige. Tillgänglig: www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.
- Pfister, O., Wallentin, C., Nilsson, U. & Ekö, P.-M. (2007). Effects of wide spacing and thinning strategies on wood quality in Norway spruce (*Picea abies*) stands in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 22(4), 333-343.
- Saarman, E. (1992). *Träkunskap*. 1.st edition uppl. Markaryd: Sveriges Skogsindustrieförbund.
- Schotte, G. (1912). *Om gallringsförsök*. Meddelande från statens skogsförsöksanstalt nr 9: 211-269 . Stockholm

- Skogforsk (2015-08-26). *Skogsbrukets kostnader 2014*.
<http://www.skogforsk.se/kunskap/kunskapsbanken/2015/skogsbrukets-kostnader-2014/> [2015-12-07].
- Skogsstyrelsen (2014). *Skogsstatistisk årsbok*. Jönköping: Skogsstyrelsen. Tillgänglig:
<http://www.skogsstyrelsen.se/Myndigheten/Statistik/Skogsstatistisk-Arsbok/Skogsstatistiska-arsbocker/>
- Södra (2015). *Massaved*. <http://skog.sodra.com/sv/Salja-Virke/Virkesprislista/> [2015-12-07].
- Valinger, E. & Fridman, J. (2011). Factors affecting the probability of windthrow at stand level as a result of Gudrun winter storm in southern Sweden. *Forest Ecology and Management* 262(3), 398-403.
- Valinger, E., Lövenius, M.O., Johansson, U., Fridman, J., Claeson, S. & Gustafsson, Å. (2006). *Analys av riskfaktorer efter stormen Gudrun*. Rapport, 8. Jönköping: Skogsstyrelsen.
- Wallentin, C. (2007). *Thinning of Norway spruce*. Diss. Alnarp: Swedish University of Agricultural Sciences.
- VMR (2008). Mättningsinstruktion för sågtimmer av tall och gran. (1-07): VMR.
- Vollbrecht, G. & Gemmel, P. (1994). *Forest management with the purpose of reducing windthrow and infection by Heterobasidion annosum in Picea abies - preliminary results from a field experiment*. Swedish University of Agricultural Sciences. Alnarp.

