



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Skogsmästarskolan



Urvalseffekten och planteringsförbandets betydelse för tillväxt och kvalitetsegenskaper hos Tall (*Pinus sylvestris*)

*Importance of selection intensity and planting density for growth and
quality characteristics of Scots pine (*Pinus sylvestris*)*

MARKUS ERIKSSON

MALTE ROTH



Examensarbete i skogshushållning, 15 hp

Serienamn: Examensarbete /SLU, Skogsmästarprogrammet 2024:11

SLU-Skogsmästarskolan

Box 43

739 21 SKINNSKATTEBERG

Tel: 0222-349 50

Urval och planteringsförbandets betydelse för tillväxt och kvalitetsegenskaper hos Tall (*Pinus sylvestris*)

*Importance of selection intensity and planting density for growth and quality characteristics of Scots pine (*Pinus sylvestris*)*

Markus Eriksson

Malte Roth

Handledare: Tommy Abrahamsson, SLU Skogsmästarskolan

Examinator: Eric Sundstedt, SLU Skogsmästarskolan

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Självständigt arbete (examensarbete) med nivå och fördjupning G2E med möjlighet att erhålla kandidat- och yrkesexamen

Kurstitel: Kandidatarbete i Skogshushållning

Kursansvarig institution: Skogsmästarskolan

Kurskod: EX0938

Program/utbildning: Skogsmästarprogrammet

Utgivningsort: Skinnskatteberg

Utgivningsår: 2024

Omslagsbild: Markus (t.v.) och Malte (t.h.) poserar med arbetsutrustningen i försöket Tammeråsen, parcell 8, när fältarbetet är utfört. Foto: Markus Eriksson

Elektronisk publicering: <https://stud.epsilon.slu.se>

Serietitel: Examensarbete/SLU, Skogsmästarprogrammet

Delnummer i serien: 2024:11

Nyckelord: Fenotyp, Långtidsförsök, Volymproduktion



Sveriges lantbruksuniversitet
Skogsvetenskapliga fakulteten
Skogsmästarskolan

Sammanfattning

Kvaliteten i planterade svenska tallskogar har länge varit på nedgång. För att förstå hur detta kan motverkas har konkurrensens påverkan på kvalitetsegenskaper som grendiameter studerats i hög grad. Dock i mindre utsträckning har studier om urvalets betydelse studerats för att utröna vilka fördelar det har på tallskog. Detta arbete är en uppföljning av två forskningsförsök som startades 1976 & -77, 1645 och 1646 i Silvaboreal. Försöken är belägna i Dalarnas län på ca 270 meter höjd vid 61 breddgraden. Syftet med de försöken, och detta arbete, är att utreda sambandet mellan urvalsintensitet och volymproduktion vid tidigt fenotypurval i planteringar. Insamlade data från försöken är brösthöjdsdiameter, krongränshöjd, höjd, barktjocklek och grövsta kvistdiameter vid fyra meters höjd. Utifrån dessa har volym och löpande tillväxt beräknats för varje parcell. Dessa data låg till grund för de variansanalyser som gjordes. Resultatet av dessa är att ingen skillnad i volym eller löpande tillväxt kan härröras från urvalsintensitet. Samplet var sannolikt för litet i volym och tillväxtsanalysen. Kvalitetsmättet visade på högre kvalitet i en-, två- och tremetersförbanden än i fyrametersförbandet. Kvalitetsmättet kan ha påverkats av konkurrens trots att det försökt undvikas, till följd av detta är det svårt att klargöra om urvalet eller förbandet påverkat kvistdiametern. Därför borde ett bättre kvalitetsmått än kvistdiameter användas, då kvistdiameter påverkas i hög grad av konkurrens i mindre förband. Något som noterades vid arbetet var att stammarna i fyrametersförbandet hade betydligt högre andel krök i rotstocken än hos övriga förband. Även en bedömning av varje parcells gallringsbehov utfördes. Ovanpå det räknades ett avverkningsnetto för vidare jämförelser av olika åtgärdsprogram. Det lönsammaste alternativet är att avverka samtliga parceller när de uppnått lägsta slutavverkningsålder, 60 år.

Nyckelord: Fenotyp, Långtidsförsök, Volymproduktion

Abstract

The quality of planted Scot pines stands in Sweden have long been in decline. To understand how this can be mitigated the study of competition on quality aspects such as knot diameter has been much explored. But in much less advances are the studies of selection intensity and its importance for improving pine stands. This work is a continuation of two existing research trials that were established in 1976 & -77, 1645 and 1646 in the database Silvaboreal. They are in Dalarna County at an altitude of 270 meters and around latitude 61 N. The purpose of the research trials, and this work, is to further the understanding of selection intensity effect on volume production at early phenotype selection in planted stands. The gathered data during this work included diameter at breast height, crown height, height, bark thickness, and thickest knot diameter on the fourth meter. From these volume and current growth was calculated for each repetition. It is on this that variance analyses were performed on. The results show no significant differences on volume or growth between trials of different selection intensity. This was probably due to low sample size. The measure of quality showed higher quality in the one, two and three -meter spacing than in the four-meter spacing. Despite efforts to rule out competition during early years it may still have had effect on the quality measure of this study, making a conclusion whether selection intensity or competition affected knot diameter. Thus, a better quality of measure than knot diameter should be used, as knot diameter is known to be largely influenced by competition. During field work it was also noted how the stems in the four-meter spacing had a measurable higher percentage of stem crooks in the buttstock than the other spacings. An additional judgement of selection readiness was performed on each plot. Subsequently a logging operation net gain was calculated for each plot. The most profitable alternative was for each plot to do a final harvest at earliest allowed age by forest law, 60 years stand age.

Keywords: Phenotype, Long-term experiments, Volume production

Förord

Vi vill på förhand tacka försöksledare och försöksparkchef Ola Langvall för en god handledning och hjälp med den statistiska analys som ligger till grund för detta arbete.

Vi vill också tacka vår handledare Tommy Abrahamsson som har handlett, läst och kommenterat vårt arbete samt hjälpt till att skriva ut material som vi inte haft tillgång till. Samt lärt oss hur molntjänsten Onedrive fungerat.

Innehåll

1. INLEDNING	1
1.1 TALEN I SVERIGE.....	1
1.2 FÖRSÖKENS BAKGRUND.....	2
1.3 SYFTE.....	2
2. MATERIAL OCH METOD	3
2.1 FÖRSÖKEN	3
2.2 FÄLTMETODIK	4
2.3 STATISTISK ANALYS.....	4
2.3.1 VOLYM OCH TILLVÄXT.....	5
2.3.2 KVALITET	5
2.3.3 ÅTGÄRDSFÖRSLAG	6
3. RESULTAT	7
3.1 VOLYM OCH TILLVÄXT	7
3.2 KVALITET	8
3.3 ÅTGÄRDSFÖRSLAG	10
4. DISKUSSION	12
4.1 SLUTSATSER.....	13
REFERENSER	14

1. Inledning

1.1 Tallen i Sverige

Tallens virkesförråd har sedan 1920-talet utgjort cirka 40 procent av virkesförrådet i de svenska skogarna (SLU Riksskogstaxeringen 2023). Under samma tid har virkesförrådet av tall ökat från cirka 700 till 1300 miljoner skogskubikmeter vilket är närmare en fördubbling. Utöver detta kan exporthandeln med virke räknas i kronor och drar in drygt 2 miljarder svenska kronor (SCB 2023) där tall står för 38 procent av den sågade trävaran vid svenska sågar (Biometria 2023). Det är alltså viktigt att den växande tallen i svenska skogar går att använda i sågverken. Begreppet kvalitet kan konkretiseras utefter de fyra virkesklasser som rundvirke av tall delas in i (Biometria 2024). Det rundvirke som inte har tillräcklig kvalitet för att passa i dessa fyra virkesklasser kallas för vrak. Björklund & Erksam (2019) säger att hälften av tallvirke som vrakas eller klassas ned är på grund av för stor utbytesförlust, det vill säga krök på stammen, och en femtedel på grund av kvalitetsfel, vilket främst misstänks vara sprötkvist. Vrakning och nedklassning av timmer innebär ofta en pridförlust på 65 procent respektive 25 procent. Det är alltså viktigt att sådana brister inte blir vanliga i skogsbruket.

Kvalitet på skog kan bedömas utifrån inre egenskaper som årsringsbredd, juvenilverdensandel och densitet samt yttre egenskaper som kvistdiameter och stamform (Persson 1976; Weslien, 1983; Huuri et al., 1987; Anon., 2008; Anon., 2011 ur Eriksson 2012). Vid enklare skogsinventering är det sällan de inre egenskaperna mäts och därför har Lyhykäinen (et al. 2009) tagit fram modeller för att med hjälp av lättillgängliga mätningar förutse kvalitetsutbytet i tallstammar. Den modell som var bäst på att förutse detta använde sig av faktorerna brösthöjdsdiameter, höjd för lägsta döda kvist och höjd för lägsta levande kvist.

Kvaliteten på tall i svenska skogar har det senaste seklet försämrats (Agestam et al. 1998a). Detta på grund av en allt högre grad av plantering i större förband med en tidig diameterutveckling till följd. De ofta valda planteringsförbanden på 2 x 2 meter eller större utvecklar tydliga kvalitetsbrister jämfört med naturligt förnygrade försöksbestånd (Agestam et al. 1998a) vilket också syns i försök med planteringsförbandets samband med kvalitet (Persson 1976 & 1977; Persson et al. 1995 Se Agestam et al. 1998b). Flera andra studier instämmer i denna försämring av kvalitet i Sveriges och Skandinavien skogar (Arvidsson 1987; Uusuvaara 1985; Strand, Sines & Dietrichsson 1997 Se Agestam et al. 1998b).

Kvalitet kan påverkas på flera sätt, de vanligaste är genom konkurrens och urval (Eriksson 2012, Agestam et al. 1998b), vilket i skogsbruket handlar om förband, röjning och gallring. Björklund och Hörnfeldt (1996 Se Agestam et al. 1998b) styrker detta och säger att kvaliteten kan förbättras vid en första gallring i planterade förband. Enligt en studie som utförts av Fahlvik et al. (2005) så är gallring en av de viktigaste åtgärderna som påverkar virkeskvaliteten för tall. Ett av resultaten från den studien visade att grenarna har en mindre diameter i bestånd där träden står tätt intill varandra. Samma rapport kunde också konstatera att om man utförde gallringen senare så minskade diametern på trädets tjockaste gren.

I två rapporter som gjorts av Peltola et al. (2009) och Gort et al. (2010) så undersöker de betydelsen av beståndstätheten. De kunde konstatera att den genomsnittliga stamdiametern och volymen var högre i glesa bestånd där tallen fått utrymme och inte behövt konkurrera om solljus, i tätare bestånd var medelhöjden och densiteten störst. Peltola et al. (2009) visade också att trädens genetiska egenskaper påverkade höjden på bestånden och platsen påverkade brösthöjdsdiametern och veddensiteten.

1.2 Försökens bakgrund

Planteringsförbandets betydelse har studerats ingående internationellt (Gabira et al. 2023) och för tall i skandinaviska förhållanden har förbandets betydelse studerats länge och ingående. Dessa studier handlar till stor del av konkurrensen mellan träd, däremot är urvalseffekten inte utredd till samma grad. Sambandet mellan förband och framtida kvalitet kan mätas på olika sätt. Huuskonen (et al. 2014) utredde vilka faktorer som har ett samband med kvistighet, som förutsäger kvalitet (Lyhykäinen et al. 2009). Huuskonen (et al. 2014) kom fram till att mindre förband resulterar i lägre sannolikhet för kvistighet i likhet med tidigare studier (eg. Tong and Zhang 2005; Auty et al. 2012; Liziniewicz et al. 2014. se Huuskonen 2014). Ara (2021) fann inget samband mellan planteringsförbandets utformning, kvadratisk eller rektangulärt, med volymproduktion eller kvalitet. Flera studier på vedegenskaper resulterade i negativt samband mellan planteringsförbandet och diametertillväxt (Gort-Oromi 2009 & 2011). Försök på *Pinus radiata* (L.) i Australien visar att lägre planteringsförband minskar fenotypiska egenskaper (Yuanzhen et al. 2013).

Vid skogshögskolan bildades en arbetsgrupp inom institutionerna för skogsgenetik och skogsproduktion vars syfte var att utreda sambandet mellan urvalsintensitet och volymproduktion vid tidigt fenotypurval i planteringar. Hypotesen som ställdes då var att högre volymproduktion kunde fås med små planteringsförband och succesiva gallringar innan konkurrens mellan träden började ske, än i bestånd med glesa planteringar. Ett sådant försök var planerat till året 1976 av Anders Persson och vi vet att ett ytterligare anlades 1977. De beskrivs ingående nedan.

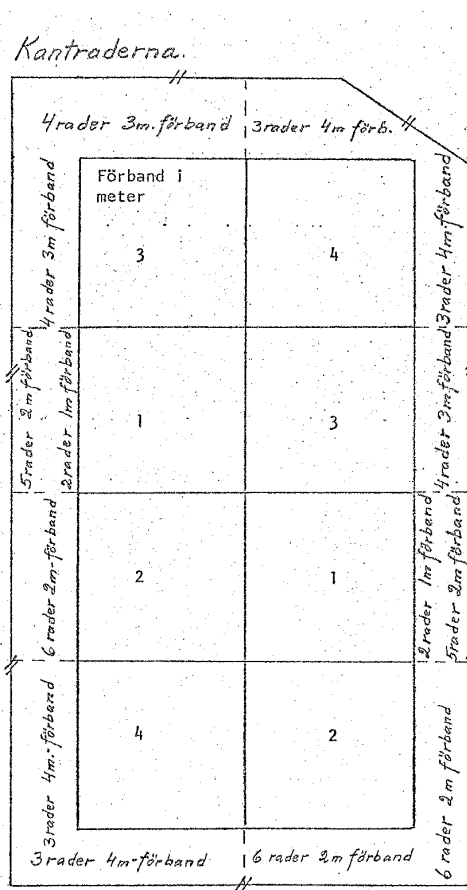
1.3 Syfte

Detta arbete är utfört på uppdrag av Siljansfors försökspark. Arbetets syfte är att bredda förståelsen för samband mellan planteringsförband och urvalsmöjligheter med kvalitet och volymproduktion i bestånd som planterats i olika förband och sedan succesivt låggallrats. Har möjligheten till urval resulterat i högre volymproduktion och finns det ett samband mellan urvalsintensitet och kvalitet? Våra hypoteser är att genom urvalet har kvalitet och höga stammar valts fram vilket lett till högre kvalitet i de mindre förbanden jämfört med de stora och att de större förbanden håller högre volym.

2. Material och metod

2.1 Försöken

Två försök ligger till grund för detta arbete och båda finns mellan Mora och Rättvik i Dalarna, ytorna är belägna 270 meter över havet och vid den 61 breddgraden. Ståndortsindex varierar från T27 till T31 i de olika parcellerna enligt givna data från försöksområdet. De heter Ickberget (1645) och Tammeråsen (1646) och finns dokumenterade i *Enheten för skoglig fältforsknings* databas Silvaboreal. Försöken etablerades 1976 respektive 1977, samma år (1977) sattes älgstängsel upp och togs ner år 2000. Försöken är indelade i två block, med fyra parceller per block, som har planterats med 1, 2, 3 och 4 meters förband (se Figur 1), parcellerna som planterats med 1 till 3 meters förband har succesivt gallrats så att samtliga parceller idag har samma förband, 4 meter, se Figur 2 för hur försöken ser ut idag.



Skala 1:1000

Figur 1. Bestånd Tammeråsen (1646) översiktskarta visar hur försöket är upplagt och vilka parceller som planterats med de olika förbanden.



Figur 2. Bild av försöket Tammeråsen. Sett ifrån södra änden med blicken norrut. Foto: Markus Eriksson

2.2 Fältmetodik

Alla träd på parcellerna klavades för att få medeldiameter och diameterspridning för respektive parcell. Det finns markeringar i brösthöjd, dvs 1,3 meter upp på träden, på varje träd där diametern mättes, träden korsklavades för att få fram en medeldiameter för varje träd.

På 20 provträd per parcell har även höjd, krongränshöjd och barktjocklek tagits fram, detta enligt metodiken ur *Fältdatasystem för skogliga fältförsök* (Karlsson et al. 2012). Provträdsurvalet togs fram automatiskt av handdatorn direkt efter att alla klavade träd registrerats i datorn. Systemet valde ut totalt 20 provträd och inkluderade alltid de 5 grövsta. Utöver detta fältdatasystem mättes även diametrar för den grövsta kvisten på fjärde metern på provträden. Kvistmätningen gjordes med skjutmått där en vertikal mätning parallellt med stammen och en horisontell mätning togs. Registrering skedde med en millimeters noggrannhet.

För att få fram värdena har följande material använts. Klave för korsklavningen och kvistdiametern, höjdmätare för höjden och krongränshöjden, stege har använts vid kvistdiametermätningen för att komma upp till kvisten och barkmätare för att få fram barktjockleken. Fältdator tillhandahölls av Siljansfors försökspark vilket data från mätningarna registrerades på.

2.3 Statistisk analys

Den statistiska analysen bygger på värdena ifrån *Enheten för skoglig fältforsknings* fältdatasystem. Från detta system ges medeldiametern, volymen, höjden, diameterfördelning, och ståndortsindex. Analys av grövsta kvistdiameter gjordes separat. Samtliga analyser gjordes i Excell. Tester om olika parametrar skiljer sig åt mellan behandlingarna räknades ut genom en så kallad ANOVA, som är en variansanalys som visar på om skillnader mellan behandlingarna är signifikanta. För att urskilja vilka grupper som skiljer sig åt genomfördes post hoc analys med Tukey test. Rådatat ansågs uppfylla följande kriterier; samplen är oberoende varandra, provträden är randomiserade, kviststorleken inom varje block

följer en normalfördelning, variansen är jämn, antalet observationer är lika för samtliga behandlingar.

2.3.1 Volym och Tillväxt

Volymen jämfördes för samtliga förband tillsammans och per försök. Volym vid revisionen 2015 togs med här för att få ytterligare djup i analysen. Löpande tillväxt för perioden sedan senaste revisionen och denna kunde nyttjas från Fältdatasystemet. För att få en löpande tillväxt vid revisionen 2015 nyttjades data från tidiga fältdatainsamlingar vid Tammeråsen 1990 där en medelstam skapades från medeldiameter och medelhöjd i skogskunskaps (2023) verktyg för trädvolym. Denna medelstam användes för att beräkna en volym per hektar för varje parcell 1990. Efter detta kunde löpande tillväxt för åren mellan 1990 – 2015 uppskattas. Då samma data inte fanns tillgänglig för Ickberget gjordes en schablonmässig uppskattning av deras volym 1990 som låg till grunden för den löpande tillväxten vid 2015.

2.3.2 Kvalitet

Varje träds grövsta kvistdiameter jämfördes med Biometrias (2024) *nationella bestämmelser för virkesmätning* gällande sågtimmer, se Tabell 1, där kraven för respektive kvalitetsklass är följande: Krav för klass ett; max 20 mm, krav för klass två; ej rotstock, krav för klass tre; annan kvist än levande max 60 mm, samt för klass fyra; sprötkvist max 120 mm. De som vrakas är på grund av sprötkvist grövre än 120 mm.

Tabell 1. Biometrias kvalitetsklasser för sågtimmer av tall. För vidare klassbedömning i detta arbete har endast beaktning av parametern ”Kvist, hela stocken” beaktats.

	Kvalitetsklasser för sågtimmer av tall			
	1	2	3	4
Stocktyp	Rotstock	Ej rotstock	Alla stocktyper	Alla stocktyper
Kvist, hela stocken	Max 20 mm, oavsett kvisttyp. Max 5 kvistar	Råkvist max 120 mm. Annan kvist max 60 mm.	Råkvist max 120 mm. Annan kvist max 60 mm.	Sprötkvist max 120 mm. Annan kvist obegränsat.
Kvist inom 150 cm från rotändan		Minst två tydliga kvistvarv eller minst en råkvist		
Bulor, hela stocken	Max 5 st			
Årsringar inom bedömningsområdet	Minst 20 st		Minst 12 st	Minst 8 st
Rakhet Fast längd \leq 375 cm Övrigt virke	Max 20 cm utbytesförlust ”.”			Max 30 cm Max 120 cm
Tvärkrök / toppbrott	Tillåts ej			Tillåts
Skogsröta	Tillåts ej			Max 5 % av ändytan

2.3.3 Åtgärdsförslag

Parcellernas data matades in i gallringsprogrammet INGVAR som prognostiserar fram volym, medelstam och grundtyevägd medeldiameter vid simulerad åtgärd. I programmet så togs tre åtgärdsalternativ fram för varje parcell för att kunna jämföra skillnaden mellan följande alternativ:

- Slutavverkning vid 85 års ålder.
- Slutavverkning när parcellerna nått lägsta slutavverkningsålder (LSÅ), detta är för parcellerna vid 60 års ålder.
- Låggallring ner till 10§ och sedan slutavverkning vid 85 års ålder.

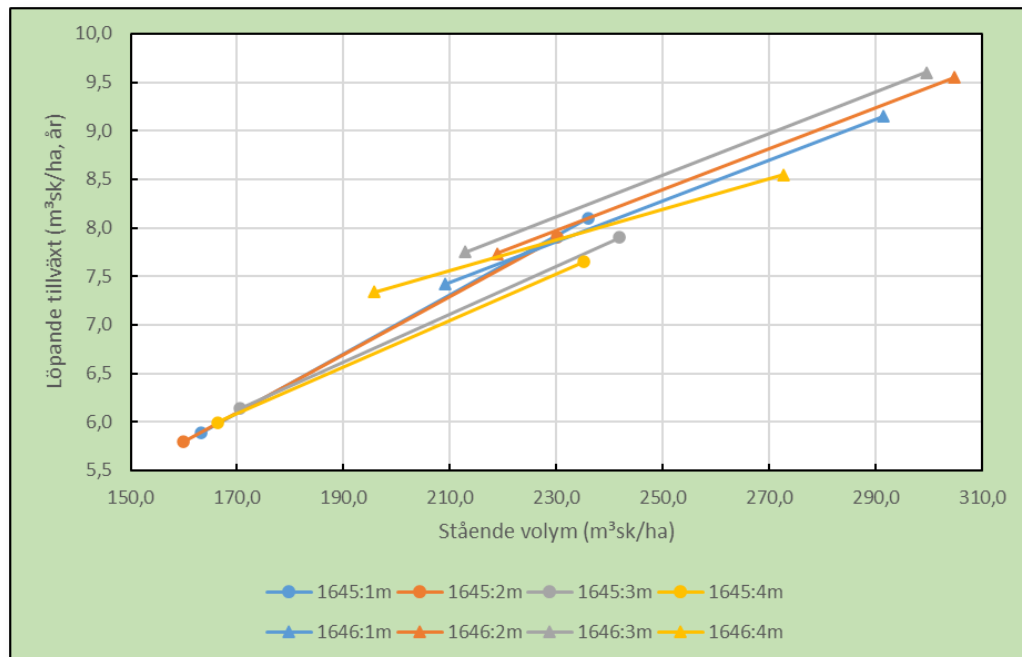
Värdena ifrån INGVAR har sedan satts in i en kostnads kalkyl i Excel där lönsamheten räknats utifrån intäkter och kostnader som finns angivna i nästa stycke. För att sedan kunna jämföras mot varandra har de diskonterats, med en diskonteringsränta på tre procent, till vad nettoinkomsterna skulle vara värda idag.

Intäkterna bestämdes genom att det förväntade virkesutfallet från INGVAR kategoriserades som timmer eller massaved (icke-timmer) med hjälp av Ollas funktion för timmervolym (Ollas 1980). Denna volym prissattes sedan utifrån tolkning av Mellanskogs virkesprislista, för Dalarna samt Gästrikland, (2024) där varje fastkubikmeter timmer under bark värdesattes till 740kr och varje fastkubikmeter massaved under bark till 500kr. Avverkningskostnaderna bestämdes utifrån *skogsbrukets kostnader 2023* (Bogghed 2024). Skotarens transportavstånd från skog till väg bedömdes vara 200 meter. Vid slutavverkning kostar därmed skotning 48kr/m³fub, och vid gallring 84kr/m³fub. Skördarens Huggningskostnad för stammar följer tabell för huggningskostnader ur *skogsbrukets kostnader 2023* (Bogghed 2024, S. 56).

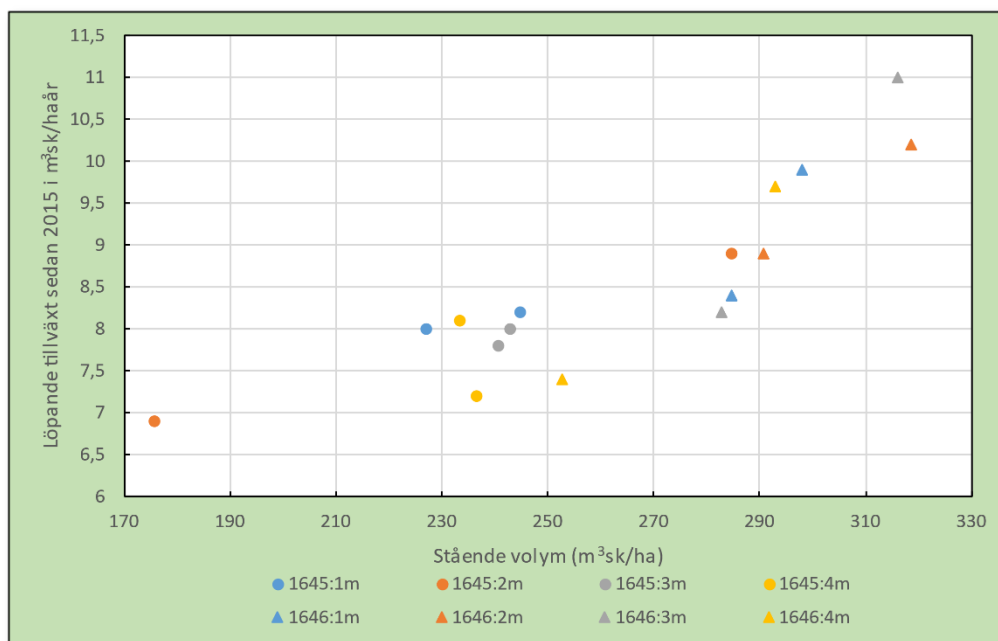
3. Resultat

3.1 Volym och Tillväxt

Inga signifikanta resultat kan presenteras, skillnad mellan olika förband gav $P=0.95$ vid jämförelse av volym samt $P=0.87$ vid jämförelse av löpande tillväxt. Vid försöket i Tammeråsen har medelvärdena för volym och tillväxt för fyrametersförbanden uppmätts lägst av alla försöksled. Både vid denna revision och vid den förra, 2015, se Figur 3. Försöket i Ickberget uppvisar ett samlat genomsnitt av volym och tillväxt förutom i försöksleden med två meters förband, i Figur 4 visas den spridningen.



Figur 3. Samtliga försöksled plottade med volym på x-axeln och löpande tillväxt på y-axeln. Vilket år är för revisionerna 2015 och 2024, 2015 värdena är de lägre för varje försöksyta och 2024 är de högre värdena för varje försöksyta. Linjerna kopplar samma försöksled mellan revisionerna. Försök Ickberget är representerat av cirklar och Tammeråsen av trianglar.



Figur 4. Varje avdelning för försöken Ickberget, cirklar, och Tammeråsen, trianglar, där avdelningens volym är angivet på x-axeln och dess löpande tillväxt sedan revisionen 2015 på y-axeln.

3.2 Kvalitet

För varje avdelning valdes 20 provträd ut och då båda försöken Ickberget och Tammeråsen hade åtta avdelningar var mättes 320 provträd. Tillsammans blir det 80 träd per förband. Kvalitetsmättet grövsta kvist på fjärde metern jämförs förbandsvis med de två försöken ihopsplagna. De redovisas även per parcell i Tabell 2 och Tabell 3. Det fanns signifikanta skillnader mellan vissa av behandlingarna. Med trestjärnig signifikans har ett- och tvåmetersförbanden klenare kvist än fyrametersförbanden. Tremetersförbanden kan endast sägas ha klenare kvist än fyrametersförbanden med 99 procents signifikans. Inga andra skillnader kunde uppvisas. Se Tabell 4 för grupptillhörighet efter variansanalys.

Tabell 2. Försöket Ickbergets (1645) parceller med parcell-id tillsammans med parcellens planteringsförband, grundtyevägd stamdiameter och kvistdiameter av grövsta kvist på fjärde metern.

Parcell-id	Förband, m	Stamdiameter, cm	Kvistdiameter, mm
1	1	23,3	29,4
6	1	23,1	31,7
5	2	24,8	34,3
8	2	20,8	27,5
2	3	23,8	35,4
7	3	23,2	30,9
3	4	24,2	36,2
4	4	24,0	36,5

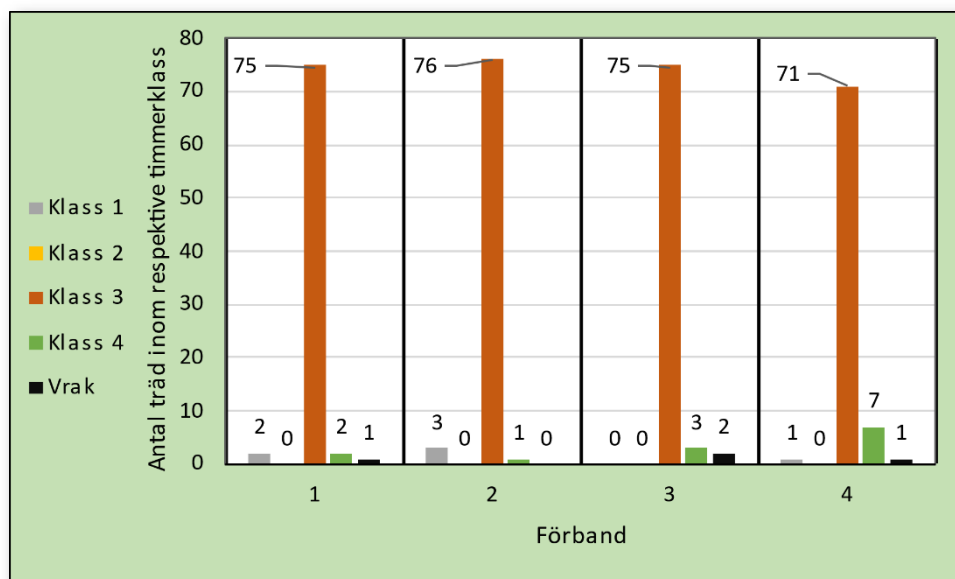
Tabell 3. Försöket Tammeråsen (1646) parceller med parcell-id tillsammans med parcellens planteringsförband, grundtyevägd stamdiameter och kvistdiameter av grövsta kvist på fjärde metern.

Parcell-id	Förband, m	Stamdiameter, cm	Kvistdiameter, mm
4	1	25,5	36,8
5	1	25,3	34,0
2	2	26,1	32,9
3	2	25,4	37,4
6	3	25,9	35,7
7	3	24,6	37,6
1	4	26,4	43,6
8	4	26,8	43,3

Tabell 4. Signifikanta gruppskillnader mellan de olika behandlingarna. Med 99% signifikans är 1,2,3 <4, & med 99,9% signifikans är 1,2 <4. Variansanalys gjort med Post-hoc Tukey test.

<i>Post-hoc Tukey test</i>	<i>Kritiskt q- värde:</i>	<i>0,05</i>	<i>0,01</i>	<i>0,001</i>
<i>förband</i>	q-värde	3,659	4,450	5,476
1	a	a	a	
2	a	a	a	
3	a	a	a, b	
4	b	b	b	

Vid jämförelse med Biometrias gällande mätbestämmelser för timmer fick en överväldigande majoritet klass tre. Som syns i Figur 5 vrakas några ur förbanden ett, tre och fyra.



Figur 5. Kvalitetsutfall endast utefter Biometrias krav för grövsta kvist, redovisat för varje förband separat. Krav för klass ett är kvist max 20 mm, för klass tre är annan kvist än levande max 60 mm, samt krav för klass fyra är sprötkvist max 120 mm. De som vrakas är på grund av sprötkvist grövre än 120 mm.

3.3 Åtgärdsförslag

Med värden från INGVAR och prislista från Mellanskogs *virkesprislista* (2024) så kan följande resultat observeras av Tabell 5 och Tabell 6 nedan. Det är mer lönsamt att, enligt framräknade nuvärdesinkomster, avverka försöken när de nått LSÅ (60 år) än att vänta tills det att försöken är 85 år gamla eller att göra en gallring idag och en avverkning vid 85 års ålder. Hade bara de andra alternativen, slutavverkning utan gallring och slutavverkning med gallring jämförts, så är det mer lönsamt att göra en gallring och sen en slutavverkning vid 85 år än att bara göra en slutavverkning vid 85 år.

Tabell 5. Ickbergets åtta parceller med tillhörande planteringsförband samt åtgärdernas nuvärdesinkomster. SA. GF = Slutavverkning utan gallring vid 85 år, LSÅ = Slutavverkning vid lägsta slutavverkningsålder (60 år), SA. MG = Slutavverkning med gallring.

Ickberget	SA. GF	LSÅ	SA. MG
A1 (1m)	69 887 kr	94 531 kr	85 092 kr
A2 (3m)	73 180 kr	101 434 kr	90 891 kr
A3 (4m)	70 922 kr	97 158 kr	82 670 kr
A4 (4m)	68 635 kr	96 319 kr	82 936 kr
A5 (2m)	78 742 kr	111 475 kr	96 888 kr
A6 (1m)	67 201 kr	91 441 kr	83 124 kr
A7 (3m)	69 617 kr	96 400 kr	84 154 kr
A8 (2m)	58 042 kr	73 558 kr	64 886 kr

Tabell 6. Tammeråsen åtta parceller med tillhörande planteringsförband samt åtgärdernas nuvärdesinkomster. SA. GF = Slutavverkning utan gallring vid 85 år, LSÅ = Slutavverkning vid lägsta slutavverkningsålder (60 år), SA. MG = Slutavverkning med gallring.

Tammeråsen	SA. GF	LSÅ	SA. MG
A1 (4m)	82 499 kr	120 987 kr	105 279 kr
A2 (2m)	90 553 kr	128 961 kr	112 561 kr
A3 (2m)	80 946 kr	116 620 kr	100 623 kr
A4 (1m)	82 994 kr	119 232 kr	103 340 kr
A5 (1m)	82 227 kr	113 281 kr	97 397 kr
A6 (3m)	85 643 kr	125 354 kr	110 915 kr
A7 (3m)	79 822 kr	111 946 kr	97 303 kr
A8 (4m)	72 554 kr	103 904 kr	89 764 kr

4. Diskussion

Fältarbetet på försöksytorna fungerade väldigt bra, under första dagen hade vi med oss Ola Langvall ut som instruerade oss om hur arbetet skulle utföras. När vi sedan fortsatte själva så delade vi upp arbetet och insamlingen av vår data gick snabbt, vi avsatte två veckor för fältarbete.

Att det inte fanns någon signifikant skillnad vad gäller volym och tillväxt kan tydas som att urvalet inte gett några fördelar eller att det statistiska underlaget är alltför litet. Vi är benägna att tro att det finns en effekt men att den främst är påtaglig mellan fyrametersförbanden och övriga vilket syns i Figur 4 där fyrametersförbanden har något lägre volym och tillväxt.

Vad gäller kvaliteten stämmer vår hypotes om att ett ökat urval gett bättre kvalitet. Detta syns dock endast i form av att avsaknaden av urval ger sämre kvalitet, inte att en högre grad av urval ger bättre och bättre kvalitet. Detta kan tyda på att det finns en andel i det genetiska urvalet som har oönskade egenskaper men att en dubbling av urvalsmöjligheten, fyra meters förband (625 stam/ha) till tre meters förband (1100 stam/ha) är tillräcklig för att få fram 625 stammar utan dessa egenskaper. Vid fältarbetet noterades detta också okulärt då fyrametersförbanden i regel var kvistigast och hade stor andel krök, något som inte mättes in i detta arbete, till skillnad från de övriga förbanden men särskilt ett- och tvåmetersförbanden. Därför kan mer fokus på krök tänkas ge mer insikt om urvalseffekten på kvalitet samt bidra till klassificering i fält. Vi har även spekulerat huruvida det faktiskt skedde en konkurrens mellan träden i de mindre förbanden innan deras sista gallring vid fem meters höjd. Har det skett en konkurrens om solljus kan de träden avvecklat de lägre grenvarven, under fem meter, i högre grad än i de större förbanden. Vi tror detta är sannolikt då förband och ståndort har större effekt än genetik (Persson 1976) samt att Perssons studier funnit att det finns ett linjärt samband mellan förband och grendiameter. Att därför med säkerhet säga om vårt resultat beror på urval eller förband är svårt. Vad gäller kvalitetsklass är vi inte förvånade över resultatet. Alltjämt träden växer kommer möjligheten till övervallning av kvistar som fallit av också finnas. Båda dessa faktorer kan bidra till att en annan fördelning av kvalitetsklass bestäms vid en avverkning eller en senare tidpunkt.

Vi vill också nämna att åtgärdsförslagen är under resultatdelen endast jämförda mot varandra med en ekonomisk kalkyl som grundar sig på en och samma prislista oavsett kvalitet, där skillnaden endast är timmer eller massaved samt årtal till avverkningar. Det finns mycket mer som spelar roll när valet av framtida åtgärder ska bestämmas. För det första finns det en risk kopplad vid gallring av höga träd då de är känsliga för storm. Vi bedömer att den risken är liten i och med trädens historia och att de stått glest, cirka 600 stammar per hektar, sedan 1990-talet. För det andra finns också en risk med att låta denna täthet stå i ytterligare 25 år då tätheten i grundyta kommer bli hög vilket sannolikt innebär hopväxta trädkronor med låg tillväxt till följd. Den till synes tydliga vinnaren är alternativet där skogen avverkas strax efter LSÅ men det är till stor del av den diskonteringsränta som valdes. Alternativet kan ses som jämna vid en lägre diskonteringsränta på cirka 2,3 procent. Andra värdepåverkande faktorer som

bättre kvalitet och grövre dimensioner vid en senare avverkning har inte tagits i beaktning och kan påverka vad den mest fördelaktiga åtgärden är.

4.1 Slutsatser

Vi drar följande slutsatser utifrån studien:

1. Det går i detta skede inte att utläsa någon signifikant skillnad mellan förbanden vad gäller volym och tillväxt.
2. Kvalitetsmättet grövsta kvist kan med tvåstjärnig signifikans säga att fyrametersförbandet skiljer sig mot de övriga förbanden och är sämst, det vill säga grövst, övriga förband har ingen skillnad.
3. Med trestjärnig signifikans kan endast ett- och tvåmetersförbanden skiljas mot fyrametersförbandet som återigen är det sämre.
4. Skillnaden i kvistgrovlek resulterar inte i en skillnad vad gäller virkesklassificering och har ringa reell betydelse.
5. Den ekonomiska kalkylen ger endast en fingervisning om vad som är lämpligt i ekonomiska termer vid tre procents diskonteringsränta.
6. Vårt åtgärdsförslag är i första hand att låta det stå till försökets avslut.
7. Gallringar kan utföras om utökad diametertillväxt är av intresse i försökssyfte.

Referenser

- Agestam, E., Ekö, P.-M., Johansson, U. & Klang, F. (1998a). *Tall på bördig mark - Virkeskvalitet och volymproduktion* (Faktaskog, 1998:1). Sveriges lantbruksuniversitet. <https://www.slu.se/globalassets/ew/ew-centrala/forskn/popvet-dok/faktaskog/faktaskog98/1998001.pdf> [2024-01-17]
- Agestam, E., Ekö, P.-M. & Johansson, U. (1998b). Timber quality and volume growth in naturally regenerated and planted Scots pine stands in S. W. Sweden. *Studia Forestalia Suecica*. Volym 204, 17 / ISSN 0039-3150. <https://pub.epsilon.slu.se/3015/1/SFS204.pdf> [2024-02-06]
- Ara, M., Barbeito, I., Elfving, B., Johansson, U. & Nilsson, U. (2021). Varying rectangular spacing yields no difference in forest growth and external wood quality in coniferous forest plantations. *Forest ecology and management*. Volym 489, 119040. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119040>
- Biometria (2023). *Skogsindustrins virkesförbrukning 2018-2022*. <https://www.biometria.se/media/iugefh4w/skogsindustrins-virkesfoerbrukning-2018-2022.pdf> [2024-02-08]
- Biometria (2024). *Kvalitetsbestämning av sågtimmer av tall och gran - Nationella bestämmelser för virkesmätning*. Biometria.
- Björklund, L. & Erkstam, B. (2019). *Beaktande av virkesfel vid kvalitetsbestämning av sågtimmer*. Biometria. <https://www.biometria.se/media/3q4havi4/beaktande-av-virkesfel-vid-kvalitetsbestaemning-av-saagtimmer.pdf> [2024-02-06]
- Bogghed, A. (2024). *Skogsbrukets kostnader 2023 – Norra, mellersta och södra Sverige*. Rapport 2024:1. Lantmäteriet. <https://www.lantmateriet.se/globalassets/fastigheter/skogsbrukets-kostnader-2023.pdf> [2024-04-29]
- Fahlvik, N., Ekö, P.-M. & Pettersson, N. (2005). Influence of precommercial thinning grade on branch diameter and crown ratio in *Pinus sylvestris* in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research*. Volym 20:3, 243-251. <https://doi.org/10.1080/02827580510008266>
- Eriksson, A. (2012). *Röjningsformens effekt på tallens (Pinus sylvestris L.) tillväxt och kvalitetsegenskaper*. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Umeå. <https://stud.epsilon.slu.se/3987/>
- Fahlvik, N., Karlsson, A. & Pettersson, N. (2012). Skogsskötselserien nr 6, Röjning. Skogsstyrelsen. <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/skogsskotselserien/skogsskotsel-serien-6-rojning.pdf>
- Gabira, M.M., Girona, M.M., DesRochers, A., Kratz, D., Richardson Barbosa da Silva, G., Duarte, M.M., Saudade de Aguiar, N. & Wendling, I. (2023). The impact of planting density on forest monospecific plantations: An overview. *Forest Ecology and Management*. Volym 534, 120882 / ISSN 0378-1127. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.120882>
- Gort, J., Zubizarreta-Gerendiain, A., Peltola, H., Kilpeläinen, A., Pulkkinen, P., Jaatinen, R. & Kellomäki, S. (2010). Differences in branch characteristics of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) genetic entries grown at different spacing. *Annals of forest science.*, 67 (7), 705–705. <https://doi.org/10.1051/forest/2010030>
- Gort-Oromi, J., Zubizarreta-Gerendiain, A., Peltola, H., Pulkkinen, P., Routa, J. & Jaatinen, R. (2009). Differences in fibre properties in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) genetic entries grown at different spacing and sites. *Silva Fennica*. Volym 43:3, 193. <https://doi.org/10.14214/sf.193>
- Gort-Oromi, J., Mehtätalo, L., Peltola, H., Zubizarreta-Gerendiain, A., Pulkkinen, P. & Venäläinen, A. (2011). Effects of spacing and genetic entry on radial growth and ring density development in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Annals of Forest Science*. Volym 68, 1233–1243. <https://doi.org/10.1007/s13595-011-0117-8>

- Huuskonen, S., Hakala, S., Mäkinen, H., Hynynen, J. & Varmola, M. (2014). Factors influencing the branchiness of young Scots pine trees. *Forestry*. Volym 87, 257-265. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpt057>
- Karlsson, K., Mossberg, M. & Ulvcrona, T. (2012). *Fältdatasystem för skogliga fältförsök*. (Rapport 5). Enheten för skoglig fältforskning, Sveriges lantbruksuniversitet. <https://res.slu.se/id/publ/79045>
- Liziniewicz, M. (2014). *Influence of spacing and thinning on wood properties in conifer plantations*. Diss. Sveriges lantbruksuniversitet. <https://res.slu.se/id/publ/51862>
- Lyhykäinen, H.T., Mäkinen, H., Mäkelä, A., Pastila, S., Heikkilä, A. & Usenius, A. (2009). Predicting lumber grade and by-product yields for Scots pine trees. *Forest Ecology and Management*. Volym 258:2, 146-158. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.03.054>
- Mellanskog (2024). *Virkesprislista – Sågtimmer/Massaved/Bränsleved*. Mellanskog. <https://www.mellanskog.se/wp-content/uploads/2024/03/virkesprislista-mitt-240201.pdf> [2024-04-30]
- Peltola, H., Gort J., Pulkkinen, P., Zubizarreta-Gerendiain, A., Karppinen, J. & Ikonen, V.-P. (2009). Differences in growth and wood density traits in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) genetic entries grown at different spacing and sites. *Silva Fennica*. Volym 43:3, 192. <https://doi.org/10.14214/sf.192>
- Persson, A. (1976). *Förbandets inverkan på tallens kvalitet*. Diss. Skogshögskolan. Institutionen för skogsproduktion.
- Persson, A. (1977). *Kvalitetsutveckling inom yngre förbandsförsök med tall* (Rapporter och Uppsatser 45). Skogshögskolan, institutionen för skogsproduktion.
- Persson, A. (1994). How genotype and silviculture interact in forming timber properties. *Silva Fennica*. Volym 28, 4 / 5540. <https://doi.org/10.14214/sf.a9180>
- Persson, B., Persson, A., Ståhl, E.G. & Karlsmats, U. (1995). Wood quality of *Pinus sylvestris* progenies at various spacings. *Forest Ecology and Management*. Volym 76, 127-138. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(95\)03557-Q](https://doi.org/10.1016/0378-1127(95)03557-Q)
- Skogskunskap (2023). *Volymfunktioner*. Skogforsk. <https://www.skogskunskap.se/rakna-med-verktyg/mata-skogen/volymerakning/volymfunktioner/> [2024-05-16]
- Statistiska centralbyrån (2023). *Varuexport till bestämmelseland. Ej bortfallsjusterat, tkr efter varugrupp enligt KN, handelspartner och år*. (4403: 2018-2022). <https://www.statistikdatabasen.scb.se/sq/145269> [2024-02-05]
- Sveriges Lantbruksuniversitet (2023). *Virkesförrådet levande träd fördelat på trädslag efter År (Femårsmedelvärde)*. (1926-2020). <https://skogsstatistik.slu.se:443/sq/bbf6bb84-56eb-45e0-a20c-4920b9bea9e9> [2024-02-05]
- Yuanzhen, L., Huixiao, Y., Miloš, I., Washington, J., Gapare, A., Colin, M. & Harry, X.W. (2013). Effect of genotype by spacing interaction on radiata pine genetic parameters for height and diameter growth. *Forest Ecology and Management*. Volym 304, 204-211 / ISSN 0378-1127. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.05.015>

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här:

<https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.