



Kandidatarbeten
i skogsvetenskap
Fakulteten för skogsvetenskap

2019:23

**Planteringsförbandets inverkan på
slutavverkningsbeståndets utseende och kvalitet**

*The effect of initial spacing has on the quality and appearance in a final
felling stand.*

Axel Sjödin & Eric Widegren



Kandidatarbeten i skogsvetenskap

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för skogsvetenskap

Enhet/Unit	Institutionen för skogens ekologi och skötsel Department of Forest Ecology and Management
Författare/Author	Axel Sjödin & Eric Widegren
Titel, Sv	Planteringsförbandets inverkan på slutavverkningsbeståndets utseende och kvalitet <i>The effect of initial spacing has on the quality and appearance in a final felling stand</i>
Titel, Eng	
Nyckelord/ Keywords	<i>Beståndstäthet, kronegenskaper, förnygring, planteringsförband, kvalitet/ Stand density, crown shape, regeneration, initial spacing, quality</i>
Handledare/Supervisor	Lars Lundqvist Institutionen för skogens ekologi och skötsel/ Department of Forest Ecology and Management
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	EX0911
Program	Jägmästarprogrammet
Omfattning på arbetet/	15 hp
Nivå och fördjupning på arbetet	G2E
Utgivningsort	Umeå
Utgivningsår	2019

FÖRORD

Det här är en litteraturstudie med mål öka förståelsen för hur planteringsförbandet påverkar slutavverkningsbeståndets utseende och kvalitet. Tidigare studier har kommit fram till att planteringsförbandet har en viss påverkan på kvaliteten och utseendet. Men tidigare har det inte genomförts någon undersökning kring hur och varför det skiljer mellan olika planteringsförband, därför har vi valt att undersöka ämnet. Vi vill tacka vår handledare Lars Lundqvist för vägledning och bollplank när oklarheter dök upp.

SAMMANFATTNING

Med förband menas hur långt avstånd det är mellan plantor eller träd i ett bestånd. Förbandet kan variera mellan olika ytor beroende på vilken typ av bonitet marken har. Vid hög bonitet kan det planteras fler plantor än på ytor med sämre bonitet, vilket gör att planteringskostnader också varierar från bestånd till bestånd.

I den här litteraturstudien undersökte vi tidigare gjorda studier som handlade om hur olika förband påverkar olika faktorer gällande kvalitet och utseende hos enskilda träd. Hypotesen var att beståndets egenskaper bör ha större påverkan på trädets utseende och kvalitet istället för endast planteringsförbandet. Vi har fokuserat på hur tillväxtresurserna, trädets egenskaper, och beståndsdynamiken påverkades av olika förband.

Brett planteringsförband gör att varje träd får mindre näringstillgång som försämrar trädets radiala tillväxt. Gällande volymen är det tidpunkten att utföra en åtgärd som har den största påverkan på trädets volym, och inte planteringsförbandet. Samma effekt gäller även för mortaliteten. Trädets krona ökar i storlek vid bredare förband vilket ökar trädets vindfång och det påverkar utvecklingen av trädets stamtillväxt och form. Vid smalare förband får träden grövre grenar och högre andel juvenilverd vilket är kvalitetssänkande egenskaper. Resultaten ställdes bredvid varandra och jämfördes i relation till varandra där slutsatsen är att gallringsstyrkan och boniteten har de största påverkan på hur ett slutavverkningsbestånd ser ut.

Nyckelord: Beståndstäthet, kroneegenskaper, föryngring, planteringsförband, kvalitet.

SUMMARY

Spacing is defined as the distance between seedlings or trees in a forest stand. The spacing may vary between different sites depending on the site quality. With a higher site quality more seedlings may be planted, compared to sites with a worse site quality, which in turn makes the regeneration costs also differ between different site qualities.

In this literature study we examined different studies which was about how different spacings affect different parts in the biomechanics of single trees. The hypothesis was that the site features together with other factors will affect the appearance and quality on the final felling stand together with the spacing. We focused on how the growth factors, the tree characteristics and the stand dynamics differed between various spacings.

The available nutrition at a dense spacing make it that each individual tree gets less nutrition which affect the radial growth of the tree negatively. As for the volume, the time of the measure has the largest effect, not the spacing, on the standing volume as well as on the mortality. The tree crown grows as the spacing gets sparser which also makes the wind load increase for the trees which affect the development of the stem growth and shape. At sparse spacings the trees grow thicker branches and gets a larger portion of juvenile wood which are quality degrading factors. The results were put next to each other and compared in relation to each other and the conclusion was that the thinning strength and site quality had the biggest effect on how the final felling stand looks.

Key words: Stand density, crown shape, regeneration, initial spacing, quality.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Förord	3
Sammanfattning	4
Summary	5
1. Inledning	7
1.1 Bakgrund	7
1.2 Tillväxtresurser	8
1.3 Trädet	8
1.4 Beståndsdynamik	9
1.5 Syfte	10
2. Material och metoder	11
3. Resultat	12
3.1 Tillväxtresurser	12
3.2 Trädet	12
3.3 Beståndsdynamik	14
4. Diskussion	16
4.1 Slutsats	17
5. Referenser	18

1. INLEDNING

1.1 Bakgrund

Föryngringen är en viktig del inom skogsbruket och är grunden för hur det framtida beståndet kommer att se ut. Det påverkar vilka skötselmetoder som ska användas under omloppstiden och förväntas även ge en vinst vid slutavverkningstillfället. I föryngringen finns det möjlighet att välja rätt trädslag för rätt mark då exempelvis gran (*P. Abies*) växer bäst på fuktiga och bördiga marker medan tall (*P. Sylvestris*) växer bäst på marker som har låg bördighet och är friska eller torra (Trädslagsval, 2018).

När ett bestånd anläggs är det många saker som bör tänkas igenom. Vilket trädslag skall anläggas? Hur många plantor önskas det anlagda beståndet ha? Vilket planteringsförband skall användas? Alla beslut har sina fördelar och nackdelar. Vissa trädslag växer snabbare men har högre skaderisk, till exempel trädslaget contortatall (*P. contorta*) (Karlman, 1986). Andra trädslag gynnas extra mycket av marker med viss markfuktighet och bonitet, ett exempel är gran (Gizachew *et al.*, 2012).

Smalare planteringsförband innebär ökade kostnader vid föryngring eftersom fler plantor måste köpas in och planteras. I de flesta fall måste även markberedning ske innan plantering, vilket ytterligare ökar kostnaden då fler godkända planteringspunkter måste finnas tillgängliga. Vid senare tillfällen kommer ett tätt planteringsförband även leda till ökade röjningskostnader och sedan att fler gallringar bör utföras för att få önskad kvalitet och utseende i slutavverkningsbeståndet. Breda planteringsförband jämfört med smala planteringsförband innebär att skogsägaren har lägre åtgärds-kostnader men samtidigt färre träd att välja som huvudstammar. Den möjligheten blir mindre begränsad vid smalare planteringsförband då det finns fler stammar att välja mellan (Skogsskötselserien - Röjning, 2013).

Med planteringsförband menas det hur långt det är mellan plantorna vid anläggning av beståndet. Ett kvadratisk förband innebär att det är ett lika långt avstånd mellan varje planta, till exempel är ett vanligt kvadratisk förband 2,0 x 2,0m. Ett rektangulärt planteringsförband innebär att avståndet mellan planteringsraderna överskrider avståndet mellan plantorna i en planteringsrad (Ersson *et al.*, 2014). Ett vanligt avstånd mellan planteringsraderna är ett som är så pass brett att en skogsmaskin får plats mellan raderna, vilket kan vara ett förband på 0,8 x 5,0m.

I frågan om vilket planteringsförband som bör användas är det inte lätt att urskilja en klar vinnare i vilket alternativ som leder till det mest optimala skogsbruket. De flesta studier pekar på att vedkvalitet, trädhöjd och volymtillväxt vid ett kvadratisk- eller rektangulärt planteringsförband leder till liknande egenskaper i det slutna beståndet (Lundqvist & Elfving, 2010; Salminen & Varmola, 1993). Det leder till frågan: varför skall olika planteringsförband övervägas? I ett förbandsförsök av Björn Elfving på contortatall ville de

“undersöka biologiska, tekniska och ekonomiska konsekvenser av olika förbandsmönster...” (2301 Kåtaåsen). Målet med försöket var att komma fram till ett resultat som pekar på att ett visst planteringsförband är bättre än ett annat. Den grundläggande idén bakom försöket var att bygga in körstråken för skogsmaskiner redan i föryngringsarbetet. Det innebär en lägre kostnad då stickvägar ej behövs anläggas i bestånden, vilket underlättar åtgärder där en skogsmaskin behöver användas.

1.2 Tillväxtresurser

Markens produktivitet beror till stor del på hur mycket näring som finns i marken. Näringstillgången påverkar hur trädets tillväxt disponerats. Träd som planteras glest kommer att ha tillgång till en högre andel av markens näringsämnen jämfört med ett träd som växer fritt eftersom rötterna inte konkurrerar lika hårt med närliggande träd (Deluze *et al.*, 1996). Det leder bland annat till att trädet får ökad tillväxt på diametern, tunnare grenar och en ökad bladmassa (Pinkard & Neilsen, 2003). Höjdtillväxten påverkas främst av boniteten i området. Den har ett värde baserat på jordmånen, klimatet, fuktigheten och expositionen där plantan växer. Näringstillgången påverkar även hur mycket barr ett träd behåller, hur tätt kvistvarven kommer, hur stora grenar trädet får samt hur höga träden blir, vilket utformar kronformen (Deluze *et al.*, 1996).

Vind innebär mekanisk stress för trädet. Hur stor den mekaniska stressen blir beror på trädets vindfång. Den ökade vidutsättningen innebär att träd vid ett bredare planteringsförband kommer att svaja mer i vinden vilket i sin tur gör att träden kräver en ökad diametertillväxt för att kunna stå emot svajningarna (Dean, 2018). Mekanisk stress ökar hårdigheten mot stambrott vilket gör att den är en viktig faktor för att forma stammen. Vindfånget hos träden gör att de utsätts för kraftiga påfrestningar vilket kräver att trädet har ett välutvecklat rotsystem som klarar av att hålla trädet stående i ökade vindförhållanden (Bürchert & Gardiner, 2006). Försök av Lundqvist och Elfving (2010) visar att den biomekaniska modellen förklarar stamdiametern i försöksbeståndet väl. Det innebär att stamformen på träd anpassas så att träd får samma motstånd längst med hela stammen mot kronan.

1.3 Trädet

Det vanligaste sättet att mäta höjden i ett bestånd kallas för den grundtyvägda medelhöjden, vilket väger medelhöjden mot grundytan i beståndet och vägs mot medeldiametern i beståndet. Vid ett bredare planteringsförband minskar den totala volymen på grund av tillväxtfaktorer. Tillväxtminskningen påverkas mindre på marker med sämre bonitet. På platser med dålig bonitet kan det vara så att den totala volymproduktionen ökar istället för att minska (Sjølte-Jørgensen, 1967).

Ett trädets kronstorlek påverkas av ett antal faktorer, bland annat näringstillgången och tillväxtutrymmet (Lundqvist & Elfving, 2010). Kronslutenheten innebär täckningsgraden av trädkronan och påverkar ljusinsläppet mot marken, den når 100 % tidigare i ett bestånd med smalt planteringsförband. Träd som är planterade med smalare förband får en glesare krona eftersom omkringliggande träd konkurrerar om både näringsämnen och tillväxtutrymmet (Stiell, 1982).

En av de viktigare parametrarna för skogsägare är avkastningen från skogen vilken starkt påverkas av kvaliteten och utseendet på träden och det bearbetade virket som kommer från trädets stam. En hög virkeskvalitet innebär en högre avkastning för skogsägaren då apterade stockar kan klassas till högre kvalitetsklasser vid inmätning. När det gäller träkvaliteten på träden har främst de huvudsakliga kvalitetsbestämmande punkterna granskats. Som exempel kan storlekarna på torra kvistar och friska kvistar nämnas. Kviststorlek är en enkel egenskap att mäta och ger en god bild över virkeskvaliteten, med avseende på hållfasthet och densitet. Något som starkt påverkar hållfastheten är andelen juvenilverd i virket, vilket i sin tur påverkas av hur snabbt träden växer i tidig ålder. Juvenilverd har en annorlunda mikrofibrillvinkel i veden jämfört med vuxenverd, vilket gör att juvenilverden har en försämrad hållfasthet och riskerar att bli krökt vid torkning (Clark *et al.*, 1994).

1.4 Beståndsdynamik

Vid smalare planteringsförband kommer dödligheten hos plantorna att öka jämfört med ett mindre antal plantor vid smalare planteringsförband (Hallsby *et al.*, 2015). Det är inte alltid positivt att plantera fler plantor än rekommenderat vid planteringstillfället. Det kan bli en hög dödlighet hos plantorna vilket gör att ökad plantmängd bara får en liten effekt eller ingen alls. Detta gör att det inte alltid är lönsamt, ur ett ekonomiskt perspektiv, att plantera fler plantor än nödvändigt (Hallsby *et al.*, 2015). Intraspecifik konkurrens, att samma art konkurrerar om samma näringsämnen, resulterar i långsammare tillväxt i tidigare stadier. Det är då framförallt konkurrens om näring och vatten mellan plantor och gräs. Vid ett senare stadie är chansen liten att ett undertryckt träd kommer att dominera om det inte utförs någon skogsskötselåtgärd. Etablering och tidig tillväxt av plantorna är därför viktigt för den framtida utveckling av undertryckta träd och för att erhålla hög kvalitet. För att behålla en kraftfull tillväxt i ett tätt bestånd behövs åtgärder som exempelvis gallring. Detta är av vikt eftersom konkurrensen mellan träd blir starkare vilket ytterligare påverkar dödligheten i beståndet. Tidig gallring är viktigt om målet med skötseln är att producera hög timmerkvalitet. Om gallringen utförs för sent kan det hända att potentiella huvudstammar redan har dött, vilket kan göra att stammar med sämre kvalitet måste sparas i beståndet (Nilsson & Albrektson, 1994).

1.5 Syfte

Syftet med studien är att besvara frågeställningen som arbetet utgår ifrån: Hur, och i vilken grad påverkar planteringsförbandet slutavverkningsbeståndets utseende och kvalitet? Genom att få en ökad kunskap i det här ämnet kan framtida föryngringar anpassas beroende på vilken kvalitet och utseende slutavverkningsbeståndet önskas ha. Till exempel, önskas ett slutavverkningsbestånd med mycket kvistfritt virke bör planteringsförbandet anpassas efter det. För att på svar på frågeställningen lästes tidigare studier och koppla dessa till frågeställningen, hoppas vi hitta en förklaring till frågeställningen. Hypotesen för studien var att beståndets egenskaper också har en stor inverkan på slutavverkningsbeståndets utseende och kvalitet men att det inte bara är planteringsförbandet som påverkar den utan också att andra faktorer spelar en viss roll.

2. MATERIAL OCH METODER

Utifrån den valda frågeställningen gjordes sökningar angående information om ämnet i bibliotekets sökmotor från Sveriges Lantbruksuniversitet. De flesta artiklarna hittades på Primos databaser där Web of science, Scopus och Google scholar ingår. Sökorden som användes var:

- mortality
- wind damage
- initial spacing
- crown shape
- crown developement
- clumped trees
- storm damage
- self-hinning
- respacing
- wide spacing
- mechanical stress

Flertalet vetenskapliga artiklar inkluderades i studien. En del från sökmotorsidan och en del rekommenderade av handledaren. Artiklarna valdes in efter hur väl de knyter an till studiens syfte och frågeställning. Eftersom det var en litteraturstudie studerades ett flertal artiklar som berörde frågeställningen och relevant information samlades in vilka kunde användas till studien.

För att få en tydlig struktur i både läsandet och i rapporten sammanfattades de viktigaste resultaten enligt följande egenskaper:

- Tillväxtresurser, som innefattar näringstillgången och vindfånget ett träd har.
- Trädet, som innefattar volymen, trädets krona och trädkvaliteten.
- Beståndsdynamik, som främst innefattar mortaliteten.

3. RESULTAT

3.1 Tillväxtresurser

Träd planterade med ett smalare planteringsförband kommer att konkurrera i större grad om markens näringsämnen, jämfört med träd planterade med ett bredare planteringsförband. Det innebär att smalare planteringsförband har en lägre diameterutveckling under ungskogsfasen i skogsbestånd. Höjdtillväxten är främst kopplad till växtplatsens bonitetsvärde, och påverkas i liten grad av planteringsförbandet. Trädens grenutveckling är beroende av mängden vatten och näringsämnen som finns tillgängligt för varje träd. Lutningen på en gren är påverkad av sin vikt, dess mekaniska gränser och ljusmiljön, vilket alla tre påverkas av planteringsförbandet (Deluze *et al.*, 1996).

Det finns en positiv korrelation mellan stamantalet och produktionen vilket pekar på att om förbandet är för smalt måste en gallring ske för att behålla diametertillväxten på huvudstammarna (Nilsson & Albrektson, 1994).

Ett bredare planteringsförband kommer att leda till att trädet får tillgång till en högre andel näringsämnen, vilket gör att trädet kommer få en större kronvolym som också ökar vindfånget. När träden utsätts för mekanisk stress under tillväxtsäsongen, från framför allt vindtryck, kommer tillväxten öka i stamdelen av trädet där vinden bänder stammen (Valinger *et al.*, 1995). Vid smala förband och vid senare gallringar blir träden mindre vindtåliga medan träd som är planterade med bredare förband och även vid tidigare gallringar kommer träden bli mer stormtåliga och klara påfrestningen från vinden bättre än vid smalare förband. Det gör att stammarna vid bredare förband blir tjockare och får en bredare diameter (European Forest Institute, 2013).

3.2 Trädet

Förbandseffekterna förändras långsammare med åldern på marker med sämre bonitet än på marker med bättre bonitet. Förbandseffekten var nästan linjär och relativt låg mellan förbanden vid äldre bestånd. Vid smala planteringsförband i ung skog var förbandseffekten hög men minskade sedan vid bredare planteringsförband, vilket gjorde att förbandseffekten i yngre bestånd blev icke linjär (Gizachew *et al.*, 2012). Diametertillväxten påverkas av förbanden tidigt under tillväxten för dominanta träd då de var under konkurrens. Något som påverkade medelhöjden och topphöjden signifikant var breda förband, vilket gjorde att trädhöjden var som högst vid smalare förband och minskade vid bredare förband. Minskar tätheten mellan förbanden minskar även ökningen av volymen (Liziniewicz *et al.*, 2012).

Vid bredare förband minskar medelhöjden och den högsta höjden i beståndet vilket gör att avståndet mellan träden har stor betydelse för det framtida beståndet. Vid en vanlig rotationsperiod för loblollytall (*P. taeda*) nås ingen större skillnad vid tillväxt eller uppskattad vinst beroende på bredare förband. Dock kan det bli skillnad vid högre åldrar utöver en vanlig rotationsperiod (Anton-Fernandez *et al.*, 2009). Ett bredare förband påverkade kronstorleken vilken i sin tur även påverkade trädhöjden (Lundqvist & Elfving, 2010). Klumpade träd gav lägre brösthöjdsdiameter vilket också gav en högre trädhöjd då konkurrensen var hög vilket har resulterat i att stammarna har fått en cylindrisk stamform. Varje enskilt träd fick ökad volymtillväxt jämfört med träd som stått tätt. Medeldiametern på träden påverkades inte heller av planteringsförbandet (Stiell, 1982). Volymen i beståndet ökade endast då det var ett större antal stammar av mindre dimensioner (Salminen & Varmola, 1993).

Vid bredare planteringsförband minskade den totala volymtillväxten, vilket syntes för gran när planteringsförbandet ändrades från 1,5 X 1,5 m till 2,5 X 2,5 m. Vid en studie där gran studerades visade det sig att desto närmare det var mellan plantorna, desto snabbare ökade den totala volymen. Det resulterade även i att vid en gallring utförd år 17 hade de smala förbanden en lägre diameterklass jämfört med de bredare förbanden hade fått en högre diameterklass. Så var även var fallet efter 25 år (Sjolte-Jørgensen, 1967). Vid ett av områdena berodde den största tillväxtminskningen på skador (Salminen & Varmola, 1993).

Alla undersökta studier är överens om att planteringsförbandet påverkar trädets krona, och de menar på att ett smalt förband påverkar kronlängden och kronförållandet (Dean, 2018; Deluze *et al.*, 1996; Lundqvist & Elfving, 2010). Det genomfördes ett försök där träd som planterades i kluster jämfördes med träd som planterades med ett kvadratisk förband. Studien kom fram till att träd i klungor har en lägre dbh hänvisat till deras mindre krona, dvs. mindre lövverk inom klungor där konkurrensen om ljus är hårdare. Smalkroniga familjer, till exempel gran, som växer på smala förband visar i snitt signifikant högre tillväxt och skörd. (Stiell, 1982). Kronans slankhet, det vill säga en kvot mellan kronans längd och bredd, minskade signifikant med ett bredare planteringsförband (Lundqvist & Elfving, 2010).

En studie, vilken jämförde olika planteringsförband kom fram till att kronvolymen ökar signifikant när planteringsförbandet ökar (Lundqvist & Elfving, 2010). Ytterligare en studie där ett kvadratisk- och ett rektangulärt planteringsförband jämfördes kom fram till att de olika planteringsförbanden har ett försumbart samband med kronstorleken och kronformen (Sharma *et al.*, 2002).

Flertal studier är överens om att oavsett sorteringsmetod sjunker medelkvaliteten med ett stigande planteringsförband (Persson, 1976). Något som skiljer i träkvaliteten mellan olika förband, är att det blir en ökad andel juvenilverd vid ett brett förband. I ett förbandsförsök noteras det att produktionen av ungdomsved är starkare förknippad med geografiskt läge (så som latitud och tillväxtplats) än genetiskt arv (Clark *et al.*, 1994).

Antalet torrkvistar i veden är någonting som förbandet starkt påverkar. I en studie jämfördes olika planteringsförband och många torrkvistar upptäcktes i höjder mellan 1,5 och 3,0 meter ovan mark. Det beror på att träd i den höjden har lätt att utsättas för frostsador, men studien kom fram till att planteringsförbanden generellt inte skulle påverka förekomsten av torra kvistar (Pfister *et al.*, 2007).

Ett träd som växer med brett förband kommer att ge fler och grövre grenar. För stora kvistar i träet kan innebära en kvalitetsförsämring vid sortering (Persson, 1976).

Ett rektangulärt planteringsförband leder till en viss stamojämnhet, dvs krök eller bulor, jämfört med ett kvadratisk planteringsförband (Salminen & Varmola, 1993). Men utöver en viss skillnad i kronutveckling och stamojämnhet tyder många studier på att det är förbandet mellan träden som är den mest påverkande faktorn på vedkvaliteten (Persson, 1976).

3.3 Beståndsdynamik

Antalet undertryckta träd påverkas starkt av planteringsförbandet. De träd som oftast självgallras i ett bestånd är de träd som är minst och är undertryckta. Vid en studie var medelhöjden för självgallrade träd betydligt lägre än medelhöjden för de levande träden (Nilsson & Albrektson, 1994). Klumpade träd minskade krontillväxten och mortaliteten i beståndet för träden ökade (Stiell, 1982). Olika former av planteringsförband påverkar inte mortaliteten. Enligt en regressionsanalys som gjorts både på rektangulära och kvadratiske förband visade det sig att det inte hade något signifikant samband på dödligheten hos plantor (Salminen & Varmola, 1993).

4. DISKUSSION

Det finns inte många studier gjorda gällande näringstillgången vid olika planteringsförband. De studier som finns har kommit fram till det väntade: att ju fler stammar vid plantering desto hårdare konkurrens kommer det att bli om markens näringsämnen. Det leder till en omfördelning i trädets prioriteringar vid tillväxt (Deluze *et al.*, 1996). Dock är det markens bonitet som är den mest utslagsgivande faktorn på trädens tillväxt i beståndet. Det beror på att markens bonitet är ett värde baserat på jordmånen, klimatet, fuktigheten och expositionen där plantan växer, vilka är de faktorer som planteringsförbandet inte påverkar i större grad.

Som Dean skriver i sin studie kommer vindfånget att öka i samband med att träden växer och får en större kronvolym. Vid smalare planteringsförband kommer träden svaja mer då de får ett längre avstånd mellan närliggande trädskronor, vilket gör att mekaniska påfrestningar på stammen kommer vara större vid bredare förband. Vid smalare förband kommer trädskronorna stöta ihop med varandra tidigare vilket gör att träden stödjer varandra. Det gör att den mekaniska påfrestningen på stammen inte blir lika stor som vid bredare förband (Dean, 2018). Då trädskronorna stödjer mot varandra i vinden behövs heller inte en lika stor stamdiameter vilket gör att träden kommer lägga mer energi till att växa på höjden. När träden växer mycket på höjden kommer träden få en mer cylindrisk stamform. I bredare förband kommer stamformen istället bli mer konisk formad och trädhöjden kommer inte bli lika hög på grund av att träden måste klara av de hårda mekaniska påfrestningarna från vinden utan att gå av då de inte har lika stort stöd av granträden (European Forest Institute, 2013).

Volymen för varje enskilt träd varierar beroende på vilket förband som används, vilket nämns av Anton Fernandes, men den totala volymen i beståndet skiljer sig inte mycket. Vid smala planteringsförband får träden en smalare stamdiameter samtidigt som träden lägger mer energi till att växa på höjden. Träd i bredare förband får istället en bredare stamdiameter men en lägre höjd (Anton-Fernandez *et al.*, 2009). Resultaten tyder på att planteringsförbandet inte kan ses som den största faktorn gällande trädvolymen eftersom en skoglig åtgärd minskar antalet stammar. Det gör att den totala volymen också minskar i beståndet. Efter en skoglig åtgärd får varje enskilt träd en ökad diametertillväxt tack vare det starkare ljusinsläppet och den ökade näringstillgången vilket leder till att medeldiametern i beståndet kommer att öka snabbt och kraftigt (Nilsson & Albrektson, 1994).

Salminen och Varmola (1993) jämförde rektangulärt planteringsförband med kvadratisk planteringsförband och kom fram till det inte blev någon större skillnad i trädhöjden. Den största faktorn är skador som gjorde att det blivit skillnad mellan de olika förbanden är skador.

Alla undersökta studier är överens om att planteringsförbandet påverkar kronans storlek och utseende på något sätt. Ett smalare planteringsförband innebär att trädskronorna får mindre ljusinsläpp, och dessutom innebär det att närliggande trädskronor tävlar om utrymmet uppåt,

vilket resulterar i kronrecession (Deluze *et al.*, 1996). Kronans storlek och utseende är signifikant korrelerad med avstånd till närmsta granne, vilket fortsatt stärker resultatet (Lundqvist & Elfving, 2010). Stiells (1982) resultat om att träd som växer i klungor har en lägre dbh eftersom deras kronor har en mindre lövyta på grund av konkurrens är överensstämmande med övriga resultat men vittnar om en ökad mortalitet bland träd med smalare planteringsförband.

Träkvaliteten är den egenskap som, enligt analyserade studier, skiljer mest mellan olika planteringsförband. Eftersom ett brett planteringsförband innebär att tjockare grenar kommer att växa på stammen, och kviststorlek är en kvalitetsbegränsande faktor, är planteringsförbandet en viktig faktor (Sjolte-Jørgensen, 1967). Ett smalare planteringsförband innebär en lägre diametertillväxt på huvudstammarna under tidig beståndsålder (Gizachew *et al.*, 2012). Det leder även till att andelen ungdomsved i rotstocken är lägre, vilket resulterar i ett större centrumutbyte vid postning av virket. Det kan möjligtvis ge en lägre diameter på stocken då diametertillväxten bromsas under tidiga år. Efter gallring kommer bestånd med ett smalt planteringsförband att ha en ökad diametertillväxt jämfört med mindre gallrade bestånd (Clark *et al.*, 1994). En vedegenskap som är starkt påverkande på kvaliteten är torrkvistar, vilka främst uppkommer utav frostsador under ungskofsfasen (Pfister *et al.*, 2007). Det ska nämnas att rotstocken är den del av trädet som innebär den högsta potentiella inkomsten varpå skador på den ska vara så få som möjligt. Bakgrunderna till effekterna beskrivs av Persson (1976): ”En snabbare tillväxt under ungdomsåren är förenad med bildande av grova grenar och därmed en sämre kvalitet”.

Stiell menar på att klumpade träd ökar mortaliteten i beståndet (Stiell, 1982) och Salminen menar att rektangulära och kvadratiska förband inte hade någon påverkan på mortaliteten (Salminen & Varmola, 1993). Det som kan tilläggas är att Salminen studerade mortaliteten på plantor och dess förband vilket gör att det kanske skiljer sig mot Stiell som istället studerade unga träd som var runt femton år.

Risken i täta bestånd är att träd kan bli undertryckta, vilket gör att de träden sällan kommer att överleva konkurrensen mot dominant träd. Ett undertryckt träd behöver någon form av skötselåtgärd för att inte vara undertryckt och det kan till exempel vara en gallring. Vanligtvis brukar det vara svårt för ett undertryckt träd att konkurrera mot dominant träd, vilket gör att det oftast är undertryckta träd som självgallras. Något som de flesta studier tyder på gällande mortaliteten i ett bestånd är att mortaliteten alltså inte påverkas av förbanden utan att det är tiden för när en åtgärd utförs som har den största påverkan på dödligheten i ett bestånd (Nilsson & Albrektson, 1994).

En omfördelning av förbandet är någonting som har föreslagits av bland annat O'Brien (1981). Det är en metod för att minska densiteten av plantor för att få ett annat sortiment i virket. Detta för att möta en annan marknad för råvaran eller ifall ett vanligt gallringsschema skulle innebära att beståndet står i risk för stora vindskador i framtiden. O'Brien skriver

fortsatt att ifall omfördelning av förbandet sker innan fullständig konkurrens har påbörjats i beståndet kan det vara ett motiverat skötselsätt.

Praktiskt kommer antalet plantor som planteras bero på vilken typ av bonitet marken har och detta gör att plantantalet kommer att variera mellan olika platser. I vissa fall planteras fler plantor än nödvändigt för att på så sätt förhindra eventuella skador på plantorna som förhindrar beståndets tillväxt. När fler plantor planteras innebär det också att det kommer behövas fler åtgärder och kraftigare gallringar under beståndets utveckling. Det resulterar i att fler gallringar kommer behövas i ett bestånd med ett smalt planteringsförband medan i ett bestånd med bredare förband kan det räcka med färre antal gallringar.

Någonting som kan vara av vikt gällande resultaten från studierna är att de flesta är gjorda i en tid där planteringsmaterialet har samma tillväxt. På grund av det förädlade materialet som används i dagens skogsbruk är det inte omöjligt att det kan leda till att resultaten kan komma att skilja sig ifall samma studier skulle genomföras idag. Dock skriver (Persson, 1976) att: "Användning av förädlad material bör ge viss kvalitetsförbättring. Mycket talar dock för att även det förädlade tallmaterial som hittills har framställts reglerar på ökat utrymme med grövre grenar och därmed sämre kvalitet i samma utsträckning som oförädlad material". Utöver det har kvävenedfallet påverkat tillväxten i hela Sverige vilket kan påverka resultaten ytterligare, dock har inga studier granskats angående det.

4.1 Slutsats

En gles plantering innebär att träden får en större krona samt ett ökat vindfång vilket resulterar i en ökad diametertillväxt och en lägre höjdtillväxt för att stabilisera sig mot vinden. Smala planteringsförband leder till att träden utsätts för lägre vindhastigheter per träd, och stöd mot närliggande träd, vilket leder till att träden då istället kan prioritera höjdtillväxt. Ett smalt planteringsförband innebär att rotstocken kommer att innehålla en lägre andel juvenilved och färre grova grenar vilket anses som kvalitetshöjande egenskaper. Den största påverkan på mortaliteten i beståndet är inte vilket förband som används, utan när tidpunkten för varje åtgärd utförs. Avslutningsvis går det att konstatera att även fast planteringsförbandet har en påverkan på plantan så blir den inte avgörande på en hel rotationsperiod. Kvaliteten och utseendet påverkas i första hand av planteringsförbandet i tidig ålder. Boniteten tillsammans med skötselåtgärder, till exempel röjning och gallring har sedan större påverkan på både utseendet och kvaliteten i det slutavverkningsbara beståndet.

5. REFERENSER

- Anton-Fernandez, C., Burkhart, H.E., Strub, M. & Amateis, R.L. Effects of Initial Spacing on Height Development of Loblolly Pine. s. 11.
- Bürchert, F. & Gardiner, B. (PDF) *The effect of wind exposure on the tree aerial architecture and biomechanics of Sitka spruce (Picea sitchensis, Pinaceae)*. (2006-10) (ResearchGate). DOI: <http://dx.doi.org/10.3732/ajb.93.10.1512>.
- Clark, A.I., Saucier, J.R., Baldwin, V.C. & Bower, D.R. (1994). Effect of initial spacing and thinning on lumber grade, yield, and strength of loblolly pine. *Forest Products Journal; Madison*, vol. 44 (11,12), s. 14.
- Dean, T.J. (PDF) *Neighbor and Height Effects on Crown Properties Associated with the Uniform-Stress Principle of Stem Formation*. (2018-05) (ResearchGate). DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/f9060334>.
- Deluze, C., Hervé, J.-C., Colin, F. & Ribeyrolles, L. (PDF) *Modelling crown shape of Picea abies: Spacing effects*. (1996-02-01) (ResearchGate). DOI: <http://dx.doi.org/10.1139/x26-221>.
- Ersson, B.T., Jundén, L., Lindh, E.M. & Bergsten, U. (PDF) *Simulated productivity of conceptual, multi-headed tree planting devices*. (ResearchGate). Available from: https://www.researchgate.net/publication/273959069_Simulated_productivity_of_conceptual_multi-headed_tree_planting_devices. [Accessed 2019-03-18].
- European Forest Institute. *Living with storm damage to forests | European Forest Institute*. (2013-12-13). Available from: <https://www.efi.int/publications-bank/living-storm-damage-forests>. [Accessed 2019-03-29].
- Gizachew, B., Brunner, A. & Øyen, B.-H. (2012). Stand responses to initial spacing in Norway spruce plantations in Norway. *Scandinavian Journal of Forest Research*, vol. 27 (7), ss. 637–648.
- Hallsby, G., Ahnlund Ulvcrona, K., Karlsson, A., Elfving, B., Sjögren, H., Ulvcrona, T. & Bergsten, U. (2015). Effects of intensity of forest regeneration measures on stand development in a nationwide Swedish field experiment. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, vol. 88 (4), ss. 441–453.
- Karlman, M. Damage to Pinus contorta in northern Sweden with special emphasis on pathogens. s. 42.
- Liziniewicz, M., Ekö, P.M. & Agestam, E. (2012). Effect of spacing on 23-year-old lodgepole pine (Pinus contorta Dougl. var. latifolia) in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research*, vol. 27 (4), ss. 361–371.
- Lundqvist, L. & Elfving, B. (2010). Influence of biomechanics and growing space on tree growth in young Pinus sylvestris stands. *Forest Ecology and Management*, vol. 260 (12), ss. 2143–2147.
- Nilsson, U. & Albrektson, A. (1994). Growth and self-thinning in two young Scots pine stands planted at different initial densities. *Forest Ecology and Management*, vol. 68 (2), ss. 209–215.
- O'Brien, D. (1981). Economics of Spacing, Respacing and Thinning. *Irish Forestry Journal*. Available from: <https://journal.societyofirishforesters.ie/index.php/forestry/article/view/10615>. [Accessed 2019-03-19].
- Persson, A. (1976). *Förbandets inverkan på tallens sågtimmerkvalitet: The influence of spacing on the quality of sawn timber from Scots pine*. Diss. Stockholm: Instföör skogsproduktion, Skogshögsk.
- Persson, B., Persson, A., Ståhl, E.G. & Karlsmats, U. (1995). Wood quality of Pinus sylvestris progenies at various spacings. *Forest Ecology and Management*, vol. 76 (1), ss. 127–138.
- 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*, vol. 22 (4), ss. 333–343.

- Pinkard, E.A. & Neilsen, W.A. (2003). Crown and stand characteristics of *Eucalyptus nitens* in response to initial spacing: implications for thinning. *Forest Ecology and Management*, vol. 172 (2), ss. 215–227.
- Salminen, H. & Varmola, M. (PDF) *Influence of initial spacing and planting design on the development of young Scots pine (Pinus sylvestris L.) stands*. (1993-06) (ResearchGate). DOI: <http://dx.doi.org/10.14214/sf.a15656>.
- Sharma, M., Burkhart, H.E. & Amateis, R.L. (PDF) *Spacing rectangularity effect on the growth of loblolly pine plantations*. (ResearchGate). DOI: <http://dx.doi.org/10.1139/x02-079>.
- Sjolte-Jørgensen, J. (1967). The Influence of Spacing on the Growth and Development of Coniferous Plantations. I: Romberger, J.A. & Mikola, P. (red) *International Review of Forestry Research*. Elsevier, ss. 43–94.
- Skogsstyrelsen. *Trädslagsval*. (2018-11-21). Available from: <https://www.skogskunskap.se:443/aga-skog/skogsbrukets-grunder/foryngring/val-av-tradslag/>. [Accessed 2019-03-18].
- Skogsstyrelsen, Plantering. (2018-01-30). Available from: <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/skogsskotselserien/skogsskotsel-serien-3-plantering-av-barrtrad.pdf> [Accessed 2019-04-16]
- Skogsstyrelsen, Røjning. (2018-12-14). Available from: <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/skogsskotselserien/skogsskotsel-serien-6-rojning.pdf> [Accessed 2019-04-16]
- Stiell, W.M. (1982). Growth of Clumped vs. Equally Spaced Trees. *The Forestry Chronicle*, vol. 58 (1), ss. 23–25.
- Valinger, E., Lundqvist, L. & Sundberg, B. (1995). Mechanical bending stress applied during dormancy and (or) growth stimulates stem diameter growth of Scots pine seedlings. *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 25 (6), ss. 886–890.