



**Kandidatarbeten
i skogsvetenskap**
Fakulteten för skogsvetenskap

2012:25

**Planteringsförbandets inverkan på bildningen av
kärnved hos tall (*Pinus sylvestris* L.)**

– En modellsimulering av planteringsförbandets inverkan?

*An effect of planting spacing on the formation of the heartwood in Scots pine
(*Pinus sylvestris* L.)*

- A model simulation of the planting spacings impact?

Johan Lindström och Erik Persson



Sveriges
lantbruksuniversitet

Planteringsförbandets inverkan på bildningen av kärnved hos tall (*Pinus sylvestris* L.) – En modellsimulering av planteringsförbandets inverkan?

The effect of planting spacing on the formation of the heartwood in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) – A model simulation of the planting spacings impact?

Johan Lindström och Erik Persson

Självständigt arbete 15 högskolepoäng 2012
Institutionen för skogens ekologi och skötsel Umeå

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

| | |
|---------------------------------|--|
| Enhet | Institutionen för skogens ekologi och skötsel |
| Författare | Erik Persson & Johan Lindström |
| Titel, Sv | Planteringsförbandets inverkan på bildningen av kärnved hos tall (<i>Pinus sylvestris</i> L.) – Ger glesa förband en större volym kärnved? |
| Titel, Eng | The effect of planting spacing on the formation of the heartwood in Scots pine (<i>Pinus sylvestris</i> L.) - Does wide spacing result in larger volume of heartwood? |
| Nyckelord | modellering, extraktivämnen, splintved, krongräns, Pipe modell |
| Handledare | Tommy Mörling |
| Examinator | Tommy Mörling, Institutionen för skogens ekologi och skötsel |
| Kurstitel | Kandidatarbete i skogsvetenskap |
| Kurskod | EX0592 |
| Program | Jägmästarprogrammet |
| Omfattning på arbetet | 15 hp |
| Nivå och fördjupning på arbetet | G2E |
| Utgivningsort | Umeå |
| Utgivningsår | 2012 |

Förord

Vi vill tacka Albin Andersson och Magnus Petersson på Södra Skog för deras samarbete. Även till Ulf Johansson, försöksledare på Tönnersjöhedens försökspark vill vi uttrycka tacksamhet för tillhandahållandet av data. Handledare Tommy Mörling har varit ett bra stöd när vi stött på svårigheter och för detta är vi tacksamma.

Sammanfattning

Det nuvarande kunskapsläget ger skiftande indikationer angående faktorer som initierar kärnvedsbildningen. Forskningen kring kärnvedsbildning förgrenar sig på flera teorier. Denna studie stödjer sin hypotes kring teorin om att kärnved bildas med en fast fraktion av årsring per år, 0,5-0,8 årsring per år. Studien utgick från denna teori och det genomfördes en modellering av kärnvedsvolymen i fyra olika tallbestånd med skiftande förband, från 0,75, 1,25, 1,5 och tre meter. Modellen anger kärnveds diameter (HWD) och bygger på fyra förklarande variabler, höjd (H), krongränskvot (CR%), diameter i brösthöjd (DBH) samt trädhöjd (TH).

De skiftande förbanden resulterar i varierande tillväxthastigheter i juvenilt stadiet. Detta leder till att årsringar med större diameter skapas i glesa bestånd vilket enligt teorin leder till högre kärnvedsvolym. Resultatet från studien påvisade en högre medelvolym kärnved per träd för tre meters förbandet, 0,80 m³sk, jämfört med 0,71 m³sk vid 0,75 meters förbandet.

Splintmedelvolymen tenderade att visa samma förhållande när splintveden ökade med ökande förband. Med tre meters förband uppgick volymen till 0,78 m³sk och för det tätaste 0,61 m³sk. Det procentuella förhållandet mellan kärnved och splintved förändrades med skiftande förband. Kärnvedsandelen ökade med minskande förband från 0,51 med det glesaste förbandet till 0,54 med det tätaste. Den högsta kärnvedsvolymen per hektar 192 m³sk påträffades i den stamtätaste avdelningen med 0,75 meters förband. Lägst nivå återfanns med tre meters förbandet, 162 m³sk detta indikerar att antalet träd är en viktig faktor. Flertalet faktorer påverkar årsringsbredden, planteringsförbandet är en av dessa och påverkar således mängden kärnved i tallbestånd.

Nyckelord: modellering, extraktivämnen, splintved, krongräns, Pipe modell

Summary

The current state of knowledge indicates that there is more than one factor that initiates heartwood transition. This study supports its hypothesis on the theory that heartwood is formed by a fixed fraction of the annual growthring, 0,5 to 0,8 rings. To calculate heartwood volume modelings were carried out in four different pine stands with different spacings, 0,75, 1,25, 1,5 and three meters. The model indicates heartwood diameter (HWD) and is based on four explanatory variables, height (H), crown ratio (CR%), diameter breast height (DBH) and tree height (TH). The shifting plant spacing results in varying growth rate in the juvenile stage. This leads to rings with larger diameter in stands with wide planting spacing, which in theory, will lead to higher heartwood volume. This study demonstrated a higher mean volume of heartwood per tree with three meters plant spacing, 0,80 m³sk, compared to 0,75 meters width which gave a volume of 0,71 m³sk. The mean sapwood volume tended to demonstrate the same relationship when the sapwood increased with increased spacing. With three meter in spacing the volume amounted to 0,78 m³sk and the densest 0,61 m³sk. The ratio between heartwood and sapwood changed with spacings. Heartwood proportion increased with decreasing spacing, from 0,51 to 0,54. The volume heartwood differed between 192 to 161 m³sk for respectively spacing and stand density. This indicates that stand density is an important factor. Several factors affect the width of the annual growthring. Planting spacing is one thus affecting the amount of heartwood in pine stands.

Keywords: modeling, extractives, sapwood, crown ratio, Pipe model

INLEDNING

Sett över århundraden har det funnits behov av byggnadsmaterialet trä och som med allt material finns det en variation med avseende på kvalité och egenskaper hos råvaran. Motståndskraft mot biologisk nedbrytning har länge varit en eftertraktad egenskap hos virket. I Norge på 900-talet byggdes de så kallade stavkyrkorna av tallar med hög andel kärnved (Bergström, 2000). Träden som användes preparerades innan de avverkades. Prepareringen bestod av att toppen kapades upp till åtta år innan avverkningen, detta för att stimulera bildningen av kådved. Innan träden kunde användes var splintveden tvungen att huggas bort. (Håkansson, 1998). Stavkyrkorna står fortfarande kvar som ett bevis på beständigheten hos tallens kärnved. Dessa tallar med hög andel kärnved och stor motståndskraft var länge ett viktigt byggnadsmaterial men kärnvedens betydelse minskade i takt med införandet och expansionen av impregnerat virke (Bergström, 2000). Med hjälp av kemikalierna som virket impregnerades med kunde mindre motståndskraftiga delar av trädet användas i större grad där biologisk nedbrytning var en påtaglig faktor. Såsom vid bryggor, verandor och fönster.

Dagens rådande skogsskötselsituation med kortare omloppstider och mer intensiv skötsel, innebär minskat fokus på kärnved, detta resulterar generellt sett i sämre virkeskvalité (Håkansson, 1998). Istället har fokus riktats mot den potential som kärnveden och extraktivämnena innebär för framställning av biologiska produkter till exempel talldiesel (Sunpine, 2012). Extraktivämnena i kärnveden hos olika träarter bidrar till motstånd till biologisk nedbrytning av veden (Bergström, 2000). Detta är en av de bidragande orsakerna till att kärnved av tall är ett eftertraktat konstruktionsmaterial i utsatta lägen. I pappersmassa industrin använder man hellre splintved än kärnved, då extraktivämnena i kärnveden påverkar massaprocessen och produkternas egenskaper (Mörling & Valinger, 1999). På grund av extraktivämnenas påverkan på massaprocessen finns det en konflikt inom massaindustrin då man för massans del vill ha låga halter extraktivämnen medan man på bioenergisidan vill ha höga halter för att på så sätt utvinna bioprodukter (Håkansson, 1998). För framställning av biodiesel används tallolja som är en restprodukt från pappersmassaindustrin, genom att förse råvaran till industrin med höga halter extraktivämnen kan man utvinna större volymer som resultat (Sunpine, 2012).

Träd är generellt uppbyggt av två typer av ved, den ljusare splintveden närmast barken samt den inre oftast mörkare kärnveden. Utanför kärnveden återfinns övergångszonen som är ett tunt lager av celler som ofta är ljusare än både splintveden och kärnveden (Gustafsson, 2001). Övergångszonen består ofta av levande celler och det är här omvandlingen från splintved till kärnved sker (Bergström, 2000).

Splintveden definieras som ”den del av veden i det levande trädet som innehåller levande celler och reserv material (t.ex. stärkelse)” (Anon, 1957), de levande celler avser huvudsakligen parenkymceller. Splintveden har tre huvuduppgifter i det levande trädet, den leder stora mängder sav vilket innehåller gaser och salter i löst form från rötterna till kronverket, den utgör en stark och styv stam vilket lyfter krontaket till en nivå där trädet kan säkerställa en tillräcklig kvantitet av ljus och syre, splintveden fungerar även som en lagringsplats för näringsämnen (Hook et al, 1972). Kärnved definieras som ”Det inre skiktet av veden i det växande trädet som har slutat att innehålla levande celler, samt där reserv materialen har förflyttats eller omvandlats till kärnvedssubstanser” (Anon, 1957). Kärnveden försör det levande trädet med 2 huvudsakliga uppgifter, mekaniskt skydd samt som försvar mot svampangrepp (Hillis, 1987). Den viktiga kärnveden bildas via en omvandling av

splintved. Processen involverar ett flertal kemiska, anatomiska och fysiologiska förändringar som påverkar färgen och hållbarheten hos veden (Bergström, 2000). Eftersom tallen är ett barrträd är veden hos denna till största del uppbyggd av trakeid- och parenkymceller. Cellerna bildas via celledningen vid det laterala kambiet, cellerna fördelar sig sedan på vävnadstyperna xylem, floem och ytterbark (Raven et al, 2005). Avsaknaden av levande parenkymceller är det som utmärker kärnveden mest (Hillis, 1987). Splintvedens omvandling till kärnved initieras då vedens kemiska sammansättning förändras, detta följs av förvedning av parenkymcellerna, bortgång av stärkelsekorn och avslutas slutligen med parenkymcellens död (Bergström, 2000). Under kärnvedsbildningen impregneras kärnveden av extraktivämnen. De huvudsakliga extraktivämnena hos tall är sammansatta av terpenier, polyfenolföreningar, fetter samt kolhydrater (Hillis, 1987).

Det råder delade meningar om när kärnvedsbildning börjar och hur produktionen varierar under årets gång. Övergripande ger dagens samlade kunskapsläge skiftande indikationer angående tidpunkt under växtsäsongen som initieringen av kärnvedsbildningen sker. Den tills idag samlade forskningen kring kärnvedsbildning förgrenar sig ut på flera teorier. En del studier har konstaterat att bildningen sker under sommaren (Fukazawa et al, 1980), andra har visat att den initieras under den dormanta delen (Nobuchi et al, 1982) medan några studier menar att det inte finns någon specifik period då kärnveden bildas (Nobuchi et al, 1984). En förklaring till skillnaderna i resultaten är att studierna är gjorda på olika trädslag samt skillnader i klimat (Bergström, 2000).

Gjerdrum gör en antydning till att startåldern kan vara vid 9 års ålder (Gjerdrum, 2003). Medan Björklund (1999) presenterar en studie där en begynnelseålder för kärnvedsbildningen fastställdes vid en kambial ålder på ca 15 år. I en studie om hur gödsling och gallring påverkar kärnved, gjord av Mörling och Valinger (1999), presenterades fakta att kärnved hittats vid en kambial ålder av 11 år i bestånd som vid tidpunkten för studien var cirka 45 år. Detta innebär att kärnved har återfunnits vid en höjd i trädet där antalet årsringar är 11. Hillis (1987) presenterar att startåldern varierar men i en specifik undersökning av 2000 tallar började träden övergången från splint till kärnved då träden var 20 år i totalålder eller ännu äldre.

En vanlig teori är att kärnvedsbildningen är en process som har med ålder att göra (Hillis, 1987). Processen karakteriseras som nämnts av att parenkymceller dör och denna teori stöds av observationer som visar att antalet årsringar, i medel, är lika för likvärdiga träd inom samma bestånd (Bergström, 2000). Ovan nämnd teori förklarar inte förekomsten av observerade skillnader i antal splintvedsårsringar mellan träd av samma art och storlek på jämförbara ståndorter (Hillis, 1987). En annan teori som Hillis beskriver (1987) är att luft tar sig in via avbrutna kvistar och en ackumulation av luft sker i slutna ledningssystem. Detta resulterar i permanenta konsekvenser på vedens vattenbalans, vilket stimulerar bildningen av kärnved. Luften dras in i trädet på grund av ett undertryck som grönkronan skapar i de inre delarna av splintveden. Detta område är lite torrare och därav uppkommer ett undertryck. Det förekommer även teorier om att svamp och hormoner startar kärnvedsproduktionen (Hillis, 1987). En av de mer framstående och validerade teorierna kring kärnvedsbildning kallas ”Pipe model” (Shinozaki et al, 1964). Den statuerar att det finns en tydlig korrelation mellan barmassa och splintvedsarea i ett tvärsnitt vid krongränsen. Teorin bygger på att splintvedsarean varierar allt eftersom barmassans behov av näringstillförsel förändras. Det innebär att när grenrensningen påbörjas, höjs grönkronan vilket minskar behovet av näringstransport. Den överflödiga splintveden kommer då att omvandlas till kärnved. Sambandet mellan andel splintved och barmassa är linjär och följer kvoten 1:1 (Shinozaki et al, 1964).

Ytterligare en teori bygger på att kärnveden är en plats för lagring av giftiga produkter (Stewart, 1966 se Bergström, 2000). Den giftiga substansen ackumuleras kring mörgen tills den uppnår dödliga koncentrationer vilket leder till att de innersta parenkymcellerna dör, och då bildas den första kärnvedsringen. Den genetiska variationen mellan träd inom ett och samma bestånd är en faktor som har inverkan på kärnvedsvolymen, detta visade Fries och Ericsson (1998) i deras studie av ett 25-årigt helsyskonförsök i norra Sverige. I denna studie upptäckte de att kärnvedsdiametern var starkt ärftlig, efter ytterligare en studie på ett 44-årigt bestånd fastställde de att ärftligheten var ovanligt hög (Ericsson & Fries, 1998).

Wilkes studie (1991) visar att kärnvedsandel mellan radiatatal (*Pinus radiata*) och inom bestånd kan variera avsevärt. Studien utfördes i sydöstra Australien och var uppdelat på 18 avdelningar. Anledningen till denna variation är dock inte helt kartlagd men studien visar att trädets ålder, höjd och tillväxt nära kambiet inte var av vikt för att bestämma bredden på kärnveden. Faktorer som visade sig vara betydelsefulla var stamdiameter eller den radiella tillväxten för trädets fem första år. Hillis och Ditchburne (1974) kom fram till att kunskap om trädets diameter vid en ålder av 5, underlättade prediktionen av kärnvedsdiameter i träd vid en ålder av 20-50. Kärnvedens tillväxt har antagits växa med konstant hastighet när den väl börjat samt att tillväxten sker inifrån och ut, mot barken (Wilkes, 1991). Hastigheten på tillväxten skiljer sig mellan arter och undersökningar. Wilkes (1991) kom fram till en hastighet på 0,3-0,5 av splintvedsårsringarna för radiatatal. Gjerdrum (2003) publicerar att tillväxthastigheten för tall (*Pinus sylvestris*) är 0,6 vid en ålder på 50 samt att hastigheten ökar med ålder, till 0,8 vid 200 års ålder. Gjerdrums (2003) data på att tillväxthastigheten ökar stöds av Björklunds (1999) resultat. Dessa visade att en ökning av tillväxt skedde från 0,5 vid ålder 45 till 0,8 vid 115 års ålder.

Mängden kärnved i ett träd är svårt att förutse, men Hillis (1987) har presenterat några variabler som har en påverkan på den, trädslag, ålder, position i stammen, tillväxthastighet, miljöfaktorer samt ståndort. Harris (1954) presenterade några miljöfaktorer som påverkar kärnvedsbildningen hos radiatatal. Dessa faktorer var en jämn vattentillförsel samt frånvaro av uttorkande vindar (Wilkes, 1991). Enligt Björklund (1999) är det en relativt stark korrelation mellan kärnvedsandelen och åldern av kambium och antalet av kärnvedsringar. Däremot korrelerar det väldigt dåligt mot kärnvedshalt, ståndort, grundyta och trädvariabler (Björklund, 1999). Flera beräkningsmodeller för skattning av kärnved har utformats dels av (Wilhelmsson et al, 2002), (Gjerdrum, 2003), (Björklund, 1999) och (Flaete & Høibø, 2009). De olika modellerna har utformats med varierande förklarande variabler och skiljer sig i lämplighet för att skatta kärnved i olika bestånd beroende på vilken data man har att tillgå.

Utifrån nämnda teorier ovan är Wilkes teori den vi anser mest trovärdig. Wilkes teori bygger på att kärnved bildas med en fast andel av varje årsring. Detta innebär att en bred årsring kommer att producera en större mängd kärnved än en smalare årsring med samma årliga procentuella kärnvedstillväxt. Detta betyder i sin tur att hög tillväxt i det juvenila stadiet (ung ålder) skulle resultera i mer kärnved i det slutavverkningsmogna beståndet.

Med variationer i skogsskötsel, såsom olika förband, plantmaterial, planteringsmetod, röjning, gallringsprogram, och gödsling mm, kan beståndets egenskaper skilja sig åt trots likvärdig ståndort. I ett gödslings och gallringsförsök fastslog, Mörling och Valinger (1999), att det inte går att påverka kärnveden via de gallringar och gödsel åtgärder som de utförde.

För att undvika att kostsamma och tidskrävande mätningmetoder för att beräkna kärnvedsvolym har mer effektiva metoder utvecklats. Modellering av kärnvedsvolymen är en metod. Utformningen och komplexiteten varierar mycket mellan olika modeller eftersom de kan byggas på olika antal variabler. Modeller är uppbyggda av variabler i form av beståndsdata

från beståndet i fråga som sedan utnyttjas i en matematisk funktion för att beräkna kärnvedsförhållandet i träden.

Denna studie syftade till att undersöka förbandets påverkan på bildningen av kärnved hos tall med hjälp av en kärnvedsmodell.

Hypotesen var att bestånd av tall som planterats med täta förband och blivit utsatta för en högre grad av trängsel producerar mindre kärnved. Till följd av de smala årsringar som förbandet orsakar, i beståndet. Omvänt innebär det att bestånd som planterats med glesa planteringsförband utsätts för trängsel i mindre grad och som följd producerar breda årsringar. Detta borde resultera i större mängd kärnved i det slutavverkningsmogna beståndet.

Finns det ett samband mellan tallbeståndens planteringsförband och kärnvedsvolym? Är det skillnad i kärnvedsandel mellan olika planteringsförband?

METOD

Första steget i arbetet började med att vi tog kontakt med Albin Andersson på Södra Cell och utarbetade ett samarbete. Tillsammans med Albin Andersson och Magnus Petersson på Södra Skog arbetades ett lämpligt ämnesområde fram. Undersökning av planteringsförband ansågs vara en intressant frågeställning samt att det visade sig förekomma viss kunskapslucka på hur planteringsförbanden påverkar kärnvedsproduktionen.

Efter detta började vårt arbete med en litteraturstudie, för att sammanställa den befintliga och relevanta teorin kring kärnved och dess bildning. Vi sökte litteraturen med hjälp av SLU:s bibliotek och dess söktjänst Primo. Utifrån litteraturstudien hittade vi modell 2 (Flaete & Høibø, 2009) som var en lämplig modell för beräkning av kärnvedsbredd (HWD) vid olika höjder inom enskilda träd. Modellen valdes för dess lämpliga förklarande variabler. Dessa var (H) specifik höjd där HWD beräknades, krongränsvot (CR%), diameter i brösthöjd (DBH) och trädets höjd (TH). Variablerna ansågs vara lämpliga på grund av att de är vanligt förekommande inventeringsdata.

Materialet som Flaete och Høibøs modeller bygger på samlades ihop från 8 olika tallbestånd i södra Norge. Tallbestånden valdes utifrån kriterierna att de var slutavverkningsmogna och att de skulle representera flera olika boniteter samt att ingen hänsyn togs till förväntat kärnveds innehåll. Totalt var det från 72 träd som modellen byggdes upp av. För varje träd gjordes trissor vid 14 olika höjder, från 5-70 % av trädets höjd. Trissor bearbetades och olika förklarande variabler skapades. Sedan beräknades, via regressionsanalys, variablernas förklarande grad ut och de som ej var signifikanta sållades ut (Flaete & Høibø, 2009).

Modell 2 (Flaete & Høibø, 2009)

$$HWD = 0,647191DBH + (4,4948595 + 0,0097328DBH - 0,1958TH - 0,082083CR\%)H + (-1,449349 - 0,00224DBH + 0,0685833TH)H^2$$

Vi letade sedan efter lämplig data i Silva Boreal (Silvaboreal, 2012), en databas över SLU:s skogliga försök. Utöver denna sökning tog vi kontakt med Södra Skog för att hitta passande beståndsdata. Det visade sig ganska omgående att detta skulle bli svårt, framförallt på grund av att Södra Skogs data över skogsinnehavet låg bundet i skogsbruksplaner. Således hade data från Södra Skog inte tillräcklig upplösning för att besvara frågeställningen.

Efter detta skede valde vi att kontakta SLU:s försöksparker och kom i kontakt med Ola Langvall. Ola hänvisade till Tönnersjöheden och Ulf Johansson. Vi tog även kontakt med Thomas Ulvcrona efter samrådan med vår handledare. Dataset erhöles från både Ulf och Thomas, vi valde att arbeta med datasetet från Ulf då detta var äldre och mer lämpligt för studien på grund av kända planteringsförband och mer beskrivande historik. Modellering av kärnvedsvolymer gjordes på fyra av datasetets avdelningar, 7, 9, 10 och 12. De fyra avdelningarna skiljde sig med avseende på gallringar, i antal, styrka och form. Förbanden för dessa var 0.75, 1.25, 1.5 och 3 meter (Eklund, 1956). Huvudträdslaget i samtliga avdelningar var tall och försöket anlades i början på 1900-talet (Tabell 1). Försöket anlades med syfte att undersöka hur man med förband kan påverka virkesproduktionen hos tall, ur ekonomisk och kvalitets synpunkt (Eklund, 1956). Försöket är lokaliserat i fastigheten Granvik i Skaraborgs län och förvaltas av Sveaskog. Granvik tillhör Tönnersjöhedens försökspark.

Tabell 1: Översiktlig beståndsdata för samtliga avdelningar.

Table 1: Review of inventory data for all stands.

| Beståndsdata | Avdelning 7 | Avdelning 9 | Avdelning 10 | Avdelning 12 |
|------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| Anläggnings år | 1906 | 1902 | 1905 | 1905 |
| Planteringsförband (m) | 0,75 | 1,25 | 1,5 | 3 |
| Stamantal initialt | 17778 | 6400 | 4444 | 1111 |
| Bonitet | 29,3 | 28,9 | 27,7 | 27,7 |
| Areal (Ha) | 0,21544 | 0,17141 | 0,21757 | 0,15437 |
| Höjd över havet (m) | 120 | 120 | 120 | 120 |
| Antal träd år 1925 | 5245 | 3705 | 3509 | 1386 |
| Antal träd år 2008 | 269 | 245 | 236 | 201 |
| Grundyta år 2008 | 29,1 | 28,8 | 29,9 | 30 |
| Övrehöjd (m) år 2008 | 29,5 | 29,4 | 29,1 | 27,9 |
| Volym/Ha år 2008 | 362,4 | 345,8 | 351,7 | 340 |

Data från dataseten lades över i excel för beräkningar. Data bestod av korsklavade träd, det innebar att vi hade två värden för DBH samt två värden för barktjocklek. I modellen ingick inte barktjockleken i DBH därför genomfördes en korrektion för detta, medelbarktjockleken subtraherades från medeldiametern för varje provträd. Utöver att inte barktjockleken var inkluderad i DBH är även modellen ämnad att användas inom 5-70 % av trädets höjd samt att träden helst skall vara över 100 år i totalålder. Höjd och krongränshöjd var angivet i data och användes för att beräkna krongränskvot. Krongränskvoten är längden av den levande kronan dividerat med hela trädets höjd. Med hjälp av dessa framräknade variabler kunde vi börja använda modellen.

I excel gjordes sedan beräkningar för var och ett av de 20 respektive 19 provträd, där vi beräknade kärnvedsdiametern vid olika höjder med ett intervall på 100 millimeter. Intervallet bedömdes vara tillräckligt litet för att inkludera kärnvedens irreguljära form längs med stammen. För varje 100 mm beräknades volymen som en cylinder, $\pi r^2 h$, där radien r utgjordes av kärnvedsdiametern dividerat med 2 och höjden var 100 millimeter. En stor del av trädets faktiska kärnved kan inte beräknas utifrån modellen på grund av tidigare nämnd begränsning, modellens utformning omintetgör beräkning av kärnvedsdiameter utanför intervallet 5-70 % av trädets höjd. Denna begränsning förhindrade beräkningen av kärnvedsvolymen i de nedre 5 %. Här utnyttjades faktumet att trädets avsmalning inom detta område i princip är obefintlig. Det ponerades då att kärnvedsförhållandet från 5 % och neråt var cylindriskt. För att beräkna volymen för kärnvedscylindern användes modellens första beräknade diameter, inom intervallet 5-70 %, kärnved som mått, och att volymen från denna "cylinder" skulle summeras till den övriga volymen kärnved. Det skall tilläggas att vi inte räknade med trädets första 20 cm i vertikalt led, eftersom det är praktiskt omöjligt att ta hela stammen vid avverkning och

därmed är kärnvedsvolymen i stubben ej relevant. Måttet, 20 cm, valdes då detta är ett vanligt krav på maximal höjd av stubbe som får kvarlämnas efter avverkning.

Kärnvedsvolymen beräknades inom 5-70 % av trädens höjd. Volymerna summerades och dividerades med 20, för avdelning 7, 10 och 12 respektive 19 för avdelning 9. Detta resulterade i ett mer noggrant medelvärde av kärnvedsvolymen inom det representativa trädet för varje avdelning. Detta medelvärde multiplicerades med antal träd per hektar och avdelning för att redovisa volymen kärnved per hektar, avdelning och förband.

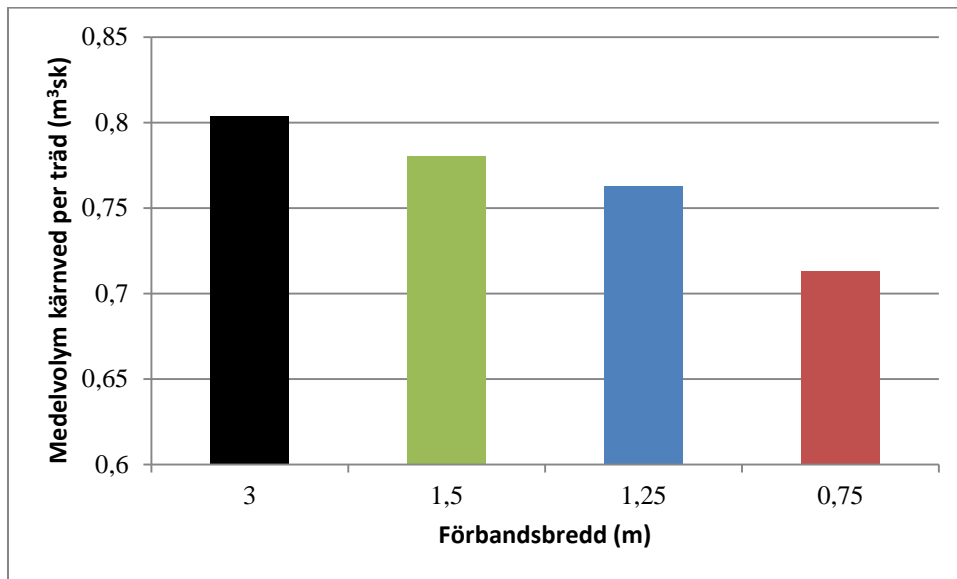
För att beräkna andelen kärnved i avdelningarna behövdes stående volym för respektive avdelning. Denna information återfanns i datasetet men vi bedömde att noggrannheten skulle öka ifall vi gjorde egna beräkningar utifrån provträden för avdelningarna. En volymfunktion lokaliserades på www.skogsforsk.se (Näslund & Hagberg, 1950). Den bedömdes lämplig på grund av att variabeln krongräns var med. Detta innebär att trädets individuella avsmalning vägs in i större utsträckning. Volymfunktionens variabler är krongränsens höjd i meter (K), trädets diameter i brösthöjd på bark (D), trädets höjd (H) och dubbel barktjocklek i millimeter (B). Beräkningar gjordes för respektive provträd och summerades för att sedan divideras med antalet provträd. Detta för att erhålla ett medelvärde över stamvolymen som är representativt för avdelningen. För beräkning av kärnvedsandelen dividerades medelvärdet för kärnvedsvolymen med medelvärdet för stamvolymen. Detta gjordes för var avdelningen. Medelvärdet för stamvolymen multiplicerades med avdelningarnas stamantal och gav då avdelningens volym per hektar. Beräkningarna utfördes i excel.

Volymfunktion (Näslund & Hagberg, 1950)

$$V = 0,1193D^2 + 0,02574D^2H + 0,004054DH^2 + 0,007262D^2k - 0,003112DHB$$

RESULTAT

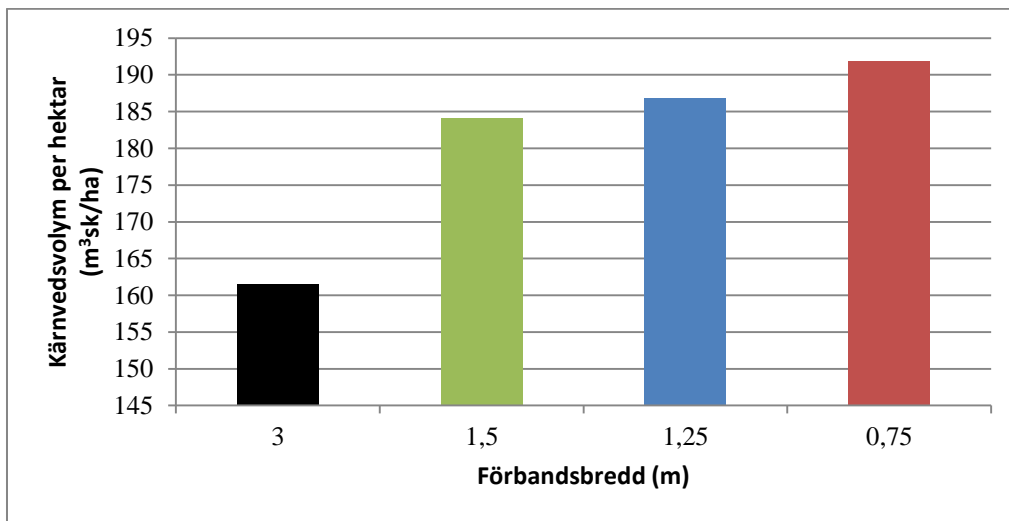
Medelvolymen kärnved per träd ökade med ökande förband. Beräkningarna visade även att medelvolym splintved ökade med tilltagande förband. Där 0,75 meter i förband gav en medelsplint volym på 0,6123 m³sk medan tre meters förband gav 0,7825 m³sk för den samma. Medelvolymen kärnved vid tre meters förband var 0,8039 m³sk och 0,7134 m³sk vid 0,75 meters förband. Med detta följer att medelvolymen kärnved avtog med minskande förbandsbredd.



Figur 1: Medelvolymen (m³sk) kärnved för medelträdet i respektive avdelning med olika förband.

Figure 1: The average volume (m³sk) heartwood of the average tree in each area with different plant spacing.

Total kärnvedsvolym per hektar ökade med minskade förband. Volymen ökade från 161,6 m³sk med tre meters förband till 192 m³sk för 0,75 meters förband.

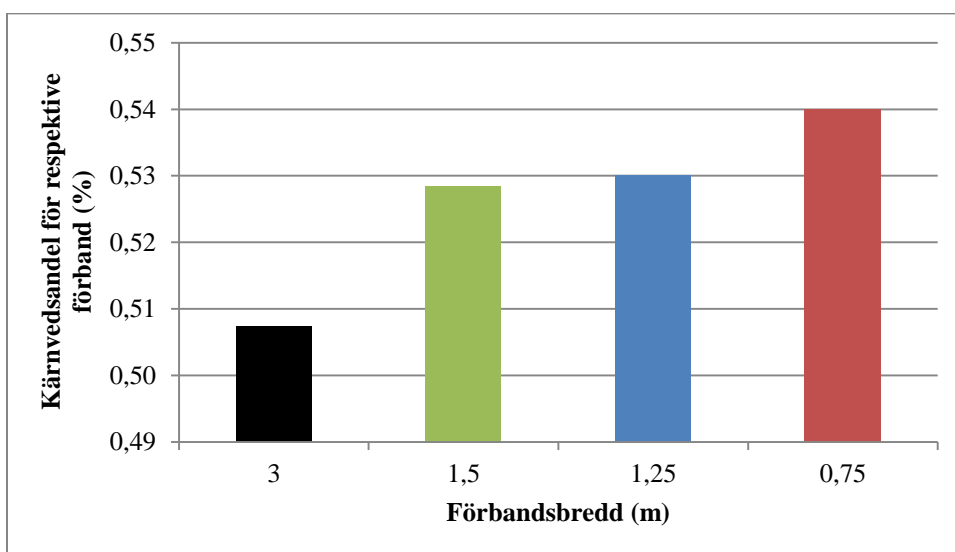


Figur 2: Total kärnvedsvolym per hektar för olika förband.

Figure 2: Total volume heartwood per hectare for each spacing.

Andel kärnved var störst i avdelning 7 som hade det tätaste förbandet. Andelen sjönk med glesare förband. Antalet träd var högst i avdelning 7, 269 stycken, som hade det tätaste förbandet och minst i avdelning 12, 201 stycken, som hade det mest glesa förbandet.

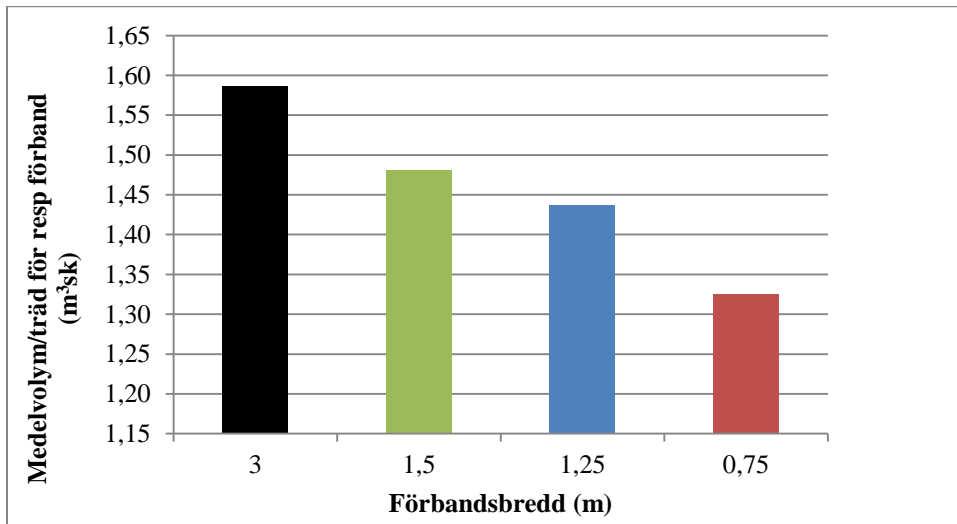
Kärnvedsandel varierade beroende på vilken beståndsvolym som användes, volym från datasetet eller från volymfunktionen. Gemensamt för båda volymerna var att andelen ökade konstant mot det tätaste förbandet.



Figur 3: Kärnvedsandel för respektive avdelning med dess tillhörande förband.

Figure 3: The proportion of heartwood for each stand with respectively plant spacing.

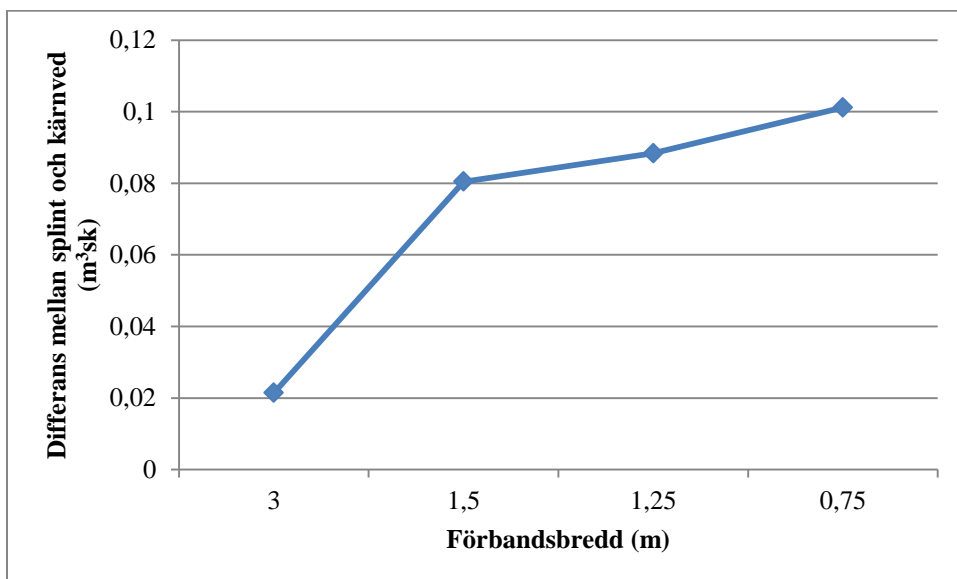
Medelvolymer för träden skiftade mellan de olika avdelningarna. I avdelning 12 återfanns träden med den högsta genomsnittliga volymen på $1,587 \text{ m}^3/\text{sk}/\text{träd}$. Medelvolymer för resterande avdelningar var fallande i takt med att förbanden minskade. Avdelning 10 hade en genomsnittlig volym på $1,480 \text{ m}^3/\text{sk}/\text{träd}$, avdelning 9 uppvisade ett värde på $1,437 \text{ m}^3/\text{sk}/\text{träd}$ och den lägsta medelvolymer på $1,325 \text{ m}^3/\text{sk}/\text{träd}$ återfanns i avdelning 7.



Figur 4: Medelvolymer per träd för de olika avdelningarna med skiftande förband.

Figure 4: The mean volume per tree for the different stands with different plant spacing.

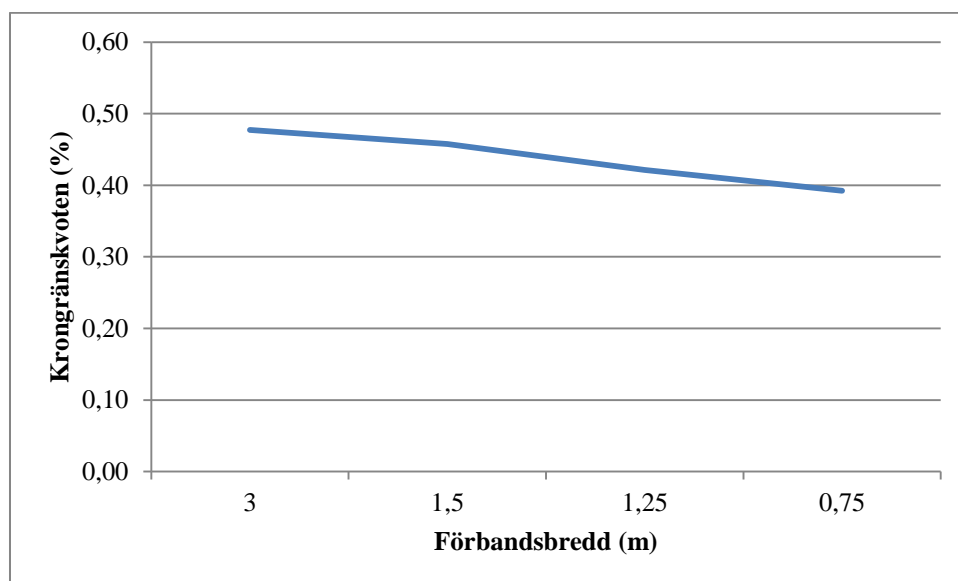
Ett tätare förband resulterar i en ökning mellan splintved och kärnved vilket illustreras i figur 2. Där skillnaden $0,02 \text{ m}^3/\text{sk}$ är minst vid tre meters förband, $0,08$ med förband 1,5, $0,088$ med förband 1,25 och som störst $0,10 \text{ m}^3/\text{sk}$ vid det tätare förbandet 0,75 meter.



Figur 5: Skillnaden mellan splint- och kärnveden vid olika förband.

Figure 5: Difference between sapwood and heartwood with increasing plant spacing.

Kvoten för krongränsen sjönk med minskande förbandsbredd. En krympande krongränsvot korrelerade också med en minskad volym splintved per träd.



Figur 6: Krongränsvoten minskar med avtagande förbandsbredd.

Figure 6: Crown ratio decreases with declining planting spacing.

Avdelning 7

Avdelning 7 hade $0,71 \text{ m}^3\text{sk}$ kärnved i medel per träd. I detta värde var volymen från kärnvedscylinder inkluderad. Detta värde multiplicerat med antalet träd 269, gav en kärnvedsvolym per hektar på ca $192 \text{ m}^3\text{sk}$. Ett medelvärde på krongränsvoten kalkylerades till 0,39. Vilket innebar att 61 % av trädets höjd inte utgörs av grönkrona. Beståndets totala volym per hektar blev, via volymfunktion, $357 \text{ m}^3\text{sk}$. Utifrån den insamlade data var detta värde $362,4 \text{ m}^3\text{sk}$ per hektar. Denna volym var fördelad på 269 träd. Beroende på vilken total volym som användes varierade kärnvedsandelen per hektar från 53 % till 53,8 %.

Avdelning 9

Avdelning 9 hade $0,76 \text{ m}^3\text{sk}$ kärnved i medel per träd. I detta värde var volymen från kärnvedscylinder inkluderad. Detta värde multiplicerat med antalet träd 245, gav en kärnvedsvolym per hektar på ca $186,8 \text{ m}^3\text{sk}$. Ett medelvärde på krongränsvoten kalkylerades till 0,42. Vilket innebar att 58 % av trädets höjd inte utgörs av grönkrona. Beståndets totala volym per hektar blev, via volymfunktion, $352 \text{ m}^3\text{sk}$. Utifrån den insamlade data var detta värde $345,8 \text{ m}^3\text{sk}$ per hektar. Denna volym var fördelad på 245 träd. Beroende på vilken total volym som användes varierade kärnvedsandelen per hektar från 53,1 % till 54 %.

Avdelning 10

Avdelning 10 hade 0,78 m³sk kärnved i medel per träd. I detta värde var volymen från kärnvedscyliner inkluderad. Detta värde multiplicerat med antalet träd 236, gav en kärnvedsvolym per hektar på ca 184,2 m³sk. Ett medelvärde på krongränsvoten kalkylerades till 0,46. Vilket innebar att 54 % av trädets höjd inte utgörs av grönkrona. Beståndets totala volym per hektar blev, via volymfunktion, 349 m³sk. Utifrån den insamlade data var detta värde 351,7 m³sk per hektar. Denna volym var fördelad på 236 träd. Beroende på vilken total volym som användes varierade kärnvedsandelen per hektar från 52,7 % till 52,4 %.

Avdelning 12

Avdelning 12 hade 0,80 m³sk kärnved i medel per träd. I detta värde var volymen från kärnvedscyliner inkluderad. Detta värde multiplicerat med antalet träd 201, gav en kärnvedsvolym per hektar på ca 161,6 m³sk. Ett medelvärde på krongränsvoten kalkylerades till 0,48. Detta innebar att 52 % av trädets höjd inte utgörs av grönkrona. Beståndets totala volym per hektar blev, via volymfunktion, 319 m³sk. Utifrån den insamlade data var detta värde 340 m³sk per hektar. Denna volym var fördelad på 201 träd. Beroende på vilken total volym som användes varierade kärnvedsandelen per hektar från 50,7 % till 47,5 %.

DISKUSSION

Kärnvedsvolymen varierade med de olika planteringsförbanden. Orsaken till detta är troligen de varierande nivåerna av trängsel i det juvenila stadiet. Nivåerna i trängsel leder till att tallarna i de skilda avdelningarna kan prioritera olika mellan diametertillväxt och höjdtillväxt. De glesare förbanden leder till lägre nivåer av konkurrens och på så vis kan dessa träd prioritera diametertillväxt före höjdtillväxt. Konsekvensen blir att breda årsringar bildas i ett tidigare stadie än för övriga bestånd, med tätare planteringsförband. De breda årsringarna är en möjlig förklaring till varför volymen kärnved ökar i takt med att planteringsförbandet ökar. Wilkes studie (1991) stöder detta resonemang, då han påvisar att mängden kärnved korrelerar väl med initial diametertillväxt. Dock så undersöker Wilkes radiatattall och inte tall. Hur stor skillnad det är mellan de två arterna är svårt att fastställa. Även Björklund (1999) ger ett visst stöd till detta, där det påvisas att den relativa bredden på det första 20 årsringarna var en av de mest förklarande variabelerna när procentuell kärnved skulle beskrivas.

För att validera våra resultat sökte vi stöd i Wilhelmsson (2002) och Björklund (1999). Där framgår det att olika metoder har använts för att beräkna kärnvedsandel. Denna studie beräknade andelen genom att undersöka den procentuella skillnaden mellan trädvolym och kärnvedsvolym. Wilhelmsson utnyttjade skillnaden i vedens fuktighet mellan kärnved och splintved för att avgränsa vedtyperna och beräkna kärnvedens andel av diametern. Andelen kärnved uppgick till i genomsnitt 20 %. Björklund beräknade kärnvedsandelen genom trätrissors kärnvedsareal. Med arealberäkning blev andelen i genomsnitt 36 %. Dessa procentuella andelar är väsentligt lägre än denna studies resultat. Förklaringen till detta kan ligga i skilda mätmetoder och data mellan studierna. Faktumet att Wilhelmsson och Björklund utförde praktiska mätningar på träd i deras rapporter. Denna studie utnyttjade modellering för kärnvedsdiametern och detta bör kunna förklara en del av skillnaderna mellan resultaten. En annan potentiell förklaring till avvikelserna i resultat kan vara trädens ålder där denna studies data hade en betydligt högre genomsnittlig ålder än både Wilhelmsson och Björklunds data.

Ytterligare en avsevärd skillnad mellan denna studie och Wilhelmssons var att vi utförde beräkningarna med 100 mm intervall genomgående för 65 % av trädens höjd. De data som Wilhelmsson validerade sina resultat mot, var utförda med tre meters mellanrum längs med trädet.

Volymen kärnved i avdelningarna ökade med avtagande förbandsbredd. Anledningen var den avsevärda skillnaden i antalet stående träd vid den senaste inventeringen. Differensen mellan avdelning 12 och 7, var 68 stycken träd. Det högre antalet träd i avdelning 7 övervägde den högre medelvolymen kärnved, 0,09 m³sk per träd i bestånd 12.

Den genomsnittliga trädvolymen ökar med stigande planteringsförband vilket stämmer väl överens med rådande kunskap om hur träd reagerar på friställning. Medelvolymen stiger från 1,325 m³sk i avdelning 7 till 1,587 m³sk i avdelning 12. Ökningen av volymen fördelar sig dock inte jämt på splint- och kärnved, hade kärnvedsprocessen varit enbart åldersbetingad skulle ökningen av volymen ej inneburi skillnad i kärnvedsvolym mellan de olika avdelningarna. Faktumet att mängden kärnved skiljer sig åt mellan avdelningarna talar mot att kärnvedsbildningen enbart skulle kunna vara en åldersbetingad process som Hillis omnämner (1987). Anledningen till detta är att bestånden är likåldriga och följaktligen bör det inte uppstå några avvikelser i kärnvedsandel, vilket denna studie antyder. Dock kan det nämnas att

Ericsson och Fries (1998) uttrycker att bildningen av kärnved kan skilja mellan träd inom samma avdelning till följd av variationer i genetiskt uppsättning. Dock ter det sig osannolikt att dessa genetiska skillnader regelbundet skulle följa förbandets bredd och på så vis vara den enskilda förklarande variabeln till ökningen av kärnvedsvolym när förbandet ökar.

Det uppkommer en variation i andel kärnved mot splintved i de olika avdelningarna. Skillnaderna i åtgärder, varierande förband och krongränskvoterna är sannolika förklaringar. Shinozakis teori "Pipe modell" (Shinozaki, et al 1964) som beskriver sambandet mellan fotosyntetiserande massa och splintved skulle kunna förklara varför det uppstår en skillnad mellan andel splintved och andel kärnveden. Detta på grund av att andelen grönmassa korrelerar med andel splintved som behövs för transport av näringsämnen och vatten. Det som styrker teorin är faktumet att det var högst splintvedsandel i beståndet med det mest glesa förbandet. Det vill säga i det bestånd där träden utvecklar störst grönkrona och behovet av splintved, enligt Shinozaki, är störst.

Ytterligare stöd till Shinozakis teori ges av att volymen splintved i träden sjunker med avtagande krongränskvot. Detta visar att behovet av ledningsvävnad följer storleken på grönkronan. En studie som inte styrker "Pipe modell", gjordes av Bergström (2001) där hon visade att en manipulation av kronan ej påverkar mängden kärnved i trädet. Även Mörling och Valinger (1999) ger en indikation på detta i deras gödslings- och gallringsförsök där man mätte kärnvedsmängden 12 år efter en behandling och påvisar att gödsling och gallring inte influerar kärnvedsmängden i någon större utsträckning. Dock påverkar detta mängden splintved och kronstorlek vilket kan styrka "Pipe modell". Mörling och Valingers försök ger ingen direkt effekt på kärnvedsmängden i trädet men det hade varit intressant att se om effekterna av försöket infinner sig längre fram i tiden. Eftersom att kärnvedstillväxten måste ta sig ut till de årsringar som berördes av försökets åtgärder. Först då borde eventuella effekter kunna urskiljas.

Avdelningarnas övrehöjd visade att träden prioriterar diametertillväxt före höjdtillväxt i de glesare förbanden då den sjönk med ökande förband. Det skall sägas att avdelningarna har blivit utsatta för olika åtgärder till form, styrka och antal.

Denna studie ger ytterligare stöd till att bonitetens påverkan på volymproduktion av kärnved är av ringa betydelse. Detta på grund av de stora variationerna i kärnved mellan avdelningarna trots likvärdig bonitet. Således bör det finnas andra mer faktorer som har större inverkan. Även Björklund (1999) finner låg korrelation mellan bonitet och kärnvedsandel.

Denna studies resultat bygger på modellering med matematiska funktioner vilket innebär att de inte är styrkta i fält genom faktiska mätningar på de respektive provträden. De matematiska funktionerna bygger i sin tur på beståndsdata. Detta medför risken att beräkningarna är direkt felaktiga jämfört med de verkliga volymerna i avdelningarna.

Det hade även varit mer fördelaktigt för studien om avdelningarna hade skötts enligt vanlig skogsproduktions norm, förutom de varierande förbanden. Den rådande situationen med det höga antalet åtgärder i avdelningarna gör det svårt att korrelera resultaten till specifika egenskaper inom respektive avdelning. Det är således svårt att säga om det är den högre tillväxten med breda årsringar, i tidig ålder i avdelning 12, som är orsaken till den högre kärnvedsvolymen i det mogna beståndet eller om den beror på andra faktorer som avdelningen utsatts för genom omloppstiden. Dessa åtgärder har gjort att stamantalet i avdelningarna har sjunkit långt under vad som är normen för stamantal vid slutavverkningar. Om stamantalet hade varit lika mellan avdelningarna med respektive förband vid

slutavverkning hade antagligen resultaten blivit annorlunda och till fördel för det glesa förbandet.

Beroende på utvecklingen av användningsområden för kärnved kan skötselprogram för att påverka produktionen bli mer aktuell. En av dessa anpassningar kan vara glesare planteringsförband för att på så vis skapa breda årsringar i tidig ålder.

Denna studie påvisar att glesa förband ger mer volym kärnved per träd än täta förband. Detta tyder på att breda årsringar bör vara att föredra om syftet är att producera träd med stor mängd kärnved. Det kvarstår dock ytterligare forskning för att med säkerhet fastslå vilka effekter årsringsbredden har på produktionen av kärnved.

REFERENSER

- Anon.(1957) International glossery of terms used in wood anatomy . Prepard by the Int Assoc Wood Anatomists. Trop Woods 107: 1-36
- Bergström, B. (2000). Aspects on heartwood formation in Scots pine. Diss. Umeå: Swedish uni-versity of agricultural sciences. Acta Universitatis agriculturae Sueciae. Silvestria, 129
- Björklund, L. (1999). Identifying Heartwood-rich Stands or Stems of *Pinus sylvestris* by Using Inventory Data. *Silva Fennica*. 33(2): 119-129
- Eklund, B. (1956). Ett förbandsförsök I tallskog – Några erfarenheter från ett 50-årigt skogsodlingsförsök på kronoparken Granvik. Meddelande från statens skogsforskningsinstitut 46:10.
- Ericsson, T & Fries, A. (1998).High heritability for heartwood in north Swedish Scots pine. *Theor. Appl. Genet.* 1999, Vol.98(5), pp.732-735
- Fahlgren, S. (2011) Kärnvedsbildning i tall (*Pinus sylvestris* L.) – Startålder samt årlig tillväxt i Västerbotten. Examensarbete. Umeå: Sverigeslantbruksuniversitet.
- Fahlgren, S & Jansson, T. (2010) Skötselns och ståndortens betydelse för kärnvedsbildningen i tall. Kandidatarbete. Umeå: Sverigeslantbruksuniversitet.
- Flaete, P.O & Høibø, O. (2009) Models for predicting vertical profiles of heartwood diameter in mature Scots pine. *Can. J. For. Res.* 39: 527-536
- Fries, A & Ericsson, T. (1998) Genetic parameters in diallel-crossed Scots pine favor heartwood formation breeding objectives. *Can. J. For. Res.* 28:937-941
- Fukazawa, K. Yamamoto, K.& Ishida, S. (1980). The season of heartwood formation in genus *Pinus*.In J. Bauch (Ed.), *Variations of WOOD Properties*. IUFRO S. 5.01-02, Oxford U.K.
- Gjerdrum, P. (2003) Heartwood in relation to age and growth rate in *Pinus sylvestris* L. In *Scandinavia. Forestry*, Vol. 76, No. 4:413-424
- Gustafsson, G. (2001). Heartwood and lightwood formation in Scots pine – A physiological approach. Diss. Umeå: Swedish university of agricultural sciences. Acta Universitatis agriculturae Sueciae. Silvestria, 193
- Hillis, W.E. (1987) Heartwood and tree exudates. Springer verlag. Berlin 268 p
- Hillis, W.E. & Ditchburne, N. (1974): The prediction of heartwood diameter in radiata pine trees. *Can. J. For. Res.*4:524-529
- Hook, D.D.& Brown C.L.& Wetmore R.H. (1972) Aeration in trees. *Bot Gaz* 133(4): 443-454
- Håkansson, C. (1998). TÖRVED – Dess extraktivämnen och naturliga beständighet. Examensarbete. Umeå: Sverigeslantbruksuniversitet.

- Mörling, T & Valinger, E. (1999). Effects of Fertilization and Thinning on Heartwood Area, Sapwood Area and Growth in Scots pine. *Scand. J. For. Res.* 14: 462-469
- Nobuchi, T. Kuroda, K. Iwata, R. & Harada, H. (1982). Cytological study of the seasonal features of heartwood formation of Sugi (*Cryptomeria japonica* D Don). *Mokuzai Gakkaishi*, 28(11), 669-676
- Nobuchi, T. Sato, T. Iwata, R. & Harada, H. (1984). Season of heartwood formation and the related cytological structure of ray parenchyma cells in *Robinia pseudoacacia* L. *Mokuzai Gakkaish*, 30(8), 628-636
- Näslund, M & Hagberg, E. (1950). Skogsforskningsinstitutets större tabeller för kubering av stående träd. Tall, gran och björk i södra Sverige. Statens Skogsforskningsinstitut, Experimentalfältet, 200 s., Stockholm
- Raven, P.H. Evert, R.F. & Eichhorn, S.E. (2005) *Biology of plants*, seventh edition
- Sveriges lantbruksuniversitet, enheten för skoglig fältforskning
2011. <http://www.silvaboreal.com>. (12:24 den 02-04-12)
- Shinozaki, K. Yoda, K. Hozumi, K. & Kira, T. (1964a). A quantitative analysis of plant form – The pipe model theory I. Basic analyses. *Japanese Journal of Ecology*. 14(3): 97-104.
- Shinozaki, K. Yoda, K. Hozumi, K. & Kira, T. (1964b). A quantitative analysis of plant form – The pipe model theory II. Further evidence of the theory and its application in forest ecology. *Japanese Journal of Ecology*. 14(4): 133-139.
- Sunpine. 2008. Preem, Sveaskog och Södra satsar på talldiesel.
(http://www.sunpine.se/index.php?option=com_content&view=article&id=49&Itemid=56)
10:34 den 02-04-12
- Wilhelmsson, L. Arlinger, J. Spångberg, K. Lundqvist, S-O. Grahn, T. Hedenberg, Ö. & Olsson L. (2002). Models for predicting wood properties in stems of *Picea abies* and *Pinus sylvestris* in Sweden. *Scand. J. For. Res.* 17:4 330-350
- Wilkes, J. (1991) Heartwood development and its relationship to growth in *Pinus radiata*. *Wood sci. Technol.* 25:85-90

BILAGOR

Nedan finns mer utförlig och detaljerad data till de olika avdelningarna. De är sammanställningar av data som vi erhöll från Ulf Johansson och de utgör underlaget för de utförda beräkningarna i detta arbete.

AVDELNING 12

| Revision Nr. | Trädslag Ålder | Kvarvarandebestånd | | | | | | Utgallratbestånd | | | | | | Totalproduktion | | Årlig löpande tillväxt/ha | | | | |
|-----------------|-------------------|--------------------|---------------|--------------|----------------|-------------------|--------------------------|------------------|----------------|--------------------|--------------------------|--------------------------------|------------|--------------------|---------------------------------|---------------------------|----------------|--------------|------------|------------|
| | | DIAM | MEDEL HÖJD | ÖVRE HÖJD | STAM- ANTAL | GRUND YTA | VO- LYM | DIAM | STAM- ANTAL | GRUND YTA | VO- LYM | GALLR- STAM ANTAL /HA | VO- LYM | GRUND YTA | VOL M ³ SK /HA | DIAM | GRUND YTA | GRUND YTA | VO- LYM | VO- LYM |
| | | CM | M | M | /HA | M ² /H | M ³ SK /HA | CM | /HA | M ² /HA | M ³ SK /HA | /HA | % | M ² /HA | M ³ SK /HA | MM | M ² | % | M3SK | % |
| 1 | TALL 21 | 10.9 | 6.8 | 7.7 | 1386 | 13.0 | 46.9 | | | | | 0 | 0 | 13.0 | 47 | | | | | |
| 2 | TALL 27 | 15.6 | 10.2 | 11.1 | 1049 | 20.0 | 101.1 | 4.4 | 337 | 0.5 | 2.1 | 24 | 2 | 20.5 | 103 | 4.7 | 1.25 | 7.9 | 9.4 | 14.0 |
| 3 | TALL 32 | 17.6 | 12.5 | 13.6 | 1017 | 24.7 | 147.8 | 12.0 | 32 | 0.4 | 1.9 | 3 | 1 | 25.6 | 152 | 3.6 | 1.01 | 4.6 | 9.7 | 8.2 |
| 4 | TALL 39 | 20.0 | 14.9 | 16.1 | 875 | 27.5 | 190.4 | 14.5 | 143 | 2.3 | 14.9 | 14 | 7 | 30.7 | 209 | 2.4 | 0.74 | 2.8 | 8.2 | 4.8 |
| 5 | TALL 44 | 22.5 | 17.3 | 18.7 | 726 | 28.8 | 224.2 | 16.6 | 149 | 3.2 | 23.7 | 17 | 10 | 35.2 | 267 | 3.2 | 0.89 | 3.0 | 11.5 | 5.4 |
| 6 | TALL 50 | 25.1 | 19.1 | 20.4 | 492 | 24.4 | 207.1 | 21.7 | 233 | 8.7 | 72.3 | 32 | 26 | 39.5 | 322 | 2.7 | 0.71 | 2.3 | 9.2 | 3.7 |
| 7 | TALL 55 | 27.1 | 20.4 | 21.6 | 434 | 25.1 | 225.1 | 20.2 | 58 | 1.8 | 16.4 | 12 | 7 | 42.0 | 356 | 2.6 | 0.51 | 2.0 | 6.9 | 3.1 |
| 8 | TALL 60 | 28.5 | 21.0 | 22.1 | 408 | 26.1 | 240.1 | 29.4 | 26 | 1.8 | 15.9 | 6 | 6 | 44.8 | 387 | 2.9 | 0.55 | 2.1 | 6.2 | 2.6 |
| 9 | TALL 65 | 30.0 | 22.0 | 23.1 | 389 | 27.5 | 261.2 | 22.2 | 19 | 0.8 | 6.8 | 5 | 3 | 46.9 | 415 | 2.3 | 0.42 | 1.6 | 5.6 | 2.2 |
| 10 | TALL 70 | 32.6 | 23.1 | 24.1 | 311 | 26.0 | 259.2 | 26.4 | 78 | 4.3 | 38.8 | 20 | 13 | 49.7 | 452 | 3.0 | 0.57 | 2.0 | 7.4 | 2.7 |
| 11 | TALL 78 | 34.9 | 24.0 | 24.9 | 311 | 29.7 | 302.5 | | | | | 0 | 0 | 53.4 | 495 | 2.8 | 0.46 | 1.7 | 5.4 | 1.9 |
| 12 | TALL 89 | 39.7 | 26.4 | 26.9 | 201 | 24.8 | 271.0 | 35.4 | 110 | 10.9 | 113.1 | 35 | 29 | 59.4 | 577 | 3.0 | 0.54 | 1.7 | 7.9 | 2.3 |
| 13 | TALL 103 | 43.6 | 27.5 | 27.9 | 201 | 30.0 | 340.0 | | | | | 0 | 0 | 64.6 | 646 | 2.8 | 0.37 | 1.4 | 4.9 | 1.6 |

| Trädnr | 11 | 14 | 22 | 26 | 40 | 47 | 49 | 77 | 83 | 89 | 100 | 112 | 141 | 148 | 149 | 173 | 175 | 185 | 189 | 210 |
|------------------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Höjd (m) | 28,8 | 28,5 | 29,5 | 29,6 | 29,3 | 28 | 29,6 | 28,4 | 23,5 | 27 | 28,4 | 26,6 | 25,4 | 30 | 26 | 27,4 | 25,1 | 26,2 | 27 | 26,3 |
| Krongräns (m) | 14,6 | 15,4 | 13,5 | 15,2 | 14 | 13 | 16 | 14,8 | 12,3 | 19 | 11,6 | 13,9 | 13,6 | 19,3 | 12,2 | 15 | 12 | 14,5 | 12,6 | 15,2 |
| Bark1 | 52 | 43 | 72 | 54 | 46 | 48 | 56 | 40 | 40 | 44 | 70 | 43 | 50 | 38 | 58 | 44 | 52 | 54 | 55 | 34 |
| Bark 2 | 48 | 44 | 74 | 68 | 46 | 66 | 49 | 44 | 44 | 36 | 62 | 49 | 74 | 35 | 50 | 44 | 54 | 44 | 70 | 44 |
| Diam 1 | 447 | 407 | 532 | 518 | 402 | 518 | 444 | 394 | 350 | 410 | 578 | 466 | 441 | 396 | 453 | 436 | 388 | 413 | 575 | 406 |
| Diam 2 | 437 | 388 | 536 | 513 | 377 | 518 | 424 | 371 | 350 | 398 | 527 | 432 | 401 | 384 | 419 | 402 | 411 | 392 | 565 | 375 |

AVDELNING 10

| Revision Nr: | Trädslag Ålder | Kvarvarandebestånd | | | | | | Utgallratbestånd | | | | | | Totalproduktion | | Årlig löpande tillväxt/ha | | | | |
|--------------|-------------------|--------------------|------------|-----------|------------|-------------------|-----------------------|------------------|------------|--------------------|-----------------------|------------------|--------|--------------------|-----------------------|---------------------------|----------------|-----------|--------|--------|
| | | DIAM | MEDEL HÖJD | ÖVRE HÖJD | STAM-ANTAL | GRUND YTA | VO-LYM | DIAM | STAM-ANTAL | GRUND YTA | VO-LYM | GALLR-STAM ANTAL | VO-LYM | GRUND YTA | VOL | DIAM | GRUND YTA | GRUND YTA | VO-LYM | VO-LYM |
| | | CM | M | M | /HA | M ² /H | M ² SK /HA | CM | /HA | M ² /HA | M ² SK /HA | /HA | % | M ² /HA | M ² SK /HA | MM | M ² | % | M3SK | % |
| 1 | TALL 21 | 9.4 | 7.6 | 8.6 | 3509 | 24.4 | 101.0 | 6.5 | 709 | 2.4 | 9.4 | 17 | 9 | 26.8 | 110 | | | | | |
| 2 | TALL 27 | 11.8 | 10.2 | 11.4 | 2531 | 27.8 | 148.8 | 7.9 | 978 | 4.8 | 23.8 | 28 | 14 | 34.9 | 182 | 2.5 | 1.36 | 4.9 | 11.9 | 9.3 |
| 3 | TALL 32 | 13.4 | 12.5 | 13.8 | 2169 | 30.8 | 194.2 | 10.0 | 362 | 2.8 | 16.5 | 14 | 8 | 40.7 | 244 | 2.4 | 1.16 | 3.9 | 12.4 | 7.2 |
| 4 | TALL 39 | 15.5 | 14.8 | 15.7 | 1404 | 26.5 | 192.0 | 13.5 | 765 | 11.0 | 77.3 | 35 | 29 | 47.5 | 319 | 2.0 | 0.97 | 2.9 | 10.7 | 4.8 |
| 5 | TALL 44 | 17.9 | 16.8 | 18.4 | 1131 | 28.4 | 227.2 | 14.1 | 273 | 4.3 | 32.6 | 19 | 13 | 53.7 | 387 | 3.4 | 1.23 | 4.3 | 13.6 | 6.2 |
| 6 | TALL 50 | 21.0 | 18.7 | 19.9 | 793 | 27.4 | 238.4 | 16.1 | 338 | 6.9 | 57.9 | 30 | 20 | 59.5 | 456 | 2.8 | 0.97 | 3.2 | 11.5 | 4.5 |
| 7 | TALL 55 | 23.2 | 20.3 | 21.4 | 626 | 26.3 | 243.5 | 18.5 | 167 | 4.5 | 40.1 | 21 | 14 | 63.0 | 501 | 2.6 | 0.70 | 2.4 | 9.0 | 3.5 |
| 8 | TALL 60 | 24.8 | 21.1 | 22.2 | 542 | 26.1 | 249.7 | 22.2 | 83 | 3.2 | 29.9 | 13 | 11 | 66.0 | 537 | 2.6 | 0.61 | 2.2 | 7.2 | 2.8 |
| 9 | TALL 65 | 26.2 | 22.3 | 23.3 | 514 | 27.8 | 278.6 | 23.2 | 28 | 1.2 | 11.7 | 5 | 4 | 68.9 | 578 | 2.6 | 0.57 | 2.1 | 8.1 | 3.1 |
| 10 | TALL 70 | 28.2 | 23.2 | 24.3 | 399 | 24.8 | 256.2 | 25.1 | 116 | 5.7 | 57.7 | 23 | 18 | 71.5 | 613 | 2.5 | 0.55 | 1.9 | 7.1 | 2.4 |
| 11 | TALL 78 | 30.6 | 24.5 | 25.5 | 371 | 27.3 | 292.8 | 26.9 | 28 | 1.6 | 16.3 | 7 | 5 | 75.6 | 666 | 2.7 | 0.50 | 1.9 | 6.6 | 2.4 |
| 12 | TALL 89 | 35.2 | 26.6 | 27.2 | 260 | 25.3 | 284.4 | 32.4 | 111 | 9.2 | 98.9 | 30 | 26 | 82.8 | 756 | 3.5 | 0.66 | 2.2 | 8.8 | 2.6 |
| 13 | TALL 103 | 40.1 | 28.4 | 29.1 | 236 | 29.9 | 351.7 | 33.3 | 23 | 2.0 | 23.0 | 9 | 6 | 89.3 | 847 | 3.1 | 0.47 | 1.7 | 6.4 | 2.0 |

| Trädnr | 11 | 14 | 22 | 26 | 40 | 47 | 49 | 77 | 83 | 89 | 100 | 112 | 141 | 148 | 149 | 173 | 175 | 185 | 189 | 210 |
|---------------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Höjd (m) | 28,8 | 28,5 | 29,5 | 29,6 | 29,3 | 28 | 29,6 | 28,4 | 23,5 | 27 | 28,4 | 26,6 | 25,4 | 30 | 26 | 27,4 | 25,1 | 26,2 | 27 | 26,3 |
| Krongräns (m) | 14,6 | 15,4 | 13,5 | 15,2 | 14 | 13 | 16 | 14,8 | 12,3 | 19 | 11,6 | 13,9 | 13,6 | 19,3 | 12,2 | 15 | 12 | 14,5 | 12,6 | 15,2 |
| Bark1 | 52 | 43 | 72 | 54 | 46 | 48 | 56 | 40 | 40 | 44 | 70 | 43 | 50 | 38 | 58 | 44 | 52 | 54 | 55 | 34 |
| Bark 2 | 48 | 44 | 74 | 68 | 46 | 66 | 49 | 44 | 44 | 36 | 62 | 49 | 74 | 35 | 50 | 44 | 54 | 44 | 70 | 44 |
| Diam 1 | 447 | 407 | 532 | 518 | 402 | 518 | 444 | 394 | 350 | 410 | 578 | 466 | 441 | 396 | 453 | 436 | 388 | 413 | 575 | 406 |
| Diam 2 | 437 | 388 | 536 | 513 | 377 | 518 | 424 | 371 | 350 | 398 | 527 | 432 | 401 | 384 | 419 | 402 | 411 | 392 | 565 | 375 |

AVDELNING 9

| Revision Nr: | Trädslag Ålder | Kvarvarandebestånd | | | | | | Utgallratbestånd | | | | | | Totalproduktion | | Årlig löpande tillväxt/ha | | | | |
|--------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------------|-----------------|-----------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-----------------|
| | | DIAM CM | MEDEL HÖJD M | ÖVRE HÖJD M | STAM- ANTAL /HA | GRUND YTA M²/H | VO- LYM M³SK /HA | DIAM CM | STAM- ANTAL /HA | GRUND YTA M²/HA | VO- LYM M³SK /HA | GALLR- STAM ANTAL /HA | VO- LYM % | GRUND YTA M²/HA | VOL M³SK /HA | DIAM MM | GRUND YTA M² | GRUND YTA % | VO- LYM M3SK | VO- LYM % |
| 1 | TALL 21 | 8.4 | 7.1 | 7.7 | 3705 | 20.3 | 80.2 | 5.2 | 1744 | 3.7 | 14.8 | 32 | 16 | 24.0 | 95 | | | | | |
| 2 | TALL 27 | 10.9 | 10.1 | 11.5 | 2660 | 24.9 | 133.1 | 6.9 | 1044 | 3.9 | 18.9 | 28 | 12 | 32.5 | 167 | 2.5 | 1.42 | 6.0 | 12.0 | 11.2 |
| 3 | TALL 32 | 12.7 | 12.3 | 14.0 | 2211 | 28.1 | 175.4 | 9.4 | 449 | 3.1 | 17.5 | 17 | 9 | 38.8 | 227 | 2.6 | 1.26 | 4.6 | 12.0 | 7.7 |
| 4 | TALL 39 | 15.1 | 15.0 | 16.8 | 1336 | 23.9 | 175.9 | 12.5 | 875 | 10.7 | 74.9 | 40 | 30 | 45.3 | 302 | 2.0 | 0.94 | 3.0 | 10.8 | 5.2 |
| 5 | TALL 44 | 17.7 | 17.1 | 18.6 | 1114 | 27.4 | 220.7 | 12.8 | 222 | 2.9 | 22.1 | 17 | 9 | 51.7 | 369 | 3.8 | 1.28 | 4.8 | 13.4 | 6.7 |
| 6 | TALL 50 | 20.4 | 18.9 | 20.4 | 799 | 26.1 | 228.7 | 16.6 | 315 | 6.8 | 57.7 | 28 | 20 | 57.2 | 435 | 2.8 | 0.91 | 3.1 | 11.0 | 4.4 |
| 7 | TALL 55 | 22.5 | 20.3 | 21.5 | 624 | 24.8 | 232.0 | 18.6 | 175 | 4.7 | 41.5 | 22 | 15 | 60.7 | 479 | 2.6 | 0.70 | 2.5 | 9.0 | 3.6 |
| 8 | TALL 60 | 24.5 | 21.5 | 22.8 | 548 | 25.8 | 250.7 | 21.5 | 76 | 2.8 | 25.6 | 12 | 9 | 64.4 | 524 | 3.3 | 0.75 | 2.8 | 8.9 | 3.6 |
| 9 | TALL 65 | 25.9 | 22.7 | 24.0 | 537 | 28.4 | 290.5 | 20.8 | 12 | 0.4 | 3.9 | 2 | 1 | 67.4 | 567 | 2.7 | 0.59 | 2.2 | 8.7 | 3.3 |
| 10 | TALL 70 | 28.1 | 24.3 | 25.3 | 397 | 24.6 | 266.2 | 24.7 | 140 | 6.7 | 67.8 | 26 | 20 | 70.3 | 611 | 2.6 | 0.59 | 2.0 | 8.7 | 2.8 |
| 11 | TALL 78 | 30.4 | 24.8 | 26.1 | 391 | 28.4 | 311.8 | 30.8 | 6 | 0.4 | 4.9 | 1 | 2 | 74.5 | 661 | 2.9 | 0.53 | 2.0 | 6.3 | 2.2 |
| 12 | TALL 89 | 34.9 | 26.7 | 28.0 | 263 | 25.1 | 281.8 | 31.3 | 128 | 9.8 | 107.9 | 33 | 28 | 81.0 | 739 | 3.0 | 0.60 | 1.9 | 7.7 | 2.2 |
| 13 | TALL 106 | 38.7 | 28.0 | 29.4 | 245 | 28.8 | 345.8 | 36.6 | 18 | 1.8 | 21.2 | 7 | 6 | 86.6 | 824 | 2.2 | 0.33 | 1.2 | 5.0 | 1.6 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Trädnr | 3 | 49 | 85 | 90 | 264 | 276 | 302 | 321 | 379 | 415 | 433 | 436 | 438 | 484 | 503 | 509 | 534 | 591 | 630 |
| Höjd (m) | 26,8 | 29,5 | 27,2 | 26,8 | 32,6 | 28,6 | 28 | 27,7 | 26,6 | 24,7 | 30 | 25,9 | 30,3 | 29,2 | 30,8 | 24,6 | 29,8 | 30,1 | 29,3 |
| Krongräns (m) | 15,6 | 16,7 | 12,6 | 14,6 | 16,7 | 14,9 | 17,7 | 16,2 | 17,6 | 13,9 | 19,6 | 13,2 | 20,3 | 17,7 | 15,9 | 17,6 | 16,9 | 18,1 | 15,3 |
| Bark1 | 48 | 50 | 30 | 39 | 36 | 26 | 26 | 43 | 36 | 45 | 43 | 28 | 30 | 50 | 40 | 38 | 46 | 42 | 40 |
| Bark 2 | 50 | 52 | 36 | 30 | 36 | 31 | 30 | 42 | 42 | 52 | 48 | 28 | 34 | 50 | 42 | 44 | 52 | 42 | 44 |
| Diam 1 | 388 | 443 | 356 | 435 | 483 | 351 | 383 | 368 | 316 | 385 | 453 | 375 | 453 | 415 | 457 | 342 | 434 | 463 | 389 |
| Diam 2 | 384 | 431 | 333 | 420 | 468 | 344 | 355 | 359 | 334 | 374 | 432 | 362 | 438 | 430 | 447 | 355 | 433 | 465 | 376 |

AVDELNING 7

| Revision Nr: | Trädslag Ålder | Kvarvarandebestånd | | | | | | Utgallratbestånd | | | | | | Totalproduktion | | Årlig löpande tillväxt | | | | |
|--------------|-------------------|--------------------|---------------|--------------|----------------|-------------------|--------------------------|------------------|----------------|--------------------|--------------------------|--------------------------------|------------|--------------------|--------------------------|------------------------|--------------------|--------------|--------------------------|------------|
| | | DIAM | MEDEL HÖJD | ÖVRE HÖJD | STAM- ANTAL | GRUND YTA | VO- LYM | DIAM | STAM- ANTAL | GRUND YTA | VO- LYM | GALLR- STAM ANTAL /HA | VO- LYM | GRUND YTA | VOL | DIAM | GRUND YTA | GRUND YTA | VO- LYM | VO- LYM |
| | | CM | M | M | /HA | M ² /H | M ³ SK /HA | CM | /HA | M ² /HA | M ³ SK /HA | /HA | % | M ² /HA | M ³ SK /HA | MM | M ² /HA | % | M ³ SK /HA | % |
| 1 | TALL 21 | 6.8 | 7.2 | 8.4 | 5245 | 18.9 | 79.3 | 4.6 | 7965 | 13.0 | 53.7 | 60 | 40 | 31.9 | 133 | | | | | |
| 2 | TALL 27 | 9.2 | 9.8 | 11.2 | 3556 | 23.4 | 125.4 | 6.0 | 1690 | 4.7 | 23.3 | 32 | 16 | 41.2 | 202 | 2.5 | 1.54 | 6.9 | 11.6 | 11.0 |
| 3 | TALL 32 | 11.0 | 11.8 | 13.4 | 2808 | 26.9 | 165.1 | 7.5 | 747 | 3.3 | 18.3 | 21 | 10 | 48.0 | 260 | 2.4 | 1.35 | 5.2 | 11.6 | 7.9 |
| 4 | TALL 39 | 13.7 | 14.0 | 15.5 | 1657 | 24.3 | 170.6 | 10.3 | 1151 | 9.5 | 63.7 | 41 | 27 | 54.9 | 330 | 2.0 | 0.99 | 3.3 | 9.9 | 5.1 |
| 5 | TALL 44 | 16.3 | 16.3 | 18.1 | 1309 | 27.3 | 211.9 | 12.0 | 348 | 4.0 | 29.6 | 21 | 12 | 61.8 | 401 | 3.6 | 1.39 | 5.1 | 14.2 | 7.2 |
| 6 | TALL 50 | 18.4 | 18.5 | 20.2 | 993 | 26.4 | 229.6 | 15.6 | 316 | 6.0 | 50.4 | 24 | 18 | 67.0 | 469 | 2.5 | 0.86 | 2.9 | 11.4 | 4.7 |
| 7 | TALL 55 | 20.3 | 20.2 | 22.0 | 803 | 25.9 | 241.7 | 16.5 | 190 | 4.1 | 35.5 | 19 | 13 | 70.6 | 516 | 2.4 | 0.71 | 2.6 | 9.5 | 3.8 |
| 8 | TALL 60 | 22.2 | 20.9 | 22.6 | 692 | 26.8 | 256.6 | 18.6 | 111 | 3.0 | 28.2 | 14 | 10 | 74.5 | 559 | 3.0 | 0.79 | 2.9 | 8.6 | 3.3 |
| 9 | TALL 65 | 23.6 | 22.5 | 24.2 | 687 | 30.0 | 305.6 | 18.5 | 5 | 0.1 | 1.2 | 1 | 0 | 77.8 | 610 | 2.7 | 0.66 | 2.4 | 10.0 | 3.6 |
| 10 | TALL 70 | 25.7 | 24.0 | 25.2 | 464 | 24.1 | 260.0 | 22.1 | 223 | 8.5 | 86.7 | 32 | 25 | 80.4 | 651 | 2.0 | 0.53 | 1.7 | 8.2 | 2.6 |
| 11 | TALL 78 | 28.0 | 25.0 | 26.1 | 460 | 28.3 | 314.0 | 9.3 | 28 | 0.2 | 2.0 | 6 | 1 | 84.7 | 706 | 2.8 | 0.54 | 2.1 | 7.0 | 2.5 |
| 12 | TALL 88 | 33.3 | 27.0 | 27.8 | 288 | 25.1 | 288.2 | 27.4 | 172 | 10.1 | 112.0 | 37 | 28 | 91.7 | 793 | 3.3 | 0.70 | 2.2 | 9.4 | 2.7 |
| 13 | TALL 102 | 37.1 | 28.6 | 29.5 | 269 | 29.1 | 362.4 | 34.9 | 19 | 1.8 | 22.3 | 6 | 6 | 97.5 | 889 | 2.6 | 0.42 | 1.5 | 6.9 | 2.1 |

| Trädnr | 9 | 116 | 188 | 267 | 271 | 317 | 336 | 426 | 458 | 569 | 616 | 704 | 727 | 872 | 913 | 935 | 948 | 960 | 1021 | 1107 |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Höjd (m) | 27,3 | 29,4 | 31,4 | 28,4 | 28,8 | 28,4 | 27,8 | 29,7 | 28,9 | 27,6 | 30,6 | 29 | 29,5 | 27,9 | 30,4 | 28,6 | 28 | 28,6 | 28,5 | 24 |
| Krongrän s (m) | 15,3 | 17,6 | 20,3 | 15,6 | 19,2 | 14,1 | 17,6 | 17,3 | 17,8 | 18,3 | 18,7 | 15,4 | 17,5 | 16,9 | 19 | 17,4 | 18,9 | 16,1 | 19,1 | 15,9 |
| Bark1 | 36 | 33 | 52 | 38 | 30 | 30 | 43 | 50 | 34 | 52 | 34 | 54 | 27 | 42 | 36 | 38 | 40 | 26 | 36 | 27 |
| Bark 2 | 36 | 26 | 44 | 42 | 35 | 26 | 41 | 54 | 27 | 42 | 30 | 58 | 26 | 44 | 32 | 46 | 42 | 24 | 32 | 22 |
| Diam 1 | 340 | 338 | 511 | 349 | 347 | 335 | 403 | 450 | 380 | 322 | 453 | 471 | 336 | 375 | 440 | 407 | 356 | 309 | 361 | 270 |
| Diam 2 | 346 | 350 | 500 | 331 | 339 | 315 | 410 | 467 | 393 | 340 | 443 | 464 | 366 | 385 | 465 | 382 | 362 | 303 | 345 | 280 |