



Skötselns och ståndortens betydelse för kärnvedsbildningen i tall

Steve Fahlgren och Tomas Jansson

Självständigt arbete 15 högskolepoäng

Fakulteten för skogsvetenskap

Umeå

2010

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Enhet	Fakulteten för skogsvetenskap
Författare	Steve Fahlgren och Tomas Jansson
Titel	Skötsel och ståndortsval med avseende på kärnvedsbildning
Nyckelord	Kärnved, tall, skötsel, ståndort, bonitet, splintved, kronstorlek, trängseleffekt
Handledare	Tommy Mörling & Thomas Ulvcrona, Skogens ekologi och skötsel
Examinator	Anders Alanära, fakulteten för skogsvetenskap.
Kurskod	EX0592
Program	Jägmästarprogrammet
Omfattning på arbetet	15 hp
Nivå och fördjupning på arbetet	G2E
Utgivningsort	Umeå
Utgivningsår	2010

Innehållsförteckning

Abstract	1
Sammanfattning	1
Inledning.....	2
Material och Metoder	6
Resultat.....	9
Diskussion	14
Tillkännagivande	19
Referenslista	20
Bilaga 1	23
Bilaga 2	24
Bilaga 3	25
Bilaga 4	26
Bilaga 5	27
Bilaga 6	28

Abstract

Heartwood has always been a desirable part of the tree, due to its superior decay qualities compared to the sapwood. How the formation of heartwood works has been known for a long time, but which factors that initiates and stimulates the production are poorly understood. This case study presents the results of a study in which silvicultural treatments and site properties had a key position as factors to the formation of heartwood. According to the hypothesis the amount of sapwood is directly controlled by the size of the crown. The amounts of heartwood in four Scots pine stands, including a dense low quality site, a low density high quality site, and two in between, was examined by extraction of core samples. According to the hypothesis dense stands at low quality sites would develop small crowns with a little need of sapwood, and therefore a larger need of heartwood.

The results basically showed that dense stands on poor sites had a bigger proportion of heartwood than low density stands on high quality sites, but the widths of the growth rings seems to be an important factor as well. However, the variation in, and especially between, the stands are large, and therefore it is difficult to draw any conclusion. The results are, nevertheless, discussed against existing theories and other field trials that had similar results.

Sammanfattning

Kärnved har alltid varit en önskvärd del av trädet, då det är betydligt mer beständigt mot nedbrytning än splintveden. Hur kärnvedsbildningsprocessen går till är sedan länge känd, men vad som initierar och stimulerar produktionen är idag inte helt känt. Denna fallstudie redovisar resultaten från ett försök där skötseln och ståndorten fått agera som viktiga faktorer till kärnvedsproduktionen. Enligt hypotesen skulle splintvedsmängden direkt styras av kronans storlek. Fyra tallbestånd, varav ett tätvuxet med låg bonitet, ett glest med hög bonitet, och två där emellan, kärnvedsmängd undersöktes genom extraktion av borrhärnor. Tätt förband och låg bonitet skulle enligt hypotesen resultera i en liten upphissad krona med ett litet behov av splintved, och således ett större behov av kärnved.

Resultaten visade till stor del att tätvuxna bestånd på låga boniteter hade större andel kärnved än glesa bestånd på höga boniteter, men årsringsbreddsfordelningen verkar också vara en viktig faktor. Variationerna är emellertid stora och det var svårt att dra några säkra slutsatser. Resultaten diskuteras mot befintliga teorier och andra fältförsök som fått liknande resultat.

Inledning

Trä har alltid använts som konstruktionsmaterial. Under lång tid har det varit det enda alternativet till konstruktioner, både på grund av tillgänglighet och att det är ett lättarbetat material (Rydell & Bergström 2002). Det är först på senare år som andra konkurrenskraftiga material har tagits fram. Idag används trä huvudsakligen som eldningsråvara, fiberprodukter och sågade produkter, men trots en uppsjö av nya material är trä fortfarande ett av världens viktigaste råmaterial. (Sennblad 2008).

Olika träslag och olika delar utav trädet har olika egenskaper. Parametrar som hårdhet, elasticitet, isoleringsförmåga, krympningsegenskaper och förmåga att motstå nedbrytning är alla exempel på egenskaper som bör tas i beaktning när träslag eller träddel väljs.

Att det går att påverka dessa egenskaper har man vetat länge. I dagens moderna skogsbruk består skötseln i princip av tre faser: föryngring, röjning och gallring. De påverkar alla träden på olika sätt, men generellt för alla tre är att de reglerar beståndets täthet. Om träden i beståndet får stå tätt och konkurrera med varandra om ljuset avspeglas detta starkt i trädens utseende och virkets egenskaper. Effekten, i mån av styrka, får träden att växa långsammare, vilket ger tätare årsringar och därmed även högre densitet hos virket (Pettersson m.fl. 2007). Den långsamma tillväxten får även juvenilveden, och dess oönskade krympningsegenskaper, att utgöra en mindre procentuell del, då denna vedtyp enbart är den ved som växer till under trädets första femton till tjugo år (Pettersson m.fl. 2007). Beskuggningen får träden att snabbare rensa sina nedre grenvarv och ger således kvistfriare virke, samtidigt som de blir långa och raka då beskuggningen också stimulerar träden att sträva uppåt. Omvänt ger låg trängseffekt, d.v.s. glesare mellan träden, mindre av dessa effekter, vilket naturligtvis också kan vara till gagn. Allt beroende på målprodukt.

Att dessa virkesegenskaper idag går att påverka tämligen effektivt ser vi som en självklarhet, men det finns fortfarande egenskaper som vi inte styr. Beroende på att vi inte kan, eller på grund av att det inte är ekonomiskt eller praktiskt försvarbart. Förr i tiden fanns det betydligt fler skötseltekniker som hade som avsikt att få fram virke med mera specifika egenskaper. Att en träbit som fått växa i en speciell form är hållbarare än en rakvuxen bit som bearbetats till samma speciella form är hållbarare, har man vetat länge. Det förekom att unga träd bands ner för att sedan få växa i den formen, vilket sedan kunde utnyttjas till båtkölar, vagnsdelar o.d. (Andersson 1987). Idag kan samma form med samma hållfasthet skapas med hjälp av olika tekniker på plats vid sågen. En annan, äldre, skötselmetod är s.k. katning, där man, på t.ex. tall, mekaniskt skadar eller avlägsnar barken i ett förutbestämt mönster. Trädet svarar på skadan genom dränka veden i kåda, och förutom att virket får förstklassiga tändvedsegenskaper blir det impregnerat och

betydligt mer beständigt än den vanliga splintveden (Gref & Ståhl 1994). Inte heller denna teknik är längre gångbar, då dagens impregneringstekniker ger bättre resultat (Nilsson & Edlund 1996, Håkansson 1998) och dessutom kan göras i stora mängder efter avverkning. Just motståndskraft mot nedbrytning har alltid varit en central del i valet av material. Dessvärre är det skillnad på trä och trä. Motståndskraften mot nedbrytning skiljer mycket mellan olika trädslag och även inom ett och samma träd. Teak, idegran, jättethuja och ek är exempel på trädslag vars ved är mycket beständig, medan vår svenska gran är ett exempel på trädslag som inte är speciellt beständigt (Nilsson & Edlund 1996). Den svenska tallen är ur denna synpunkt betydligt bättre än granen (Anonym 1989), och har således varit det självklara valet när man i Sverige byggt utomhuskonstruktioner.

Inom trädet finns två typer av ved. Ytterst finns splintveden, och i mitten hittar man kärnveden. Dessa åtskiljs av en tunn zon som kallas övergångszonen. Splintveden består av levande epitel- och parenkymceller, samt förvedade trakeider, och dess funktion hos trädet innefattar bärande egenskaper, lagringsutrymme för näring, och ledningsbana för vatten. Denna typ av ved har hos alla trädslag relativt låg motståndskraft mot nedbrytning, då den inte har något permanent skydd mot skadegörare (Håkansson 1998). Kärnveden, i mitten, är död ved vars funktion för trädet inte är helt känd, men känt är dock att kärnveden *inte* fungerar som ledningsbana för vatten samt att den är mycket mer motståndskraftig mot nedbrytning då den skiljer sig både kemiskt och fysiskt. På grund av detta har kärnveden alltid varit intressant ur byggnadsteknisk synvinkel. Exempel på detta är de norska stavkyrkorna från tidigt 1000-tal, vilka fortfarande står kvar, om än vissa delar har bytts ut (Aune m.fl. 1983 se Gustafsson 2001).

Bildandet av kärnveden, och kärnved i sig, kännetecknas i princip av celldöd. För tall börjar denna process vid ca 20-25 års ålder (Gjerdrum 1997 se Håkansson 1998), men geografiskt läge, klimat (Trendelenburg & Mayer-Wegelin 1955 se Håkansson 1998), genetiska egenskaper (Ericsson & Fries 1999 se Håkansson 1998, Fries 1999 se Håkansson 1998) och mycket mer kan påverka detta i stor utsträckning. Exempelvis påstår Hägglund (1951 se Hillis 1987) att begynnelseåldern för kärnved kan vara allt från 25-70 år beroende på vart i landet trädet växer. Kärnvedsbildningen börjar med att parenkymcellerna och hartskanalernas epitelceller börjar utsöndra extraktivämnena respektive kåda. Detta leder till att dess gårdsporer (små osmotiska membran hos cellerna) täpps till, och cellerna dör. Detta fortskrider sedan löpande i och med trädets diametertillväxt. Som en bieffekt drivs det fria vattnet ut ur lumen, vilket resulterar i att kärnans fuktkvot alltid är lägre än splintens (Törnqvist 1983 se Rydell & Bergström 2002). Impregneringen, från extraktivämnena och kådan, tillsammans med de tilltäppta porerna gör kärnan betydligt mindre känslig mot nedbrytning. Eftersom att vattenupptagningsförmågan är låg, eller obefintlig, får rötsvampar (vilka är de primära nedbrytarna) en betydligt sämre miljö att leva i, och extraktivämnena innehåller dessutom en del fungicida ämnen som t.ex. pinosylvin (Erdtman m.fl. 1951 se Håkansson 1998) Dessvärre omöjliggör även detta artificiell

impregnering, då de stängda gårdsporerne inte bara blockerar vatten utan även impregneringsvätska (Bowyer m.fl. 2007).

Själva bildningen av kärnveden sker i den tidigare nämnda övergångszonen. Den är något ljusare än splintveden och är oftast en till två årsringar bred. Även övergångszonen har ett ganska lågt fuktinnehåll och har mycket låg vattenupptagningsförmåga, men till skillnad från kärnveden innehåller den ofta levande celler. Övergångszonen innehåller inte heller någon stärkelse (Craib 1923 se Bergström 2000).

Det råder delade meningar om varför trädet bildar kärnved, men det är rimligt att anta att kärnveden har positiva egenskaper för trädet, då den är så frekvent förekommande bland så många trädslag. Den mest spridda uppfattningen är att bildningen helt enkelt beror på att träden åldras, och att kärnveden bildas av ved som dött av ålderdom. Denna teori förklarar dock inte varför det skiljer så pass mycket i kärnveds-/splintvedsmängd mellan olika individer på samma växtplats med samma ålder. Vidare har försök visat att parenkymcellerna hos många trädslag har en livslängd på över ett hundra år, vilket omkullkastar denna teori något (Bamber 1976 se Bergström 2000).

En annan teori menar att kärnveden fungerar som lagringsplats för giftiga ämnen (bl.a. fenoler), och att dessa ämnen så småningom uppnår en så hög koncentration att cellerna dör (Stewart 1966 se Bergström 2000). Dessa ämnen finns dock naturligt i cytoplasman hos cellerna, och de är normalt inte skadliga (Bamber 1976 se Bergström 2000).

Priestly och Harris (1932 se Bergström 2000 & 1954) har lagt fram en teori som föreslår att trädets ackumulering av luft skulle vara orsaken till kärnvedsbildningen. Enligt teorin skulle luften stänga de så kallade gårdsporerne, vilket även skulle förklara varför både övergångszon och kärnved har ett lägre fuktinnehåll (Bergström 2000).

Det är sedan länge känt att kronans storlek är starkt korrelerad till mängden splintved, vilket förklaras av "the pipe model theory" (Shinozaki m.fl. 1964a, Shinozaki m.fl. 1964b). Denna teori lades fram redan 1964, och säger att mängden fotosyntetiserande vävnad (barr eller löv) i ett träd är proportionell mot mängden icke fotosyntetiserande vävnad (stam, grenar och rötter), det vill säga att varje enhet barr har en lika stor enhet transportvävnad till dess förfogande (d.v.s pipes – rör). Transportvävnaden hos träden är, som tidigare nämnts, splintved, vilket enligt "the pipe model theory" leder till att rören tillhörande barrbärande grenar som dött, inte längre fyller någon transportfunktion. Dessa, överblivna rör, skulle således ackumuleras i stammens mitt, och fortsättningsvis skulle de enbart fylla en bärande funktion. Nya grenar i trädets topp skulle sedan skapa nya rör utanför de "döda" rören. Teorin skulle alltså förklara förhållandet mellan kärn- och splintved. Kronans storlek skulle alltså styra mängden ledande ved (splintved) och således även

mängden icke ledande ved (kärnved). Grenrensningen av stammen, d.v.s. ackumuleringen av ”döda” rör, skulle resultera i bildandet av kärnveden.

Ingen av teorierna förklarar dock varför mängden kärnved skiljer sig så markant mellan träd av samma storlek, mellan träd inom samma släkte, och mellan träd på samma växtplats (Hillis 1987). Även växtplatsen verkar ha inverkan på mängden kärnved beroende på vilket trädslag som växer på platsen, vilket både Harris (1954) och Trendelenburg (1939 se Harris 1954) konstaterat. Tamminen (1962) och Werberg (1930 se Ericson 1966) har även sett i försök att skogsmarkstyp respektive bonitet påverkar kärnvedsmängden. Ericson (1966) har visat att diametertillväxten också är utav betydelse för mängden kärnved som bildas, vilket är en faktor som också kan påverkas genom skötsel (se även Lappi-Seppälä 1952 se Ericson 1966).

Det är alltså inte helt klart *vilka faktorer* som initierar kärnvedsbildningen, men eftersom kärnveden har många positiva virkesegenskaper är det utav intresse att undersöka detta ytterligare.

Vår egen hypotes byggde i stort på ”the pipe model theory” och dess teori om att splintveden skulle vara direkt styrd av mängden barrbiomassa, eller med andra ord kronstorleken. Om detta stämde skulle kronans storlek också vara en del av nyckeln till mängden kärnved. Kronans storlek går att påverka med flera olika skötselmetoder, vilket öppnar upp för en rad hypotetiska tankar. En optimal metod är att beskära kronan manuellt, vilket Långström & Hellqvist (1991) gjort i ett försök. De beskär provträdens kronor i olika grad och träden svarade med att omvandla en del av splintveden till kärnved, vilket vi tyckte stämma överens med ”the pipe model theory”. Den minskade kronan fick alltså ett överskott av ledande splintved, och behövde kompensera detta. Som ovan nämnts visade Ericson (1966) och Lappi-Seppälä (1952 se Ericson 1966) att årsringsbredden i splintveden, bonitet och kronstorlek korrelerade negativt med mängden kärnved. Om provträden stod, eller hade stått, tätt är det rimligt att anta att de hade små upphissade kronor och således ett lågt behov av den ledande splintveden. Tamminen (1962) visade, som sagt, att skogsmarkstyp även var utav betydelse. Han fann att tallar på torra marker hade något högre andel kärnved än de på fuktigare marker, vilket vi tolkade som att långsamtväxande träd på torra marker har ett ganska litet behov av den ledande splintveden. Även detta tyckte vi verkade logiskt.

Sammanfattningsvis lyder vår hypotes: I ett långsamtväxande bestånd som påverkats hårt av trängseffekt borde varje stam ha en ganska liten upphissad krona och därför också ett ganska litet behov av splintved, och således borde mängden kärnved ha fått ett större utrymme. Omvänt borde snabbväxande bestånd med låg trängseffekt ha ett större behov av splintved, samt uppvisa en mindre mängd kärnved.

Syftet med denna studie är att ta reda på hur stor inverkan val av skötsel och ståndort har på mängden kärnved som bildas. För att kunna dra någon slutsats om detta skall vi försöka besvara följande:

Finns det ett samband mellan skötselmetoder och ståndortsval kontra mängden kärnved som bildas i tall?

Material och Metoder

Arbetet började som en litteraturstudie, men efterhand övergick det till att vara en fallstudie. Nedan redovisas först tillvägagångssättet för litteraturstudien, och sedan tillvägagångssättet för fallstudien.

Vi har använt oss av SLU:s biblioteks egna sökmotorer, samt google. Dessa sökmotorer är:

LUKAS – ” I LUKAS visas SLU-bibliotekens innehav av tryckta böcker, rapporter och tidskrifter. Redovisningen av e-böcker och e-tidskrifter är för närvarande inte komplett. I LUKAS finns även svenska tidskriftsartiklar inom SLU:s ämnesområden (1983-).” (www.bib.slu.se).

SLU Library Journals – Sökmotor för tidskrifter hos SLU:s bibliotek och på internet.

Sökord som vi har använt innefattar: Kärnved, heartwood, splintved, sapwood, extraktivämnen, extractives, törved, lightwood, vedegenskaper, skötsel, silviculture, pinus, sylvestris, pine, resin, harts, gallring, thinning . Dessa sökord har sedan trunkerats (*) och kombinerats med AND och OR.

En del av materialet har vi även hämtat från Skogsskötselserien.

Vi har också rådfrågat våra handledare, lärare och andra resurspersoner efter intressant litteratur på ämnet.

Intressanta rapporter och artiklar har sedan valts ut studerats. Intressanta källor i dessa rapporter och artiklar letades sedan upp och lästes igenom.

I slutändan hade vi ett antal rapporter/artiklar som vi ansåg innehålla den information vi krävde för att bilda oss en uppfattning om huruvida olika skötselningrepp och/eller skötselbehandlingar kan ha en inverkan på den mängd kärnved som träden producerar.

Utifrån detta bildade vi oss en hypotes, vilken vi sedan hade för avsikt att utvärdera som en litteraturstudie. Vid denna tidpunkt fick vi ett förslag av våra handledare. De föreslog att vi skulle genomföra ett mindre fältförsök, och på så vis testa vår hypotes. Vi rekommenderades kontakta Svartbergets försökspark, tillhörandes Vindelns försökspark. Försöksparken hade 152 bestånd

att tillgå, av vilka de flesta fanns till vårt förfogande. Försöksparken var belägen i Vindelns kommun ca 70 km nordväst om Umeå (64°14'N, 10°46'E).

Till vårt försök behövde vi fyra olika bestånd. Två av dem skulle stå i stark kontrast till varandra, och två av dem skulle befinna sig mellan de två första. De två mest kontrastrika skulle bestå utav ett tätvuxet bestånd med låg bonitet, och ett glest med hög bonitet. Där emellan skulle det finnas ett glest med låg bonitet, och ett tätt med hög bonitet. Vi hoppades på så vis få fram en tydlig gradient, som förhoppningsvis skulle stämma bra överens med våran hypotes.

I varje bestånd var det meningen att 10 borrhärdar skulle extraheras och placeras i, för ändamålet specialtillverkade, borrhärdar-rör. Analys av borrhärdarna skulle sedan ske på SLU. Vi kontrollerade dock omedelbart efter extraktion av borrhärdarna att märgen gick att lokalisera. Att valet föll på tio kärnor per avdelning berodde på att det var vad som bedömdes rimligt att hinna med på en arbetsdag med hänsyn till restid och det rådande snötäcket i skogen.

Efter samråd med Hans-Göran Nilsson på fältstationen valdes fyra bestånd ut: Bestånd 1 (avd 50) var en T21 med en grundyta på 23m² och hade en medelålder av 120 år. Bestånd 2 (avd 95) var en G18 med en grundyta på 27m² och en medelålder av 122 år. Bestånd 3 (avd 135) var en T20 med en grundyta på 20m² hade en medelålder av 108 år. Bestånd 4 (avd 109) var en T22 med en grundyta på 33m² och hade en medelålder av 71 år. Mer ingående beståndshistorik för respektive avdelning bifogas som bilaga 2-6.

Tillsammans bedömde vi att bestånd 1 skulle klassificeras som en hög bonitet med ett glest förband. Bestånd 2 som en låg bonitet med ett tätt förband. Bestånd 3 som en låg bonitet med ett glest förband. Bestånd 4 som en hög bonitet med ett tätt förband. Att bestånd 2 (avd 95) valdes trots att den var klassad som en granmark berodde på att beståndshistoriken för den ursprungligen valda avdelningen (avdelning 23) inte gick att få tag på. Under åren har ytor slagits ihop och delats till den grad att det inte på ett säkert sätt gick att få fram rätt historik. Avdelning 95 hade emellertid en trädslagsfördelning på 40 % tall och beståndsdatan indikerade att träden stått tätt.

Väl framme i respektive avdelning gjordes ett subjektivt urval av provträd vilka ansågs representativa för beståndet. Borrhärdarna togs i brösthöjd (1,3 m) utan hänsyn till väderstreck. Alla provträd mättes genom klavning i brösthöjd, således erhöles diametern inklusive bark (cm). Då provträden (gäller alla träd) inte var helt cirkulära brukade vi oss utav korsklavning, vilket gav oss ett medelvärde. För att vid sammanställningen av inmätt diameter i brösthöjd få diameter under bark användes Petterssons funktion för dubbla barktjockleken (B):

$B = 10^{a+b_2 * X_2}$ där $X_2 = \text{LOG}(D_{brh_{pb}})$ och a och b_2 är konstanter för tall i norra Sverige.

$B = 10^{((0,1082+(0,9441 * \text{LOG}(D_{brh_{pb}})))$

Dagen efter fältbesöket skulle borrhärnorna analyseras. Det var meningen att kärnveden skulle gå att urskilja okulärt, men pga de täta årsringarna och hög frekvens av både kådved och tjurved kunde vi inte genomföra detta. Vi prövade också med blötläggning och genomlysning då ved med mycket vatten går att genomlysa. Kärnveden tar upp mindre vatten, och skulle avvika från splintvedens utseende vid genomlysningen. Även detta misslyckades. Borrhärnorna behandlades då med en reagens (för pinosylvin) bestående av en 10 procentig lösning Natriumnitrit (NaNO_2) och en mättad lösning (6g/500ml) Sulfanilsyra ($\text{C}_6\text{H}_7\text{NO}_3\text{S}$), enligt Cummins recept (1972 se Hillis 1987). Lika del av de båda lösningarna blandades. Borrhärnorna penslades med reagensen och fick sedan ligga och torka i några minuter, varpå kärnveden fick en mer mättad röd färg än splintveden. Sedan mättes sträckan (mm) från mörgen till kärnvedens slut följt av att splintveden mättes från kärnvedens slut till barken på borrhärnorna.

Efter en första analys av beståndsdatat upptäcktes ett starkt avvikande värde (utelligare) i avdelning 95 (träd nr 10). Denna utelligare ströks ur beräkningarna då den hade för stor inverkan på resterade provträd. Värdet av träd nr 10 finns dock redovisat i bilaga 1.

Upptäcktes gjordes också att dubbla borrhärnsradien (från mörge till insida bark) inte alltid stämde överens med våra korsklavade värden. Mörgen gick att lokalisera på samtliga borrhärnsradier, varpå vi gjorde bedömningen att mörgen på dessa provträd inte varit helt centrerad i trädet. Alla beräkningar gjordes således på borrhärnsradie. Detta bör tas i beaktning vid utvärdering av bilaga 1.

Resultat

De borrade provträden hade medeldiametrar ($D_{br_{ub}}$) mellan 192-307mm, och medelåldrarna låg mellan 71-122år. Boniteten (SI) för de fyra olika bestånden låg mellan 18-22. Andelen kärnved låg mellan 51-113mm i medeltal, och andelen splint mellan 30-50mm. Kärnvedsprocenten (procent kärnved av total borrprovsradie) visade sig ligga mellan 52-74%.

Utförligare uppgifter finns i bilaga 1.

Avdelning 95 uppvisade högst procentandel kärnved (74%), och avdelning 109 lägst (52%). Vad det gäller mängd (mm) kärnved var det avdelning 50 som uppvisade högst andel (113mm) och avdelning 109 lägst (51mm).

	Avd 95 Tät	Avd 135 Gles	Avd 109 Tät	Avd 50 Gles
SI	G18	T20	T21	T22
G_{yta}	27	20	33	23
Ålder	122	108	71	120
$D_{br_{ub}}$ (mm)	247	278	192	307
Kärnved (mm)	83	88	51	113
Splintved (mm)	30	50	48	47
Kärnved (%)	74	64	52	70

Tabell. 1. Tabellen visar medelvärden för de fyra olika bestånden. "Kärnved (mm)" och "Splintved (mm)" räknas som kärnvedens respektive splintvedens längd på borrkärnan. "Kärnved (%)" anges som kärnvedens procent av borrkärnans längd. Måtten tas från mårgen och ut mot barken. " $D_{br_{ub}}$ " är approximativa värden (se "Material och metoder"). "Gles" och "Tät" anger förbandet.

Alla utav bestånden uppvisade liknande korrelation mellan radie och kärnvedsmängd (Diagram 1). Ett utav dem (Avd 109) hade dock ett avvikande mönster. Diameterspridningen i detta bestånd var inte heller lika stor som i de övriga.

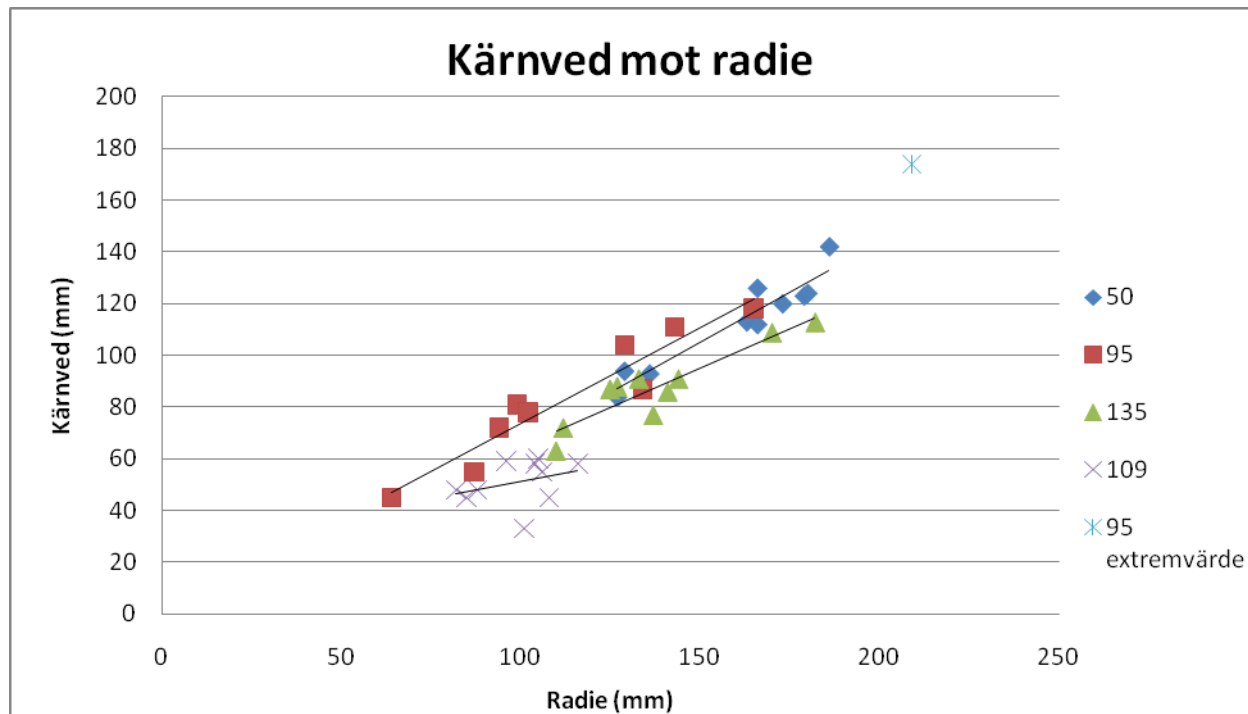


Diagram 1. Diagrammet visar korrelationen mellan radien och mängden kärnved i respektive borkkärna och bestånd. Förklaringsgrader ("Radie (mm)" mot "Kärnved (mm)", där radien är den förklarande variabeln): Avd 50: $R^2 = 0,9044$; Avd 95: $R^2 = 0,9112$; Avd 135: $R^2 = 0,847$; Avd 109: $R^2 = 0,1138$, Totalt: $R^2 = 0,847$. Extremvärdet för avdelning 95 exkluderades i ovanstående beräkningar.

Resultaten visade också en korrelation mellan bonitet och mängd kärnved (Diagram 2). För procentandel kärnved är korrelationen starkare än vad den är för mängd (mm) kärnved. Avdelning 50 avviker från mönstret, och ligger något högre både vad det gäller procentandelar och mängd (mm) kärnved.

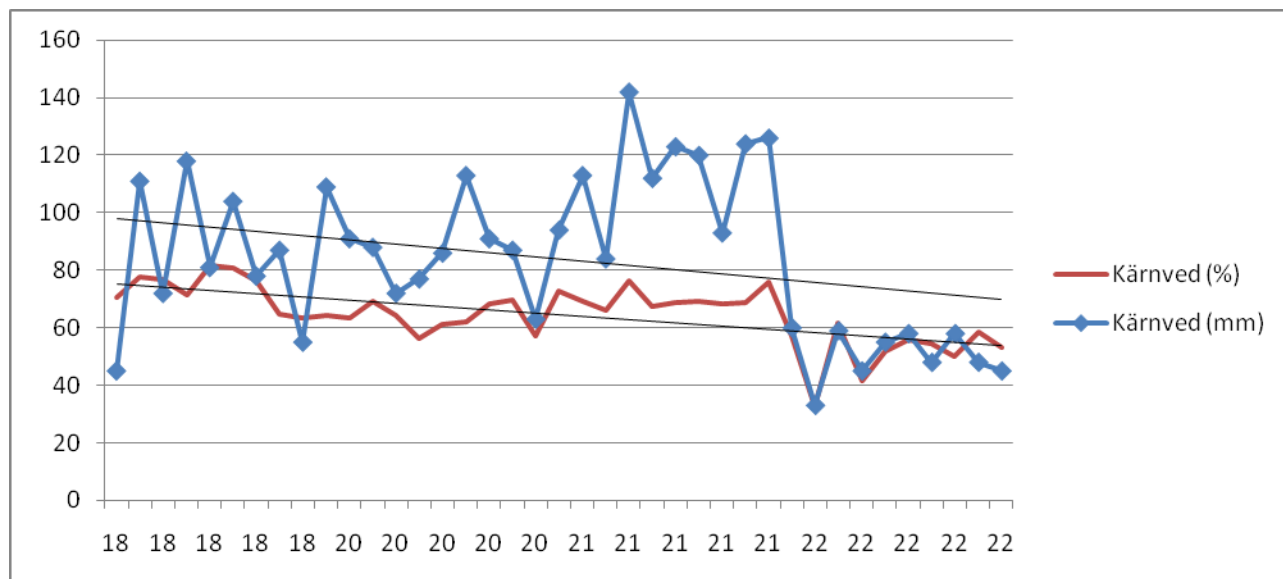


Diagram 2. "Kärnved (%)" visar respektive borrkärnas procentandel kärnved (se Tabelltext 1.) "Kärnved (mm)" anger respektive borrkärnas längd av kärnved (se Tabelltext 1.) Y-axeln representerar för prickad linje millimeter, och för ren linje procent. X-axeln anger SI. Förklaringsgraden för "SI" mot "Kärnved (mm)" (där SI är den förklarande variabeln), är $R^2 = 0,052$.

Den procentuella delen kärnved skiljer i olika grad för varje enskilt bestånd. Procentandelarna varierar mellan 82-63%, 70-56% och 70-33%, 76-66%, för respektive avdelning 95, 135, 109 och 50. Mängden kärnved (mm) skiljer sig något mer och ligger mellan 142-84mm, 174-45mm, 113-63mm och 60-33mm, för samma inbördes ordning. Detta kan ses i diagram 3-10.

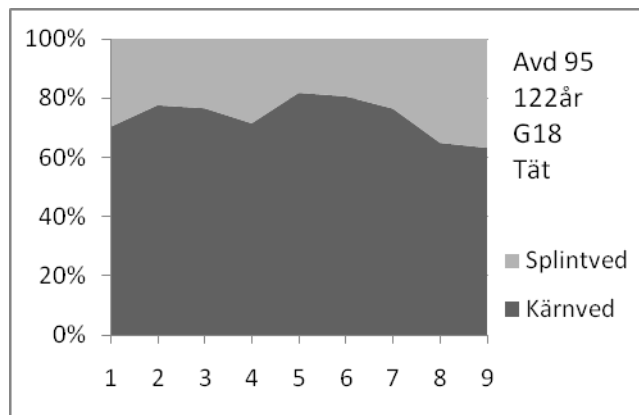


Diagram 3. Procentuell fördelning av splintved och kärnved för respektive borrkärna inom beståndet.

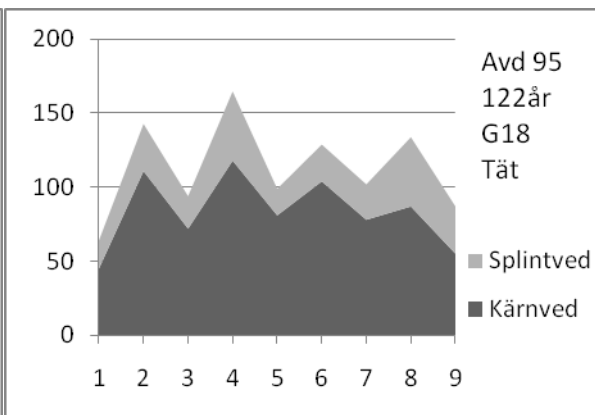


Diagram 4. Längdfördelning (mm) av splintved och kärnved för respektive borrkärna inom beståndet.

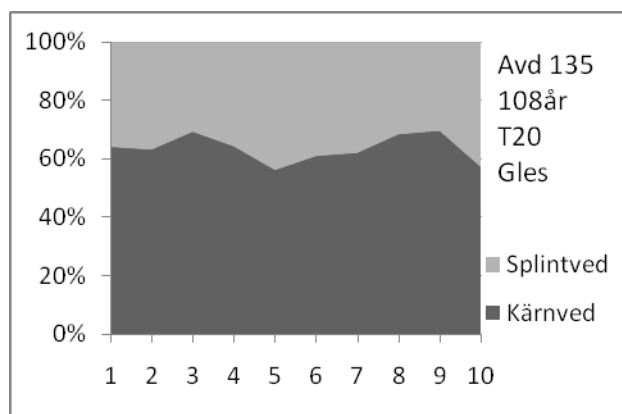


Diagram 5. Procentuell fördelning av splintved och kärnved för respektive borrkärna inom beståndet.

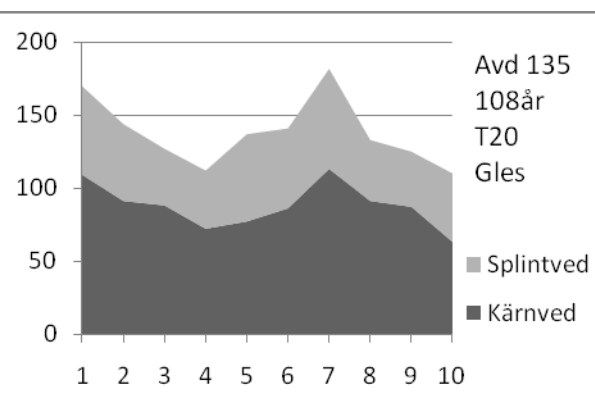


Diagram 6. Längdfördelning (mm) av splintved och kärnved för respektive borrkärna inom beståndet.

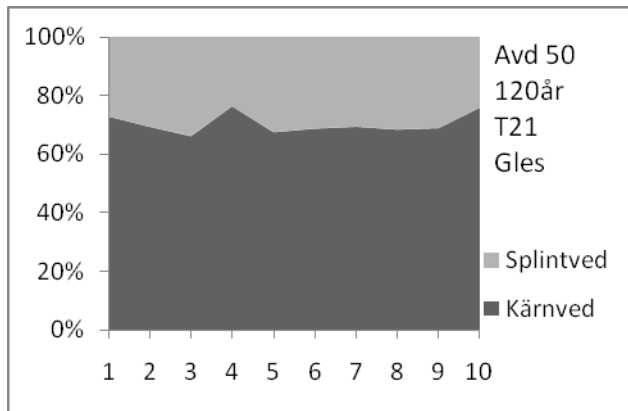


Diagram 7. Procentuell fördelning av splintved och kärnved för respektive borrcärna inom beståndet.

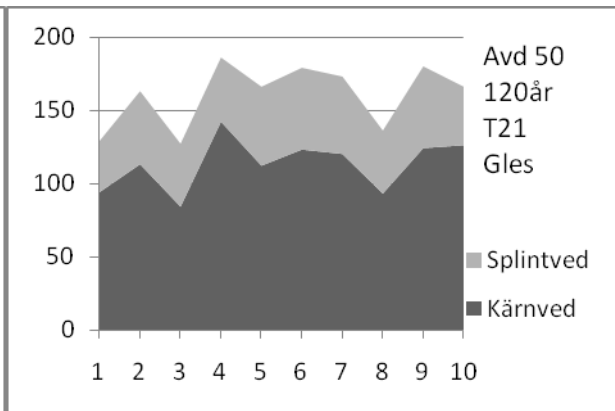


Diagram 8. Längdfördelning (mm) av splintved och kärnved för respektive borrcärna inom beståndet.

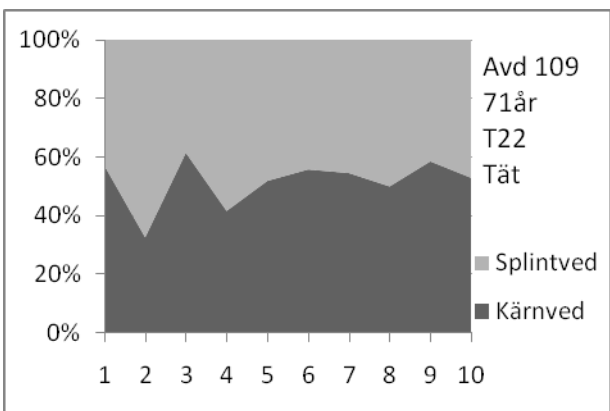


Diagram 9. Procentuell fördelning av splintved och kärnved för respektive borrcärna inom beståndet.

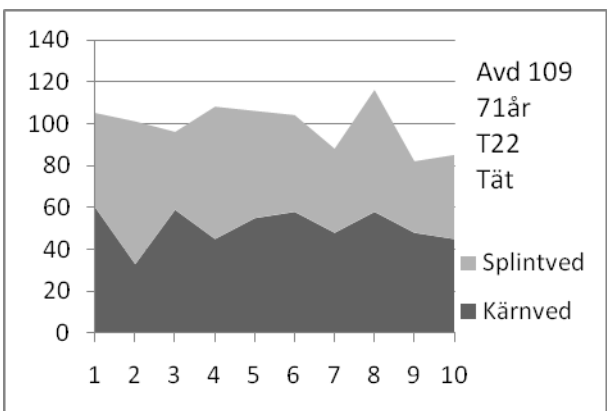


Diagram 10. Längdfördelning (mm) av splintved och kärnved för respektive borrcärna inom beståndet.

Diskussion

Resultaten av våra försök visade i stort sett stämma med vår teori om att långsamväxande bestånd som är hårt påverkade av trängseffekt borde bilda mer kärnved än mer snabbväxande bestånd med liten trängseffekt. Dessvärre visade sig ett utav bestånden (Avd 50) avvika mycket från vår hypotes.

Som kan ses i diagram 2 ligger detta bestånd högre, både i termer om procentandelar och mängd (mm) kärnved. Enligt vår hypotes skulle detta bestånd, som var glesast och hade högst bonitet, komma sist i ordningen. Enligt Hans-Göran (lokal handledare på försöksparken) var beståndet i fråga avverkat ner till en timmerställning (uppskattningsvis ca 350st/ha, baserat på normvärde för timmerställning), vilket förklarar den låga grundytan. Vid närmare studier av beståndshistoriken (se bilaga 6) kunde vi se att ca 4050 träd avverkats under 1928-1938 (ca 1450st under 1928-1929 och ca 2600st under 1938), vilket betyder att den första avverkningen skedde vid en beståndsmedelålder på 38år och den andra vid 48år. Efter gallringen vid 38 års ålder skulle stamantalet alltså ha gått ner från nästan 1400st/ha till 1000st/ha, för att sedan sjunka till 350st vid 48 års ålders gallring. Den första gallringen skedde alltså helt efter gallringsmallen, och den andra (som medförde dagens timmerställning om vi lutar blint på beståndshistoriken) glesade ut beståndet väldigt mycket alldeles för tidigt. Enligt vår hypotes (baserad på "the pipe model theory") skulle denna utglesning medföra att kärnvedsbildningen helt skulle avstanna tills dess att beståndet slutit sig igen, och därmed borde inte kärnvedsandelen var så pass hög som den är.

2 av 10 borrhprover från avdelning 50 hade dock påbörjad röta i märgen (ca 3-5cm av radie). Detta indikerar att röta är närvarande i beståndet, och det är inte helt osannolikt att samtliga träd inom avdelningen påverkats av detta, även om röta inte fått fäste i alla. Chattaway (1953 se Bergström 2000) har lagt fram en teori om att svampinfektion skulle kunna vara en utlösande faktor för bildningen av kärnved. Även om den denna teori ensam troligtvis inte är ansvarig för kärnvedsbildningen, är det inte helt osannolikt att den kan vara bidragande till avdelning 50:s höga andel kärnved. Röta var även förekommande i 1 av 10 borrhkärnor i avdelning 135. Denna avdelning hamnade däremot på plats nummer två i ordningen över kärnvedsprocent, vilket istället stämmer med våran begynnande hypotes. Det kan då tyckas att avdelning 135 borde ha haft högst andel kärnved, med tanke på att den *både* hade låg bonitet och röta i beståndet, men det är inte heller osannolikt att skötseln genom åren också haft inverkan. Om avdelning 50 mellan gallringarna präglats hårt av trängsel kan detta ha gynnat kärnvedsbildningen. På samma sätt kanske avdelning 135 alltid gallrats vis rätt tidpunkt, och på så vis aldrig känt av någon riktig trängseffekt. På grund av den dåliga beståndshistoriken, i synnerhet för avdelning 135, har vi inga uppgifter om utförda behandlingar. Detta får således endast anses som spekulationer.

Tamminen (1962) visade i sina försök att tallar på torra marker hade högre andel kärnved än tallar på fuktigare lokaler, vilket vi försökte ta i beaktning när vi valde ut våra provbestånd. Avdelning 95, som skulle fungera som beståndet med lägst bonitet och högst täthet, visade sig

dock vara allt ifrån torrt. Avdelningen var belägen i en sänka med en bäck rinnandes genom mitten. Snötäcket gjorde det svårt att få en säker uppfattning om markförhållandena, men att avdelningen låg markant lägre än omgivningen och hade en bäck i mitten gick inte att ta miste på. Lokalen klassades som en G18, med trädslagsfördelningen 5, 4,1 för gran, tall och löv respektive. Det rådde inga tvivel om att boniteten var låg då tallarna inte var speciellt frodvuxna. Trots att marken var långt ifrån torr låg kärnvedsandelen på 74% i medel, vilket vi tillskriver den markant lägre boniteten men framförallt den höga tätheten. Dessa faktorer tycks vara viktigare för mängden kärnved än markens fuktighetsgrad. Enligt beståndshistoriken (bilaga 3) gallrades beståndet 1949 (vid 61års medelålder) med okänd styrka. Med tanke på dagens höga täthet (bedömd både genom grundyta och okulär uppfattning) är det inte orimligt att beståndet stått orört sedan gallringen för 61år sedan.

Enligt Werberg (1939 se Ericson 1966) skulle låga boniteter påvisa en högre andel kärnved än bättre boniteter. Detta stämmer bra överens med våra egna resultat (Diagram 2). Dock avviker, som sagt, avdelning 50 något från trenden.

Ericson (1966) och Lappi-Seppälä (1952 se Ericson 1966) påstår vidare att kärnvedshalten stiger med ökande diameter hos trädet (inom samma bestånd), något som vi kan se utav våra egna resultat (Diagram 1). De påstår även att kärnvedshalten sjunker med stigande årsringsbredd i splinten och stigande relativ längd hos kronan. Stigande årsringsbredd borde kunna likställas med stigande bonitet, vilket i så fall skulle stämma överens med våra resultat (Diagram 2). Om vi likställer kronstorlek med trängseleffekt skulle även det påståendet stämma med våra resultat, då tätheten verkar ha inverkan på kärnvedshalten. Det bör åter igenom nämnas att avdelning 50 avvek från de övriga resultaten, och det blir då svårt att med säkerhet påstå detta.

Mörling & Valinger (1999) testade om gödsling eller gallring kunde påverka mängden kärnved, då detta bland annat påverkar barrbiomassan. I försöket utfördes gallring (T) och gödsling (F) i kombinationerna F_0T_0 , F_1T_0 , F_1T_1 och F_0T_1 , för att se om detta hade påverkan på fördelningen av kärnved och splintved. Behandlingsmetoderna kan på många sätt och vis likställas med egenskaperna hos våra egna försöksbestånd, om man talar om gödsling som hög bonitet och gallring som glest förband. Resultatet visade att mängden (mm) splintved påverkades positivt av friställningen och det extra näringsutbudet. Mängden (mm) kärnved påverkades dock inte, vilket överensstämmer med "the pipe model theory" (Shinozaki m.fl. 1964ab). Ökad kronstorlek leder till större behov av splintved, medan kärnvedstillväxten avstannar tills dess att splinten anpassat sig till den större kronan.

Långström & Hellqvist (1991) gjorde ett omvänt försök där de genom beskärning av kronorna bland annat ville se om mängden kärnved kunde påverkas. Olika beskärningsmönster användes, och beskärningsstyrkorna låg mellan 50-75% av trädets totala krona. Samtliga beskärningsmönster resulterade i en ökning av mängden (mm) kärnved, medan splintveden

således minskade i mängd. Emellertid kunde kärnvedens typ ifrågasättas. Margolis m.fl. (1988) har i försök visat att beskärningar på över 80% av kronan resulterar i "äkta", permanent kärnved. Kärnveden som bildades i Långströms och Hellqvists försök var troligen en form av temporär, reversibel, kärnved, som inträdde för att minska mängden ledande splintved under den tid det tog för träden att återhämta sig från beskärningen och bygga ut kronan igen. Trots detta stämmer försöket bra överens med "the pipe model theory". Inget av de två ovanstående försöken gav dock statistiskt signifikanta svar, vilket främst berodde på för få provträd och stor variation mellan träden.

Vi blev informerade om att alla bestånd var självföryngrade, vilket skall tas i beaktning då detta ger upphov till en tidig trängseffekt i beståndet samt täta årsringar. Enligt Wilkes (1991) och Hillis & Ditchburne (1974) har plantans första fem tillväxtår stor betydelse för framtida mängd kärnved. Wilkes (1991) kom fram till att om hans resultat stämde skulle kärnvedsbildningen vara en åldersrelaterad process. Kärnvedsgränsen skulle varje år förflytta sig utåt med ett mer eller mindre bestämt värde, baserat på årsringsbredden. Bredare årsringar skulle då få kärnvedsgränsen att förflytta sig snabbare, vilket också betyder att breda årsringar i plantans unga år skulle snabba på kärnvedsbildningsprocessen. Om man jämför Wilkes försök med Långström & Hellqvists (1991) försök kan man se att teorin mycket väl kan stämma. Under de fyra åren efter beskärningen tillväxte kärnveden med, ungefär, fyra årsringsbredder (baserat på medelårsringsbredden för provträden). Kärnvedstillväxten verkar i detta fall vara begränsad till en årsring per år. Det går dock inte att säga med säkerhet utan att veta om alla årsringar är lika breda. Detta skulle då också betyda att begynnelseåldern för kärnvedstillväxten är helt avgörande för andelen kärnved som bildas (förutsatt att alla årsringar är precis lika breda). Enligt Hägglund (1951 se Hillis 1987) beror begynnelseåldern för kärnved på vart i landet trädet växer. Alla våra bestånd borde enligt detta ha samma begynnelseålder för sin kärnved. Om Wilkes teori stämmer är den enda förklaringen till att vi fått olika kärnvedsandelar i våra olika bestånd att årsringarna inte är lika breda över hela trädets livstid. Då vi inte mätt och kontrollerat fördelningen av täthet bland årsringarna på våra borrhärdar, kan vi inte uttala oss om detta. Det bör också nämnas att Wilkes försök skedde på *Pinus radiata*.

Björklunds (1999) försök med magnetröntgen av tallstammar visade på samma sak. Enligt Björklunds analys av försöksresultaten tillväxte kärnveden vid 45 års ålder med 0,5 årsringsbredd, och vid 115års ålder med 0,8 årsringsbredd. Björklunds beräkningar visade på en förklaringsgrad på 85% för Dbh och kärnvedsmängd (mm), där Dbh är den förklarande variabeln. Motsvarande beräkning för SI och kärnvedsmängd (mm) gav en förklaringsgrad på endast 14%. För våra egna resultat ligger siffrorna på 85% och 5% respektive. Våra egna försöksytor verkar vara jämförbara med Björklunds. Normalt årsringstillväxtmönster för tall i Sverige, enligt Björklund, är breda årsringar mot mårgen, och successivt smalare årsringar i och med ökande ålder. Vidare borde samma mönster förekomma i såväl höga som låga boniteter, även om

årsringarna naturligtvis är bredare på den högre boniteten. Således borde förhållandet mellan splintved och kärnved (i procent uttryckt) mellan boniteterna inte skilja sig åt. Som ovan nämnts visar våra egna resultat på skillnader mellan boniteterna vilket enligt Björklunds teori då enbart kan bero på det tidigare nämnda ojämna årsringsbreddsmönstret. Det är dock fullt möjligt att årsringsbredderna varierade. Avdelning 50 gallrades som sagt mycket hårt vid sin andra gallring för 72 år sedan. Detta borde rimligtvis ha resulterat i markant bredare årsringar till dess att beståndet slutit sig igen. Detta kan ha varit förklaringen till att denna avdelning hade en så pass hög andel kärnved.

Variationen mellan träd i samma bestånd är frekvent förekommande och skillnaderna i kärnvedsmängd mellan dessa träd gör det svårt att utföra undersökningar. Enligt Fries & Ericsson (1998 se Mörling & Valinger 1999, 1999 se Håkansson 1998) finns det stora ärftliga faktorer inblandade.

För våra egna resultat är trenden liknande, men variationen skiljer stort mellan bestånden. För avdelning 109, vilken hade mycket jämn diameterspridning, varierade kärnvedsprocenten mellan 70-33%. Ett av provträden är dock på gränsen till uteliggare, men även utan detta hamnar intervallet på 70-42%. Avdelning 50 är jämnast med sina 76-66%, trots en mycket större diameterspridning. För att minska problemen med variationen hade det varit fördelaktigt att ha ett större urval, och bestånden borde även ha haft liknande skötselhistorik. Vid val av de olika bestånden användes grundyta som mått på täthet. Detta gav ingen information om stamantal, vilket resulterade i att ett av bestånden blev en timmerställning (avdelning 50). I efterhand visade sig detta vara bra, då avdelning 50 förklaras bra av de senare upptäckta teorierna om årsringsbreddens betydelse (Wilkes 1991, Björklund 1999). Skötselhistoriken hos samtliga bestånd var även bristfällig, vilket gjorde det svårt att analysera skötselns påverkan. Vidare osäkerheter i vår studie innefattar utebliven bedömning av kronstorlek, samt mätningmetoden för kärnvedsmängden. Det var meningen att hög trängseffekt skulle likställas med liten krona, men riktiga mätningar hade givetvis kunna stödja vår hypotes ytterligare. På grund av vi använde borrhärdar är det inte helt säkert att vi fått representativa värden. Osäkerheterna ligger främst i form av ej helt runda träd, märgförskjutning och kärnvedens kant, vilket inte alltid är jämn (Bowyer m.fl. 2007).

Sammanfattningsvis. Årsringsbredden verkar vara en viktig faktor för bildningen av kärnved, och den verkar även vara den begränsande faktorn för bildningens hastighet. Vår egen hypotes, som byggde på "the pipe model theory", verkar till stor del också stämma. De tre av våra avdelningar som skötts någorlunda lika stämde med vår hypotes, medan avdelning 50, som gallrats mycket hårt redan för 72år sedan, verkar stödja Wilkes (1991) och Björklunds (1999) teorier. Det verkar rimligt att kärnvedsbildningen inte styrs utav en ensam faktor, utan av en kombination av flera. Att aktivt styra kärnvedsbildningen verkar dock vara möjligt, och fortsatta studier bör undersöka årsringsbredds fördelningen närmre.

Tillkännagivande

Vi vill tacka våra handledare Tommy Mörling och Thomas Ulvcrona för deras handledning under arbetets gång. Vi vill också tacka Hans-Göran Nilsson på Svartbergets försökspark, för hjälp med lokalisering av lämpliga bestånd och deras historik samt praktiska detaljer under vårt fältbesök.

Referenslista

- Andersson, B. (1987). *Gott virke*. Examensarbete. Umeå: Skogshögskolan
- Anonym. (1989). Beständighet hos trä – myt och verklighet. *Träindustrin*. 10.
- Bergström, B. (2000). *Aspects on heartwood formation in Scots pine*. Diss. Umeå: Swedish university of agricultural sciences.
- Citerar Bamber, R.K. (1972). Properties of the cell walls of the resin canal tissue of the sapwood and heartwood *Pinus lambertiana* and *Pinus radiata*. *Journal of the inst. Wood sci.* 31, 32-35.
- Citerar Chattaway, M.M. (1952). The sapwood-heartwood transition. *Australian Forestry*, 15, 25-54.
- Citerar Craib, W.G. (1923). Regional spread of moisture in the wood of trees. III. *Notes. Roy. Bot. Gard. Edin., LXVI, 1-8*.
- Citerar Priestly, J.H. (1932). The growing tree. *Forestry*, 6, 105-112.
- Citerar Stewart, C.M. (1966). Excretion and heartwood formation in living trees. *Science*, 153, 1068-1074.
- Björklund, L. (1999). Identifying Heartwood-rich Stands or Stems of *Pinus sylvestris* by Using Inventory Data. *Silva Fennica*. 33(2): 119-129.
- Bowyer, J.L., Shmulsky, R. & Haygreen, J.G. (2007). *Forest products & wood science*. 5. ed. Ames: Blackwell Publishing.
- Ericson, E. (1966). *Gallringens inverkan på vedens torr-råvolymvikt, höstvedhalt och kärnvedhalt hos tall och gran*. Stockholm: Skogshögskolan. (Institutionen för skogsproduktion ; 10).
- Citerar Lappi-Seppälä, M. Männyn sydänpuusta ja runkomuodosta. (Über Verkernung und Stammform der Kiefer.) – *Commun. Inst. For Fenn* 40(25).
- Citerar Werberg, K. (1930). Lüli- ja maltspuu suhe männil. (Das Verhältnis von Kern und Splintholz bei der Kiefer.) Tartu Ülikooli Metsaosak. Toim. No. 17
- Gref, R. & Ståhl, E. (1994). Lightwood induction in *Pinus sylvestris* by means of mechanical wounding. *Scand. J. For. Res.* 9:382-385.
- Gustafsson, G. (2001). *Heartwood and lightwood formation in Scots pine – A physiological approach*. Diss. Umeå: Swedish university of agricultural sciences.
- Citerar Aune, P. Sack, R.L. & Sellberg, A. (1983). The stave churches of Norway. *Scientific American*. 249, 84-93.

Harris, M.J. (1954). Heartwood formation in *Pinus radiata*. *New Phytologist*, 53(3): 517-524.
Citerar Trendelenburg, R. (1939). *Das Holz als Rohstoff*. (Seen only as translation by C.S.I.R.O. Melbourne.

Hillis, W.E. (1987). *Heartwood and tree exudates*. Berlin: Springer-Verlag.

Citerar Hägglund, E. (1951). The chemistry of wood. *Academic press, London, New York*, 15-16.

Citerar Cummins, N.H.O. (1972). Heartwood differentiation in *Pinus* species – a modified azo-dye test. *N. Z. J. For. Sci.* 2:188-191.

Hillis, W.E. & Ditchburne, N. (1974) The prediction of heartwood diameter in radiata pine trees. *Can. J. For. Res.* 4: 524-529.

Håkansson, C. (1998). *TÖRVED – dess extraktivämnen och naturliga beständighet*.

Examensarbete. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet.

Citerar Erdtman, H., Frank, A. & Lindstedt, G. (1951). Constituents of pine heartwood XXVII. The content of pinosylvin phenols in Swedish pines. Organisk-kemiska institutionen, KTH. Stockholm.

Citerar Ericsson, T. & Fries, A. (1999). High heritability for heartwood in north Sweden Scots pine. *Theoretical and Applied Genetics*. 98, 732-735.

Citerar Fries, A. (1999). Heartwood and sapwood variation in mature provenance trials of *Pinus sylvestris*. *Silvae Genetica*. 48, 714.

Citerar Gjerdum, P. (1997). Tyritopp påvirker ikke andelen kjerneved. *Norsk skogsbruk* 3: 24.25, 1997.

Citerar Trendelenburg, R. & Mayer-Wegelin, H. (1955). *Das holz als rohstoff*. München: Carl Hanser Verlag.

Långström, B. & Hellqvist, C. (1991). Effects of different pruning regimes on growth and sapwood area of Scots pine. *For. Ecol. Manage.*, 44: 239-254.

Margolis, H.A., Gagnon, R.R., Pothier, D. & Pineau, M. (1988). The adjustment of growth, sapwood area, heartwood area, and sapwood saturated permeability of balsam fir after different intensities of pruning. *Can. J. For. Res.* 18: 723-727.

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.

Citerar Fries, A., Ericsson, T. (1998). Genetic parameters in diallelcrossed Scots pine favor heartwood formation breeding objectives. *Can. J. For. Res.* 28: 937-994.

Nilsson, T. & Edlund, M-L. (1996). Lärkvirkets beständighet mot rötangrepp. *Fakta skog*. 24.

Pettersson, N., Fahlvik, N. & Karlsson, A. (2010). *Skogsskötselserien - Røjning*. Skogsstyrelsen. [Online] Tillgänglig: <http://www.skogsstyrelsen.se/epi-server4/templates/SNormalPage.aspx?id=36672/> [2010-02-24]

Rydell, Å. & Bergström, M. (2002). Beständighet hos svenskt barrvirke vid applikationer ovan mark. Växjö: Växjö University.

Citerar Törnqvist, T. (1983). *Kompendium i vedens byggnad och kemiska egenskaper*. Uppsala, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för virkeslära.

Sennblad, G. (2008). *Aptering och virkeskännedom III*. Avesta: Firma småskog.

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.

Tamminen, Z. (1964). Fuktighet, volymvikt m.m hos ved och bark. Instn. Virkeslära Skogshögskolan, Stockholm. No. R 47.

Wilkes, J. (1991). Heartwood development and its relationship to growth in *Pinus radiata*. *Wood Sci. Technol.* 25: 85-90.

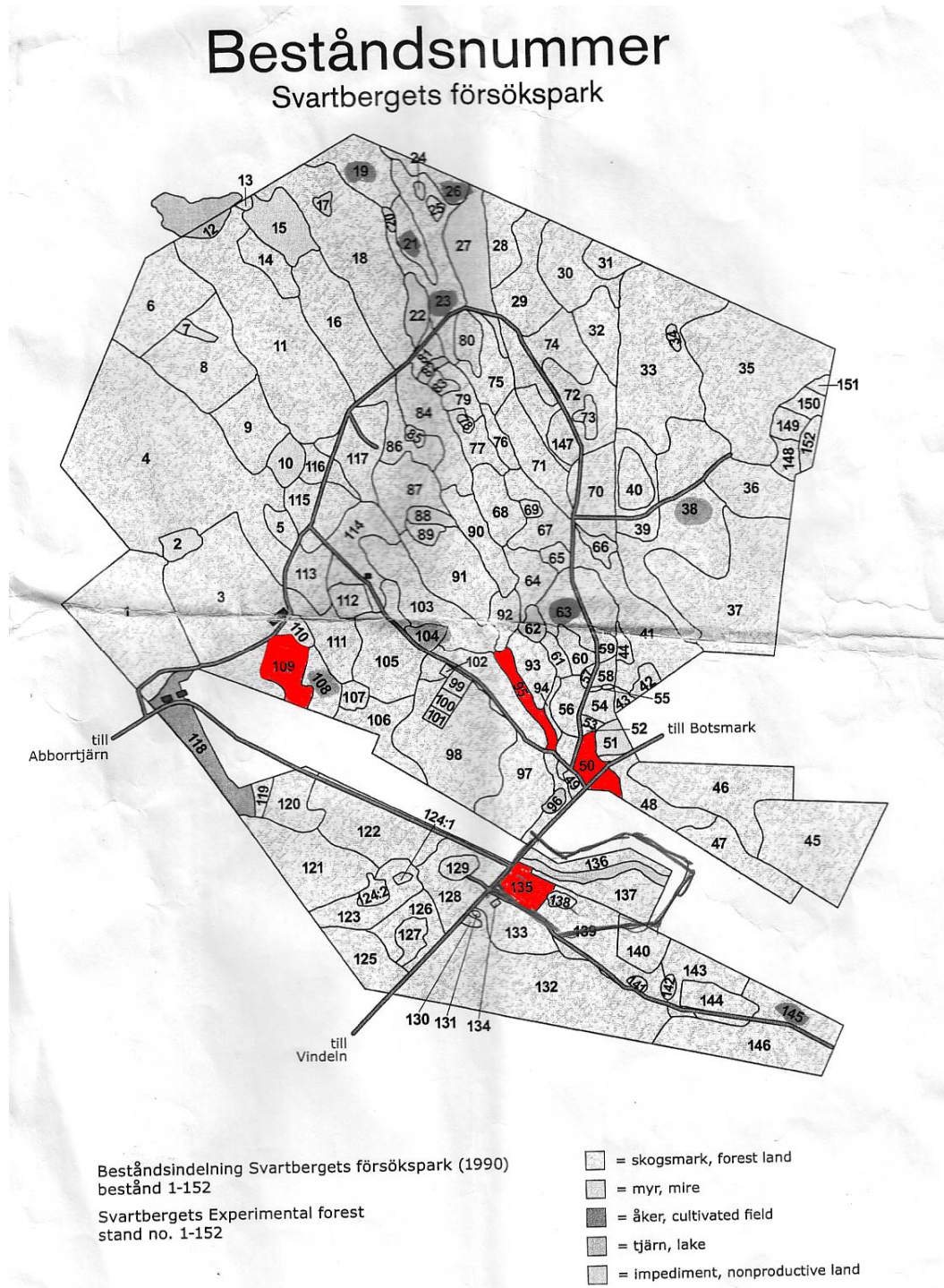
Bilaga 1

Bestånd	Träd	Dbrh _{pb}	Kärnved (mm)	Splintved (mm)	Dbrh _{ub}	Borrk. d.	diff.	Borrk. r.	Kärnved %
1 (50)	1	305	94	35	272,7	258	14,7	129	72,9%
1 (50)	2	350	113	50	313,2	326	-12,8	163	69,3%
1 (50)	3	295	84	43	263,7	254	9,7	127	66,1%
1 (50)	4	380	142	44	340,2	372	-31,8	186	76,3%
1 (50)	5	350	112	54	313,2	332	-18,8	166	67,5%
1 (50)	6	335	123	56	299,7	358	-58,3	179	68,7%
1 (50)	7	345	120	53	308,7	346	-37,3	173	69,4%
1 (50)	8	304	93	43	271,8	272	-0,2	136	68,4%
1 (50)	9	380	124	56	340,2	360	-19,8	180	68,9%
1 (50)	10	385	126	40	344,7	332	12,7	166	75,9%
2 (95)	1	155	45	19	137,9	128	9,9	64	70,3%
2 (95)	2	390	111	32	349,2	286	63,2	143	77,6%
2 (95)	3	275	72	22	245,7	188	57,7	94	76,6%
2 (95)	4	370	118	47	331,2	330	1,2	165	71,5%
2 (95)	5	220	81	18	196,3	198	-1,7	99	81,8%
2 (95)	6	315	104	25	281,7	258	23,7	129	80,6%
2 (95)	7	280	78	24	250,2	204	46,2	102	76,5%
2 (95)	8	275	87	47	245,7	268	-22,3	134	64,9%
2 (95)	9	210	55	32	187,3	174	13,3	87	63,2%
2 (95)	10	380	174	35	340,2	418	-77,8	209	83,3%
3 (135)	1	385	109	61	344,7	340	4,7	170	64,1%
3 (135)	2	315	91	53	281,7	288	-6,3	144	63,2%
3 (135)	3	385	88	39	344,7	254	90,7	127	69,3%
3 (135)	4	240	72	40	214,2	224	-9,8	112	64,3%
3 (135)	5	290	77	60	259,2	274	-14,8	137	56,2%
3 (135)	6	317	86	55	283,5	282	1,5	141	61,0%
3 (135)	7	375	113	69	335,7	364	-28,3	182	62,1%
3 (135)	8	295	91	42	263,7	266	-2,3	133	68,4%
3 (135)	9	260	87	38	232,2	250	-17,8	125	69,6%
3 (135)	10	250	63	47	223,2	220	3,2	110	57,3%
4 (109)	1	230	60	45	205,2	210	-4,8	105	57,1%
4 (109)	2	195	33	68	173,8	202	-28,2	101	32,7%
4 (109)	3	220	59	37	196,3	192	4,3	96	61,5%
4 (109)	4	230	45	63	205,2	216	-10,8	108	41,7%
4 (109)	5	210	55	51	187,3	212	-24,7	106	51,9%
4 (109)	6	215	58	46	191,8	208	-16,2	104	55,8%
4 (109)	7	200	48	40	178,3	176	2,3	88	54,5%
4 (109)	8	245	58	58	218,7	232	-13,3	116	50,0%
4 (109)	9	220	48	34	196,3	164	32,3	82	58,5%
4 (109)	10	185	45	40	164,8	170	-5,2	85	52,9%

Tabell 2. "Dbrh_{pb}" är ett absolut värde uppmätt genom korsklavning. "Dbrh_{ub}" är ett approximativt värde framtaget med hjälp av Pettersons funktion för dubbla barktjockleken (se Material och Metoder). "Kärnved (mm)" anger längden (mm) kärnved, mätt från mårgen på borrkärnan till kärnvedens slut. "Splintved (mm)" är mätt från kärnvedens slut på borrkärnan till barkens insida. "Borrk. r." är längden (mm) från mårgen på borrkärnan till barkens insida. "Borrk. d." är dubbla längden av "Borrk. r.". "diff" är differensen mellan "Dbrh_{ub}" och "Borrk. d.", och ger således information om mårgens förskjutning från trädets centrum eller trädets avvikande från en perfekt cirkel. "Kärnved %" anger den procentuella andelen kärnved, uträknat som "Kärnved (mm)" / "Borrk. r.". Röda procentsatser anger de provträd där röta förekom. Gul rad visar det provträd som togs bort p.g.a avvikande värden.

Bilaga 2

Karta och beståndsindelning över Svartbergets försökspark. Röda bestånd visar för rapporten använda bestånd.



Bilaga 3

Avd 95. I beståndshistoriken kallat "bestånd 54 : trakt 33 (på kartan rödmarkerad)".

Gamla traktn:r 33, 39, 48 del

Försökspark: Svartberget

BESTÅND N:R 54 **54.**

Areal ha: 10,8

Utskr.datum: 84.04.26

Historik före
traktbok :

Historik från
traktbok :

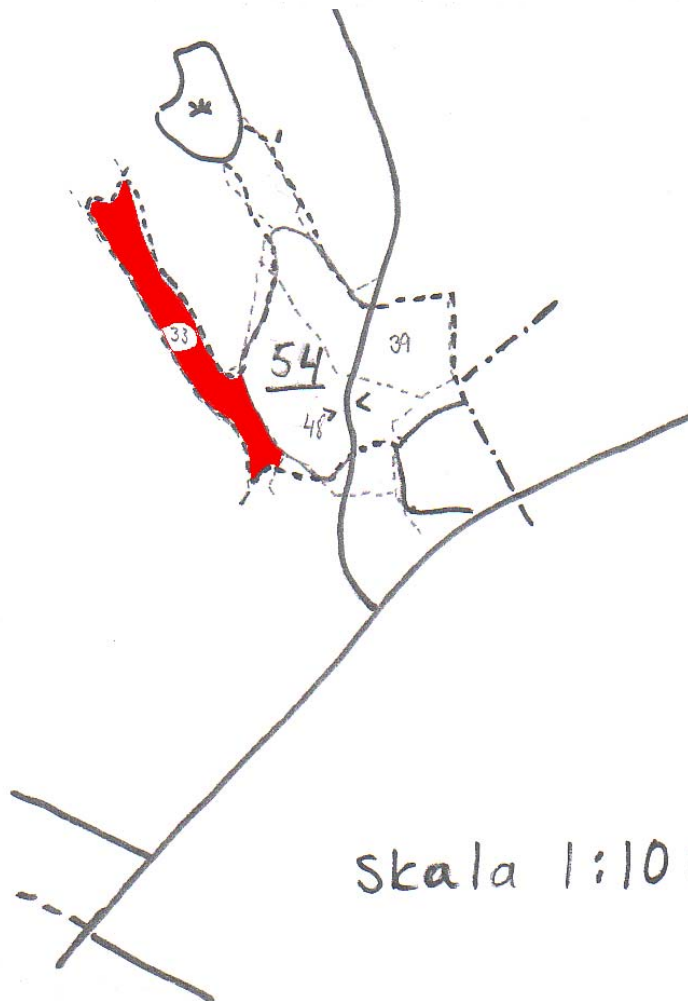
Trakt n:r 33

1949: Gallring

39,48 1936: Stämpling, avverkning

- "- 1949-50: Genomhuggning 855 träd
September - oktober underröjning

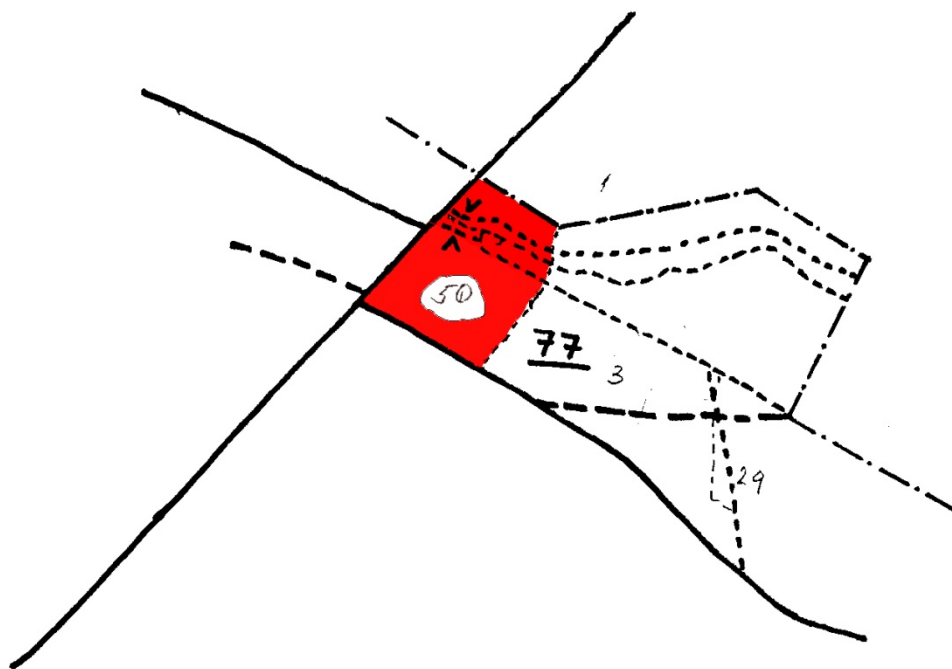
48 1956: Avverkning av dåliga träd (mest björk) 331 träd



Bilaga 4

Avd 135. I beståndshistoriken kallat "bestånd 77 : trakt 50 (på kartan rödmarkerad)".

<u>Gamla traktn:r</u>	3 del, 29 liten del, 50	<u>Försökspark:</u>	Svartberget
		<u>BESTÅND N:R</u>	77 77.
		<u>Areal ha:</u>	15,6 (16,1)
		<u>Utskr.datum:</u>	84.04.26
<u>Historik före traktbok</u>			
3, 50	1892: Slipersavverkning		
	1908-11: Gran och löv höggs bort.		
<u>Historik från(3) traktbok</u>	1912: Plantering med fylljord av torv och dy.		
<u>Trakt n:r 3</u>	1935-36: Avverkning	4.399 träd	
	1938: "-"	481 "-"	
	1947-48: "-"	278 "-"	
	1957: Stark låggallring vid rågången	584 "-"	
29	1934: Stämpling		
(liten del)	1947: Stark låggallring		

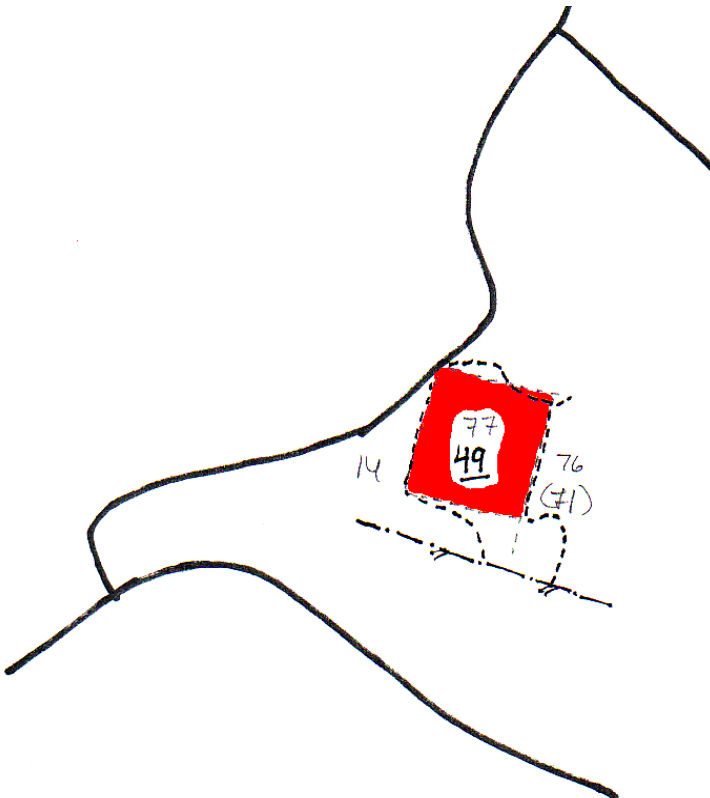


Skala: 1:10000

Bilaga 5

Avd 109. I beståndshistoriken kallat "bestånd 49 : trakt 77 (på kartan rödmarkerad)".

Gamla traktn:r <u>Liten del av 76, 77</u>		Försökspark: Svartberget
		BESTÅND N:R <u>49</u> 49
		Areal ha: 6,0
		Utskr.datum: 84.04.26
Historik före traktbok :		
76	1810, 1831 och 1866 skogsbränder. (se karta:gamla traktboken.)	
Historik från traktbok :		
<u>Trakt n:r 76</u>	1933:	Stämpling, kvar skärm - fröträd
	1956:	Utglesning av beståndet
	1957:	Röjning till 2.000 stammar/ha
77	Före 1963 se försöks data.	
	1963	Sommaren, ungskogsröjning (svag sådan) exkl. försöksytorna 763:I och 763:II, som inte gav gagnvirke
	1967:	Fällning av träd i kapporna
		5.693 träd 72 "-"



skala 1:10000

Bilaga 6

Avd 50. I beståndshistoriken kallat "bestånd 58 : trakt 10 (på kartan rödmarkerad)".

<u>Gamla traktn:r</u>	<u>10, 18, 33 del, 48 del mindre</u>	<u>Försökspark:</u>	<u>Svartberget</u>
		<u>BESTÅND N:R</u>	<u>58</u> 58.
		<u>Areal ha:</u>	<u>7,7</u>
		<u>Utskr.datum:</u>	<u>84.04.26</u>

Historik före
traktbok 10 : 1858: Skogsbrand (Lätt brand)

Historik från
traktbok :

<u>Trakt n:r 10</u>	1927-28: Avverkning	295 tall
	1928-29: "-"	1.144 träd
	1929: Hösten, hyggesrensning	
	1937-38: Avverkning	210 träd
	1938: Rensning - gallring?	2.399 "-"
	1940: Kolvedhuggning och kolning	
18	1937-38: Avverkning	251 träd
	1938: Juni, rensning	211 "-"
	1939: Hösten, kolvedhuggning av avverkningsavfall.	
	1948: Gallring	788 träd
	1949: Rensning	
	1950: Stämpling	(189 träd)
	1957: Nystämpling	536 "-"
	1958: Avverkning (gallring och underröjning	628 "-"
33	Före 1949 se trakt 10.	
	1949: Oktober, gallring	350 träd
	1958: Avverkning för anläggande av fiskdamm	693 "-"

