



SKOGSMÄSTARPROGRAMMET
Examensarbete 2017:07

Ökade kostnader vid aptering av tremeters massaved jämfört med fallande längder

*Increased costs associated with bucking of
pulpwood into fixed lengths of three meters
compared to variable lengths*



Emil Pettersson

Ökade kostnader vid aptering av tremeters massaved jämfört med fallande längder

Increased costs associated with bucking of pulpwood into fixed lengths of three meters compared to variable lengths

Emil Pettersson

Handledare: Daniel Gräns, SLU Skogsmästarskolan

Examinator: Eric Sundstedt, SLU Skogsmästarskolan

Omfattning: 15 hp

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

Kurstitel: Kandidatarbete i Skogshushållning

Kurskod: EX0624

Program/utbildning: Skogsmästarprogrammet

Utgivningsort: Skinnskatteberg

Utgivningsår: 2017

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

Serienamn: Examensarbete/SLU, Skogsmästarprogrammet

Serienummer: 2017:07

Omslagsbild: Foto Emil Pettersson.

Nyckelord: Sveaskog, sortiment, produktion



Sveriges lantbruksuniversitet
Skogsvetenskapliga fakulteten
Skogsmästarskolan

FÖRORD

Denna studie är gjord som ett examensarbete vid Skogsmästarskolan, SLU Skinnskatteberg i samarbete med Sveaskog i Växjö.

Mitt intresse för maskiner och produktionsfrågor gjorde att jag fastnade för ämnet. Jag har tidigare arbetat som maskinförare och har under den tiden funderat på hur förändringar gällande till exempel aptering kan påverka avverkningskostnaderna.

Jag börjar med att tacka Mikael Grahn på Sveaskog i Växjö för all hjälp när det gäller att plocka fram underlag till studien.

Jag vill också tacka min handledare på Skogsmästarskolan Daniel Gräns som kommit med många bra tips under arbetets gång. Jag vill även tacka Staffan Stenhag för tips och trix när det kommit till statistik.

Hålbäckshult, april 2017

Emil Pettersson

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. ABSTRACT.....	1
2. INLEDNING.....	3
2.1 Syfte.....	3
2.2 Sveaskog.....	3
2.3 Massaved.....	3
2.4 Massaindustrin.....	4
2.4.1 Mekanisk massa	4
2.4.2 Kemisk massa.....	5
2.5 Produktion	5
2.5.1 Skördaren.....	5
2.5.2 Skotaren.....	7
2.6 Kostnader	8
2.7 Utbyte.....	9
3. MATERIAL OCH METODER	11
3.1 Val av objekt	11
3.2 Maskinlag.....	11
3.3 Sortiment	11
3.4 Beräkningar	12
4. RESULTAT.....	13
4.1 Slutavverkning.....	13
4.1.1 Produktion.....	13
4.1.2 Kostnader.....	15
4.2 Gallring.....	17
4.2.1 Produktion.....	17
4.2.2 Kostnader.....	21
5. DISKUSSION	27
5.1 Metod.....	27
5.2 Resultat.....	27
5.2.1 Slutavverkning.....	28
5.2.1 Gallring.....	28
6. SAMMANFATTNING	31
7. REFERENSLISTA	33
7.1 Publikationer.....	33

7.2 Internetdokument.....	34
7.3 Personliga kontakter	34

1. ABSTRACT

The purpose of this project was to investigate how logging costs change when pulpwood is cut into 3.0 meter lengths compared to bucking in variable lengths of 3.0 to 5.5 meters. An in-depth analysis was performed on data provided by Sveaskog's Växjö office for 41 different tracts, representing a total cut volume of 41 114 m³fub. Total costs for the harvester and forwarder in final felling were estimated to be 71.87 SEK/m³fub when pulpwood was cut into 3.0 meter lengths and 73.78 SEK/m³fub when variable lengths were used. The corresponding numbers in thinning were 190.30 SEK/m³fub and 157.58 SEK/m³fub respectively. As expected, it was more expensive to cut pulpwood in 3.0 meter lengths compared to variable lengths.

2. INLEDNING

Detta examensarbete handlar om skillnader i att aptera massaved i tremeters standardlängd i stället för att använda sig av fallande längder.

I detta kapitel kommer man kunna läsa om massaveden som sortiment. Det kommer beskrivas hur industrin fungerar för att ge en bakgrund till sortimentet massaved. Senare kommer det tas upp vilka faktorer som har störst betydelse för produktionen hos skördaren och skotaren. Sist i kapitlet kan man läsa om hur apteringen påverkar utbytet av massaved.

2.1 Syfte

Syftet med denna studie var att undersöka Sveaskogs eventuella merkostnader för att producera massaved i tremeterslängder i stället för fallande längd. Undersökningen redovisar kostnaderna per avverkad kubikmeter. Merkostnaderna har beräknats fram till bilväg. Studien utfördes i samarbete med Sveaskog och tre av deras egna maskinlag i Småland.

2.2 Sveaskog

I Sverige finns det tre stora ägargrupper som tillsammans äger 89 procent av den produktiva skogsmarken. Dessa 89 procent är fördelade på 50 procent enskilda ägare, 25 procent privatägda aktiebolag och 14 procent statliga aktiebolag (Skogsstyrelsen, 2014). De 14 procent som benämns som statliga aktiebolag utgörs av Sveaskogs skogsinnehav. Detta motsvarar 3,1 miljoner hektar produktiv skogsmark och totalt äger Sveaskog 4 miljoner hektar mark (Sveaskog 2014).

Sveaskog är helägt av svenska staten genom Finansdepartementet och styrs på samma sätt som alla andra svenska bolag. Som styrelseordförande sitter Helene Biström och VD är Per-Olof Wedin. Sveaskog har också två dotterbolag, Svenska Skogsplantor AB och Sveaskog Baltfor SIA. Sveaskog är även delägare i Setra Group (Sveaskog, 2015, länk A).

Bolaget ska med skogen i fokus bedriva sin verksamhet affärsmässigt och målen är en direktavkastning på 4,5 procent och att ha en soliditet på 44-45 procent (Sveaskog, 2015, länk A). De levererade under 2013 cirka 10,8 miljoner m³fub till 170 kunder. Detta var fördelat på cirka 4,3 miljoner m³fub timmer, 5,1 miljoner m³fub massaved och 1,4 miljoner m³fub biobränsle (Sveaskog 2014).

2.3 Massaved

Definitionen av massaved enligt Skogsordlistan är "virke för tillverkning av massa" (Anon, 1994). Leveranskraven på massaved är att den ska vara lämplig för sitt ändamål, tillfredsställande kvistad, samt att krökvidden får max vara stockens största diameter plus 30 cm, vilket innebär att stocken ska kunna

passera genom en cylinder som har en diameter motsvarande stockens största diameter plus 30 cm. Stocken får heller inte överstiga bestämmelserna för största tillåtna diameter plus 10 cm (Sennblad, 2008).

Massaved kan levereras i antingen standardlängd eller i fallande längder. Standardlängd innebär att alla bitar kapas i samma längd med en avvikelse enligt överenskommelse (Anon, 1994). När man apterar massaveden i fallande längder kapar man i ett givet intervall mellan en angiven minimilängd och en angiven maximilängd (Anon, 1994).

Under 2013 avverkades 70,1 miljoner m³fub i Sverige. Av detta var 31,3 miljoner m³fub massaved. Under samma år importerade Sverige även 6,2 miljoner m³fub massaved och vi exporterade 521 000 m³fub (Skogsstyrelsen, 2014).

2.4 Massaindustrin

Huvuduppgiften i ett massabruk är att frigöra vedens fibrer ifrån varandra. Fibrerna har olika kvalitéter i olika trädslag och kan vara olika långa och tjocka och har på så vis olika egenskaper. Sönderdelningen kan ske på olika sätt (Borg, 1989). Man brukar dela in de olika tillverkningsprocesserna av massa i de två huvudgrupperna mekanisk massa och kemisk massa (Sennblad, 2008).

2.4.1 Mekanisk massa

Mekanisk massa kan man dela in i ytterligare två grupper. Den första är slipmassa och i denna process använder man sig av en roterande slipsten. Processen bygger på den ursprungliga metod som man använde redan på mitten av 1800-talet och den används än idag. För att underlätta sönderdelningen tillsätter man vatten som tillsammans med värmen från slipstenen gör veden mjukare. För att nå bra resultat med denna metod gäller det att veden är fri från bark och att man använder sig av färsk granved då tallveden innehåller för mycket hartsämnen. Slipmassaprocessens största fördel är att massautbytet är högt (Sennblad, 2008).

Den andra mekaniska metoden är raffinörmotoden som i sin tur delas in i två olika kategorier, termomekanisk massa (TMP) och kemitermomekanisk massa (CTMP). Processerna är ganska lika varandra. Man börjar med att flisa materialet i båda fallen. Skillnaden mellan metoderna består i att man behandlar TMP enbart med het vattenånga innan man maler sönder den medan man vid tillverkning av CTMP även tillsätter kemikalier som sulfat. Fördelen med CTMP är att man får en starkare massa, men man förlorar lite i massautbytet (Sennblad, 2008). Efter de olika behandlingarna är processen likartad igen. Sönderdelningen eller malningen sker i en raffinör. Flisen matas in i mitten mellan två roterande skivor som snurrar i motsatt riktning mot varandra. Flisen matas in i mitten och trycks sedan ut mot kanterna där mellanrummet mellan skivorna blir mindre, och när det nått ända ut är fibrerna skilda från varandra (SCA, 2015, länk B).

2.4.2 Kemisk massa

Den andra huvudgruppen är kemisk massa. Även denna delas in i två undergrupper, sulfit- och sulfatmassa. Det som skiljer dessa åt är om kokvätskan i processen är sur eller basisk. I denna process kokas flisen under tryck med någon av dessa blandningar bestående av vatten och kemikalier. Man kan ta fram olika kvalitéter av massan genom att variera koktiden. Desto längre man kokar flisen desto mindre blir ligninhalten och man får ett mindre massautbyte. Vid kort koktid blir fibrerna styvare och starkare (Sennblad, 2008).

Sulfatmetoden är den dominerande i Sverige och i denna används främst tall, gran och björk som råvara. Det är fibrerna i barrträden som ger pappret sin styrka tack vare att barrträden har långa fibrer medan björkens korta fibrer ger en bra tryckyta och dessa används därför som ytskikt (Sennblad, 2008).

Under 2013 producerade Sveriges massabruk totalt 11,7 miljoner ton pappersmassa. Kemisk massa av typ sulfatmassa och sulfitmassa stod för 65 procent respektive 5 % medan mekanisk och halvmekanisk massa tillsammans utgjorde 30 procent av den totala produktionen (Skogsstyrelsen, 2014).

Samma år importerade vi 426 000 ton pappersmassa och vi exporterade drygt 2,9 miljoner ton (Skogsstyrelsen, 2014).

2.5 Produktion

I de kommande avsnitten kommer de faktorer som påverkar skogsmaskinens produktion att tas upp. Enligt skogsordlistan betyder produktion "framställning av något materiellt eller immateriellt" (Anon, 1994).

Produktiviteten i det svenska skogsbruket har under andra halvan av 1900-talet och i början av 2000-talet haft en positiv utveckling. Skogforsk mäter detta i kubikmeter per dagsverke och produktiviteten har under denna tid stigit från 2 m³/dagsverke till 25 m³/dagsverke. Detta till följd av att skogsbruket under denna tid mekaniserades och att tillgången till elektroniska hjälpmedel blev större (Skogforsk, 2015, länk C). Under slutet av 00-talet hade man en negativ utveckling av produktiviteten i det svenska skogsbruket. Detta fram till 2010 då produktiviteten började öka igen och under 2012 passerade man 2008 års produktivitet och under 2013 var produktivitetstrenden fortsatt stigande (Skogforsk, 2015, länk D).

2.5.1 Skördaren

Tidsåtgången för en skördares arbete kan indelas i momenten: "körning med skördaren", "tidsåtgång för fällning", "kapning och upparbetning" samt "övrig verktid" (Brunberg 1997). Detta är en förenklad beskrivning av skördarens arbetsmoment. Man kan göra en noggrannare indelning där man delar upp arbetsmomenten i mindre delar: "förflyttning", "placering för fällning",

”upparbetning”, ”bom in”, ”röjning” samt ”förflyttning av virke och toppar” (Nurminen m.fl., 2006).

Exempel på faktorer som påverkar körtiden för skördaren är antalet uttagna träd per hektar och ytstrukturen. Tidsåtgången per träd minskar om du ökar antalet uttagna träd per hektar (Brunberg m.fl., 1989). Är ytstrukturen dålig så tar varje förflyttning av maskinen längre tid och då ökar tidsåtgången per träd.

I gallring har trädens placering och trädslag påverkan på produktionen. Trädslaget påverkar tidsåtgången per träd, exempelvis så är tidsåtgången i granbestånd generellt större jämfört med tallbestånd (Brunberg 1997). Medelstammen påverkar också på så vis att större medelstam resulterar i högre tidsåtgång per träd. Antalet kvarvarande träd efter gallring är också en påverkande faktor eftersom fler kvarvarande stammar resulterar i högre tidsåtgång per träd. Skillnaden mellan tall och gran blir även större desto högre medelstammen är och ju tätare beståndet är efter gallring (Brunberg 1997). Tidsåtgången för de olika momenten i gallring är störst för upparbetningen som står för 27 procent. Förflyttning motsvarar 20 procent, placering för fällning 20 procent och fällningen 18 procent. Detta betyder att tidsåtgången är ganska jämnt fördelad mellan olika moment. Kvarvarande 14 procent utgörs av bom in, röjning och tillrättläggning av virke och toppar (Nurminen m.fl., 2006). Egenskaperna hos beståndens underväxt påverkar också produktionen. Det är två huvudfaktorer kopplade till detta som sänker produktionen och dessa är dels att kedjan på skördaren hoppar av oftare vilket orsakar mer stillestånd samt även att underväxten är i vägen under arbetet (Brunberg m.fl., 1989). Mörkrets påverkan i gallring är också betydande när maskinerna arbetar i skift. I en mycket tät förstagallring av gran kan prestationen sjunka med cirka 9 procent jämfört med normala förhållanden (Brunberg m.fl., 1989).

Tidsåtgången vid slutavverkning skiljer sig lite från gallring. Vid slutavverkning är tidsåtgången för upparbetning klart dominerande. Denna står för 45 procent av tiden. Motsvarande siffror för fällningsmomentet är likvärdiga som för gallring, medan förflyttning utgör 13 procent, placering för fällning 14 procent och bom in 6 procent. Dessa tre moment motsvarar en lägre tidsåtgång vid slutavverkning än vid gallring (Nurminen m.fl., 2006).

Sambandet mellan medelstam och produktion är tydligt. När man gick från en medelstam på 0,04 m³ till en medelstam på 0,3 m³ i Sirén och Aaltios studie ledde denna förändring till en produktionsökning på ca 120 procent i gallring (Sirén & Aaltio, 2003). När Heinimann gjorde en liknande studie för en skördare fick han en produktionsökning på 350 procent när han ökade medelstammen från 0,04 m³ till 0,3 m³ (Heinimann 2001).

Maskinval och maskinens tekniska prestanda påverkar produktionen (Heinimann 2001). Antalet sortiment har inverkan på tidsåtgången per stam i och med att fler sortiment ökar tidsåtgången (Nurminen m.fl., 2006). Produktionen är också väderberoende eftersom snön påverkar tidsåtgång både vad gäller körning och

upparbetning. Det är både snödjup och typ av snö som påverkar. Snödjup på upp till 80 cm har ganska liten påverkan på prestationen men när det blir över denna nivå och när snön dessutom blir hård påverkar detta prestationen kraftigt (Brunberg m.fl., 1989).

Att aptera massaveden i tremeters standardlängder i stället för fallande längder kommer att påverka prestationen. Det som gör att tidsåtgången vid tremeters massaved blir högre är att antalet ställen där aggregatet måste stanna för att kapa blir fler, cirka 0,2 kapningar mer per träd (Brunberg m.fl., 1989). Henriksson (2003) visade i sitt examensarbete att om man använder sig av en standardlängd på fyra meter istället för tre meter kommer man i snitt öka produktionen med 3 procent. Produktionsökningen blir större när bara massaved och timmer apteras och mindre när man även apterar ut ett klensortiment (Henriksson, 2003).

2.5.2 Skotaren

Tidsåtgången för skotarens arbete kan delas upp på många olika sätt t.ex. körning med last och utan last, körning under lastning, samt lastning och avlastning med förflyttning (Nurminen m.fl., 2006). Lastning, lossning och körning under lastning kan man gemensamt benämna terminaltid (Brunberg 2004).

Lastningstiden påverkas av förarens skicklighet, kranens kapacitet, högarnas utformning och laststorleken (Bergstrand, 1985). Antalet sortiment och avverkningens virkestäthet påverkar också produktionen (Nurminen m.fl., 2006; Brunberg 2004).

När man undersöker om en hög är bra eller dålig kan man titta på exempelvis bredd, jämndragning, mängden korslagt virke och högens avstånd till stickvägen. Vilken av dessa faktorer som har störst påverkan på produktionen går inte att säga, men en "svår" hög tar längre tid att lasta i jämförelse med en "lätt" hög (Bergstrand, 1985). Volymen som man kan lasta vid varje stopp har betydelse för produktionen. I slutavverkning är detta som tydligast vad gäller massaveden när du kan sänka tidsåtgången från 3 min/m³ till 1,6 min/m³ genom att öka mängden som lastas från 0,2 m³ vid varje stopp till 1 m³. För timmersortimenten är inte ökningen lika stor. Man går här från 1,4 min/m³ till 0,8 min/m³ om man ökar från 0,2 m³ till 1 m³ vid varje stopp. Om volymen blir större vid varje stopp så kommer detta inte påverka tidsåtgången så mycket. Från 2 m³ per stopp och uppåt är nämligen skillnaden väldigt liten (Nurminen m.fl., 2006). Man ser samma mönster i gallring. Skillnaden mellan en mycket liten virkeshög och en lite större har stor effekt på tidsåtgång medan skillnaden mellan en medelstor hög och en stor hög inte är lika dramatisk (Nurminen m.fl., 2006).

Samband mellan virkestätheten i m³fub/ha och terminaltiden finns också. I gallring gör virkestätheten stor skillnad på produktionen men om man tittar på samma samband i slutavverkning är skillnaderna inte lika stora (Brunberg 2004).

Virkets längd har betydelse för tidsåtgången vid lastning och lossning. Om inte kranens kapacitet räcker till när du utnyttjar gripens fulla griparea tjänar det inget till att öka virkets längd. Men om kranens maximala kapacitet inte utnyttjas tjänar man tid på en ökad virkeslängd (Gullberg 1997). Virkets längd påverkar även hur väl du utnyttjar lastutrymmet. När man apterar massaveden i fyrameters standardlängd i stället för tremeters standardlängd kommer produktionen öka med cirka 10 procent mätt i $m^3\text{fub}/G_{15}\text{-h}$. Detta tack vare att varje lass kommer innehålla en större volym (Henriksson, 2003).

Tidsåtgången för körning under lastning kan påverkas i stor grad av förarens val av körstrategi. Föraren påverkar genom valet att samlasta eller köra ett sortiment i taget (Bergstrand, 1985). Virkestätheten påverkar tillsammans med köravståndet och körhastigheten också tidsåtgången (Gullberg 1997; Bergstrand, 1985). Tidsåtgången vid körning med och utan last påverkas direkt av körhastighet och körsträcka (Nurminen m.fl., 2006). Även terrängens egenskaper och skotarens lastkapacitet påverkar tidsåtgången. Är terrängen svårframkomlig på grund av stora stenar, branta sluttningar eller blötare partier så måste skotaren köra en längre väg och detta tar längre tid. En skotare med högre lastkapacitet behöver köra färre antal vändor och sparar tack vare detta in tid. (Brunberg 2004).

Tidspåverkande faktorer vid avlastning är förarens skicklighet, krankapacitet, griparea, antal sortiment och avläggets utformning. Dessa faktorer är helt avgörande för tidsåtgången. Det är viktigt hur mycket virke föraren får med sig i varje krancykel, alltså hur många lyft från lastbäraren till vältan han/hon kommer att bli tvungen att utföra för varje lass. Hur många gånger och hur långt han/hon kommer bli tvungen att förflytta sig på avlägget för att sortera sitt lass kommer också att påverka tidsåtgången (Bergstrand, 1985).

2.6 Kostnader

Enligt Skogforsk minskade det svenska skogsbruket sina kostnader per avverkad kubikmeter under 2013 med 8 procent i jämförelse med 2012. Det var främst effektivare avverkning och färre dyra upparbetningar av stormskador som bidrog till detta då skogsvårdskostnaderna blev 4 procent högre och transportkostnaderna var oförändrade (Skogforsk, 2015, länk E).

Tittar man närmare på hur kostnaderna för avverkningen såg ut under 2013 varierar dessa från norr till söder. Vid slutavverkning, hade man en kostnad i norr på $53 \text{ kr}/m^3\text{fub}$ vid en medelstam på $0,22 \text{ m}^3\text{fub}$. Tittar man på de södra delarna av landet där man under 2013 hade en medelstam på $0,41 \text{ m}^3\text{fub}$ låg kostnaderna på $46 \text{ kr}/m^3\text{fub}$. I gallring var det omvända roller. Kostnaderna i söder var vid en medelstam på $0,1 \text{ m}^3\text{fub}$ $118 \text{ kr}/m^3\text{fub}$ medan kostnaderna i norr var något lägre. Vid en medelstam på $0,09 \text{ m}^3\text{fub}$ var kostnaden där $114 \text{ kr}/m^3\text{fub}$ (Skogforsk, 2015, länk E).

Kostnaden för att skota virke i slutavverkning i norra och södra Sverige var 2013 42 kr/ m³fub respektive 40 kr/m³fub räknat på samma medelstam som för avverkning ovan. Kostnaderna från samma år för att skota i gallring var för norra Sverige 66 kr/m³fub och i söder 68 kr/m³fub (Skogforsk, 2015, länk E). Skördarens kostnader kan delas upp i driftskostnader, personalkostnader, ränta och avskrivningar. Driftskostnader och personalkostnader är nästan lika stora medan ränta och avskrivningar är ungefär tio procent lägre än drifts- och personalkostnaderna. Produktiviteten är det som påverkar driftskostnaden mest. Skördaraggregatets ålder påverkar också driftskostnaderna (Vestling, 2012).

2.7 Utbyte

Utbytet av massaved blir större när massaveden apteras i fallande längder. En jämförelse mellan tremeters standardlängd och fallande längd vid en minimidiameter i topp på tre tum alltså 7,62 centimeter visade på att fallande längder gav ett högre massvedsutbyte. Utbytet vid aptering av tremeters standardlängd var 12 procent lägre än vid aptering i fallande längder (Eriksson 1958).

Att aptera massaveden i enbart fyrameters standardlängder ger en volymförlust. Detta visade Henriksson (2003) i sitt examensarbete där han kom fram till att man förlorade 0,7 procent till 2,1 procent i total virkesvolym (Henriksson, 2003).

I teorin skulle en sänkning av minsta toppdiametern från 50 mm till 40 mm ge en ökad andel uttaget virke från skogen. Den procentuella ökningen är som störst i klen skog med en liten avsmalning medan grövre skog med en stor avsmalning har väldigt liten procentuell ökning. Vid en teoretisk sänkning av toppdiametern med ytterligare 10 mm kommer ökningen gällande andelen uttaget virke bli större (L. Wilhelmsson personlig kommunikation, 19/1-2015).

I praktiken är det inte säkert att detta skulle ske. Idag tillämpas nämligen inte fallande längder på massaveden fullt ut utan datorn är förinställd på att kapa massaveden i en viss längd. Detta för att underlätta för apteringsdatorn då den inte klarar av att prognostisera och mäta toppen tillräckligt fort. Analyser av skördarens produktionsfiler visar att man inte utnyttjar stamvolymen fullt ut (L. Wilhelmsson personlig kommunikation, 19/1-2015).

3. MATERIAL OCH METODER

All data som ligger till grund för denna undersökning är inhämtad från Sveaskog och deras marknadsområde syd. Inga mätningar i fält har skett utan data har hämtats direkt från maskinerna. Detta sätt för datainsamling valdes i syfte att få ett större material att sammanställa och göra beräkningar på. En litteraturstudie genomfördes med fokus på vilka faktorer som påverkar skördarens och skotarens produktion.

3.1 Val av objekt

Ett objektivt urval av objekt utfördes av Mikael Grahn på Sveaskog. Objekten togs fram ur Sveaskogs interna program Rapp där information från företagets maskinlag samlas. I detta program kan man för varje objekt se vad avverkningskostnaderna är per kubikmeter fördelat på skördare och skotare. Information finns även rörande produktion. I Rapp ser man även sammanställningar över objektets medelstam och transportavstånd. Rapp innehåller också information om objektets administrativa kostnader och kostnader för maskinförare som har varit på kurs eller liknande. Dessa kostnader har tagits bort i undersökningen. På en del av objekten skilde sig den avverkade virkesvolymen emot den skotade virkesvolymen. I dessa fall användes den virkesvolym som skördaren rapporterat då detta är den volym skördaren har mätt upp medan virkesvolymen som skotaren har rapporterat är en av föraren uppskattad volym. Data för de utvalda objekten skickades från Sveaskog. Det enda kravet som ställdes på urvalet var att det inte skulle vara objekt med egenskaper som föll långt utanför ett normalobjekt. Specialhuggningar som NS-bestånd och liknande valdes därför bort. Annars ställdes bara kravet att tremeters massaved eller massaved med fallande längder skulle ha tagits ut. Ett av objekten som valts sorterades bort eftersom detta med en medelstam på 0,45 m³fub skilde sig mycket från de andra.

3.2 Maskinlag

I undersökningen har data från tre maskinlag använts, en slutavverkningsgrupp och två gallringsgrupper. I fortsättningen av rapporten kommer slutavverkningsgruppen kallas 8616 och gallringsgrupperna för 8615 respektive 8621. Dessa tre grupper är samtliga Sveaskogs egna maskinlag. Grupp 8616 består av en Ponsse Scorpion King skördare och skotaren är en John Deere 1510E. Grupp 8615 har en Rottne H11 skördare och Rottne f13s skotare. Grupp 8621 har en Ecolog 560C skördare och skotaren är en John Deere 1110E. De timmar som angetts från de olika maskinlagen i Rapp är G₅H. Med G₅h menas att alla avbrott som maskinen har som är längre än 5 minuter inte räknas med i maskinens produktion.

3.3 Sortiment

På alla objekten har man huggit timmer och något klensortiment. Detta har antingen varit klintimmer eller kubbb beroende på efterfrågan. I de objekt där man har apterat fallande längder av massaved har man apterat gran- och barrmassaved. På de objekt där tremetersmassaved har använts har man apterat

och sorterat granmassaved och tallmassaved i tremeterslängder medan man har apterat rutten gran som barrmassaved i fallande längder.

3.4 Beräkningar

Sammanställningar och beräkningar som ligger till grund för slutsatserna som presenteras längre fram i rapporten har gjorts med hjälp av programmet Microsoft Excel.

Jag har valt att göra beräkningarna var för sig för varje maskingrupp. Jag har också valt att göra beräkningar på slutavverkningsgruppen (8616) och gallringsgrupperna (8615, 8621) som två separata grupper. Dessa två grupper kommer att benämnas som "gallring" respektive "slutavverkning" vidare i rapporten. Alla medelvärden förutom medelvärderna för objektens storlek som presenteras i resultatdelen är vägda medelvärden baserade på objektets volym.

4. RESULTAT

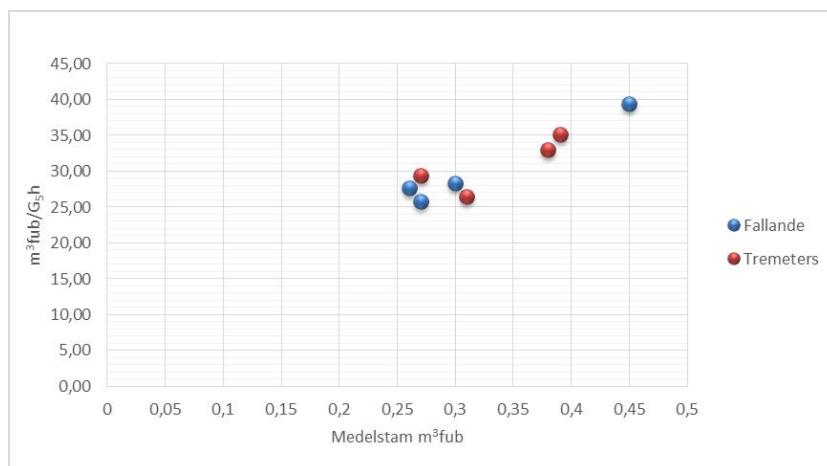
I detta avsnitt kommer undersökningens resultat att presenteras. Resultaten bygger på totalt 19 analyserade objekt med en sammanlagd volym motsvarande 41 113 m³fub fördelat på 21 714 m³fub slutavverkning och 19 399 m³fub gallring. Massaved med fallande längder har apterats i 11 av objekten medan tremeters massaved apterats i 8 av objekten.

4.1 Slutavverkning

Den totala avverkade volymen för avverkningslag 8616 i denna undersökning var 21 714 m³fub. Detta fördelades på 8 objekt varav 4 objekt med massaved av fallande längd motsvarande 15 358 m³fub och 4 objekt med tremeters massaved motsvarande 6 356 m³fub. Medelvolymen för objekten där massaved med fallande längd apterades var 3840 m³fub och för tremeters massaved 1589 m³fub. Medelstammen varierade mellan 0,27 m³fub och 0,45 m³fub på de 8 objekten. Den vägda medeldiametern blev för objekten med massaved av fallande längder 0,34 m³fub med en standardavvikelse på 0,09 m³fub. Den vägda medeldiametern blev samma, 0,34 m³fub för objekten med tremeters massaved med en standardavvikelse på 0,06 m³fub.

4.1.1 Produktion

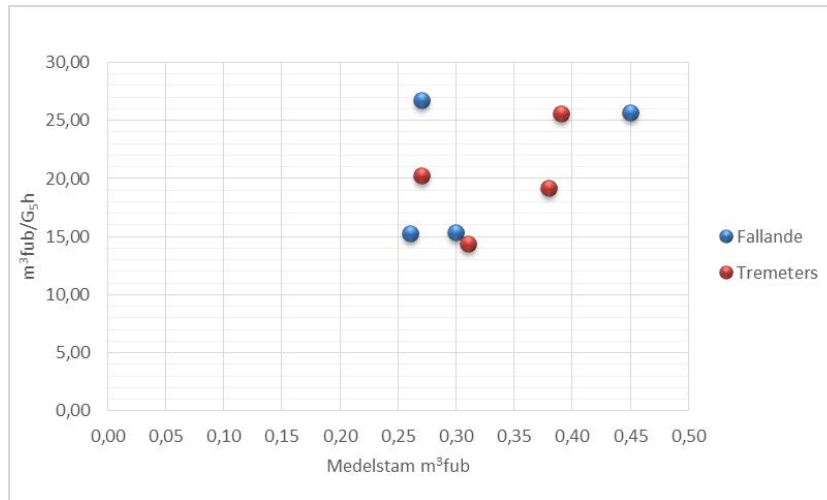
Produktionen hos skördaren varierade mellan 25,84 m³fub/G₅h och 39,50 m³fub/G₅h i objekten där massaved med fallande längd apterades. Vid de objekten där man apterade tremeters massaved varierade produktionen mellan 26,41 och 35,09 m³fub/G₅h. I figur 4.1 kan man se hur produktionen skilde sig mellan olika objekt.



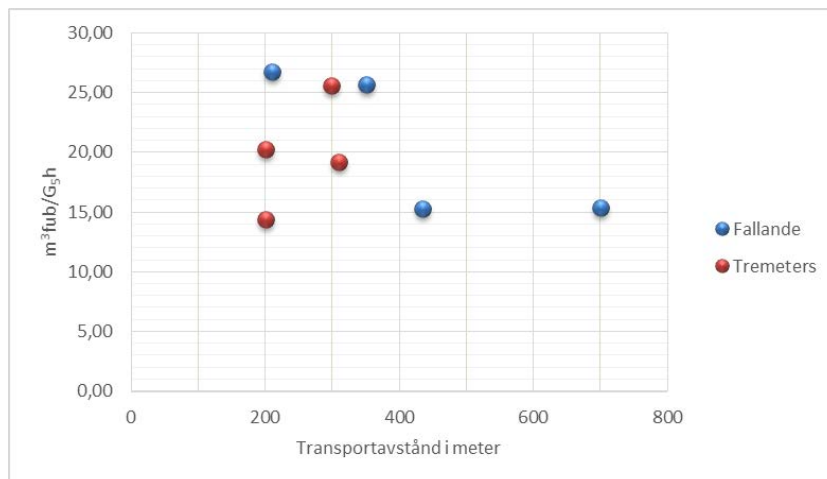
Figur 4.1. Produktionen i olika bestånd för skördaren i avverkningslag 8616 sorterat efter medelstam (m³fub) för objekt där massaved av fallande längd respektive objekt där tremeters massaved apterades.

Skotarens produktion när man apterade massaved av fallande längd var mellan 15,26 m³fub/G₅h och 26,74 m³fub/G₅h. När man apterade tremeters massaved varierade den mellan 14,38 m³fub/G₅h och 25,58 m³fub/G₅h. Skotarens transportavstånd varierade mellan 210 meter och 700 meter för objekten med

massaved av fallande längd och mellan 200 meter och 309 meter för avverkningstrakterna med tremeters massaved. I figur 4.2 och 4.3 åskådliggörs hur produktionen varierade mellan de aktuella objekten.

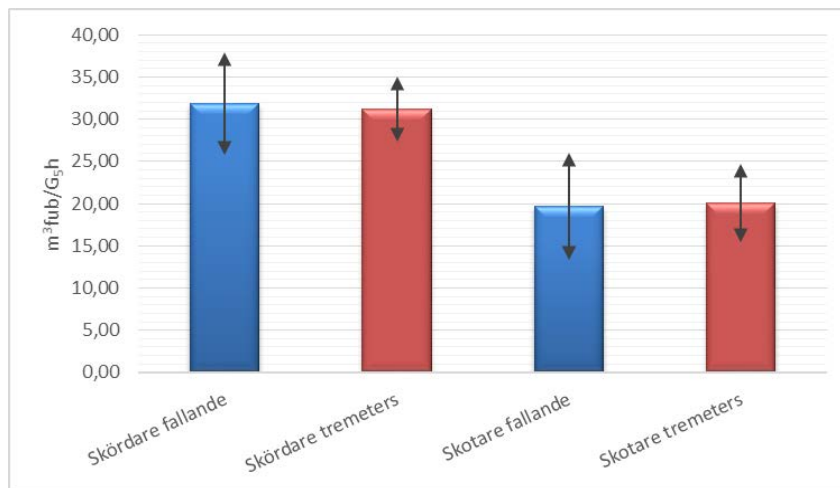


Figur 4.2. Produktionen i olika bestånd för skotaren i avverkningslag 8616 sorterat efter medelstam (m³fub) för objekt där massaved av fallande längd respektive objekt där tremeters massaved apterades.



Figur 4.3. Produktionen i olika bestånd för skotaren i avverkningslag 8616 sorterat efter transportavstånd (m) för objekt där massaved av fallande längd respektive objekt där tremeters massaved apterades.

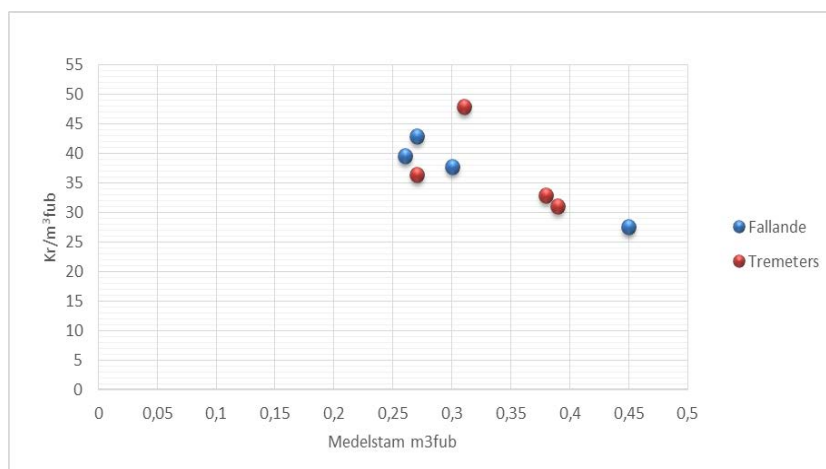
Den vägda medelproduktionen för skördaren i objekten med massaved av fallande längd blev 31,87 m³fub/G₅h med standardavvikelsen 6,13 m³fub/G₅h. För objekten med tremeters massaved var den vägda medelproduktionen 31,21 m³fub/G₅h och standardavvikelsen 3,84 m³fub/G₅h. Skotarens vägda medelproduktion för objekten med massaved av fallande längd var 19,7 m³fub/G₅h med standardavvikelsen 6,31 m³fub/G₅h medan objekten med tremeters massaved hade det vägda medelvärdet 20,08 m³fub/G₅h och standardavvikelsen 4,59 m³fub/G₅h. I figur 4.4 redovisas den vägda medelproduktionen med standardavvikelser. Skördarens produktionssänkning i samband med att tremeters massaved apterades istället för fallande längder blev 2,1% medan skotaren fick en produktionsökning vid tremeters massaved med 1,9%.



Figur 4.4. Den vägda medelproduktionen (m^3fub/G_5h) för avverkningslag 8616 (linjerna på staplarna indikerar standardavvikelsen) sorterat efter skördare, skotare för aptering av massaveden i fallande längder respektive tremeters längder.

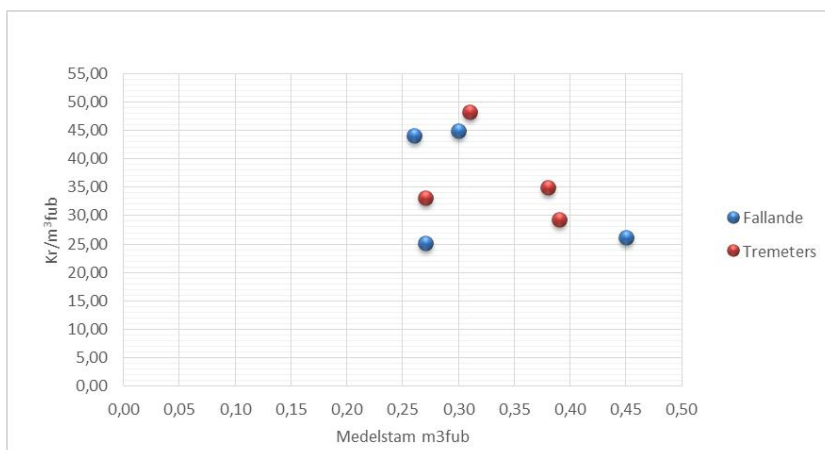
4.1.2 Kostnader

Kostnaderna för skördaren varierade mellan 27,55 kr/ m^3fub och 42,99 kr/ m^3fub för objekten med massaved av fallande längd som apteringsinstruktion. För objekten där man apterade massaveden i tremeters längder var kostnadspridningen inom intervallet 31,10 kr/ m^3fub och 47,98 kr/ m^3fub (se figur 4.5).

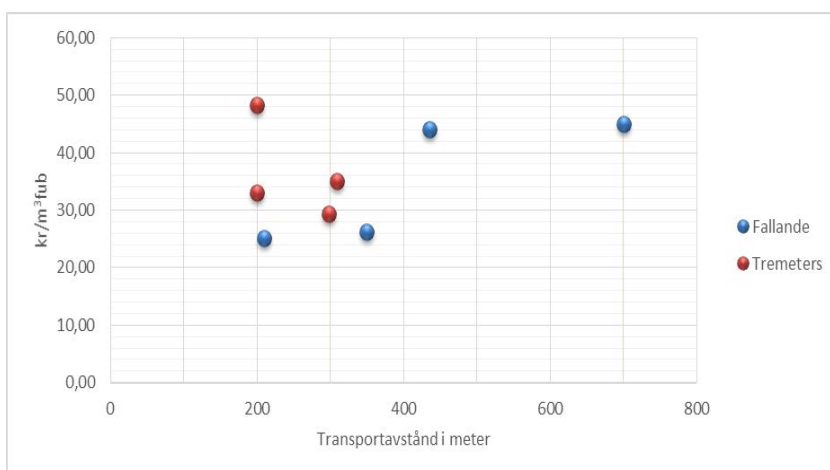


Figur 4.5. Kostnader i olika bestånd för skördaren i avverkningslag 8616 sorterat efter medelstam (m^3fub) för objekt där massaved av fallande längd respektive objekt där tremeters massaved apterades.

Skotarens kostnader för objekten med massaved av fallande längd varierade mellan 25,17 kr/ m^3fub och 44,94 kr/ m^3fub . På de objekt man apterade massaveden i tremeters längder var den lägsta kostnaden 29,31 kr/ m^3fub och den högsta 48,29 kr/ m^3fub . Transportavståndet varierade på objekten med massaved av fallande längd mellan 210 meter och 700 meter medan det för objekten med tremeters massaved var mellan 200 meter och 309 m. I figur 4.6 redovisas skotarkostnaden för objekten sorterade efter medelstam och i figur 4.7 ser du objektens kostnader för skotningen sorterat efter transportavstånd.



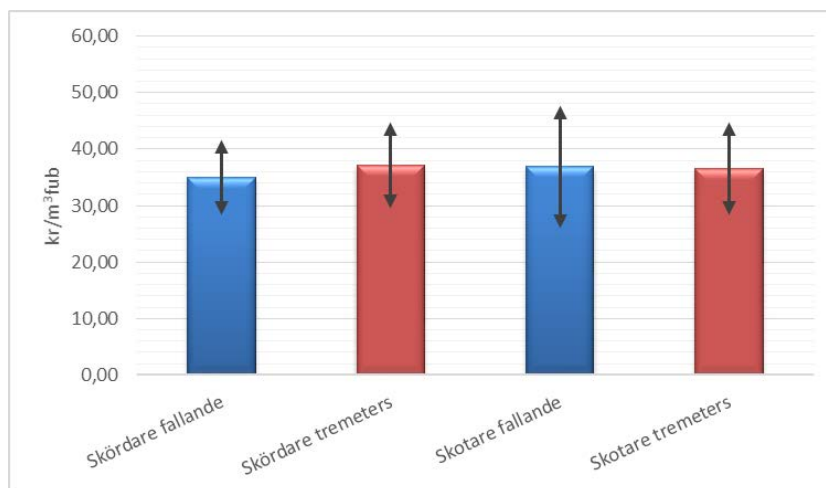
Figur 4.6. Kostnader i olika bestånd för skotaren i avverkningslag 8616 sorterat efter medelstam (m^3fub) för objekt där massaved av fallande längd respektive objekt där tremeters massaved apterades.



Figur 4.7. Kostnader i olika bestånd för skotaren i avverkningslag 8616 sorterat efter transportavstånd (m) för objekt där massaved av fallande längd respektive objekt där tremeters massaved apterades.

Den totala kostnaden för objekten varierade från 53,75 kr/m^3fub till 83,76 kr/m^3fub för de objekt där massaved av fallande längd apterades. För objekten där tremeters massaved apterades var kostnaden mellan 60,41 kr/m^3fub och 96,27 kr/m^3fub .

Den vägda medelkostnaden för skördare där massaved av fallande längd apterades var 34,99 kr/m^3fub med en standardavvikelse på 6,65 kr/m^3fub . För skotaren på dessa objekt var den vägda medelkostnaden 36,87 kr/m^3fub med en standardavvikelse på 10,89 kr/m^3fub . För objekten med tremeters massaved var den vägda medelkostnaden för skördaren 37,14 kr/m^3fub med standardavvikelsen 7,59 kr/m^3fub . Skotarens vägda medelkostnad var 36,57 kr/m^3fub och standardavvikelsen 8,26 kr/m^3fub . Detta redovisas i figur 4.8.



Figur 4.8. Den vägda medelkostnaden (kr/m³fub) för avverkningslag 8616 (linjerna på staplarna indikerar standardavvikelsen) sorterat efter skördare, skotare och efter om man apterat massaveden i fallande längder eller tremetersmassaved

Den totala vägda medelkostnaden för objekten där massaved av fallande längd apterades blev 71,87 kr/m³fub och för objekten där tremeters massaved apterades 73,72 kr/m³fub. Detta gav en skillnad på 1,85 kr/m³fub. I tabell 4.1 visas en sammanställning över vägda medelvärden för de avverkade objekten. Vägningen är gjord baserat på objektens storlek i avverkad volym m³fub.

Tabell 4.1. Sammanställning av de vägda medelvärdena för avverkningslag 8616 på alla de körda objekten sorterade efter om massaveden apterats i fallande längder eller tremeters längd.

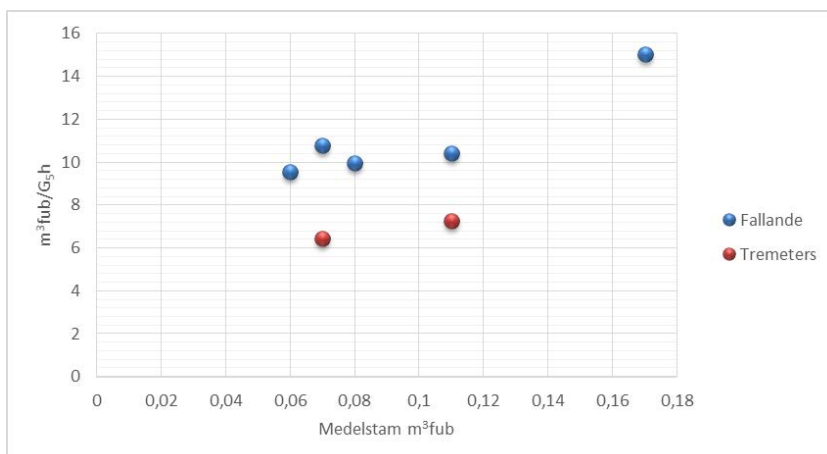
Apteringsinstruktion	Skördaren kr/m ³ fub	Skotaren kr/m ³ fub	Medelstam m ³ fub	Transportavstånd meter	Totalkostnad kr/m ³ fub
Fallande	34,99	36,87	0,34	481	71,87
Tremeters	37,14	36,57	0,34	256	73,72
Skillnad					-1,85

4.2 Gallring

Gallringslagen 8615 och 8621 högg tillsammans i denna undersökning 19 399 m³fub fördelat på 16 594 m³fub med massaved i fallande längder och 2 805 m³fub där man apterade massaveden i tremeterslängder. På 7 objekt apterades massaved av fallande längd och där varierade medelstammen från 0,06 m³fub till 0,19 m³fub och medelobjektet var 2371 m³fub. För objekten med tremeters massaved låg medelstammen mellan 0,06 m³fub och 0,13 m³fub och medelobjektet motsvarade 701 m³fub.

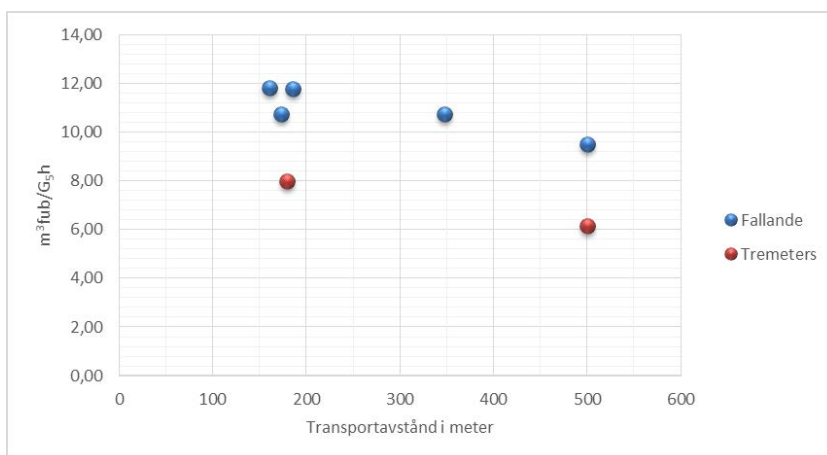
4.2.1 Produktion

Avverkningslag 8615 hade i undersökningen en produktion för skördaren på mellan 9,53 m³fub/G₅h och 15,01 m³fub/G₅h på de objekt där massaved av fallande längd skulle apteras. För objekten där tremeters massaved apterades var produktionen 6,45 m³fub/G₅h som lägst och 7,25 m³fub/G₅h som högst. I figur 4.9 redovisas hur skördarens produktion varierade mellan de olika objekten.

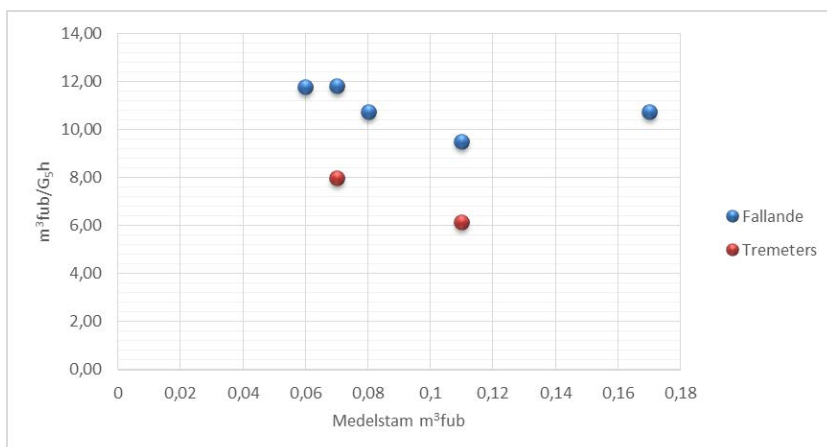


Figur 4.9. Produktion (m^3fub/G_5h) i olika bestånd för skördaren i avverkningslag 8615 sorterat efter medelstam (m^3fub) för objekt där massaved av fallande längd respektive objekt där tremeters massaved apterades.

Skotarens transportavstånd för avverkningslag 8615 för objekten med massaved av fallande längder varierade mellan 161 m och 500 m och för objekten med tremeters massaved mellan 179 meter och 500 meter. Produktionen för skotaren vid objekten med massaved av fallande längd var mellan 9,48 m^3fub/G_5h till 11,82 m^3fub/G_5h . För objekten med tremeters massaved var variationen 6,16 m^3fub/G_5h till 7,98 m^3fub/G_5h . I figur 4.10 och figur 4.11 redovisas alla objekten för skotaren i avverkningslag 8615 sorterat efter medelstam och transportavstånd.

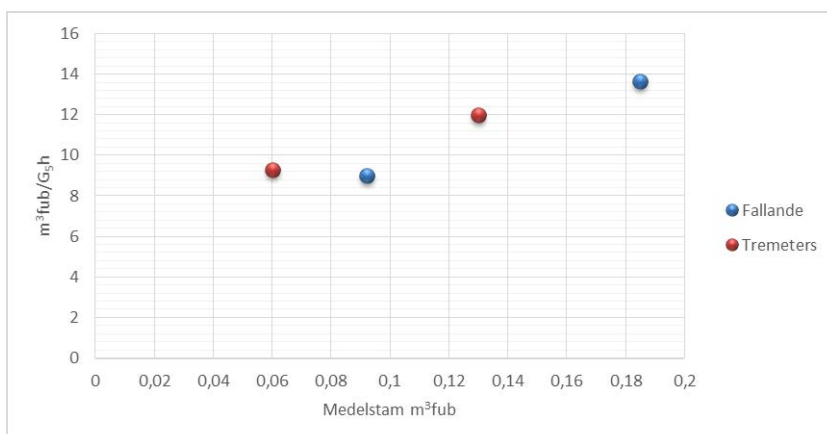


Figur 4.10. Produktion i olika bestånd för skotaren i avverkningslag 8615 sorterat efter transportavstånd (m) för objekt där massaved av fallande längd respektive objekt där tremeters massaved apterades.



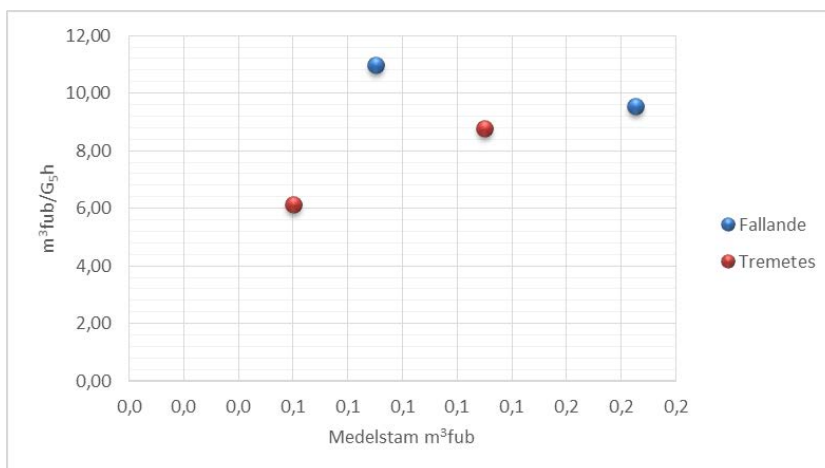
Figur 4.11. Produktionen i olika bestånd för skotaren i avverkningslag 8615 sorterat efter medelstam (m^3fub) för objekt där massaved av fallande längd respektive objekt där tremeters massaved apterades.

Maskinlag 8621 hade i undersökningen en produktion på $9,02 m^3fub/G_5h$ respektive $13,65 m^3fub/G_5h$ för skördaren när man apterade massaved av fallande längd. Vid tremeters massaved var värdena $9,26 m^3fub/G_5h$ och $12,01 m^3fub/G_5h$. Objekten redovisas i figur 4.12.

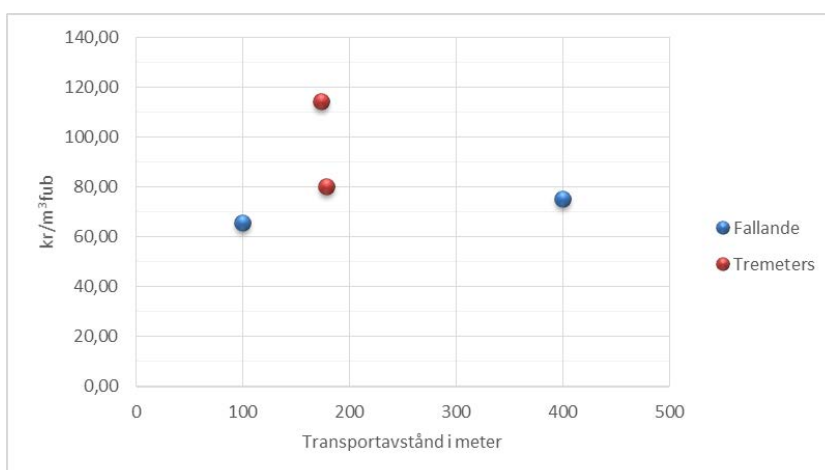


Figur 4.12. Produktionen i olika bestånd för skördaren i avverkningslag 8621 sorterat efter medelstam (m^3fub) för objekt där massaved av fallande längd respektive objekt där tremeters massaved apterades.

Skotarens produktion för objekten med massaved av fallande längd var $9,53 m^3fub/G_5h$ och $10,98 m^3fub/G_5h$ och transportavståndet var 400 meter och 100 meter. På objekten där tremeters massaved höggs var skotarens produktion mellan $6,15 m^3fub/G_5h$ och $8,77 m^3fub/G_5h$ med ett transportavstånd på 173 meter och 178 meter. Skotarens produktion på de olika objekten redovisas i figur 4.13 och figur 4.14.

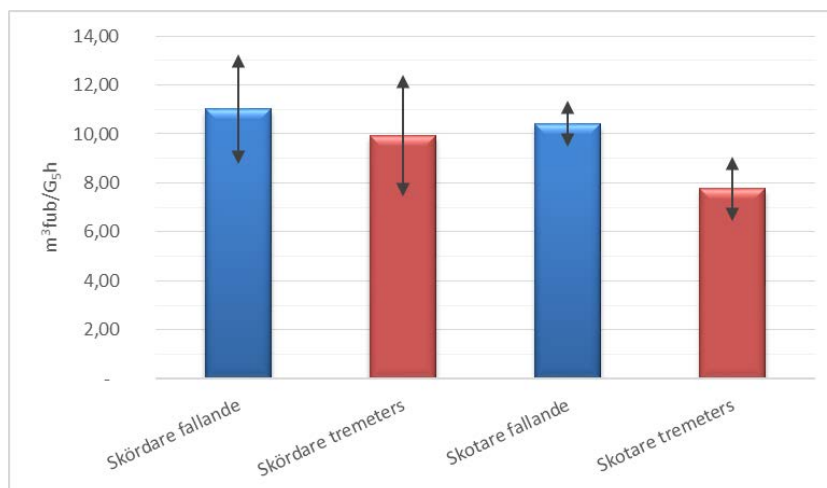


Figur 4.13. Produktionen i olika bestånd för skotaren i avverkningslag 8621 sorterad efter medelstam (m³fub) för objekt där massaved av fallande längd respektive objekt där tremeters massaved apterades.



Figur 4.14. Produktionen i olika bestånd för skotaren i avverkningslag 8621 sorterad efter transportavstånd (m) för objekt där massaved av fallande längd respektive objekt där tremeters massaved apterades.

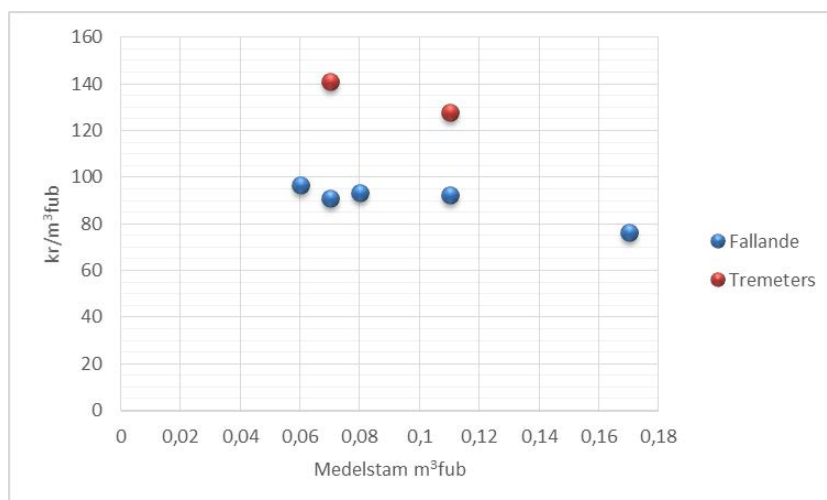
De två gallringslagen 8615 och 8621 hade tillsammans en vägd medelproduktion för skördarna motsvarande 11,01 m³fub/G₅h med en standardavvikelse på 2,25 m³fub/G₅h när man apterade massaved av fallande längd. För skotaren var den vägda medelproduktionen på 10,40 m³fub/G₅h med standardavvikelsen 0,94 m³fub/G₅h. När man använde sig av apteringsinstruktionen tremeters massaved hade skördarna en vägd medelproduktion på 9,92 m³fub/G₅h med standardavvikelsen 2,48 m³fub/G₅h. Skotarnas medel låg på 7,76 m³fub/G₅h och standardavvikelsen 1,35 m³fub/G₅h. Detta redovisas i figur 4.15. Detta innebär att produktionen sjunker med 9,9 % för skördaren när man apterar tremeters massaved och på skotaren är produktionssänkningen 25,4 %.



Figur 4.15. Den vägda medelproduktionen (m^3fub/Gsh) med standardavvikelse för avverkningslag 8615 och 8621 sorterat efter skördare, skotare och efter om man apterat massaveden i fallande längder respektive tremetersmassaved.

4.2.2 Kostnader

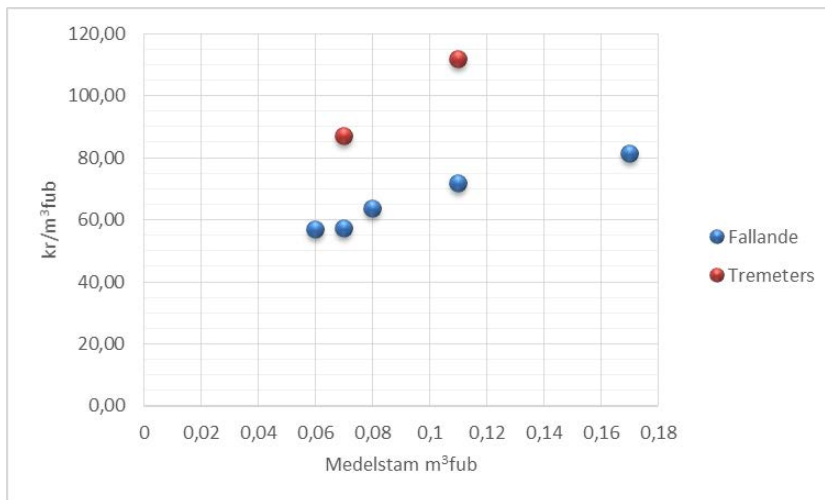
Den vägda medelkostnaden för skördaren i avverkningslag 8615 var 90,56 kr/ m^3fub med standardavvikelsen 7,79 kr/ m^3fub när man apterade massaveden i fallande längder. Spridningen i kostnad var från 76,49 kr/ m^3fub till 96,64 kr/ m^3fub . Vid apteringsinstruktionen tremeters massaved var den vägda medelkostnaden för skördaren 134,8 kr/ m^3fub med standardavvikelsen 9,33 kr/ m^3fub . Kostnaden för objekten var 128 kr/ m^3fub och 141,19 kr/ m^3fub . Kostnaderna för de olika objekten redovisas i figur 4.16.



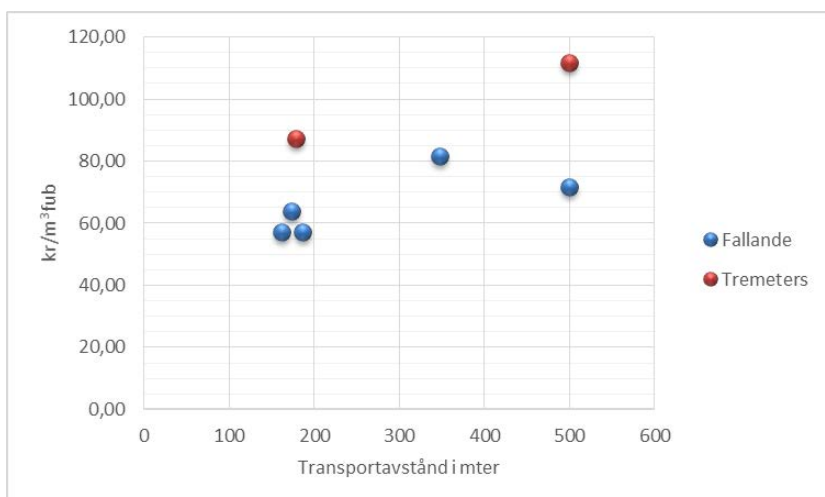
Figur 4.16. Kostnader i olika bestånd för skördaren i avverkningslag 8615 sorterat efter medelstam (m^3fub) för objekt där massaved av fallande längd respektive objekt där tremeters massaved apterades.

Skotarens kostnad i avverkningslag 8615 när man apterade massaveden i fallande längder var mellan 57,17 och 81,44 kr/ m^3fub . Detta gav en vägda medelkostnad på 68,13 kr/ m^3fub med en standardavvikelse på 10,38 kr/ m^3fub . Alla objekten redovisas i figur 4.17. Transportavståndet varierade på dessa objekt mellan 161 meter och 500 meter. För de objekt där tremeters massaved apterades var skotarens kostnad 87,29 kr/ m^3fub och 111,88 kr/ m^3fub . Detta gav

ett vägt medelvärde på 99,23 kr/m³fub med en standardavvikelse på 17,39 kr/m³fub. Transportavstånden var 179 m och 500 m. Kostnaderna sorterade efter transportavstånd redovisas i figur 4.18.

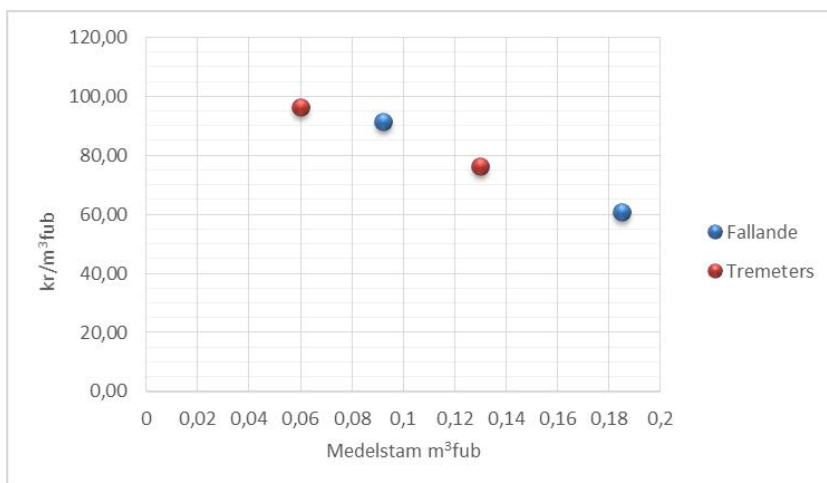


Figur 4.17. Kostnader i olika bestånd för skotaren i avverkningslag 8615 sorterat efter medelstam (m³fub) för objekt där massaved av fallande längd respektive objekt där tremeters massaved apterades.



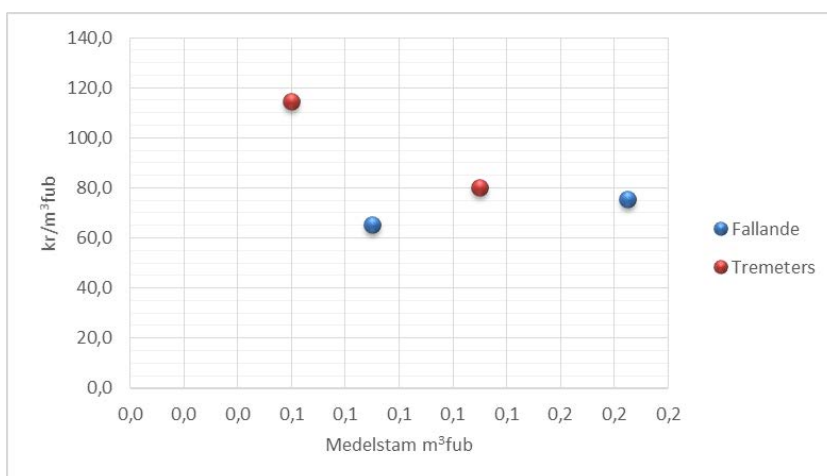
Figur 4.18. Kostnader i olika bestånd för skotare i avverkningslag 8615 sorterat efter transportavstånd (m) för objekt där massaved av fallande längd respektive objekt där tremeters massaved apterades.

Kostnaderna för skördaren i avverkningslag 8621 redovisas i figur 4.19. Vid aptering av massaved i fallande längder var kostnaden 60,85 och 91,34 kr/m³fub. Detta gav en vägd medelkostnad på 68,79 kr/m³fub. Vid aptering av tremeters massaved var medelvärdet 81,86 kr/m³fub och de objekten hade kostnader motsvarande 76,36 kr/m³fub och 69,38 kr/m³fub.

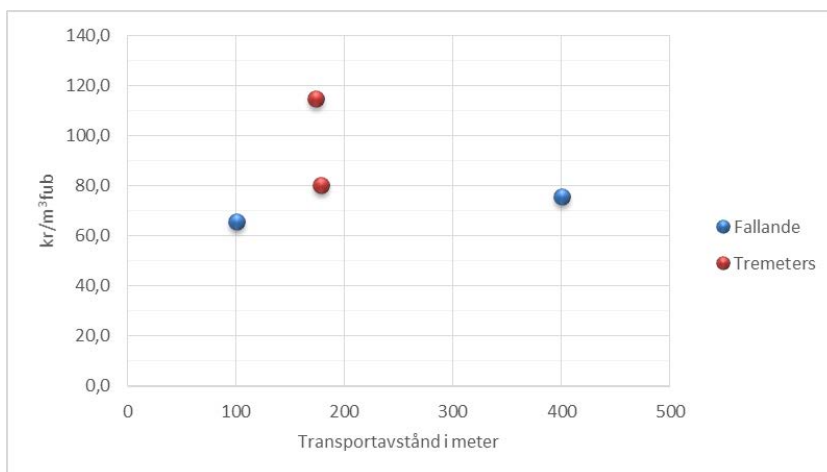


Figur 4.19. Kostnader i olika bestånd för skördaren i avverkningslag 8621 sorterade efter medelstam (m³fub) för objekt där massaved av fallande längd respektive objekt där tremeters massaved apterades.

Avverkningslag 8621's skotare hade kostnader på 65,52 kr/m³fub och 75,45 kr/m³fub vid aptering av massaved i fallande längder. Vägd medelkostnad blev då 72,86 kr/m³fub. Transportavstånden var 100 meter respektive 400 meter. Skotarens kostnad när man huggit massaveden i tremeters längder var 80,10 kr/m³fub och 114,54 kr/m³fub vilket gav ett vägt medelvärde på 89,56 kr/m³fub. Transportavstånden var 178 m och 173 m. Skotarens kostnader för de olika objekten redovisas i figur 4.20 och figur 4.21.

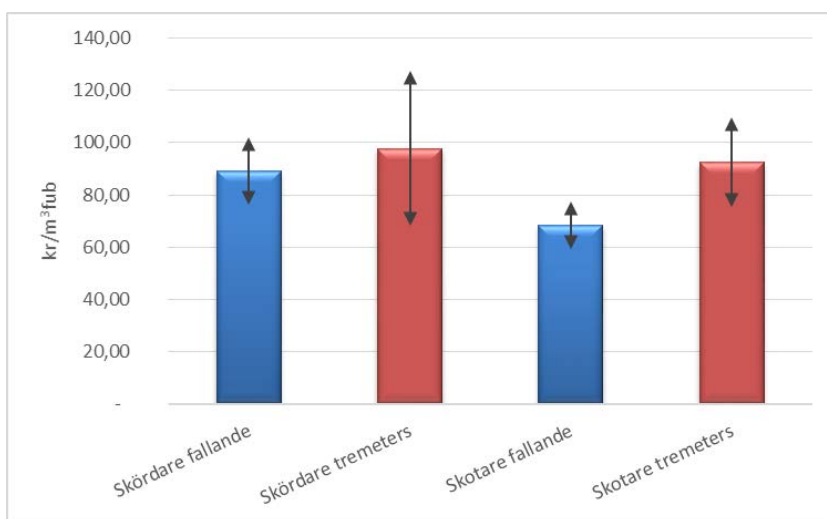


Figur 4.20. Kostnader i olika bestånd för skotaren i avverkningslag 8621 sorterat efter medelstam (m³fub) för objekt där massaved av fallande längd respektive objekt där tremeters massaved apterades.



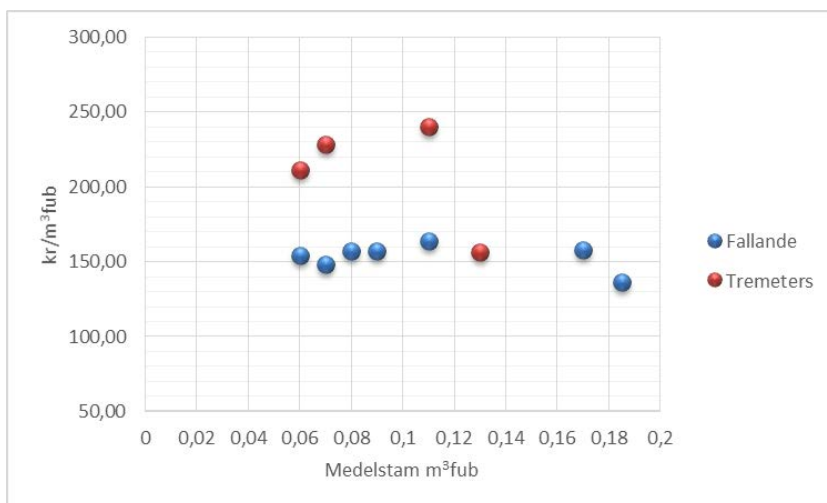
Figur 4.21. Kostnader i olika bestånd för skotaren i avverkningslag 8621 sorterat efter transportavstånd (m) för objekt där massaved av fallande längd respektive objekt där tremeters massaved apterades.

I figur 4.22 har kostnaderna för avverkningslagen 8615 och 8621 räknats samman. Detta ger en vägd medelkostnad för skördaren vid aptering av massaved i fallande längder motsvarande 89,14 kr/m³fub med standardavvikelsen 12,77 kr/m³fub. Skotarnas kostnad blir i genomsnitt 68,44 kr/m³fub med 9,18 i standardavvikelse. När man i stället apterar tremeters massaved blir den vägda medelkostnaden för skördarna 97,82 kr/m³fub med en standardavvikelse på 29,51 kr/m³fub. Skotarnas medelkostnad blir 92,48 kr/m³fub och standardavvikelsen 17,33 kr/m³fub.



Figur 4.22. Den vägda medelkostnaden (kr/m³fub) (linjerna på staplarna indikerar standardavvikelsen) för avverkningslag 8615 och 8621 sorterat efter skördare, skotare och efter om man apterat massaveden i fallande längder eller tremeters massaved.

Den vägda medelavverkningskostnaden för avverkningslagen 8615 och 8621 blev 157,58 kr/m³fub med en standardavvikelse på 8,95 kr/m³fub när man apterade massaved av fallande längd. När man apterade massaveden i tremeters längder blev medelkostnaden 190,30 kr/m³fub med standardavvikelsen 36,95 kr/m³fub. I Figur 4.23 redovisas totala avverkningskostnaden för alla objekten för maskinlag 8615 respektive 8621.



Figur 4.23. Totalkostnad i olika bestånd för avverkningslagen 8615 och 8621 sorterat efter medelstam (m^3fub) för objekt där massaved av fallande längd respektive objekt där tremeters massaved apterades.

Totalkostnaden var på 157,58 kr/m^3fub för massaved av fallande längd och 190,30 kr/m^3fub för tremeters längder vilket gav en skillnad på 32,71 kr/m^3fub . I tabell 4.2 redovisas en sammanställning över vägda medelvärden baserat på objektens volym.

Tabell 4.2. Sammanställning över vägda medelvärden för avverkningslag 8615 och 8621 baserat på alla de i studien inkluderade objekten för massaved apterad i fallande längder respektive tremeters längd.

Apteringsinstruktion	Skördaren kr/m^3fub	Skotaren kr/m^3fub	Medelstam m^3fub	Transportavstånd meter	Totalkostnad kr/m^3fub
Fallande	89,14	68,44	0,11	339	157,58
Tremeters	97,82	92,48	0,10	224	190,30
				Skillnad	-32,71

5. DISKUSSION

I detta avsnitt diskuteras valet av metod för undersökningen, samt utfallet av studien.

5.1 Metod

Anledningen till att vi baserade studien på de uppgifter som Sveaskog redan fått in i sitt system Rapp var att vi skulle kunna få in en större mängd data att analysera än om arbetet baserats på en ny datainsamling. Detta upplägg ansågs vara det lämpligaste och det som kunde antas ge det klart bästa resultatet. Syftet var att virkesvolymerna som ingick i analysen skulle bli stora, att parametrar som medelstam, transportavstånd, diameterspridning samtätthet i bestånden, terrängförhållanden och andra sortiment inte skulle ha så stor inverkan på resultatet. Alla dessa faktorer påverkar skotaren och skördarens produktivitet och därmed i slutändan kostnaden per avverkad kubikmeter virke (Nurminen m.fl., 2006; Brunberg m.fl., 1989; Heinimann 2001).

En svaghet med denna undersökning var att antalet objekt och virkesvolymerna inte riktigt blev så stora som ursprungligen planerat. Totalt ingick 19 objekt motsvarande 41 114 m³fub. För en del kombinationer av apteringsmetod och objekt ingick endast två objekt och runt 1 000 m³fub och då ökar risken att resultaten kan ha påverkats av de parametrar som nämns ovan. I efterhand kan man konstatera att urvalet skulle ha styrts lite mer för att få en bättre jämförelse. Men om man hade styrt urvalet mot t.ex. en viss medelstam skulle resultaten bara visat på skillnaderna vid denna medelstam och det var inte målet med undersökningen. För att minska spridningen skulle maximi- och minimivärden satts upp för viktiga parametrar inför urvalet.

En annan möjlig metod skulle ha varit att dela upp alla objekten i två delar och köra massaved i fallande längder på den ena delen och tremeters massaved på den andra. Denna metod hade inneburit att man hade haft väldigt lika förutsättningar. Då hade det dock inte varit möjligt att gå tillbaka i tiden och plocka fram objekt som redan var avverkade, och studien skulle ha begränsats till relativt stora objekt som var delningsbara. Detta hade krävt mer tid för att få ihop tillräckligt stora volymer.

Valet att ta tidsuppgifterna från maskinernas datorer och inte göra nya mätningar i fält har sin bakgrund i att det inte fanns tillräckligt med tid för att göra detta och risken för felmätning hade ökat om tidtagningen gjorts i egen regi.

5.2 Resultat

Resultaten som redovisas i denna undersökning stämmer överens med de tankar jag hade innan studien gjordes. Hela idén var att ta reda på hur mycket mer det kostade att aptera massaveden i tremeters längder istället för i fallande längd. Resultatet på slutavverkningen förvånade mig dock en del.

5.2.1 Slutavverkning

Vid slutavverkningen var kostnaden 1,85 kr/m³fub högre när man apterade massaveden i tremeterslängder jämfört med fallande längder. En av de ursprungliga hypoteserna var att denna skillnad skulle vara större. Det jag framförallt trodde skulle leda till ökade skillnader var kostnaden för skotningen. Här skilde det bara 30 öre och produktionen var 1,9 % högre när man apterade massaveden i tremeters längder. En parameter som troligen delvis förklarar detta är transportavståndet som var 225 meter kortare för objekten med tremeters massaved. Hade man haft ett längre transportavstånd hade resultatet sett annorlunda ut.

Det hade varit intressant att veta hur hög massavedsandel var. Är massavedsandel låg så är det ju inte så mycket volym som får en annan apteringsinstruktion. Då borde inte skillnaden i resultaten mellan de olika apteringsinstruktionerna bli så stor.

Det är svårt att i samband med slutavverkningen se någon tydlig trend för att det skulle vara dyrare att aptera tremeters massaved. Detta har jag svårt att förklara. En trolig orsak är att massaveden är en sådan liten del av den totalt avverkade virkesvolymen. Parametrar som medelstam, stamtäthet och terräng har säkert större påverkan på resultatet än vad massavedens apteringsinstruktion har. Detta kan man se i figur 4.5 och 4.6 under resultatdelen.

5.2.1 Gallring

Vid gallring var kostnadsskillnaden 32,71 kr/m³fub. Även här stämde teorin om att det skulle vara dyrare med tremeters massaved. Jag förväntade mig inte denna stora skillnad vid gallring.

Eventuellt kan objektens storlek ha haft betydelse. Objekten med tremeters massaved var mindre än objekten där man apterade massaved av fallande längd vilket kan ha haft betydelse. Effekten av medelstammens volym är svår att värdera då skördarens kostnader i denna studie minskar vid ökad medelstam medan skotarens kostnad ökar. Men det finns även avvikelser mellan objekten som talar för att kostnadsskillnaden skulle kunna vara större. Precis som vid slutavverkningen blir transportavståndet längre för objekten där man apterade massaved av fallande längd. Ett längre skotningsavstånd för objekten där tremeters massaved apterades skulle resultera i en högre kostnad för skotaren.

Vid slutavverkning såg man inga tydliga trender men däremot kunde man se detta vid gallring. I figur 4.16 till 4.18 åskådliggörs tydligt en trend att kostnaden är högre när tremeters massaved apteras. Att trenderna är tydligare här borde bero på att parametrarna medelstam, transportavstånd och val av apteringsinstruktion för massaveden har stor påverkan på pris och produktion.

Trenden är tydlig när det gäller kostnaden i gallring. Det är dyrare när man apterar massaveden i tremeterslängder. Denna trend var inte tydlig vid slutavverkning. Orsaken till detta bör vara att massavedsandel är betydligt

högre vid gallring. Det är alltså större del av volymen som påverkas av förändringen av apteringsinstruktionen.

Kostnaden för att aptera massaveden i tremeters längder var betydligt högre än vad jag trodde innan jag påbörjade undersökningen. Jag trodde inte skillnaden jämfört med massaved i fallande längder skulle vara så stor.

Det har varit svårt att jämföra mina resultat med resultat i liknande studier då det finns väldigt få studier publicerade. Men jag har tidigare i rapporten hänvisat till ett examensarbete av Henriksson (2003). Hans studie handlar om skillnader i att aptera massaveden i tremeterslängder eller fyrameterslängder. Här kan man göra vissa jämförelser, men det som är viktigt att komma ihåg att i hans studie är det inte fallande massaved man jämför med. Henriksson (2003) har också valt att dela in gallringen i fyra olika grupper. Dessa var förstagallring där massaved och timmer apterades, förstagallring där man apterade massaved, timmer och kubb, samt samma två ovannämnda grupper gällande apteringsinstruktion men i istället i andragallring. Denna indelning gjorde inte jag. Produktionen uttryckt i $m^3\text{fub}/G_{15h}$ var mellan 2,6-3,3 % högre för skördaren i bestånd där fyrameters massaved apterades och skotarens produktion var mellan 8,9-12,1 % högre (Henriksson 2003). I min studie kom jag fram till att produktionen i $m^3\text{fub}/G_5h$ för skördaren var 9,9 % lägre när man apterade tremeters massaved i stället för att aptera fallande massaved och skotaren hade en minskad produktion motsvarande 25,4 %.

Varför blir då skillnaden relativt stor mellan våra studier? En faktor som har påverkan är att Henriksson (2003) använde sig av tidsbegreppet G_{15h} , medan jag har använt mig av G_5h . Produktionsökningen var enligt Henriksson (2003) ca 3 % uttryckt i $m^3\text{fub}/G_{15h}$ medan jag uppmätte en ökning på 9,9 % uttryckt i $m^3\text{fub}/G_5h$. Jag har alltså betydligt färre stopp och störningar med i min studie och bör därför få en större skillnad. Att aptera fyrameters massaved istället för fallande borde också betyda mindre lastad volym på varje skotare då man strävar efter en längre medellängd än fyra meter när man apterar fallande länder.

Den sista faktorn jag ska ta upp som påverkar både mitt resultat i jämförelsen mellan tremeters massaved och fallande massaved i gallring samt skillnaden i resultat mellan min studie och Henriksson (2003) är användningen av aggregat med flerträdshantering. Ska massaveden apteras i precisa längder (tre meter eller fyra meter) så är det svårt att använda sig av flerträdshanteringen då det blir en del missar i längdmätningen. Ska du istället aptera massaved i fallande längder gör det inte så mycket om längdmätningen tappar 20-30 cm på en av stammarna du har i aggregatet. Detta bör vara en faktor som gör att produktionen för skördaren ökar när man apterar massaveden i fallande längder.

6. SAMMANFATTNING

I detta examensarbete undersöks hur Sveaskogs kostnader ökar vid aptering av massaved i tremeters standardlängd jämfört med aptering i fallande längder. Studien omfattar avverkning och transport av virket till bilväg och är utförd i samarbete med Sveaskog.

Skördarens prestation påverkas av faktorer som medelstam, stamtäthet, trädens placering och förekomsten av underväxt i beståndet. För skotaren är transportavstånd, förarens skicklighet och virkeshögarnas utformning några faktorer som påverkar.

För att i denna studie försöka identifiera möjligheter till att minska eller eliminera påverkan av dessa faktorer samlades och analyserades stora mängder data. All data inhämtades från Sveaskogs interna program Rap och inga mätningar gjordes i fält då det inte fanns tid till detta. Studien genomfördes på tre maskinlag i Småland, två gallringslag och ett slutavverkningslag.

Studien omfattar 19 objekt där massaveden apterats i fallande längder på 11 av dessa medan tremeters massaved producerats på 8 objekt. Den totala virkesvolymen som ingick i studien motsvarade 41 114 m³fub varav slutavverkningslaget stod för 21 714 m³fub. Slutavverkarens volym var fördelad på fyra objekt med massaved i fallande längder och fyra objekt med tremeters massaved. Skördarens kostnad vid slutavverkning i samband aptering av massaved i fallande längder blev 34,99 kr/m³fub och skotarens kostnad blev 36,87 kr/m³fub. Detta gav en total kostnad på 71,87 kr/m³fub. När man apterade massaveden i tremeters längder blev kostnaden för skördaren 37,14 kr/m³fub och för skotaren 36,57 kr/m³fub. Detta gav en total kostnad på 73,72 kr/m³fub. Skillnaden i total kostnad vid slutavverkning blev därför 1,85 kr/m³fub.

De båda gallringslagen högg tillsammans 19 399 m³fub fördelat på 16 594 m³fub där man apterade massaved i fallande längder och 2 805 m³fub där man producerade tremeters massaved. Skördarens kostnad när man apterade massaved av fallande längder blev 89,14 kr/m³fub och skotarens kostnad blev 68,44 kr/m³fub och detta gav en total kostnad på 157,58 kr/m³fub. På objekten där man apterade massaveden i tremeters längder blev kostnaden för skördaren 97,82 kr/m³fub och för skotaren 92,48 kr/m³fub. Detta gav en total kostnad på 190,30 kr/m³fub. Skillnaden i total kostnad blev 32,71 kr/m³fub för gallringslagen.

7. REFERENSLISTA

7.1 Publikationer

Anon. (1994). *TNC 96 Skogsordlistan*. ss 229, Tekniska nomenklaturcentralen & Sveriges skogsvårdsförbund

Bergstrand, K.G. (1985). Underlag för prestationsmål för skotning. Oskarshamn: Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. (*Redogörelse nr 7, 1985*)

Borg, O. (1989). *Papper och pappersmassa – en grundbok*. Markaryd: SSIF Förlag

Brunberg, T. Thelin, A & Westerling, S. (1989). Underlag för prestationsnormer för engreppskördaren i gallring. Forskningsstiftelsen skogsarbetarna. (*Redogörelse nr 3, 1989*)

Brunberg, T. (1997). Underlag för produktionsnorm för engreppskördare i gallring. Oskarshamn: Skogforsk. (*Redogörelse nr 8, 1997*)

Brunberg, T. (2004). Underlag för produktionsnormer för skotare. Gävle: Skogforsk. (*Redogörelse nr 3, 2004*)

Eriksson, E. (1958). Utbytet massaved vid aptering i fallande och standardlängder. Stockholm: Kungl. Skogshögskolan – institutionen för virkeslära. (*Uppsatser nr 18*).

Gullberg, T (1997). Tidsåtgångsmodell för skotning. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet institutionen för skogsteknik. (*Uppsatser och resultat nr 297, 1997*)

Heinimann, H. (2001). Productivity of a cut-to-length harvester family - an analysis based on operation data. Zurich: Swiss Federal Institute of Technology

Henriksson, J. (2003). Förändrad aptering av massaved från 3- till 4-meters längder vid gallring inom Södra. Uppsala: SLU, Institutionen för Skogens produkter och marknader. (*Examensarbete nr 12, 2003*).

Nurminen, T. Korpunen, H & Uusitalo, J. (2006). Time Consumption Analysis of the Mechanized Cut-to-length Harvesting System. *Silva Fennica* 40(2), 335–363

Sennblad, G. (2008). *Aptering och virkeskännedom III*. Alvesta: Firma småskogen.

Sirén, M & Aaltio, H. (2003). Productivity and Costs of Thinning Harvesters and Harvester-Forwarders. *International Journal of Forest Engineering*, 14(1), 39-48

Skogsstyrelsen (2014). *Skogsstatistiks årsbok 2014*. Jönköping: Skogsstyrelsen

Sveaskog (2014). *Sveaskog i korthet 2013*. Stockholm: Sveaskog

Vestling, B. (2012). Kostnadspåverkande faktorer för skördaren – En analys av uppföljningsdata hos Stora Enso Skog. Umeå: SLU, Institutionen för skoglig resurshushållning. (*Arbetsrapport nr 384, 2012*).

7.2 Internetdokument

Länk A

Sveaskog 2015. *Om Sveaskog*. [Online] Tillgänglig: <http://www.sveaskog.se/Om-Sveaskog/> [2016-02-20]

Länk B

SCA 2015. *Papperstillverkning*. [Online] Tillgänglig: http://www.google.se/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0CDIQFjAD&url=http%3A%2F%2Fwww.sca.com%2FGlobal%2FPublicationpapers%2Fpdf%2FBrochures%2FPapermaking_SE.pdf&ei=iPGnVLagG-TmyQP0i4KwCw&usq=AFQjCNF86R9GTrx4N0Q46z-ZJ8T3uB0wiw [2015-01-21]

Länk C

Skogforsk 2015. *Effektivt skogsbruk – ett långsiktigt miljöarbete*. [Online] Tillgänglig: <http://www.skogforsk.se/kunskap/kunskapsbanken/2014/effektivt-skogsbruk---ett-langsiktigt-miljoarbete/> [2015-02-26]

Länk D

Skogforsk 2015. *Skogsbrukets produktivitet 2008-2013*. [Online] Tillgänglig: <http://www.skogforsk.se/kunskap/kunskapsbanken/2014/Skogsbrukets-produktivitet-2008-2013/> [2015-01-22]

Länk E

Skogforsk 2015. *Skogsbrukets kostnader och intäkter 2013*. [Online] tillgänglig: <http://www.skogforsk.se/kunskap/kunskapsbanken/2014/Skogsbrukets-kostnader-och-intakter-20131/> [2015-01-27]

7.3 Personliga kontakter

Lars Wilhelmsson. Skogforsk. lars.wilhelmsson@skogforsk.se. Tel. 018 - 18 85 55