



Ekonomisk betydelse av biometrias kvalitetssäkring för skogsmaskinlag

Economic effects of biometrics quality control on
forest machine operators

Oskar Engström

Examensarbete/Självständigt arbete • 30 hp

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU

Fakultet/Institution

Program/Utbildning

Serietitel, nummer i serien • ISSN XXXX-XXXX (om sådan finns)

Utgivningsort 20XX



Ekonomisk betydelse av Biometrias kvalitetssäkring för skogsmaskinlag

Oskar Engström

Handledare: Tomas Nordfjell, Sveriges lantbruksuniversitet, Skogens biomaterial och teknologi
Bitr. handledare: Lars Björklund, Biometria
Bitr. handledare: Sven Jägbrant, Biometria.
Examinator: Dan Bergström, Sveriges lantbruksuniversitet, Skogens biomaterial och teknologi

Omfattning: 30 hp
Nivå och fördjupning: Avancerad nivå
Kurstitel: (lägg till information om kurstitel här)
Kurskod: EX0956
Program/utbildning: Jägmästarprogrammet
Kursansvarig inst.: Skogens biomaterial och teknologi
Utgivningsort: Umeå
Utgivningsår: 2023
Upphovsrätt: Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
Serietitel: (om sådan finns eller radera rad)
Delnummer i serien: (om sådan finns eller radera rad)
ISSN: XXXX-XXXX (om sådan finns eller radera rad)

Nyckelord: Kvalitetssäkrade skördare, vrak, timmerandel, virkesvärde, övermål, tillredning, ekonomi

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för skogsvetenskap
Institutionen för skogens biomaterial och teknologi

Sammanfattning

Virkesvärdet påverkas till stor del av skogsmaskinlagens förmåga att aptera och sortera virke enligt apteringsinstruktioner. Syftet med studien var att kvantifiera skillnader i virkesvärde mellan skogsmaskinlag som hade kvalitetssäkring från Biometria (A) och maskinlag utan deras kvalitetssäkring (B). Materialet bestod av data från tre stockmätningstationer i norra, mellan och södra Sverige. Metoden bestod av flera analyser med fokus på kvalitet och noggrannhet hos maskinlag: andel vrakade stockar; andel volym av timmer, massaved och bränsleved; samt virkesvärde. Det analyserades även hur väl maskinlagen producerade stockar enligt sågverkets beställda längder och om övermål förekom (aptering något längre än beställning). För nord kunde inga slutsatser dras gällande övermålet då det framkom att ett okänt antal skördare gick under ett annat råvaruavtal som tolererade 4 cm kortare stockar. Resultatet visade att maskinlag som producerar större andel timmer också hade en större andel vrak som bedömts vara rimlig vraknivå (1–3 %). För nord producerade B mer timmer och hade störst andel skördare inom den rimliga vraklassen. I mellan och syd producerade A mer timmer samt hade större andel skördare med rimlig vraknivå. Resultatet för nord var att B genererade ett 0,9 % högre virkesvärde än A. För mellan och syd kunde ett 2,5 % högre virkesvärde påvisas för A, vilket uppskattningsvis innebär ca 650 000 kr per år och skördare. Biometrias kvalitetssäkring har tillämpats under kortare tid i nord vilket eventuellt kan förklara skillnaden till mellan och syd. Övermålsanalysen har påvisat skillnader för längder, men inte kvantifierat det ekonomiska värdet.

Nyckelord: Kvalitetssäkrade skördare, vrak, sortimentsandel, virkesvärde, övermål, tillredning, ekonomi

Abstract

Timber value is at a high degree effected by the actions of forest machine operators, their ability to buck and sort trees from given instructions. The purpose with this study was to quantify differences in timber value between forest machine operators quality controlled by Biometria (A) and forest machine operators without their quality control (B). The material contained data from tree sawmills in north, middle and south of Sweden. The method consisted of a variety of analyses with focus on quality and accuracy for machine operators: proportion of rejected logs; proportion of timber, pulpwood, and fuel wood; and timber value. There was also an analysis about how well the forest machines could produce timber logs according to the sawmills requested lengths and if they hit an over target goal (bucking longer than ordered). For north no conclusions could be drawn regarding the lengths because the sawmill had a special agreement that some suppliers were allowed to have logs four cm shorter than ordered. The results show that forest machines that produced more timber also had a larger amount rejected logs that was considered an accepted proportion (1-3 %). For north B produced more timber and had a greater amount of forest machines in the accepted proportion class of rejected logs. For mid and south A produced more timber and had a larger number of machines in the reasonable class of rejected logs. The result show that for north B had a 0.9 % higher timber value than A. For middle and south A had a 2.5 % higher timber value than B, which is about 650 000 SEK per year and machine. Biometrias quality control has not been used as long in the north as in the mid and south of Sweden, which could be an explanation to the differences between north and south. Analyzing the lengths has shown that there are differences but the economic value of it could not be quantified in this study.

Keywords: Quality control, rejected logs, timber, timber value, target length, bucking, economy

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	8
Figurförteckning.....	10
Förord.....	11
1. Inledning	12
1.1 Bakgrund.....	12
1.2 Historia om Biometria och virkesmätning	13
1.3 Beskrivning av ersättningsgrundande virkesmätning för sågtimmer av tall och gran	14
1.3.1 Olika typer av virkesmätning.....	14
1.3.2 Kvalitetsbestämning.....	15
1.4 Jämförelse med andra länder	16
1.5 Virkesorder.....	17
1.6 Prissättning av virke.....	17
1.7 Kvalitetssäkrade maskinlag	18
1.7.1 Biometrias kvalitetssäkring för längd och diamettermätning	19
1.7.2 Biometrias kvalitetssäkring för tillredning och sortering	22
1.7.3 StandForD kvalitetssäkring.....	23
1.8 Värdet av kvalitetssäkring för skogsbranschen enligt uppskattning av Biometria ..	23
1.9 Tidigare studier	24
1.10 Syfte och mål	25
1.11 Avgränsning	25
2. Material och metoder	27
3. Resultat	34
3.1 Vrakandel totalt och orsak till vrak	34
3.2 Andel vrak uppdelat på tre klasser av vrakandelar.....	36
3.3 Sortimentfördelning	38
3.4 Relativa virkesvärden.....	39
3.5 Övermål.....	40
3.5.1 Medelvärde och spridning.....	42
4. Diskussion och slutsats	44
4.1 Resultatdiskussion	44

4.1.1	Vrakanalysen	44
4.1.2	Analys av sortimentsfördelning	45
4.1.3	Relativa virkesvärden	45
4.1.4	Övermålsanalysen	46
4.1.5	Andra faktorer som påverkar virkesvärdet.....	47
4.2	Material -och metoddiskussion	48
4.2.1	Vrakanalysen	48
4.2.2	Sortimentsandelsanalysen.....	48
4.2.3	Övermålsanalysen	49
4.2.4	Relativa virkesvärden	49
4.3	Jämförelse med tidigare studier samt felkällor och förbättringspotential.....	49
4.4	Styrkor och svagheter	51
4.5	Framtida studier	52
4.6	Slutsatser	52
	Referenser.....	54
	Bilaga 1. Vrakorsaker.....	58
	Bilaga 2. Andel skördare per vraklass	59
	Bilaga 3. Sortimentsfördelning	60

Tabellförteckning

Tabell 1. Vrakorsaker, från Biometrias kvalitetsbestämning av sågtimmer av tall och gran 2022 (Biometria 2022a)	16
Tabell 2. Beskrivning av mätningskategorier (M1-M4) för kvalitetssäkrad längd- och diametermätning. Från instruktionen för kvalitetssäkring av skördare (Biometria fältverksamhet 2021)	21
Tabell 3. . Stockdata, antal och andel (%) anges inom parentes. A utgör stockar avverkade av kvalitetssäkrade skördare med Biometrias tjänst och B utgör stockar avverkade av skördare utan denna kvalitetssäkring	28
Tabell 4. Antal skördare i varje grupp och geografi A utgör stockar avverkade av kvalitetssäkrade skördare med Biometrias tjänst och B utgör stockar avverkade av skördare utan kvalitetssäkring av Biometria	28
Tabell 5. Analyserade längder (cm) för övermål för respektive mätstation.....	33
Tabell 6. Antal vrakade stockar av tall och gran sammantaget samt hur stor andel det är av det totala antalet stockar (%) per grupp och mätstation, samt medelvärdet för vrakandel på skördarnivå per grupp och mätstation. P-värde från två sidigt t-test för medelvärde på vrakandel på skördarnivå inom varje mätstation. A är kvalitetssäkrade maskinlag från Biometria och B är maskinlag utan denna kvalitetssäkring	35
Tabell 7. Andel av skördarna (%) inom vrakklasserna mycket låg andel vrak (<1%), rimlig andel vrak (1 - 3 %) och hög andel vrak (>3 %). Per mätstation nord, mellan och syd samt totalt. A är kvalitetssäkrade skördare från Biometria och B är skördare utan denna kvalitetssäkring	37
Tabell 8. Sortimentsandel av det totala antalet stockar (%) av varje huvudsortiment per mätstation nord, mellan och syd. A är kvalitetssäkrade skördare från Biometria och B är skördare utan denna kvalitetssäkring. Sortimentsandel av volym (%) i medeltal för skördare per grupp A och B. Differensen är skillnaden i sortimentsandel av volym för skördare mellan grupperna. P-värde från två sidigt t-test för skillnad av sortimentsandel av volym för skördare mellan grupp A och B	39

Tabell 9. Medelvärde och standardavvikelse (inom parantes) för övermål totalt samt för negativa och positiva övermål (cm) för nord, mellan och syds längder. A är från skördare med kvalitetssäkring av Biometria och B är skördare utan denna kvalitetssäkring	43
Tabell 10. Fördelning över andelen stockar (%) med övermål <0, 0 – 4 och 5 – 20 cm, per mätstation (nord, mellan och syd). A är skördare med kvalitetssäkring från Biometria och B är skördare utan denna kvalitetssäkring	43
Tabell 1:1. Andel av vrakade tallstockar fördelade på orsak (%). A är kvalitetssäkrade skördare från Biometria och B är skördare utan denna kvalitetssäkring. Nord, mellan och syd representerar varje mätstation.....	58
Tabell 1:2. Andel vrakade granstockar fördelade på orsak (%). A är kvalitetssäkrade skördare från Biometria och B är skördare utan denna kvalitetssäkring. Nord, mellan och syd representerar varje mätstation	58

Figurförteckning

Figur 1. Beskrivning av Biometrias tjänster rörande produktionsrapportering och kvalitetssäkring (Biometria 2022).....	19
Figur 2. Process för hur en skördare uppnår samt bibehåller kvalitetssäkrad mätning (Biometria fältverksamhet 2021).....	20
Figur 3. Beskrivning av hur dataflödet sker vid kvalitetssäkrad mätning (Biometria fältverksamhet 2021).	22
Figur 4. Skillnad i virkesvärde mellan grupp A och B. A är skördare med kvalitetssäkring från Biometria och B är skördare utan denna kvalitetssäkring. Positiva värden innebär att $A > B$ och negativa värden innebär att $B > A$	40
Figur 5. Andel stockar (%) för varje cm övermål -6 till 20 för nord. Grupp A är kvalitetssäkrade skördare från Biometria och grupp B är skördare utan denna kvalitetssäkring.	41
Figur 6. Andel stockar (%) för varje cm övermål -6 till 20 för mellan. Grupp A är kvalitetssäkrade skördare från Biometria och grupp B är skördare utan denna kvalitetssäkring.	41
Figur 7. Andel stockar (%) för varje cm övermål -6 till 20 för syd. Grupp A är kvalitetssäkrade skördare från Biometria och grupp B är skördare utan denna kvalitetssäkring.	42
Figur 2:1. Andel vrak (%) inom varje klass per grupp A och B och mätstation. A är kvalitetssäkrade skördare från Biometria och B är skördare utan <i>denna</i> kvalitetssäkring. Nord, mellan och syd representerar varje mätstation.	59
Figur 3:1. Andel (%) av varje huvudsortiment per grupp och mätstation. A är kvalitetssäkrade skördare från Biometria och B är skördare utan <i>denna</i> kvalitetssäkring. Nord, mellan och syd representerar varje mätstation.	60

Förord

Stort tack till Lars Björklund, Sven Jägbrant och Jonas Hemmingsson på Biometria som gjort detta examensarbete möjligt. Ni ska även ha ett stort tack för all hjälp och kunskap ni på olika sätt har bidragit med. Det har varit väldigt intressant och oerhört lärorikt.

Vill även rikta ett stort tack till min handledare Tomas Nordfjell vid SLU som under hela tiden har bidragit till att hjälpa och förbättra arbetet. Tydlig och konstruktiv vägledning som verkligen hjälpt.

Tack till de personer vid olika företag runt om kring arbetet som hjälpt till med att besvara frågor, stora som små.

Slutligen ett tack till alla studiekamrater som på olika sätt hjälpt och stöttat.

Sundsvall 2023-05-29

Oskar Engström

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Skogsavverkning i Sverige utförs till största del med kortvirkesmetoden (cut to length), vilket innebär att en skördare fäller, kvistar och apterar trädet i ett antal stockar av olika sortimentstyp (Nordfjell et al. 2010). Det är vanligast att två skogsmaskiner används vid avverkning, en skördare och en skotare som lastar och transporterar stockarna till avlägg vid bilväg (Häggström et al. 2013). Stammarna apteras enligt en apteringsinstruktion i skördarens dator. Apteringsinstruktionen syftar till att optimera sortiment utifrån den prislista som virket avverkas mot. Rätt aptering av en trädstam är avgörande för virkesvärdet. En felaktigt apterad stock sänker virkesvärdet och stocken kan i värsta fall bli oanvändbar som det avsedda sortimentet (Arlinger & Möller 2012; Strandgard 2009). Det finns stor värdepotential i att ha skördare med en precis mätning, för att kunna producera rätt längder med liten felmarginal (Karjalainen et al. 2022). Skogsbruket idag använder sig i stor utsträckning av en standardiserad programvara för att kunna göra rätt aptering. Den standard som används kallas StanForD 2010 och är utvecklad av Skogforsk tillsammans med stora delar av skogsbranschen (Arlinger & Möller 2012). All data för skotare och skördare hanteras i StanForD. Skördarens maskindator är det datasystem som hanterar apteringsinstruktionerna i form av datafiler. De består av prislister som är uppbyggda utifrån industrins önskemål om sortiment samt längdfördelning per diameterklass. För en given medeldiameter och längd på en stam är stockens avsmalning den enskilt viktigaste parametern för vad som ska bli timmer respektive massaved, det vill säga apteringen (Arlinger & Möller 2012). En toppdiameter på 16 cm är ett typiskt lägsta krav för att en stock ska bli timmer, men det förekommer även klintimmersortiment med en lägre toppdiameter än så. För massaved är 5 cm vanligen lägsta tillåtna toppdiametern (Biometria 2023). Skördardatorn använder sig av skördaraggregatets diametermätning och kan med hjälp av avsmalningsfunktioner och barkfunktioner beräkna trädens diameter vid olika längder, både på och under bark (Arlinger & Möller 2012).

En faktor som påverkar vad virkesleverantören får betalt är felaktig sortering av virke, så kallad sortimentsvandring. Det innebär att skördaren klassar en stock som ett sortiment, men att stocken sedan, när den nått industrin blivit sorterad som något annat sortiment. Vanligtvis är det skotaren som avsiktligt lagt stocken i en annan sortimentsshög då föraren kan ha upptäckt ett kvalitetsfel som inte skördarföraren gjort, det kan också röra sig om misstag som gör att stockar hamnar fel eller till och med glöms kvar (Möller & Sondell 2003). Det är större risk för kvarglömt virke när skotningen utförs en längre tid efter skörd, risken ökar ännu mer om virket är snötäckt och/eller utspritt (Pålsson 2015). Det är vanligare att timmer felsorteras som massaved än tvärtom vid sortimentsvandring, då massaved har lägre kvalitetskrav (Karlsson 2011; Möller & Sondell 2003). Sortimentsvandring kan också förekomma i transporten till industri då timmerbilar kan blanda ihop olika sortiment och ta fel av olika orsaker, vanligen sker det vid lastning från avlägg (Bredal & Granberg 2016).

1.2 Historia om Biometria och virkesmätning

Biometria är den organisation som står för merparten av mätning, redovisning och administration av virke i Sverige. Anledningen till att virke mäts är främst på grund av att virkesleverantören ska få rätt betalt för sin skog. Detta regleras i lagen om virkesmätning (Lag 2014:1005). Tidigare genomfördes virkesmätning av virkesmätningsföreningar, vilka var uppdelade i ett antal geografiska områden som skickade allt mätdata till Skogsbrukets datacentral (SDC), vilken lades ner år 2019. Idag är SDC och de tidigare virkesmätningsföreningarna sammanslagna till en organisation under namnet Biometria (Biometria 2022b; Svensk kooperation u.å). Biometria är en organisation som är oberoende av såväl köpare som säljare av virke (Biometria 2022; Biometria 2022b).

Under 1990-talet började Finland med ersättningsgrundande skördarmätning, det var ett betydligt billigare alternativ än standarden för tiden, som var att mäta virket vid bilväg. Sverige använde istället ersättningsgrundande mätning vid industri (Biometria, Konferens, Umeå 2022-08-23). Tidigt 2000-tal kom nya policyregler som tillät de svenska mätningsorganisationerna att arbeta med hela processen. De fick tillgång till all data och information från avverkning till industri, och så är det än i dag (ibid). Det resulterade i att det ett antal år senare uppkom en instruktion för kvalitetssäkrad mätning med skördare, och även för ersättningsgrundande virkesmätning med skördare (ibid). Detta kom att bli ett startskott och vidare utveckling skedde under merparten av 2010-talet. År 2021 kom en ny instruktion ut om hur skördare kan bli kvalitetssäkrade. Kontinuerlig utveckling sker hela tiden och nya systemstöd tas fram (ibid).

1.3 Beskrivning av ersättningsgrundande virkesmätning för sågtimmer av tall och gran

De flesta skördaraggregat har mätutrustning som mäter stockarnas längd och diameter. Det finns en stor potential i att, istället för mätning vid industri eller terminal, använda skördaraggregatets mätning som ersättningsgrundande. Det har testats av bland annat Sveaskog och Södra (Wilhelmsson et al. 2019). Ersättningsgrundande skördarmätning förekommer endast i liten utsträckning idag, men det finns en del företag som erbjuder det. En av anledningarna till att ersättningsgrundande mätning främst görs vid industri är att skördarmätning har vissa svårigheter med att hålla en hög mätnoggrannhet. Flera tidigare studier visar på att trädets naturliga ojämnheter gör att skördare har svårt att mäta korrekt i vissa fall (Karjalainen et al. 2022; Strandgard 2009).

Det finns flera anledningar till att industrimätning dominerar. En anledning är att det är svårt att bryta traditioner, en annan är variationen i skördares mätnoggrannhet. I en tidigare intervjustudie av Fyhr och Nilsson (2021) intervjuades skogsägare om deras inställning till ersättningsgrundande skördarmätning. Flera svarade att de inte har nog med information om skördarmätning för att kunna ha en grundad åsikt.

1.3.1 Olika typer av virkesmätning

Stockmätning och travmätning är de vanligaste formerna av rundvirkesmätning. Rundvirke avser stockar av huvudsortimenten timmer, massaved och bränsleved. Det förekommer även andra virkesmätningformer för till exempel flis och krossat skogsmaterial.

De olika mätmetoderna har för- och nackdelar gällande mätprecision och tidsåtgång samt kostnader för mätningen. Sågtimmer kan mätas i toppmått fast volym (m^3fto) och fast volym under bark (m^3fub). Toppmått volym beräknas genom att använda arean av ändytan (under bark) vid toppen av stocken och multiplicera med stockens totala längd. Fast volym är hela stockens faktiska volym, och kan anges både på bark (m^3fpb) eller under bark (m^3fub). Massaved och bränsleved mätes i m^3fub (Björklund et al. 2009).

Stockmätning är den dominerande mätmetoden när det gäller sågtimmer. År 2019 inmättes runt 75 % av allt sågtimmer i Sverige med stockmätning (Hyll & Nordström 2020). Traditionellt har stockmätning gjorts manuellt med klavning och måttband. Idag är det vanligast att stockmätning sker med mätarmar vid industrin, där längd och diameter mäts med fotoceller och lasertriangulering. Innan de går genom mätarmarna görs en manuell kvalitetsbedömning per enskild stock av en

virkesmätare. Det är vanligt att mätarmarna används för en kombination av ersättningsgrundande mätning (längd och diameter) för rundvirkesleverantören och kvalitetssortering på sågverken (Hyll & Nordström 2020).

Travmätning är en betydligt enklare metod jämfört med stockmätning, dock är mätnoggrannheten sämre. Mätningen utförs antingen manuellt eller med fjärranalys. En hel trave på en lastbil mäts samtidigt utan att lasten lossas. Stockmätning däremot, kräver att virket lossas samt går genom mätningen innan virkesleverantören kan få betalt. År 2019 mättes ca 80 % av all massaved och ca 20% av allt sågtimmer i Sverige med travmätning. Ungefär 50 % av övrigt sågtimmersortiment, exempelvis kubb, mättes också med travmätning. Travmätning kan göras manuellt med hjälp av mätstickor, men idag är det vanligare med bildmätning. Vid bildmätning tas bilder av travarna och skickas till en fjärrcentral där en virkesmätare bedömer kvalitet och mäter volym (Hyll & Nordström 2020).

1.3.2 Kvalitetsbestämning

Alla stockar som mäts in vid en mätstation för ett sågverk klassas från 1–4 för tall, och från 1–2 för gran (Biometria 2022a). Klass 1 har högst kvalitet och ger högst betalt. Det finns stockar som går igenom inmätningen men inte uppfyller kraven för att klassas som sågtimmer utan de klassas då som vrak. Att en stock klassas som vrak betyder att den har en eller flera defekter som gör att den inte kan användas som sågtimmer.

Orsaker till vrak av sågtimmer är uppdelat i nio olika koder (Tabell 1). I de flesta fall kan vrakat sågtimmer gå till massaved. I en del fall duger inte stocken till det heller, och kan då gå till exempelvis bränsleved (Biometria 2022a; Derome u.å).

Tabell 1. Vrakorsaker och dess kodning, från Biometrias kvalitetsbestämning av sågtimmer av tall och gran 2022 (Biometria 2022a)

Table 1. Reasons for rejected logs and codes, from Biometrias quality regulations of spruce and pine timber 2022 (Biometria 2022a)

Kod	Vrakorsak
1	Fel trädslag, torra träd och insektsskador
2	Krök: för stor utbytesförlust
3	Skogsröta: för stor andel
4	Diameter: för liten eller för stor
5	Längd: för liten eller för stor
6	Kvalitetsfel: sprötkvist, lyra, stam- och växtsprickor, för breda årsringar, tvärkrök m.fl.
7	Upparbetning: kvistning, klyka, rotben, slirskada och kvistutdrag
8	Föroreningar: kol, plast, grus, metall, gummi m.fl.
9	Lagringsröta

1.4 Jämförelse med andra länder

I Norge är största delen av den köpta rundvirkesvolymen leveransvirke, det är virke som virkessäljaren själv har avverkat och lagt vid farbar bilväg. Mätningmetoderna i Norge liknar de som finns i Sverige, endast några få tillämpar skördarmätning och industri/terminal-mätning är dominerande. Norge har en motsvarighet till Biometria som står för all mätning och ser till att det blir opartiskt (Bäcke et al. 2010)

Finland är däremot lite annorlunda jämfört med Sverige. Till att börja med görs all mätning på bark i stället för under bark som är vanligast i Sverige. Jämfört med Sverige har Finland betydligt större del ersättningsgrundande skördarmätning i köpled 1, mellan säljare och köpare av virke. Industrin i Finland köper däremot enligt mätning vid mottagningsplats (stock- och travmätning) likt Sverige. Finland har heller inte krav på att all mätning ska ske opartiskt, som Sverige har. De har en stor frihet gällande mätmetoder (Bäcke et al. 2010). Partsmätning, när industrierna mäter själva är dominerande i Finland, och det är några stora aktörer som helt dominerar. En stor del av all mätning i Finland har historiskt sett gjorts vid bilväg, men är idag ovanligt (Björklund 2020).

1.5 Virkesorder

Vid samtliga råvaruaffärer upprättas ett köpekontrakt av något slag, det blir även grunden till en virkesorder i Biometrias IT-system. Kortfattat kan en virkesorder delas in i tre huvuddelar, dessa är förstaledskontrakt, mätinformation/transport och affärsled. I kontraktsdelen framgår det vilken prislista som avtalats och vilka sortiment det gäller. I den andra delen framgår det hur inmätningen och transporten av virket ska gå till. Där finns information om exempelvis koordinater för avlägg och vilket åkeri som ansvarar för transporterna. I virkesordern framgår även vilka mätmetoder som ska användas. Det kan variera mycket om virket är köpt från en privatperson eller om det är virke avverkat på bolagsägd skog. I den tredje delen registreras alla affärsled i virkesordern. Efter att virke är inmätt avslutas virkesordern och alla kontrakterade parter får ut sin ersättning (Castenäs et al. 2009). Alla virkesordrar är samlade i programmet VIOL (Virke Online), som är ett system från Biometria för administration och redovisning av virke. Systemet är framtaget tillsammans med skogsbranschen (Hyll & Nordström 2020; Castenäs et al. 2009).

Varje avverkning har en egen unik virkesorder och den följer med virket ända fram till industrin. För att särskilja virket är det oftast märkt med antingen stämplor eller vältappar i ändan på stockarna. En märkning av ett antal stockar är väsentlig för att virkesmätningen ska kunna identifiera från vilken virkesorder virket kommer. Minst en stock per leverans ska vara tydligt märkt för att bli godkänd vid inmätning (Biometria 2020).

Varje virkesorder är unik och är kopplad till flera led. Genom att analysera inmätt virke vid industrin går det att spåra virket till vilken organisation eller företag som ansvarat för avverkning, vidare går det också att spåra virket till ett enskilt maskinlag.

1.6 Prissättning av virke

Virke betalas per kubikmeter, oftast från en sortimentsprislista där timmer och massaved samt trädslag skiljs åt. Timmer har ett högre pris per kubikmeter än massaved. Sortimentsprislistor har ofta ett avdrag/tillägg beroende på stockens längd och diameter. Virkesköpande företag har olika prislistor med varierande avdrag och tillägg, en del har premier som kan ge ett högre pris beroende på exempelvis tillgänglighet och möjlig årstid för avverkning (Norra skog 2022). Utformningen på de flesta prislistor är lika i grunden. Virke säljs ofta i ett eller två led mellan skog och industri. Köpled 1 kan vara skogsägare som säljer till virkesorganisation eller industri, och köpled 2 kan vara från virkesorganisationen

till industri. Idag sker ersättningsgrundande mätning och därtill kopplad pristräkning oftast vid mottagande industri. Denna mätning används för båda (eller ännu fler) köpledd (Björklund 2020; Biometria 2022).

I de flesta fall apteras sågtimmer fram i längder från 310 cm till 550 cm, men en del sågverk har mer precisa längder och det förekommer även längre och kortare timmerstockar. Sågverkens prislistor är oftast uppdelade i ett antal längdmoduler för stockarnas längd, vanligen 30 eller 60 cm. Det är olika pris per kubikmeter beroende på vilken längd stocken har. En stock som är 548 cm lång skulle inte bli betald som en 550 cm stock i köpledd 1, utan skulle bli betald för modullängden under, 520 cm (förutsatt att det rör sig om 30 cm moduler). Det gör att maskinlag försöker jobba mot ett övermål för att säkerställa att alla stockar erhåller ett högt värde. Ett övermål innebär att stocken apteras något längre än modullängdsgränsen för att inte riskera att få kortare stockar än efterfrågat. Det är bättre ur ekonomisk synpunkt att ha ett övermål, dock så litet som möjligt, än att aptera under modulerna och missa längdpremier (Skogskunskap 2022).

Det förekommer även stamprislistor. De är enbart baserade på ett pris per kubikmeter. Trädets brösthöjdsdiameter avgör vilket stampris per kubikmeter trädet ska få. Detta gör att apteringen blir betydligt mer fri (Johansson 2012). En del företag erbjuder ersättningsgrundande skördarmätning, och då är det oftast en stamprislista som tillämpas (Södra 2012).

1.7 Kvalitetssäkrade maskinlag

Biometria erbjuder flera tjänster med koppling till avverkning med skördare (Figur 1). Det rör dels kvalitetssäkrad mätning av längd och diameter, dels kvalitetssäkrad tillredning och sortering (Biometria 2022d). Erfarenhetsmässigt bedömer Biometria att virke som kommer från kvalitetssäkrade skördare håller en högre kvalitet och precision på apterade längder och rimlig andel vrak jämfört med skördare som inte är kvalitetssäkrade av Biometria. Även avverkningsentreprenörer som använder Biometrias olika tjänster anser sig ha sett denna effekt. Det finns dock inga analyser som kan verifiera att det verkligen förhåller sig så. Den stående skogen innehåller stora virkesvärden, genom att öka kvaliteten på tillredning och sortering av stammarna och stockarna kan ett maskinlag utnyttja det totala, eller åtminstone en större del av det potentiella virkesvärdet från skogen. Idag finns det flera maskinlag som ännu saknar kvalitetssäkring. År 2022 fanns det ungefär 1500–2000 aktiva skördare i Sverige, varav 800 hade kvalitetssäkrad längd- och diametermätning från Biometria. Det primära syftet med tjänsten är att coacha maskinförare att uppnå hög kvalitet genom till exempel säker längd- och diametermätning, god tillredning och sortering av virket eller både och.

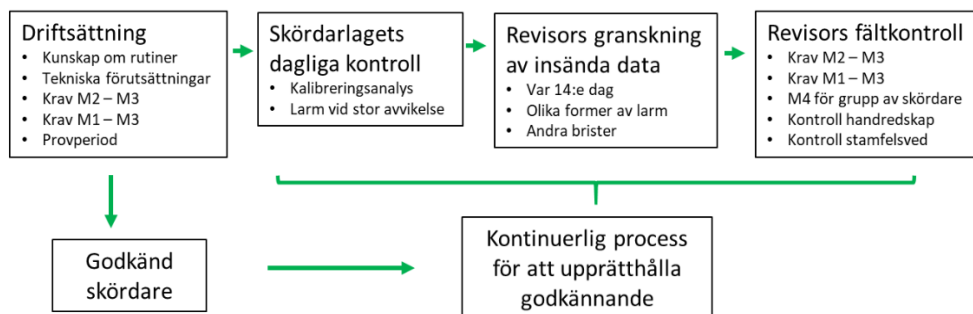


Figur 1. Beskrivning av Biometrias tjänster rörande kvalitetssäkring av skördares och skotares arbete (Biometria 2022).

Figure 1. Description of Biometrias quality control for harvesters and forwarders work (Biometria 2022).

1.7.1 Biometrias kvalitetssäkring för längd och diamettermätning

Biometria erbjuder en tjänst vid namn kvalitetssäkrad mätning med skördare som syftar till att säkerställa hög kvalitet av längd- och diamettermätning. Det finns en rad kriterier som skördarna och skördarförarna ska uppfylla för att bli kvalitetssäkrade (Figur 2). Biometrias kvalitetstekniker (revisorer) ser till att dessa krav uppfylls. Stockens volym skördarmäts i längdsektioner om maximalt 10 cm. Rotstockens första 10 cm beräknas med en rotdelsfunktion (Biometria fältverksamhet 2021).



Figur 2. Process för hur en skördare uppnår samt bibehåller kvalitetssäkrad mätning av längd och diameter (Biometria fältverksamhet 2021).

Figure 2. Process of how an harvester achieves and commits to quality controlled measurement of length and diameter (Biometria fältverksamhet 2021).

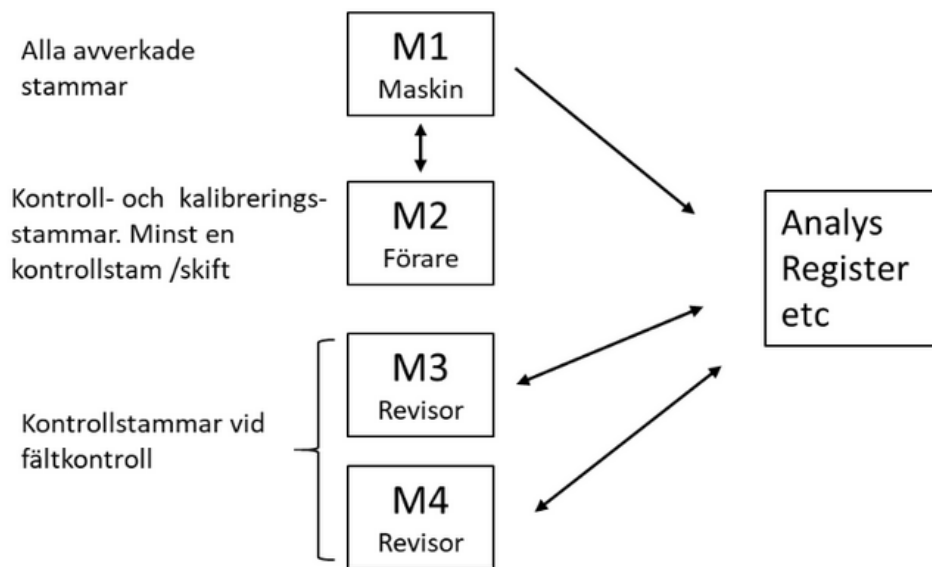
Manuell mätning används för att kalibrera och kontrollera skördarens mätningar. För det används enkla men funktionella redskap som klave och måttband. Som grund för kvalitetssäkrad mätning med skördare används fyra mätningsskategorier M1 till M4 (Tabell 2), med olika inriktningar och kontrollkrav. Data flödar på olika sätt via maskin, förare och kvalitetstekniker ur de olika mätningsskategorierna (Figur 3) (Biometria fältverksamhet 2021). M1 avser alla stammar, och de mäts av skördarens mätaggregat i sektioner om 10 cm. M2 innefattar alla kalibrerings- och kontrollstammar som mäts av skördarföraren. En kalibreringsstam är en slumpmässigt utvald stam som en skördarförare manuellt mäter med en klave. Kalibreringsstammar väljs ut slumpmässigt och mäts för att kalibrera den automatiska skördarmätningen. M3-mätningen avser alla kontrollstammar, denna mätning utförs alltid av Biometrias kvalitetstekniker. Där mäts varje hel meter och varje stocks toppdiameter på bark. M4-mätning omfattar också samtliga kontrollstammar, och det utförs av kvalitetstekniker (ibid). M4-mätning innefattar topprotsmätning av stockar under bark, en volymsberäkningsfunktion grundad på stockens topp- och rotdiameter (ibid; SDC 2018). Om ett maskinlag uppfyller alla krav enligt instruktionen så kan de anses vara kvalitetssäkrade för längd- och diametermätning (Biometria fältverksamhet 2021).

Tabell 2. Beskrivning av mätningkategorier (M1-M4) för kvalitetssäkrad längd- och diametermätning. Från instruktionen för kvalitetssäkring av skördare (Biometria fältverksamhet 2021)

Table 2. Description of measuring categories (M1-M4) for quality controlled length- and diameter measurement. From the instruction for quality controlled harvesters (Biometria fältverksamhet 2021)

Mätning	Stammar	Utförs av	Mätpunkter för diameter
M1	Alla stammar. Produktionsdata för längd, diameter, volym	Skördarens egna mätsystem	Sektionsmätning på bark, max 10 cm sektioner. Rotdel via rotfelsfunktion
M2	Kalibrerings- och kontrollstammar	Skördarförare	Varje hel meter samt varje stocks toppdiameter. Mäts på bark
M3	Kontrollstammar	Revisor	Varje hel meter samt varje stocks toppdiameter. Mäts på bark
M4	Kontrollstammar	Revisor	Topprotsmätning av stockar under bark

Data från kontrollmätningen (M1-M4) används för att kalibrera skördarens mätutrustning. Då en ny trakt startas bör minst en stam användas för kontrollmätning och kalibrering under de första 100 avverkade stammarna. Dessa kontrollstammar utgörs av stammar som faller ut under normalt produktionsarbete. Under normala förutsättningar bör minst 1 på 1000 av alla stammar vara kontrollstammar (Biometria fältverksamhet 2021).



Figur 3. Beskrivning av hur dataflödet sker vid kvalitetssäkrad mätning av längd och diameter (Biometria fältverksamhet 2021).

Figure 3. Description on data flow for quality controlled harvesters length and diameter measurement (Biometria fältverksamhet 2021).

1.7.2 Biometrias kvalitetssäkring för tillredning och sortering

Inom fältverksamheten har Biometria under en tid även arbetat med att ta fram en kvalitetssäkring av tillredning och sortering för skogsmaskinlag. Innebörden av kvalitetssäkrad tillredning och sortering är att Biometrias kvalitetstekniker hjälper och vägleder både skördar- och skotarföraren att göra rätt. Arbetsformen är en form av coaching, där fokus ligger på att förstå trädets virkesvärde så att aptering och andra värdepåverkande faktorer utförs korrekt och därmed utnyttjas trädets optimala värde. Både skördar- och skotarföraren utbildas i att lära sig värdet av virke och vad de själva kan göra för att öka det (Biometrias fältverksamhet 2021). All aptering sker automatiskt genom apteringsfilerna, om skördarföraren gör en bedömning att det finns behov av ett manuellt kap kan de frångå apteringsfilen. Det arbetas med att undvika en för stor mängd manuella kap, eftersom detta ofta ger ett lägre totalvärde (Nordström et al. 2017). Till skillnad från kvalitetssäkrad längd- och diametermätning har inte tillredningstjänsten bestämda kravnivåer. Tillredningstjänsten utvecklas istället tillsammans med kunden. Exempel på olika saker som kan tas med är: genomgång av aktuella sortimentsbestämmelser, timmerandel, andel vrak, längder jämfört med beställning och manuella kap. God tillredning (fungerande aptering och upparbetning av stammen) bör ge högre kvalitet och ett högre virkesvärde. Ett maskinlag som under en längre tid arbetat med kvalitetssäkring inom tillredning och sortering kan om goda resultat uppnås

anses som kvalitetssäkrat, det är dock ett kontinuerligt utvecklingsarbete (Biometrias fältverksamhet 2021).

Ett digitalt fältstöd kallat MILQ (Measurement Information Logging Quality) har utvecklats i form av en dataapplikation. Att använda applikationen är en enkel och fördelaktig metod för att göra uppföljningen direkt i fält jämfört med att göra det i efterhand (Biometria kvalitetstekniker 2022; Biometria 2021e). Det möjliggör enklare och smidigare coachning av maskinlagen samt en säkrare arbetsmiljö för kvalitetsteknikern som inte behöver klättra in i hytten på skogsmaskinerna för att hämta data. Via applikationen får kvalitetsteknikern en sammanfattning av hur mätningen har gått och kan göra jämförelser mellan skördarförarens, skördarens och sin egen mätning.

1.7.3 StandForD kvalitetssäkring

StanForD 2010 innefattar också kvalitetssäkring där uppföljning av längd- och diametermätning måste utföras på slumpmässigt utvalda stockar (Arlinger & Möller 2012). Uppföljningen görs av skördarförarna, men de som anslutit sig till Biometrias tjänst har också kvalitetstekniker som utför kontrollerna. Kvalitetssäkringstjänsten är ett ytterligare steg för att säkerställa goda mätresultat (Biometrias fältverksamhet 2021). Även skotarna har ett uppföljningssystem, men där handlar det om system för att väga virke (Arlinger & Möller 2012).

1.8 Värdet av kvalitetssäkring för skogsbranschen enligt uppskattning av Biometria

Om information gällande tillredning och sortering blir praxis i alla virkesaffärer finns en stor potential för ett ökat virkesvärde (Biometria, Konferens, Umeå 2022-08-23). I en rapport från Biometria (Eriksson 2020) uppskattas värdepotentialen för skogsmaskinlag som utför ett högkvalitativt avverkningarbete med hjälp av data från år 2019. Beräkningarna gjordes med givna förutsättningar för skördarna och fasta virkespriser. Enligt data från Biometria går årligen 0,9 miljoner kubikmeter vrakat sågtimmer till massabruken. Baserat på deras kontrollmätningar uppskattas det att 3 miljoner kubikmeter sågtimmer årligen apteras fel. Genom kontroll av massavedstravar uppskattas det att 1,4 miljoner kubikmeter som blivit inmätt som massaved i själva verket höll sågtimmerklass. Uppskattningsvis ger 1 % högre virkesvärde i genomsnitt 250 000 kr per skördare och år, beräknat på data från år 2019 (Eriksson 2020; Biometria, Konferens, Umeå 2022-08-23). Kvalitetssäkring av både längd- och diametermätningen samt tillredningen och sorteringen i skogen skulle potentiellt kunna öka virkesvärdet.

1.9 Tidigare studier

Grundtanken med kvalitetssäkring är att det ska stärka exempelvis ett företags kvalitet för att lönsamheten eller produktionen ska bli optimal. ISO-9000 serien är ett exempel på en standardiseringsmodell med ett system som syftar till att höja kvaliteten i en verksamhet. I Sverige kan företag certifieras enligt ISO och därmed få en slags kvalitetsstämpel (SIS u.å). Syftet med ISO är ständig förbättring, vilket är ungefär samma syfte som kvalitetssäkrad längd- och diamettermätning samt tillredning och sortering har.

I en studie utförd av Karlsson (2011) undersöktes vad som krävs och behövs för att ett företag ska börja med ersättningsgrundande skördarmätning. En av slutsatserna i den studien är att företaget i fråga behöver kunna kvalitetssäkra samtliga av sina avverkningsgrupper för att uppnå en jämnhet i mätningen. Om det finns en tjänst för kvalitetssäkring och den är tillgänglig och välfungerande kan fler företag börja med ersättningsgrundande skördarmätning. Även Östensson (2013) gjorde en analys av hur ett skogsföretag kunde gå vidare med ersättningsgrundande skördarmätning, där drogs liknande slutsatser. För att klara av att ställa om stora delar av verksamheten till skördarmätt krävs en omfattande kvalitetssäkring av skördarna. Wilhemsson et al. (2019) kom i sin studie fram till att kvalitetssäkrade skördare skulle skapa möjligheter för att fortsätta med ersättningsgrundande skördarmätning.

En studie utförd av Marshall et al. (2006) kunde med datorsimulering av en avverkning i tallbestånd påvisa att fel i mätutrustningen hos skördaraggregat kunde göra att det potentiella virkesvärdet sänktes med 3 – 23 % beroende på olika scenarion. De kom till slutsatsen att skogsbruket bör sträva efter en precis mätning av skördare för att kunna öka det totala virkesvärdet.

Nordström et al. (2018) utförde år 2016 ett virkesvärdestest, vilket är något som också gjorts vid tre andra tidigare tillfällen. Syftet med testen är att belysa nyckelfaktorer som påverkar virkesvärdet, men även att jämföra olika maskintillverkare. De kom fram till att apteringssystem av hög kvalitet och behandlingen av virket är det som påverkar värdet mest. Kortfattat kom de fram till att precisa och noggranna instrument för mätning och aptering ökar virkesvärdet. De kom även fram till att det finns en skillnad mellan olika maskintillverkare, där vissa sticker ut genom att vara bättre. Även andelen manuella kap är något som påverkar virkesvärdet, där en hög andel manuella kap leder till ett lägre virkesvärde (Nordström et al. 2018). Möller et al. (2006) utförde år 2006 ett virkesvärdestest, där slutsatserna bland annat var att förbättra kalibrering och stödsystem var nödvändigt för att öka skördarnas precision. Under 1990-talet förmedlade skogsbruket en målbild om att större delen av alla skördare skulle ha en precision i

kapen av stammar på två cm över eller under bestämd längd (Möller et al. 2006). Resultatet från virkesvärdestestet 2016 kunde visa att skördarna i genomsnitt apterade ca två cm från bestämd längd (Nordström et al. 2018). Engdahl Wevel (2012) utförde en studie om talltimmeraptering och kom till slutsatsen att skördarförare ofta inte känner till vilken värdepåverkan ett manuellt kap eller en för kort timmerstocklängd har för både sågverket och säljaren av virke. Kunskapsbrist är ofta en starkt påverkande faktor till att virkesvärdet sänks.

Svalin (2019) undersökte om manuella kap av skördarföraren kunde höja virkesvärdet, resultatet pekade på att manuella avkap till viss del kunde höja värdet genom att öka andelen timmer avverkat. Maskinförare till skotare och skördare spelar en stor roll i vilket värde som faller ut från avverkningen, ett väl utfört arbete av förarna genererar oftast ett högre netto i slutet av avverkningen (Lundqvist et al. 2014). Labelle et al. (2018) jämförde avverkning med helt automatisk aptering enligt skördardator och manuellt utvalda kap vid aptering. De kunde då komma till slutsatsen att den automatiska apteringen gav ett 3 – 4 % högre virkesvärde efter utförd avverkning.

1.10 Syfte och mål

I den stående skogen finns stora ekonomiska värden och det finns en risk att en del av det värdet går förlorat om inte kvaliteten på tillredning och sortering är hög hos maskinlagen som utför avverkningen. Både köpare och säljare av virke påverkas negativt av brister i tillredningen och sorteringen av virke.

Syftet med detta arbete var att jämföra kvalitetsparametrarna vrakandel, sortimentsandel och längdövermål, samt virkesvärde för maskinlag som är kvalitetssäkrade av Biometria med andra maskinlag som saknar denna kvalitetssäkring i olika delar av Sverige.

Hypotesen är att maskinlag som är kvalitetssäkrade via Biometria får bättre värden på studerade kvalitetsparametrar och därmed skapar dessa ett högre virkesvärde än andra maskinlag som saknar Biometrias kvalitetssäkring eller har kvalitetssäkring på annat sätt.

1.11 Avgränsning

Data användes från Sverige under året 2021. Stockdatamaterialet innehöll endast stockar avsedda som sågtimmer och därför analyserades endast det sortimentet på stocknivå, allt var inmätt med stockmätning. Volymutfall per sortiment innefattade

även massaved och bränsleved utöver timmer. Enbart virkesordrar som gick att koppla till en specifik skördare togs med.

2. Material och metoder

Materialet för analysen bestod av stockdata från virkesordrar för ett helår (år 2021) från tre olika stockmätningstationer placerade vid tre sågverk uppdelade i tre geografier inom Sverige - nord, mellan och syd, som enligt sekretessavtalet från Biometria inte nämns vid namn eller exakt plats. Enbart virkesordrar som går att koppla till ett specifikt SDCID användes. SDCID är en bokstav- och nummerkombination för skördare som fungerar som ett ID-nr. Med hjälp av det numret kan skördare via virkesordern från VIOL kopplas till en specifik avverkningsentreprenör/företag. Under ett år producerar en skördare stockar från ett flertal virkesordrar. Stockdata delades upp i två grupper (A och B) där A utgör stockar avverkade av kvalitetssäkrade skördare med Biometrias tjänst och B utgör stockar avverkade av skördare utan kvalitetssäkring av Biometria. Grupp B var inte specificerad på samma sätt som grupp A utan kunde innehålla maskinlag kvalitetssäkrade på annat sätt än via Biometria, men även maskinlag helt utan kvalitetssäkring. Skördare från grupp A var under avverkningstillfället anslutna till tjänsten kvalitetssäkrad längd- och diamettermätning samt också för tillredning- och sortering. Längd- och diamettermätning samt tillredning rör skördarens arbete medan sorteringen rör skotarens arbete. Godkänd längd- och diamettermätning är en förutsättning för att kunna kvalitetssäkras för tillredning och sortering. De tre sågverken valdes ut eftersom de hade en relativt jämn fördelning inmätt virke avverkat av både grupp A och B, samt även för att de hade en god geografisk spridning. Maskinlagen i regionerna mellan och syd hade varit anslutna till tjänsten flera år längre än de i region nord (Hemmingsson, 2022, pers. meddelande).

Materialet innehöll mer än 4,7 miljoner timmerstockar som gick att koppla till grupp, specifik skördare och region (Tabell 3). Antalet skördare skiljde sig mellan mätstationerna och grupperna. I region mellan så var skillnaden störst med ca dubbelt så många skördare i grupp B än i A (Tabell 4). Samtliga stockar inmätta under år 2021 för de tre mätstationerna som gick att koppla till en specifik skördare togs med. Framtagandet och utsorteringen av virkesordrar samt kunskapen om vilka avverkningsentreprenörer som var anslutna till kvalitetssäkringstjänster togs fram av Biometria. Varje stock stod för en rad i stockdata-setet som innehöll information om virkesordernummer, redovisningsnummer, sågverksnamn, mätdatum, måttslag, sortiment, trädslag, ursprung, kvalitet, orsak till kvalitet, längd, rotdiameter,

toppdiameter, volym, stockgrupp, SDCID, avverkningsform och kvalitetsstämpel (kvalitetssäkrad eller inte). Genom att varje stock gick att koppla till en skördare möjliggjorde det att virket kunde spåras hela vägen från industri tillbaka till skördare i skog. Stockdata-setet hanterades i programmet Microsoft Power BI, därifrån lyftes delar av datasetet ut till Microsoft Excel och R-studio för vidare beräkningar.

Utöver den stora mängden stockdata fanns även ett dataset som innehöll information om hur stor volym av varje sortiment som hade mätts in för hela virkesordern. Där innefattades även mätstationer utöver de tidigare nämnda nord, mellan och syd. Hela virkesorderns volym och huvudsortimentsfördelning fanns med uppdelat i volym per sågbart sortiment (timmer), massaved, bränsleved, företagskoder (för Biometria odefinierat sortiment) och skogsbränsle. Datasetet med information om huvudsortimentsfördelning hanterades i Microsoft Excel.

Tabell 3. Stockdata, antal och andel (%) anges inom parentes. A utgör stockar avverkade av kvalitetssäkrade skördare med Biometrias tjänst och B utgör stockar avverkade av skördare utan denna kvalitetssäkring

Table 3. Log data, quantity and proportion (%) within parentheses. A are logs harvested by Biometrias quality controlled harvesters and B are logs harvested without Biometrias quality control

Mätstation	Grupp A	Grupp B	Totalt
Nord	155 708 (36)	272 223 (64)	427 931
Mellan	569 250 (36)	996 506 (64)	1 565 756
Syd	2 081 818 (76)	642 772 (24)	2 724 540
Totalt	2 806 776 (59)	1 911 451 (41)	4 718 227

Tabell 4. Antal skördare i varje grupp och mätstation. A är skördare som är kvalitetssäkrade med Biometrias tjänst och B är skördare utan denna kvalitetssäkring

Table 4. Quantity of harvesters in each group and measuring station A are harvesters with Biometrias quality control and B are harvesters without this quality control

Mätstation	Grupp A	Grupp B	Totalt
Nord	26	32	58
Mellan	61	122	183
Syd	73	59	132
Totalt	160	213	373

Studien innefattade flera analyser kopplade till att identifiera skillnader mellan maskinlag med och utan kvalitetssäkring från Biometria. För grupp A och B jämfördes: andelen vrak (% av antalet stockar); andelen producerad volym av huvudsortimenten sågbart, massaved och bränsleved (% av total volym i m³fub);

relativt virkesvärde, samt övermål (cm). Samtliga beräkningar för andel och relativt virkesvärde gjordes i programmet Microsoft Excel. Övermålsberäkningarna utfördes i dataprogrammet R-studio.

Antalet observationer (maskinlag) gjorde att en normalfördelning för medelvärdena kunde antas och därför användes t-test där skillnader undersöktes statistiskt. Grupperna (A och B) antogs vara oberoende av varandra och därför valdes ett tvåsidigt t-test för att testa signifikant skillnad. Samtliga statistiska tester i studien var jämförelser för maskinlags medelvärden mellan grupp A och B. De statistiska beräkningarna utfördes i programmet Minitab.

Beräkningar för andelen vrakade stockar gjordes totalt för alla mätstationer och för varje mätstation enskilt. Vrakandelen (VA) per grupp beräknades genom att dividera antalet vrakade stockar (X) med totala antalet stockar (Y) där kvoten blev andel vrak totalt. Samma beräkning gjordes också per mätstation enskilt.

$$VA (\%) = (X / Y) * 100 \quad (\text{Ekvation 1})$$

Där X är antalet vrakade stockar och Y är det totala antalet stockar

Därefter sammanställdes även vilka orsaker som hade föranlett till vrak och beräkningar utfördes om hur stor del av det totala antalet vrakade stockar som berodde på respektive vrakorsak (Tabell 1). Andelen vrakade stockar per orsak (VO) beräknades genom att dividera antalet stockar av varje vrakorsak (X) enskilt med det totala antalet vrakade stockar (Y). Denna beräkning gjordes för varje grupp och mätstation enskilt, samt att trädslagen tall och gran separerades.

$$VO (\%) = (X / Y) * 100 \quad (\text{Ekvation 2})$$

Där X är andelen vrakade stockar för en vrakorsak (se Tabell 1) och Y är den totala andelen vrakade stockar.

Andelen vrak för en enskild skördare (VS) beräknades genom att dividera dess antal vrakade stockar (X) med dess totala antal avverkade stockar (Y). Ett medelvärde beräknades för andelen vrak för skördare inom båda grupperna (A och B) och respektive mätstation. Skillnaden mellan grupperna inom varje mätstation testades med ett två sidigt t-test, tröskelvärde för signifikans sattes vid $p < 0,05$.

$$VS (\%) = (X / Y) * 100 \quad (\text{Ekvation 3})$$

Där X är antalet vrakade stockar för en enskild skördare och Y är det totala antalet avverkade stockar för en enskild skördare. Beräkningen gjordes för samtliga skördare.

Skördarnas andel vrak av den totala andelen stockar beräknades också inom tre klasser; <1 %, 1 – 3 % och >3 %. Detta gjordes för båda grupperna och för varje mätstation enskilt. En uppdelning i vrakandelsklasser gjordes på Biometrias inrådan där en skördare med en årlig vrakandel under 1 % klassades som en mycket liten andel vrak, en vrakandel mellan 1 % och 3 % klassades som en rimlig andel vrak och andel över 3 % klassades som en hög andel vrak.

Efter att vrakandel per enskild skördare beräknats för samtliga skördare summerades antalet skördare inom de angivna vrakandelsklasserna. Därefter beräknades andelen skördare inom varje klass (VK) genom att dividera antalet skördare i respektive klass (X) med det totala antalet skördare (Y). Denna beräkning gjordes enskilt per grupp och mätstation.

$$VK (\%) = (X / Y) * 100 \quad (\text{Ekvation 4})$$

Där X är antalet skördare inom sin vrakandelsklass (mycket liten, rimlig och hög) och Y är det totala antalet skördare.

De olika vrakandelsklasserna plottades upp per mätstation med uppdelning mellan grupp A och B. Skillnader mellan gruppernas vrakandel inom varje vrakandelsklass testades med ett två sidigt t-test för varje mätstation enskilt, tröskelvärde för signifikans sattes vid $p < 0,05$.

Beräkningar utfördes även gällande hur stor andel av varje huvudsortiment som producerades av varje grupp och mätstation. De tre huvudsortiment som analyserades var sågbart, massaved och bränsleved. Det förekom även andra mindre sortiment med utfall långt under en procent, vilka exkluderades. Med information från alla virkesordrar summerades hur stor volym som levererats av de tre huvudsortimenten för respektive grupp och mätstation. Efter summeringen hade utförts beräknades andelen producerat av varje huvudsortiment (AS) genom att total producerad volym ($m^3 \text{fub}$) (X) och dividerades med producerad volym ($m^3 \text{fub}$) av respektive huvudsortiment (Y). Denna beräkning gjordes enskilt per grupp och mätstation.

$$AS (\%) = (X / Y) * 100 \quad (\text{Ekvation 5})$$

Där X är den totala volymen (m³fub) av varje huvudsortiment (sågbart, massaved och bränsleved) för en grupp och Y är den totala volymen (m³fub) för en grupp (alla huvudsortiment summerade).

Det utfördes även beräkningar om hur stor andel av varje huvudsortiment varje enskild skördare hade producerat under året. Med informationen från virkesordrarna kunde total producerad volym per skördare summeras och andelen producerat av varje huvudsortiment beräknades på samma sätt som för totalen. Därefter beräknades ett medelvärde för alla skördare inom varje grupp och för respektive mätstation. Ett två sidigt t-test utfördes för att se skillnaden i andelen av varje huvudsortiment mellan grupp A och B för varje mätstation, tröskelvärdet för signifikans sattes vid $p < 0,05$.

För att kunna sätta ett värde på andelen av varje sortiment användes relativa beräkningsmått. Beräkningarna för relativt virkesvärde baserades enbart på andelen av varje huvudsortiment och andelen vrak per grupp och mätstation. Resultatet för övermålsanalysen ingick inte i beräkningarna. Det bestämdes att sågtimmer skulle ha ett relativt värde av 100, massaved 64, bränsleved 38 och vrak 35. De relativa värdena är baserade på Edlunds (2015) relativa prislista som var ett genomsnitt av olika prislistor från de största skogsföretagen i Sverige. De relativa värdena grundar sig på att sågbart har högst värde och att andra huvudsortiment har ett värde som motsvarar en andel av det. I rapporten Biometrias kontroll av virkesmätning (2022) användes samma relativa beräkningsmått. Relativt virkesvärde (RV) beräknades för grupp A och B för varje mätstation. Efter att RV beräknats jämfördes det emellan grupperna inom varje mätstation.

Exempel på hur beräkningen utfördes: Om grupp A har 45 % sågtimmer, 35 % massaved, 15 % bränsleved samt 5 % vrak och grupp B har 35 % sågtimmer, 25 % massaved, 20 % bränsleved och 20 % vrak, så blir det relativa virkesvärdet för varje grupp:

$$RV (\text{Grupp A}) = 0,45*100+0,35*64+0,15*38+0,05*35= 74,85$$

$$RV (\text{Grupp B}) = 0,35*100+0,25*64+0,20*38+0,20*35 = 58,67$$

För att jämföra skillnaden i RV mellan grupperna beräknades differensen (Diff) ut enligt

$$\text{Diff} (\%) = ((RV (\text{Grupp A}) - RV (\text{Grupp B})) * 100) / RV (\text{Grupp B}) \quad (\text{Ekvation 6})$$

Exempel:

$$\text{Diff (\%)} = ((74,85 - 58,67) * 100) / 58,67 = 28 \%$$

En positiv kvot betyder att grupp A har ett högre relativt värde än grupp B och ett negativt värde tvärtom. Värdet för att ha en större andel sågbart än andra sortiment kunde genom detta visas. De relativa värdena jämfördes mot varandra per mätstation, och redovisades som en skillnad mellan grupp A och B. Beräkningen utfördes för varje mätstation enskilt. En procentenhet högre relativt virkesvärde innebär ett värde av ca 250 000 kr (Eriksson 2020). Relativt virkesvärde enligt dessa beräkningar är ett hjälpmedel för att beskriva skillnad i att producera mer eller mindre av ett huvudsortiment.

En analys om maskinlagens övermål gjordes enskilt för varje mätstation och grupp. För mätstation nord analyserades övermålet för åtta längder, för mätstation mellan analyserades fem längder och för mätstation syd analyserades två längder (Tabell 5). Alla längder som sågverken beställt togs inte med på grund av svårigheten att hålla isär närliggande längder. Efter urgallringen bestod mätstation nord av 423 224 stockar, mätstation mellan av 864 944 stockar och mätstation syd av 164 710 stockar.

För varje analyserad längd togs samtliga stockar med som var inom intervallet -6 till +20 cm från den längden. De stockar som då tagits med sorterades i 1 cm klasser från -6 till +20 cm och uppdelat på grupp A och B. Stockar som hamnade i någon av klasserna 0 till +20 cm betraktades vara apterade med ett positivt övermål och de som hamnade i någon av klasserna -1 till -6 cm betraktades vara apterade med ett negativt övermål. För övermål beräknades tre medelvärden och standardavvikelse, ett för totalen, ett för positiva övermål och ett för negativa övermål.

Det beräknades även hur stor andel av stockarna som hade apteras under önskad längd, 0 – 4 cm över och 5 - 20 cm över. Genom att ta det totala antalet stockar inom nämnda intervall och dividera det med de totala antalet stockar. Denna beräkning gjordes för varje grupp och mätstation.

Tabell 5. Analyserade längdmoduler (cm) för övermål för respektive mätstation
Table 5. Analyzed lengths (cm) for target lengths per sawmill

Nord	Mellan	Syd
340	378	308
370	425	608
400	455	
430	485	
460	515	
490	545	
520		
550		

3. Resultat

3.1 Vrakandel totalt och orsak till vrak

Stockar som vrakats hade en relativt jämn fördelning mellan grupperna (Tabell 6). Grupp B hade en något större andel vrak än grupp A. Orsak till vrak skiljde sig mellan grupperna. Trädslagen (tall och gran) särskildes, mätstationen mellan hade dock ingen gran inmätt på grund av att sågverket var inriktad mot enbart tall. Resultatet visar på en viss skillnad emellan grupperna. Orsakerna till vrak visar en jämn fördelning inom mätstationerna, men en större skillnad mellan dem (Bilaga 1).

Tabell 6. Antal vrakade stockar av tall och gran sammantaget samt hur stor andel det är av det totala antalet stockar (%) per grupp och mätstation, samt medelvärdet för vrakandel på skördarnivå per grupp och mätstation. P-värde från två sidigt t-test för medelvärde på vrakandel på skördarnivå inom varje mätstation. A är kvalitetssäkrade maskinlag från Biometria och B är maskinlag utan denna kvalitetssäkring

Table 6. Quantity of rejected logs for both pine and spruce and how large proportion it is of the total amount of logs (%) per group and sawmill, and the mean value for rejected logs per harvester for each group and region. P-value from two paired t-test for mean value of rejected logs per harvester within each group. A are forest machines quality controlled by Biometria and B are forest machines without this quality control

	Nord A	Nord B	Mellan A	Mellan B	Syd A	Syd B	Total A	Total B
Antal (st)	6 301	6 088	13 963	22 637	38 840	12 708	59 104	41 433
Vrakandel på stocknivå* (%)	4,05	2,24	2,45	2,27	1,86	1,97	2,11	2,17
Vrakandel på skördarnivå**(%)	4,11	3,03	2,73	2,52	2,07	2,35	2,66	2,55
Differens (%)	1,08		0,213		-0,227		0,112	
P-värde	0,122		0,503		0,094		0,573	

*) Andel vrak av det totala antalet stockar till sågverket

**) Medelvärde av andel vrak för enskilda skördare

3.2 Andel vrak uppdelat på tre klasser av vrakandelar

Samtliga mätstationer hade fler skördare från grupp B med en mycket låg andel vrak (<1%). Nord hade fler skördare med rimlig andel vrak (1 – 3%) från grupp B än ur grupp A, medan både mellan och syd hade flest skördare ur grupp A med rimlig andel vrak (Tabell 7; Bilaga 2). Inom syd fanns den största delen av skördare inom rimlig andel vrak, medan nord och mellan visade upp en mer spridd bild. Syd hade också flest antal skördare. Nord hade en stor del skördare med hög andel vrak (>3 %), och en liten del under 1 %. Det fanns skillnader både mellan grupperna och mellan mätstationerna. Ett två sidigt t-test ($p>0,05$) kunde inte visa på någon signifikant skillnad mellan skördarnas medelvärden för respektive vrakklass och mätstation. Ett test för totalen kunde inte heller påvisa signifikant skillnad mellan grupperna inom varje vrakklass och mätstation.

Tabell 7. Andel av skördarna (%) inom vrakklasserna mycket låg andel vrak (<1%), rimlig andel vrak (1 - 3 %) och hög andel vrak (>3 %), per mätstation samt totalt. A är kvalitetssäkrade skördare från Biometria och B är skördare utan denna kvalitetssäkring

Table 7. Proportion of harvesters (%) in each class of rejected logs, very low amount (<1%), good amount (1 – 3 %) and too much (>3%). Per sawmill and for the total. A is quality-controlled harvesters from Biometria and B are harvesters without this quality control

Andel vrak (%)	Nord A	Nord B	Mellan A	Mellan B	Syd A	Syd B	Total A	Total B	Total
<1	0,0	9,7	6,6	13,6	1,4	8,5	3,0	12,0	7,5
1 – 3	34,6	61,3	65,6	64,4	93,1	72,9	73,0	66,0	69,5
>3	65,3	29,0	27,9	22,0	5,6	18,6	24,0	22,0	23,0

3.3 Sortimentfördelning

För mätstation nord hade grupp B producerat en högre andel sågbart än grupp A. Både mellan och syd hade en större andel sågbart för grupp A. Bränsleveden var en mycket liten andel för samtliga mätstationer, inga utstickande skillnader kunde tydas där. Trenden för de två sydligare områdena tyder på att grupp A producerar mer sågtimmer, medan det i den nordliga regionen verkar vara tvärtom där grupp B producerar mer sågtimmer. Nord tycks också för båda grupperna ligga på en högre andel massaved, skillnaderna mellan andelen sågbart och massaved var större gällande mellan och syd. Vid test av skillnaden angående gruppernas medelvärden för respektive mätstation visade endast sågbart i område mellan och massaved samt bränsleved i område syd signifikant skillnad ($p < 0,05$) mellan gruppernas medelvärden. Differensen mellan gruppernas medelvärde varierade från 1 – 7 % (Tabell 8; Bilaga 3).

Tabell 8. Sortimentsandel av det totala antalet stockar (%) av varje huvudsortiment per mätstation nord, mellan och syd. A är kvalitetssäkrade skördare från Biometria och B är skördare utan denna kvalitetssäkring. Sortimentsandel av volym (%) i medeltal för skördare per grupp A och B. Differensen är skillnaden i sortimentsandel av volym för skördare mellan grupperna. P-värde från två sidigt t-test för skillnad av sortimentsandel av volym för skördare mellan grupp A och B
Table 8. Proportion of each main assortment of the total amount of harvested logs (%), for each sawmill; north, mid and south. A are harvested with Biometrias quality control and B are harvesters without this quality control. Proportion of volume per assortment (%) as a mean value for each harvester for group A and B. The difference is between proportion of main assortment for harvesters between groups. P-value from two paired t-test for difference in proportion of main assortment volume for group A and B

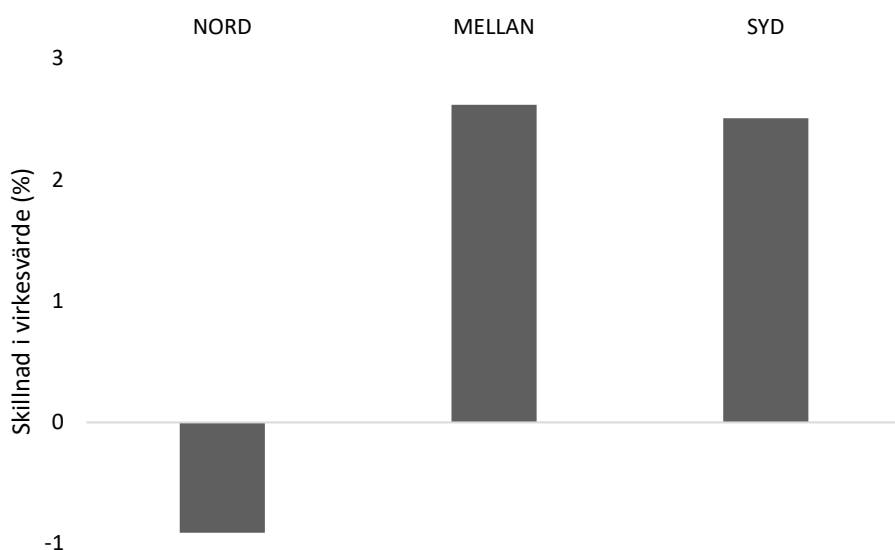
Huvud-sortiment		Nord A	Nord B	Mellan A	Mellan B	Syd A	Syd B
Sågbart	Sortimentsandel av antalet stockar (%) *)	51,4	55,3	64,6	59,0	60,3	54,8
	Sortimentsandel av volym för skördare (%) **)	45,7	53,3	57,7	50,8	57,1	50,9
	Differens (%)		-7,5		6,8		6,1
	P-värde		0,090		0,025		0,089
Massaved	Sortimentsandel av antalet stockar (%)	48,3	44,6	31,4	36,8	37,8	42,7
	Sortimentsandel av volym för skördare (%)	54,1	48,0	39,4	44,4	40,8	48,7
	Differens (%)		6,1		-5,0		-7,9
	P-värde		0,150		0,091		0,017
Bränsleved	Sortimentsandel av antalet stockar (%)	0,2	0,1	3,9	3,9	1,9	2,5
	Sortimentsandel av volym för skördare (%)	0,8	2,1	3,9	5,5	2,3	3,4
	Differens (%)		-1,3		-1,5		-1,1
	P-värde		0,489		0,150		0,022

*) Sortimentsandel av antalet stockar är hur stor andel av antalet stockar som utgörs av olika huvudsortiment

***) Sortimentsandel av volym för skördare är hur stor andel av volymen som i medeltal utgörs av olika huvudsortiment

3.4 Relativa virkesvärden

De relativa beräkningsmått baserade på andelen huvudsortiment och vrak kunde påvisa en skillnad mellan grupperna (Figur 4). Nord hade 0,91 % högre virkesvärde för B än för A och var den enda mätstationen som visade ett lägre värde för A. Mellan hade 2,62 % högre virkesvärde för A och syd hade 2,51 % högre virkesvärde för A.

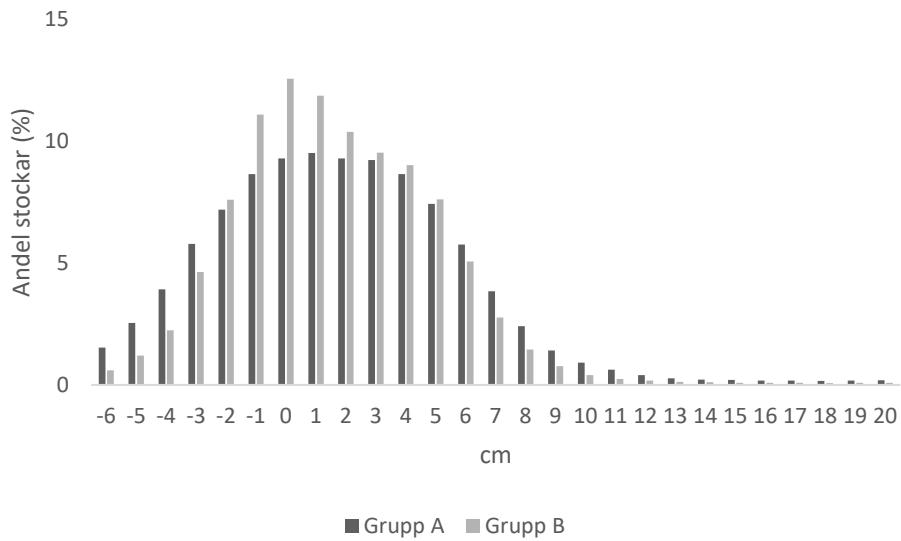


Figur 4. Skillnad i virkesvärde mellan grupp A och B. A är skördare med kvalitetssäkring från Biometria och B är skördare utan denna kvalitetssäkring. Positiva värden innebär att $A > B$ och negativa värden innebär att $B > A$.

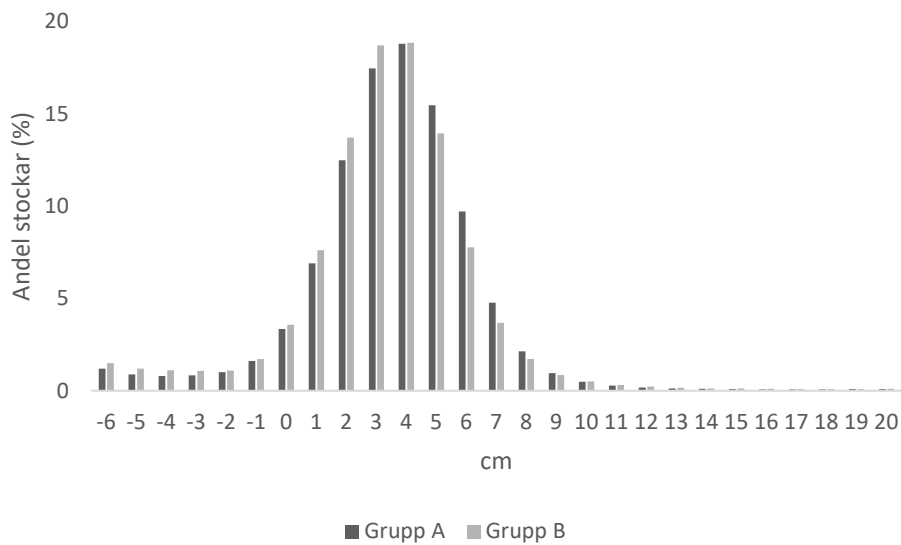
Figure 4. Difference in timber value between group A and B. A are harvesters with quality control from Biometria and B are harvesters without this type of quality control. Positive values mean $A > B$ and negative values means $B > A$.

3.5 Övermål

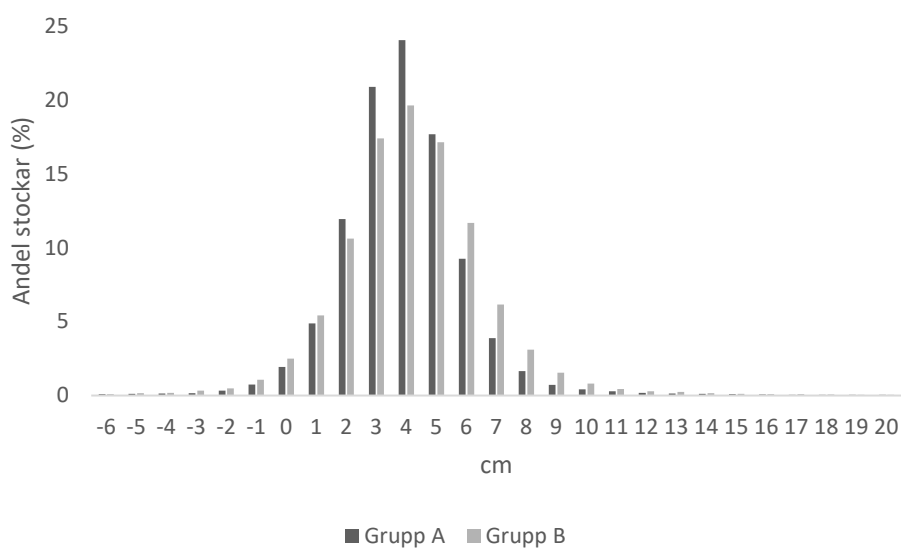
Övermålet varierade mellan mätstationerna. Medelvärdena för nord hade högre standardavvikelse än värdena för mellan och syd (Tabell 9; Figur 5–7). För mätstation nord var en stor del av stockarna under modullängden. Där fanns ett okänt antal stockar som hade förskjuten längdmodulsbotten med minus fyra cm, eftersom vissa av sågverkets råvaruavtal tillät det. Materialet saknar information angående vilka specifika entreprenörer och stockar förskjuten längdmodulsbotten gäller för. Det gör att inga slutsatser om övermålet kan dras för nord utifrån denna analys. I diskussionen redogörs det i detalj om orsaker till osäkerheten kring resultatet. För nord hade grupp A och B en stor andel av stockarna under noll dock något högre för A. Mellan hade en låg andel under noll för A och B, men något högre för B. Syd hade en ännu lägre andel stockar under noll men även där en något högre andel för B. Det var endast syd och mellan som hade färre stockar under noll för grupp A. Nord hade fler stockar från grupp A under noll. I spannet noll till fyra cm skiljer det sig också något emellan de tre mätstationerna. För nord observeras för A mindre än hälften av stockarna i spannet noll till fyra cm medan B har något över hälften. För mellan hade både A och B över hälften inom noll till fyra cm, men något fler för B. Syd hade också över hälften av stockarna inom spannet noll till fyra cm, men där hade A fler än B. I spannet över fem cm hade både nord och mellan fler stockar för A medan syd hade fler för B (Tabell 10).



Figur 5. Andel stockar (%) för varje cm övermål -6 till 20 för nord. Grupp A är kvalitetssäkrade skördare från Biometria och grupp B är skördare utan denna kvalitetssäkring.
 Figure 5. Proportion of logs (%) for each cm -6 to 20 for north. Group A is quality-controlled harvesters from Biometria and B are harvesters without this type of quality control.



Figur 6. Andel stockar (%) för varje cm övermål -6 till 20 för mellan. Grupp A är kvalitetssäkrade skördare från Biometria och grupp B är skördare utan denna kvalitetssäkring.
 Figure 6. Proportion of logs (%) for each cm -6 to 20 for mid. Group A is quality-controlled harvesters from Biometria and B are harvesters without this type of quality control.



Figur 7. Andel stockar (%) för varje cm övermål -6 till 20 för syd. Grupp A är kvalitetssäkrade skördare från Biometria och grupp B är skördare utan denna kvalitetssäkring.
 Figure 7. Proportion of logs (%) for each cm -6 to 20 for south. Group A is quality-controlled harvesters from Biometria and B are harvesters without this type of quality control.

3.5.1 Medelvärde och spridning

Beräkningarna för medelvärde och standardavvikelse visade på variation för både positiva och negativa värden mellan grupperna beroende på vilken mätstation som analyserades (Tabell 10). För nord var medelvärdet högre för A än för B, totala övermålet inom spannet - 6 till 20 cm var då större, även medelvärdet över och under noll var högre för A. Standardavvikelsen på totalen var större för A än för B, även under och över noll hade A större standardavvikelse. Samma trend visade sig för alla längdmoduler enskilt, A hade en större standardavvikelse än B. För mellan såg inte trenden exakt likadan ut, medelvärdet totalt och över noll var högre, medan medelvärdet under noll var lägre för A. Mellan hade också en lägre standardavvikelse totalt för A, samt mycket liten skillnad i standardavvikelse över och under noll. De analyserade längderna för mellan visade på en viss variation, där en del av längderna hade högre standardavvikelse för A, en del hade något lägre och en del hade knappt någon skillnad. Syd hade för A ett något lägre medelvärde totalt och över noll, medan medelvärdet under noll var något högre. Standardavvikelserna följde samma mönster, lägre totalt och över noll men något högre under noll för A. De två längderna som analyserades för syd visade sig ha en lägre total standardavvikelse för A.

Tabell 9. Medelvärde och standardavvikelse (inom parentes) för övermål totalt samt för negativa och positiva övermål (cm) för nord, mellan och syds längder. A är från skördare med kvalitetssäkring av Biometria och B är skördare utan denna kvalitetssäkring

Table 9. Mean value and standard deviation (within parentheses) for over target total (cm) also mean values and standard deviation for negative and positive over targets for north, mid and south lengths. A are harvesters with quality control from Biometria and B are harvesters without this type of quality control

	Nord A	Nord B	Mellan A	Mellan B	Syd A	Syd B
Övermål totalt	1,9 (4,1)	1,7 (3,4)	3,5 (2,9)	3,3 (3,0)	3,9 (2,2)	4,2 (2,5)
Negativa övermål	-2,6 (1,4)	-2,1 (1,2)	-3,3 (1,8)	-3,4 (1,8)	-2,3 (1,6)	-2,2 (1,5)
Positiva övermål	4,3 (3,1)	3,7 (2,5)	4,1 (2,1)	4,0 (2,2)	4,1 (2,0)	4,5 (2,5)

Tabell 10. Fördelning över andelen stockar (%) med övermål <0, 0 – 4 och 5 – 20 cm, per mätstation (nord, mellan och syd). A är skördare med kvalitetssäkring från Biometria och B är skördare utan denna kvalitetssäkring

Table 10. Amount of logs (%) with over target <0, 0–4 and 5–20 cm, per sawmill (north, mid and south). A are harvester with quality control from Biometria and B are harvesters without this type of quality control

Övermål (cm)	Nord A	Nord B	Mellan A	Mellan B	Syd A	Syd B
<0	29,6	27,3	6,3	7,7	1,6	2,3
0 – 4	46,0	53,4	59,0	62,4	63,7	55,6
5 – 20	24,4	19,3	34,7	29,8	34,7	42,1

4. Diskussion och slutsats

4.1 Resultatdiskussion

4.1.1 Vrakanalysen

Beräkningarna för vrakandel gjordes per stock i stället för volym eftersom målet inte var att belysa volymmässigt stora stockar utan snarare antalet stockar. Varje stock är ett enskilt beslut för maskinföraren och då ska storleken av en stock inte spela allt för stor roll så länge det inte är någon som är extremt avvikande. Det gick däremot att hitta skillnad i andelen vrak inom vissa spann. Genom diskussion med sakkunniga hos Biometria drogs slutsatsen att vrak under 1 % är mycket lite, och ofta tyder på att det är stor andel timmer i massaveden. 1 – 3 % vrak ansågs däremot vara en betydligt rimligare andel. Att ligga inom det spannet talar för god träffsäkerhet på längder samt sortiment och är något som en kvalitetssäkrad skördare bör sträva mot. Skördare som har över 3 % vrak på ett års tid anses vara ovanligt mycket. Resultat av denna analys påvisade att för två av regionerna (mellan och syd) låg grupp A – de kvalitetssäkrade skördarna inom det rimliga intervallet, vilket tyder på att de gör timmer av så stor del som är möjligt. För nord däremot så hade B nästintill dubbelt så stor andel i spannet 1 – 3 %, vilket hänger ihop med flera av resultaten som tyder på att hypotesen förkastas för nord. En möjlig förklaring till resultat för nord kan vara att de inte varit anslutna lika länge till tjänsten. Att ha en låg andel vrak sänker oftast andelen producerat timmer vilket också sänker värdet för skogsägaren. Dessa resultat tyder på att kvalitetssäkrade maskinlag i mellan och syd producerar mer timmer och har en något högre andel skördare i den rimliga vrakklassen (1 – 3 %). För nord visar resultatet det motsatta, att maskinlag utan biometrias kvalitetssäkring producerar mer timmer och har en något högre andel skördare i den rimliga vrakklassen (1 – 3 %). Ett två sidigt t-test kunde inte påvisa någon signifikant skillnad mellan grupperna för vrakandel per mätstation eftersom spridningen per skördare var för stor. Andelen vrak beror till största del på hur tillredningen har gått till och där ligger stor vikt vid resultatet, men är samtidigt inte den enda påverkande faktorn. Sorteringen påverkar också andelen vrak, felsortering kan leda till att massaved hamnar med timmer och vice

versa. Skillnaderna i orsak till vrak var relativt små inom mätstationerna och därför lades heller inte någon stor vikt vid de resultaten.

4.1.2 Analys av sortimentsfördelning

Resultaten visade för regionerna mellan och syd att skördarna i grupp A hade en större andel sågtimmer än vad grupp B hade. För nord visade resultatet däremot tvärtom. Resultatet för studien visar på att maskinlag som producerar en större del sågtimmer hänger ihop med att ha en lite högre andel vrak. Historiskt sett har timmer lönat sig bättre än massaved eftersom det ger ett högre kubikmeterpris, ur en skogsägares synvinkel är därför timmer att föredra rent ekonomiskt. Ett två sidigt t-test för skillnaden mellan gruppernas medelvärden per huvudsortimentsandel kunde visa en signifikant skillnad i timmerandelen för en mätstation, och för massaved samt bränsleved hos en annan mätstation (Tabell 8). Även för andelen timmer är tillredningen av virket det som påverkar mest, sorteringen har även den en betydande roll om timmerstockar hamnar som massaved de gånger det funnits brister i sorteringen. Sortimentsvandring kan sänka andelen sågbart, det är inte direkt beaktat i denna studie men det är ändå en av flera faktorer som kan förklara varför det är skillnad mellan grupperna, likaså påverkas vrakandelen av sortimentsvandring.

4.1.3 Relativa virkesvärden

Som tillägg till analysen för andelen timmer per skördargrupp gjordes även enklare beräkningar med relativa värden likt verkligheten för att belysa skillnaden rent ekonomiskt. Beräkningarna kunde visa att en högre timmerandel ökar virkesvärdet med ca 2,5 % beroende på region (Figur 5). Enligt tidigare beräkningar (Eriksson 2020) är 1 % ca 250 000 kr för en skördare, vilket innebär att 2,5 % blir cirka 650 000 kr per år per skördare, vilket blir ett slags mått på vad tjänsten kan skapa för värde. Timmer har en högre kravställning av kvalitet än massaved, vilket kräver mer av maskinerna. För att massaved ska bli nedklassat handlar det om mycket låg kvalitet. Så länge timmer har ett högre ekonomiskt värde än massaved kommer kvaliteten på maskinlagen ha en stark inverkan på det ekonomiska värdet för skog. Det var endast resultaten från timmerandelsanalysen som användes till värdeberäkningarna men alla kvalitetsparametrar hänger ändå ihop, även om de inte kan direkt kopplas i denna studie. Till exempel ger låg andel vrak lägre andel timmer och såväl ett undermål som stora övermål innebär förlorad timmervolym.

4.1.4 Övermålsanalysen

Vid analys av utfallet av beställda längder varierade resultatet en del. För nord fanns en stor del av stockarna under modullängden, det stack ut avsevärt jämfört med mellan och syd, som bara hade ett fåtal under modullängderna. Nord hade störst andel stockar under noll, vilket är det som är sämst ur ekonomisk synpunkt för skogsägare. Spannet noll till fyra cm är bra, där tjänar skogsägaren mest. Det optimala är givetvis noll, men det är svårt att klara i praktiken. Av den orsaken jobbar de flesta maskinslagen mot ett längd-övermål. Enligt Arlinger & Möller (2012) samt Strandgard (2009) kan en felaktigt apterad stock kraftigt sänka virkesvärdet. Grupp A såg ut att ha ett större övermål för nord samt en mindre del i det önskvärda spannet. Mellan och syd hade en annorlunda fördelning, speciellt syd som visade en mycket liten del i det sämre spannet under noll. Mellan hade en lägre andel i det sämsta spannet för grupp A. För syd tycks grupp A visa på ett lägre övermål och en mindre del i sämre längdspann. Resultatet visar på en skillnad mellan regionerna.

Studien innefattas av olika sågverk med olika försörjningsstrategier och därför kan resultaten variera. Att ligga under längdmodulen är det som ger störst förlust för skogsägaren och/eller säljaren. Köp 1 som oftast får betalt efter 30 eller 60 cm moduler påverkas mycket om maskinalgen apterar något under, det innebär en nedklassning till nästa modullängd under. En stor förlust för säljaren av virket blir konsekvensen. Nord är ett köpsågverk som innefattas av många olika avtal för sin råvaruförsörjning, det har för vissa avtal en sänkt modullängdsbotten till minus fyra cm, vilket innebär att en del av stockarna som kommer in till nord tolererar att vara fyra cm under modullängden. Det kan vara en av förklaringarna till varför andelen stockar under noll är så stor för nord jämfört med mellan och syd. Eftersom nord har förskjuten längdmodulsbotten (minus fyra cm) för ett okänt antal stockar och entreprenörer så kan inga slutsatser dras utifrån övermålsanalysen. En annan förklaring är att sågverket i nord inte har någon längdkorrektion i sina prislistor för avverkningsuppdrag (Jägbrant, 2022 pers.meddelande), vilket är en stor del av materialet. Där längdkorrektion saknas påverkas inte skogsägaren som säljer virket i samma utsträckning som om längdkorrektion hade funnits med. Det kan vara ytterligare en förklaring till varför nord tycks producera en stor del något under noll. I denna analys fanns heller ingen information om vilka maskinlag som har avtal som tillåter sänkt modulbotten, det är därför svårt att angående nord dra några slutsatser gällande övermål för respektive grupp då vi inte vet vilka avtal de gått under.

Ett enkelt sätt att undvika vrak är att sortera ut allt som är tveksamt som massaved även om de håller timmerdimensioner, den taktiken leder även till att den totala andelen timmer sänks. En stock som gått genom ett värdehöjande kap för att klara

sig som timmer, på grund av exempelvis krök eller lyra kan ha avvikit något från beställd längd, men ändå klarat sig som en timmerstock istället för att ha bli till massaved. En avvikande timmerstock som inte blir vrak är ändå mer värt än en massavedsstock.

Sågverk har ofta olika sätt att betala skogsägaren, en del får betalt per cm levererad stocklängd, en del per dm, och en del får betalt på samma vis som köpled 1 dvs per modul. I en prislista förekommer längdkorrekationer för de olika modullängderna vilket ger ett högre eller lägre kubikmeterpris för diameterklassen på stocken. Exakt vad som gäller för alla skogsägare är svårt att ta reda på, det finns olika kontrakt med virkesköpare som erbjuder olika saker, typ premier med mera. Att det lönar sig att träffa längder, och producera ett litet övermål, det är det ingen tvekan om. En del sågverk har specifika längdbeställningar inom vissa diameterklasser, andra sågverk beställer endast efter längd.

Resultatet visar att det är en skillnad mellan mätstationerna. Nord är mest avvikande och har en stor del på minussidan, vilket delvis kan förklaras av att de har flera olika råvaruavtal där vissa har en större tolerans med längderna. Enligt representant från Biometrias fältverksamhet så har arbetet med kvalitetssäkring pågått längre och mer utbrett i södra Sverige. Det kan vara en av förklaringarna till att syd visar minst andel på minussidan och att grupp A ser ut att vara bättre. Nordområdet har arbetat med Biometrias kvalitetssäkring under kortast tid, grupp B innehåller också en del avverkningsentreprenörer som har en annan form av kvalitetsarbete (Hemmingsson 2022, pers.meddelande). För detta resultat är det enbart tillredningen av virket som påverkar hur stort eller litet övermål ett maskinlag har. Sorteringen kan leda till att vissa stockar inte kommer med som timmer, men det påverkar inte längden som fallit ut.

4.1.5 Andra faktorer som påverkar virkesvärdet

Övermålet påverkar virkesvärdet. Beroende på vilket system för betalning som används påverkas säljaren av virket olika mycket. Om betalning sker per modullängd så är övermålet mycket viktigt, däremot om det är per cm eller dm påverkas inte säljaren lika mycket. Om längdkorrektion finns med i prislistan hos virkets köpare är övermålet också av stor betydelse. Längdens påverkan på virkesvärdet är svårare att räkna på jämfört med för andelen timmer och vrak. Felsortering av virke påverkar också värdet men även det är svårt att belysa med dessa analyser. Eftersom timmer har ett högre värde än massaved så kostar det säljaren av virket varje gång en timmerstock hamnar som massaved.

A hade ett lägre övermål i mellan och syd vilket gör att säljaren av virke tjänar mer. Att stockar produceras under modullängds-gränsen är det som säljaren förlorar mest

på. I mellan och syd hade B större del under modullängden än A, och större spridning. Ambitionen är ett lågt övermål med minimal spridning, det är då säljaren tjänar som bäst. På grund av de speciella omständigheterna för nord så kan inte några slutsatser dras om hur säljaren av virke påverkas. Resonemanget är detsamma men skillnaden mellan grupperna var svår att avgöra i och med att det fanns olika och okända förutsättningar.

4.2 Material -och metoddiskussion

4.2.1 Vrakanalysen

Vrakanalysens metod var ganska enkel och rättfram. Andelen stockar från varje grupp jämfördes. Det är mer intressant att se på antalet vrakade stockar än volymsandelen, då varje stock innebär ett beslut. Ett annat angreppssätt hade kunnat vara att lägga stort fokus på orsak till vrak, då vissa av vrakorsakerna är direkta fel från maskinförare medan andra orsaker inte går att påverka från maskinlagets sida. Valet av att göra en klassning för låg, rimlig och hög andel vrak är något som hade gått att göra annorlunda. Toleransen för vrak är något som kan skilja sig åt mellan olika företag, och även geografiskt, exempelvis röta förekommer i större utsträckning söderut än norrut. Eftersom mätstationerna var separerade i denna studie spelar det egentligen ingen större roll, men det är ändå värt att ta i beaktning. På grund av stor spridning inom grupperna kunde inte några signifikanta skillnader identifieras, däremot gick det att se intressanta skillnader på totalen.

4.2.2 Sortimentandsanalysen

Att analysera andelen timmer var en relativt enkel metod. Dock visade detta andelen timmer för hela virkesordern, vilket innefattade fler mätstationer än de från stockdatamaterialet. Om stockdata hade funnits att tillgå från samtliga mottagare hade det kunnat ge en ännu djupare analys. Nu redovisas enbart andelen sågbart från respektive grupp av maskinlag. Det hade varit intressant att kunna jämföra alla vrakade stockar från virkesordern med totala timmerandelen, och genom det kunna dra starkare slutsatser om samband mellan vrakandel och timmerandel. Även för de statistiska testerna för huvudsortimentsandelen per skördargrupp fanns en stor spridning och ett stort datamaterial, det gjorde att skillnader på totalen inom varje region var mer intressant. Stora variationer och utstickande observationer gjorde att det inte gick att påvisa en signifikant skillnad mellan medelvärdena.

4.2.3 Övermålsanalysen

Det fanns vissa svårigheter med att analysera övermålet. Till exempel har sågverk olika längdbeställningar och olika modullängder. Speciellt för syd, där fanns det flera modullängder som bara var några cm ifrån varandra. Det gjorde det omöjligt att urskilja vilken längd som skördaren hade siktat på. Vilket ledde till att det materialet för analysen minskade, på grund att svåra gränsfall gallrades bort.

Sågarna jobbar ofta med att få olika längder i olika diameterklasser, och vissa har även skillnad på rotstock eller inte. Det är därför svårt att få med alla parametrar som spelar in. De flesta kvalitetsparametrar hänger ihop och det bidrar till att det är svårt att plocka ut en parameter utan att tappa helhetsbilden. För att få till en korrekt analys av övermålet måste man vara helt säker på vilka längder skördarna siktat på. I nord var det alldeles för stora osäkerheter i längderna för att analysen skulle kunna säga någonting av värde gällande övermålet.

Om data för längderna inledningsvis hade hanterats annorlunda och övermål hade beräknats per maskinlag istället för på totalen inom grupperna så hade ett t-test kunnat tillämpas på samma vis som för vrak- och huvudsortimentsanalyserna. Då övermålsberäkningen gjordes på total per grupp och mätstation gick inte ett t-test att tillämpa då de förutsättningarna hade gett för få observationer.

4.2.4 Relativa virkesvärden

Beräkningarna för att få ut relativt virkesvärde gjordes med hjälp av en relativ prislista från Biometria. Detta ansågs som en god metod att beräkna virkesvärde då den relativa prislistan grundade sig på historiska data om prislistor från Sveriges största skogsföretag. Det är en enkel metod som ändå blir rätt träffsäker, eftersom värdet emellan de olika huvudsortimenten skiljer sig så mycket åt.

4.3 Jämförelse med tidigare studier samt felkällor och förbättringspotential

I denna studie valdes tre mätstationer med stockmätning främst för att mätramarna vid stockmätning har hög noggrannhet (Hyll & Nordström 2020). Sågverk med travmätning uteslöts då studien krävde stockvis data. Stockmätningstationer valdes för att de hade hög noggrannhet samtidigt som det enkelt gick att få tillgång till ett stort dataset.

Studien tog ingen hänsyn till maskintillverkare, fokus låg först och främst på skillnader mellan maskinlag med kvalitetssäkring från Biometria och maskinlag utan kvalitetssäkring från Biometria. Nordström et al. (2018) utförde ett omfattande

virkesvärdestest år 2016, där undersöktes bland annat skillnader emellan olika maskintillverkare, och det visade sig att skillnad fanns. Den parametern valdes att inte beaktas i denna studie.

Det finns idag inga direkta tidigare studier som behandlar Biometrias tjänst: kvalitetssäkring av skördare. Tidigare arbeten har kunnat peka på att kvalitetssäkring är viktigt och att det behövs, dessa arbeten har dock främst pekat på kvalitetssäkrad längd- och diametermätning. Karlsson (2011) och Östensson (2013) utförde båda studier som hade koppling till ersättningsgrundande skördarmätning, där båda kom fram till slutsatsen att om det ska fungera krävs en kvalitetssäkring för att skördarna ska uppnå likvärdig mätning.

Svalin (2019) utförde en studie om så kallade värdehöjande avkap faktiskt höjde virkesvärdet. De kunde visa att värdehöjande avkap kunde öka timmerandelen, vilket enligt denna studie höjer virkesvärdet. Att kapa stocken för att höja värdet är till exempel att kapa bort en bit av en rötad stock och använda resterande frisk stock i stället för att lägga hela i massavedshögen, alternativt låta den gå till vrak. Det är ett exempel på vad kvalitetssäkring medför, att aktivt jobba med maskinförarna hjälper dem till ökad kunskap som i sin tur ökar kvaliteten. Skogforsk virkesvärdestest (Nordström et al. 2018) visade att maskindatorerna för apteringen har vissa brister, de har svårt att utvinna timmer av vissa stockar. I vissa fall krävs det en mycket skärpt och duktig förare för att få ut maximalt med timmer ur en avverkning. Engdahl Wevel (2012) påstår att kunskapsbrist är en av de största påverkande faktorerna gällande virkesvärde, Biometrias tjänst strävar efter att öka kunskapen om vad som ger ett högre värde. Enligt Labelle et al. (2018) ger automatiskt aptering alltid högst virkesvärde, en dator är i det allra flesta fallen bättre än en människa. Som Nordström et al. (2018) påvisar ger en hög andel manuella kap ett lägre värde, men som sagt finns vissa brister. Om en skördarförare har en stor förståelse för värde och endast gör ett manuellt kap där det verkligen behövs kan virkesvärdet öka. Det gäller att hitta en balans mellan automation och mänsklig känsla för att höja värdet.

En trolig anledning till de fanns skillnader mellan grupperna i timmerandel kan vara på grund av att den ena gruppen var skickligare på att utföra värdehöjande avkap (cf. Svalin 2019) och/eller varit skickligare på att använda automatisk aptering när det passade och manuell aptering när det behövdes (cf. Engdahl Wevel 2012; Labelle et al. 2018; Nordström et al. 2018).

Sortimentsvandring eller felsortering är något som också påverkar virkesvärdet och som till stor del har med maskinlagets prestationer att göra. Det är inte något som analyserats i denna studie men det är också av intresse. Bredal & Granberg (2016)

kunde i sin studie fastslå att felsortering påverkar virkesvärdet genom att en del av timret hamnar i massavedshögen i onödan.

4.4 Styrkor och svagheter

En svaghet med studien är att Grupp B som utgör skördare utan kvalitetssäkring från Biometria inte är lika väldefinierad som grupp A. Andra skogsföretag och maskinentreprenörer jobbar också med kvalitetshöjande åtgärder, även om det inte är lika utbrett som Biometrias tjänster. Det kan därför vara svårt att dra definitiva slutsatser om grupp B, spridningen inom den gruppen är stor.

En styrka med vrakanalysen var att den gjordes på stocknivå, då spelade inte volymmässigt stora vrakstockar någon större roll, vilket annars hade kunnat ge en orättvis bild. En svaghet med metoden för vrakanalysen är att det inte gick att veta hur mycket timmerdugliga stockar som sorterats som massaved i skogen, det går endast att göra uppskattningar eller antaganden.

En svaghet med timmerdelsanalysen är att volymsandelen till viss del kan innefatta andra mätstationer. Större delen av timmervolymererna är inmätta på de tre valda mätstationerna för studien, det kan vara en felkälla i kopplingen mellan vrakanalys och timmerandelsanalys. Avverkade av samma maskinlag men en del virkesordrar hade flera timmermottagare. En styrka med timmerdelsanalysen var att sortimentsandel på skördarnivå och totalnivå beaktades, vilket gjorde att totala skillnader och skillnader mellan maskinlag kunde visas.

En svaghet med övermålsanalysen var att den endast beaktade längden på stockarna och tog inte hänsyn till diameterintervall. Många sågverk beställer vissa längder inom vissa intervall, eftersom diametern inte togs med som en faktor så finns stor risk att en del stockar prickade en längdmodul men kan ändå haft fel diameterklass. De fixerade intervallen minus 6 cm och plus 20 cm var både en styrka och en svaghet. En styrka genom att de gav en generell och liknande bild mellan mätstationerna, men en svaghet i och med att mätstationerna hade olika förutsättningar, med ett snävare intervall hade det varit möjligt att ta med fler stockar från syd. Snäva intervall hade dock medfört en risk för att stockar som var på gränsen till olika längdmoduler kunnat hamna fel, därför är det också en styrka att inte riskera att gränsfall ställer till det. En svaghet med övermålsanalysen för syd var att data från hela året inte gick att tillgå, personen som utgav de uppgifterna för sågverket i syd kunde inte med garanti säga vilka längder sågen hade beställt under tiden januari – augusti.

4.5 Framtida studier

Analys av kvalitetsparametrar är något som kan fortsätta. En stor omfattande längdanalys med hänsyn till diameterklasser vore intressant både för kvaliteten av tjänsten och för sågverken. Att analysera sortimentsvandringen vore också intressant, i en större och mer omfattande studie än denna hade ett ytterligare dataset kunnat kopplas till materialet för att undersöka hur mycket timmer som hamnat hos massabruken. Exempel på ett sådant dataset hade kunnat vara Biometrias TittiTrave, vilket är en tjänst som bland annat undersöker förekomsten av timmerstockar i massavedstravar (Biometria 2022f).

4.6 Slutsatser

Mycket låg andel vrak kan ofta förklaras med att maskinlagen lägger mycket sågbart i massaveden. Andelen vrak i intervallet mycket låg (<1%) är högst för grupp B vid alla mätstationer. Ett bra maskinlag bör ligga inom 1 – 3 % vrak enligt Biometria. För nord är grupp B betydligt större i det rimliga spannet, men för mellan är grupp A något större och för syd är grupp A betydligt större. Nord har också en stor andel maskinlag med vrak över 3 %. Syd visar tydligt att grupp A är bättre gällande vrakandelen, det är även där det största stockdata-materialet finns och det är där kvalitetssäkringsarbetet har pågått längst. Mellan har inte ett lika tydligt resultat, men en slutsats som kan dras är att mycket låg vrakandel förekommer i dubbelt så stor utsträckning för grupp B, vilket förmodligen leder till att grupp B producerar en lägre andel timmer.

Andelen timmer är något som går hand i hand med andelen vrak. Nord sticker ut lite även där, det är den enda mätstationen där grupp B har en större andel sågbart. Grupp B har också en betydligt större andel i det rimliga vrakspannet och en mindre andel i spannet för hög andel vrak. Detta kan vara en förklaring till att grupp B producerar mer timmer. Syd och mellan visar att grupp A producerar en större andel sågbart, vilket också stärker slutsatsen om att rimlig vrakandel hänger ihop med mer timmer.

Nord sticker ut även gällande övermålet. Det är mycket svårt att dra slutsatser gällande längderna utifrån analysen av mätstation nord, till största delen beroende på att de har ett flertal råvaruavtal som tolererar minus fyra cm, det ledde också till att de hade en så stor del under noll när längderna plottades. Mellan och syd visar mer tydligt att grupp A har en lägre andel på minussidan, speciellt gäller det syd.

Samtliga kvalitetsparametrar hänger ihop och har ett samband och det är därför svårt att dra enkla slutsatser utifrån följande analyser. Nord sticker ut med att

motsäga hypotesen, genom ett blandat resultat i vrakanalysen och med beräkningar av timmerandelens värde visar det sig att grupp B genererar ett högre virkesvärde än grupp A. Utifrån dessa analyser ger inte kvalitetssäkring ett högre virkesvärde för nord. Det beror troligen på att de inte har varit anslutna lika länge som syd och mellan samt stora osäkerheter för övermålsanalysen. Slutsatsen för mellan och syd är att dessa tre analyser pekar på att grupp A ger ett något högre virkesvärde på grund av högre timmerandel, större andel vrak i rimlig klass och lägre andel stockar under modullängd, vilket bekräftar hypotesen. Syd visar tydligast att grupp A genererar ett högre virkesvärde. Resultatet för syd visar också att överlag håller skördarna från A och B en högre kvalitet jämfört med övriga mätstationer. Dock är övermålsanalysen för syd avskalad i och med de nödvändiga avgränsningarna. Det finns uppenbarligen stora skillnader mellan regionerna och mellan grupperna, där trenden tycks vara att längst söderut är både grupp A och B bättre, något sämre för mellan och i nord tycks båda grupperna prestera sämre enligt dessa analyser. I studien har det inte lagts någon stor vikt vid om det fanns signifikanta skillnader mellan gruppernas medelvärde eller inte, då det fanns en stor spridning med några utstickande observationer och tydliga resultat på totalen.

- Syd och mellan har för grupp A ca 2,5 % högre virkesvärde än grupp B. Vilket är mycket pengar, uppskattningsvis ca 650 000 kr per år och skördare. För nord har B ca 0,9 % högre virkesvärde än A.
- Vrakanalysen görs för att alla kvalitetsparametrar hänger ihop, viktigt att ha med för att stärka sortimentsfördelningsanalysen.
- Högre andel timmer ger också en något högre andel skördare inom den rimliga vrakklassen (1 – 3 %).
- Över- och undermål av stocklängder är ytterligare en faktor som påverkar värdet genom att betalning på olika sätt grundas i vilken längd stocken har. Beroende på avtal kan säljare respektive köpare påverkas olika. Oavsett avtal får den stor värdepåverkan när sågverket säljer sin färdigvara. Studien har kunnat påvisa skillnader, men inte kvantifierat det ekonomiska värdet.
- Studien visar att Biometrias kvalitetssäkring gav ett högre virkesvärde för mellan och syd, men ett lägre värde för nord. En av förklaringarna till det kan vara att maskinlagen i nord inte varit anslutna till tjänsten lika länge.

Referenser

- Arlinger, J. & Möller, J. (2013). *StanForD 2010 - modern kommunikation med skogsmaskiner*. Arbetsrapport 784–2012. Uppsala: Skogforsk.
- Biometria (2020). *Arbetsrutin ordinarie mätning - identifiering av virke*.
<https://www.biometria.se/publikationer/maetningsinstruktioner/arbetsrutiner/>
[2023-02-19].
- Biometria (2021a). *Biometrias kontroll av virkesmätning*. Biometrias instruktioner för mätning och kontroll av mätning.
<https://www.biometria.se/publikationer/maetningsinstruktioner/kontrollanvisningar/> [2023-02-19].
- Biometria (2021b). *Arbetsrutin för kalibrering av mätredskap*. Biometrias arbetsrutiner.
<https://www.biometria.se/publikationer/maetningsinstruktioner/arbetsrutiner/>
[2023-02-19].
- Biometria (2021c). *Mätning av stocks volym under bark*. Biometrias nationella bestämmelser för virkesmätning.
<https://www.biometria.se/publikationer/maetningsinstruktioner/maetningsbestaemmelser/> [2023-02-19].
- Biometria (2021d). *Kvalitetssäkrad mätning med skördare*. Biometrias fältverksamhet.
<https://www.biometria.se/media/a2sne5vx/kvalitetssaekrad-maetning-med-skoerdare-2021-08-01.pdf> [2023-02-19].
- Biometria (2021e). *Biometria skapar högre effektivitet och bättre kvalitet för kvalitetssäkringen av skördare*.
<https://www.biometria.se/media/aktuellt/nyheter/2021/12/biometria-skapar-hoegre-effektivitet-och-baettere-kvalitet-foer-kvalitetssaekringen-av-skoerdare/>
[2022-10-25].
- Biometria (2022a). *Kvalitetsbestämning av sågtimmer av tall och gran, nationella bestämmelser för virkesmätning*.
<https://www.biometria.se/publikationer/maetningsinstruktioner/maetningsbestaemmelser/> [2023-02-19].
- Biometria (2022b). *Allmänt rörande Biometrias instruktioner för virkesmätning*.
<https://www.biometria.se/publikationer/maetningsinstruktioner/maetningsbestaemmelser/> [2023-02-19].
- Biometria (2022c). *Kvalitetssäkrad tillredning*.
<https://www.biometria.se/tjanster/kontroll-och-revision/kvalitetssaekrad-tillredning/>
[2022-10-25].

- Biometria (2022d). *Kvalitetssäkring skördare*.
<https://www.biometria.se/tjanster/kontroll-och-revision/kvalitetssaekring-skoerdare/> [2022-10-25].
- Biometria (2022e). *Biometrias kontroll av virkesmätning*.
<https://www.biometria.se/publikationer/maetningsinstruktioner/kontrollanvisning-ar/> [2022-11-17].
- Biometria (2022f). *Titt i Trave*.
<https://www.biometria.se/tjanster/maetning/maetningstjanster/titt-i-trave/>
 [2023-01-10].
- Biometria (2023). *Kvalitetsbestämning av massaved*.
<https://www.biometria.se/publikationer/maetningsinstruktioner/maetningsbestaemmelser/nationella-maetningsbestaemmelser/> [2023-02-19].
- Björklund, L. (2020). *Svensk vs finsk virkesmätning –reflektioner från studiebesök*.
 Uppsala: Biometria. <https://www.biometria.se/media/55ujs1ai/svensk-vs-finsk-virkesmaetning-reflektioner-fraan-studiebesoek-mars-2020.pdf> [2023-03-04].
- Björklund, L., Hesselman, J., Lundgren, C. & Nylinder, M. (2009). *Jämförelser mellan metoder för fastvolymbestämning av stockar*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala. Rapport nr 15. ISSN: 1654–1383.
https://www.biometria.se/media/naufct14/jaemfoerelser-mellan-metoder-foer-fastvolymbestaemning-av-stockar_slu-rapport-15.pdf
- Bredal, A & Granberg, J. (2016). *Titt i trave*. Umeå: Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi. Arbetsrapport 2.
- Bäcke, J. O. Herling, M. Svensson, M & Svensson, S. A. (2010). *Översyn av Skogsstyrelsens Virkesmätningsföreskrifter - Analys och förslag*. Jönköping: Skogsstyrelsen. Rapport/Skogsstyrelsen, 2010:5.
- Castenäs, G. Engberg, M. Eriksson, B. Olsson, D. Persson, L. & Selander, J. (2009). *Verksamhetsmodellering nulägesanalys*. SDC Interna dokument. Rapport.
- Derome (u.å). *Kvalitetsgränser och vrakorsaker*. <https://www.derome.se/skog-tra/tjanster-i-skogen/salja-skog/slutavverkning/kvalitetsgranser-och-vrakorsaker>
 [2022-10-25].
- Edlund, J. (2015). *Relativprislista*. Rapport, SDC. 2015-03-13.
- Edlund, J. Björklund, L. & Strömgren, M. (2018). *Topprotsmätning anpassad för sågbara sortiment av tall och gran*. SDC Interna dokument. Rapport. 2018-01-10.
- Engdahl Wevel, R. (2012). *Talltimmeraptering – påverkande faktorer*. Skinnskatteberg: Sveriges Lantbruksuniversitet. Examensarbete/SLU, Skogsmästarprogrammet 2012:20.
- Eriksson, M. (2020). *Systemstöd för kvalitetssäkring av avverkningsarbetet*. Biometria Interna dokument. Rapport.
- Fyhr, G. & Nilsson, R. (2021). *Ersättningsgrundande skördarmätning i Sverige*. Skinnskatteberg: Sveriges Lantbruksuniversitet. Examensarbete/SLU, Skogsmästarprogrammet 2021:04.

- Hyll, K. & Nordström, M. (2020). *Kartläggning av teknik, metoder och informationsflöde för mätning av skogens produkter*. Arbetsrapport 1050–2020. Uppsala: Skogforsk.
- Häggström, C. Kawasaki, A. & Lidestav, G. (2013). *Profiles of forestry contractors and development of the forestry-contracting sector in Sweden*. Scandinavian Journal of Forest Research, 28:4, 395-404, DOI: 10.1080/02827581.2012.738826.
- Johansson, S. (2012). *Håller skördaren måttet?* Skogforsk. Vision, nr. 1 ss. 21–22.
- Karlsson, A. (2011). *Förutsättningar för betalningsgrundande skördarmätning hos Derome Skog AB*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för Skogens produkter. Examensarbeten Nr 80. ISSN 1654–1367.
- Karjalainen, T. Mehtätalo, L. Packalen, P. Malinen, J. Næsset, E. Gobakken, T. & Maltamo, M. *In-situ* calibration of stand level merchantable and sawlog volumes using cut-to-length harvester measurements and airborne laser scanning data, *Forestry: An International Journal of Forest Research*, Volume 95, Issue 1, January 2022, Pages 105–117, <https://doi.org/10.1093/forestry/epab031>
- Labelle E.R. & Huß L. (2018). *Creation of value through a harvester on-board bucking optimization system operated in a spruce stand*. Silva Fennica vol. 52 no. 3 article id 9947. 22 p. <https://doi.org/10.14214/sf.9947>
- Lag (2014:1005) om virkesmätning. Stockholm: Näringsdepartementet RSL.
- Lundqvist, L. Lindroos, O. Hallsby, G. & Fries, C. Skogsstyrelsen. *Slutavverkning*. Skogsskötselserien kapitel 20. Andra upplagan. <https://www.skogsstyrelsen.se/mer-om-skog/skogsskotselserien/> [2023-02-19].
- Marshall D, H. Murphy G. & Boston, K. (2006). *Evaluation of the economic impacts of length and diameter measurement error on mechanical harvesters and processors operating in pine stands*. Canadian Journal of Forest Research. 36(7): 1661-1673. <https://doi.org/10.1139/x06-064>
- Möller, J. & Sondell, J. (2003). *Betalningsgrundande skördarmätning*. Resultat 10. Uppsala: Skogforsk.
- Möller, J. Arlinger, J. Hannrup, B. & Jönsson, P. (2006). *Virkesvärdestest 2006*. Uppsala: Skogforsk. Mättningsbestämmelser.
- Nilsson, R. (2014). *Kundnöjdhet hos privata skogsägare som använt Södras uppdragsform "skördarmätning med stampris"*. Umeå: Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för skoglig resurshushållning. Arbetsrapport 480. ISSN 1401–1204.
- Nordfjell, T. Björheden, R. Thor, M. & Wästerlund, I. (2010). *Changes in technical performance, mechanical availability and prices of machines used in forest operations in Sweden from 1985 to 2010*. Scandinavian Journal of Forest Research, 25:4, 382-389, DOI: 10.1080/02827581.2010.498385.
- Nordström, M, Arlinger, J. Hannrup, B. Jonsson, R. Jönsson, P. & Möller, J. (2016). *Virkesvärdestest 2016*. Uppsala: Skogforsk. Mättningsbestämmelser.
- Nordström, M. & Möller, J. (2013). *Kalibrering av skördarens mätsystem – En kartläggning av nuläge och utvecklingsbehov*. Arbetsrapport 792–2013. Uppsala: Skogforsk.

- Norra skog (2022). *Virkespriser*. [prislista-ns42_02_2.pdf \(norraskog.se\)](#) [2022-10-25].
- Sis (u.å). *Detta är ISO 9001*. <https://www.sis.se/iso9001/dettariso9001/> [2022-10-25].
- Skogskunskap (2022). *Aptering och virkessortiment*. <https://www.skogskunskap.se/skota-barrskog/gallra/gallring-for-sjalvverksamma/aptering/> [2022-10-25].
- Skogsstyrelsen (2014). *Skogsstyrelsens föreskrifter om virkesmätning*. Skogsstyrelsens författningssamling, Skogsstyrelsen, 1–9 s.
- Svalin, M. (2019). *Värdehöjande avkap - Öka värdet genom att kapa bort kvalitetsfel i skogen*. Växjö: Linnéuniversitetet. Institutionen för skog och träteknik. Examensarbete.
- Svensk Kooperation (u.å). *Biometria, en fusion av föreningarna SDC, virkesmättningsföreningarna VMF Nord, Syd och Qbera*. <https://svenskkoooperation.se/goda-affarer/biometria/> [2022-10-25].
- Strandgard, M. (2009) *Evaluation of Manual Log Measurement Errors and Its Implications on Harvester Log Measurement Accuracy*. International Journal of Forest Engineering. 20:2. 9-16. DOI: 10.1080/14942119.2009.10702578.
- Södra (2012). *Skördarmätning med stampris*. Intern rapport.
- Uusitalo, J. (2010). *Introduction to Forest Operations and Technology*. Tampere: JVP Forest Systems.
- Pålsson, H. (2015). *Potential för drivning av vägtransport av rundvirke med drivare, enhetslastbärare och terminalsortering*. Umeå: Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för skogens biomaterial och teknologi. Arbetsrapport 18: 2015.
- Wilhelmsson, L. Möller, J. & Arlinger, J. (2019). *Betalningsgrundande eller betalningsstödjande virkesmätning med skördare*. Uppsala: Skogforsk. Arbetsrapport 1032–2019. ISSN 1404-305X.
- Östensson, J. (2013). *Vederlagsgrundande mätning med skördare*. Skinnskatteberg: Sveriges Lantbruksuniversitet. Examensarbete /SLU, Skogsmästarprogrammet. 2013:28.

Muntliga källor

- Björklund, Lars. Hemmingsson, Jonas. & Kockum, Frans. (2022). Konferens rörande tjänster kopplade till skördare, Umeå 2022-08-23. Biometria.
- Hemmingsson, Jonas. (2022). Chef skördarrevison/utbildning. Biometria.
- Jägbrant, Sven. (2022). Affärsutvecklare. Biometria.

Bilaga 1. Vrakorsaker

Tabell 1:1. Andel vrakade tallstockar fördelade på orsak (%). A är kvalitetssäkrade skördare från Biometria och B är skördare utan denna kvalitetssäkring. Nord, mellan och syd representerar varje mätstation

Table 1:1. Proportion rejected pine timber logs per cause (%). A are quality controlled harvesters from Biometria and B are harvesters without this quality control. North, mid and south represents each sawmill

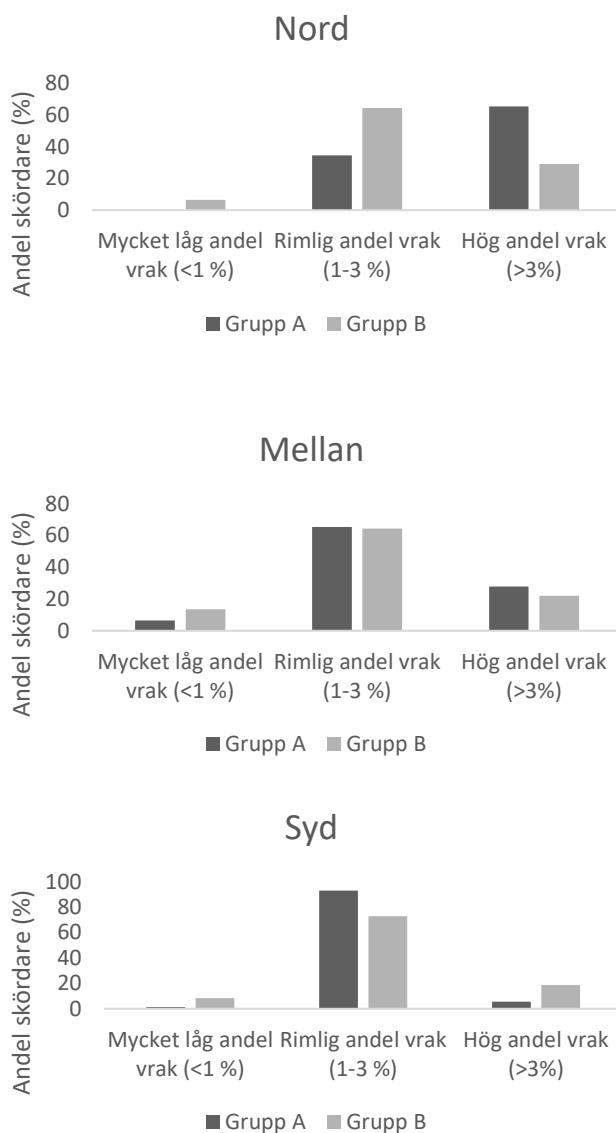
Vrakorsak	Nord A	Nord B	Mellan A	Mellan B	Syd A	Syd B
1	16,2	19,7	3,5	3,8	0,5	0,7
2	47,5	42,7	83,5	82,5	77,0	77,5
3	4,4	3,9	0,4	0,4	6,2	6,7
4	1,2	0,6	0,3	0,3	0,0	0,1
5	3,6	3,3	0,0	0,1	0,0	0,0
6	12,0	15,8	7,8	8,3	8,5	7,4
7	15,2	14,0	3,2	3,3	2,7	3,1
8	0,0	0,1	1,1	1,3	4,9	4,5
9	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1

Tabell 1:2. Andel vrakade granstockar fördelade på orsak (%). A är kvalitetssäkrade skördare från Biometria och B är skördare utan denna kvalitetssäkring. Nord, mellan och syd representerar varje mätstation

Table 1:2. Proportion of rejected spruce timber logs per cause (%). A are quality controlled harvesters from Biometria and B are harvesters without this quality control. North and south represents each sawmill

Vrakorsak	Nord A	Nord B	Syd A	Syd B
1	1,8	2,4	0,9	0,7
2	14,1	17,2	55,8	55,8
3	53,7	44,0	16,5	16,8
4	0,3	0,5	0,1	0,1
5	5,8	4,5	0,1	0,1
6	14,6	18,4	11,4	13,9
7	9,6	12,8	5,7	5,6
8	0,0	0,1	6,2	5,3
9	0,1	0,0	3,2	1,8

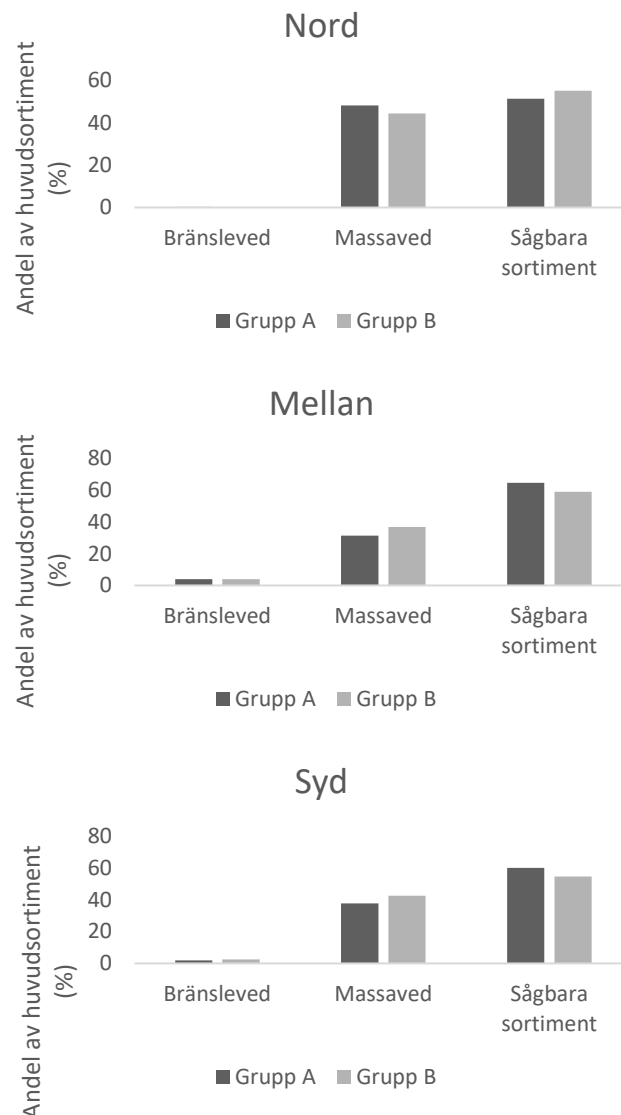
Bilaga 2. Andel skördare per vraklass



Figur 2:1. Andel vrak (%) inom varje klass per grupp A och B och mätstation. A är kvalitetssäkrade skördare från Biometria och B är skördare utan denna kvalitetssäkring. Nord, mellan och syd representerar varje mätstation.

Figure 2:1. Proportion of downgraded logs for each class for A and B for each sawmill. (%) . A are quality controlled harvesters from Biometria and B are harvesters without this quality control.

Bilaga 3. Sortimentfördelning



Figur 3:1. Andel (%) av varje huvudsortiment per grupp och mätstation. A är kvalitetssäkrade skördare från Biometria och B är skördare utan denna kvalitetssäkring. Nord, mellan och syd representerar varje mätstation

Figure 3:1. Proportion (%) of each main assortment per group and sawmill. (A are quality controlled harvesters from Biometria and B are harvesters without this quality control.

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Du hittar en länk till SLU:s publiceringsavtal på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>.

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

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