



Märkning av rundvirke

– Informationsöverföring, mätningstillfällen och märkningsmetodik i virkesflödet från skog till industri

Marking of roundwood – Information transfer, measurements opportunities and marking methodology in the timber flow from forest to industry

Johan Olsson Louhelainen

Examensarbete arbete • 30 hp

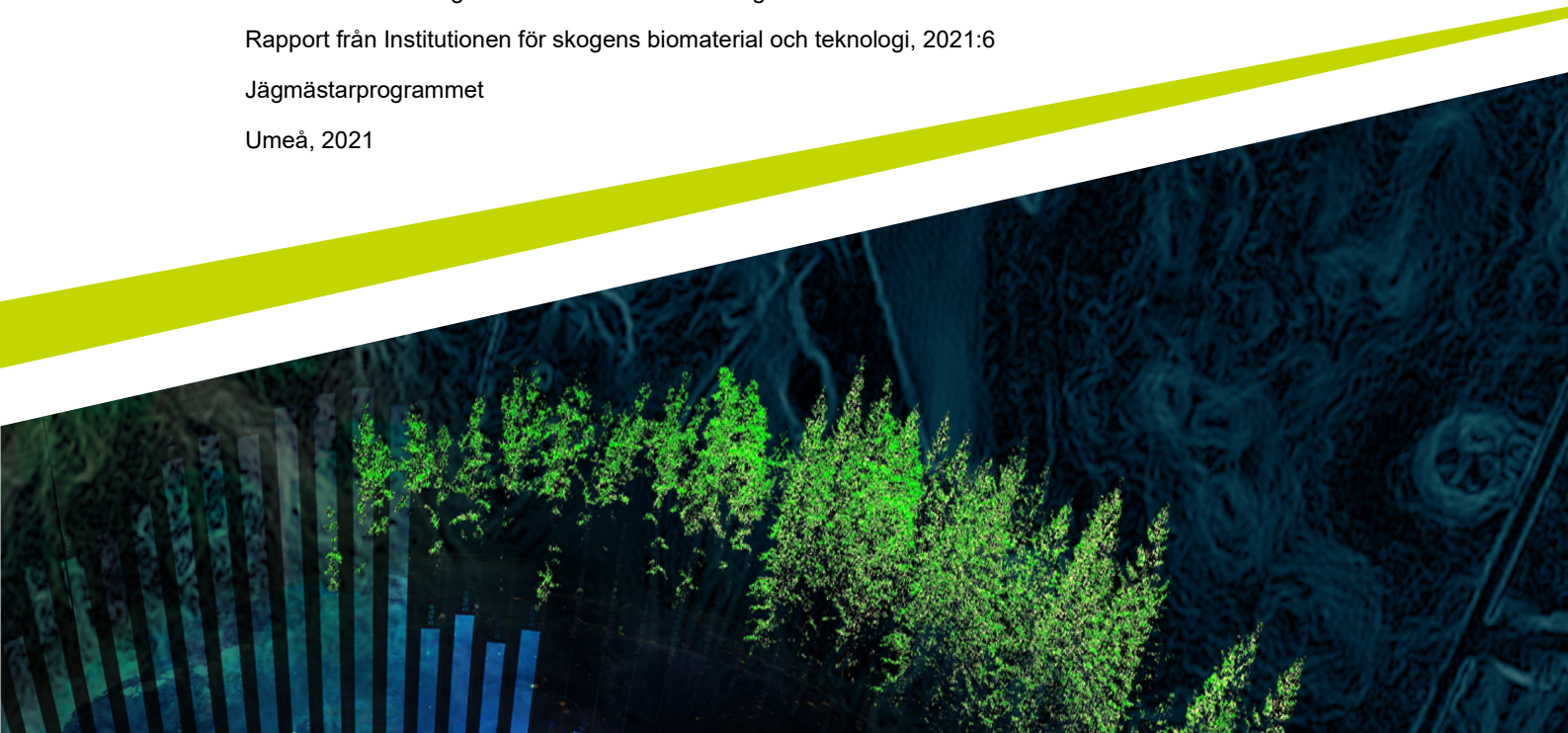
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU

Institutionen för skogens biomaterial och teknologi

Rapport från Institutionen för skogens biomaterial och teknologi, 2021:6

Jägmästarprogrammet

Umeå, 2021



Märkning av rundvirke – Informationsöverföring, mätningstillfällen och märkningsmetodik i virkesflödet från skog till industri

Marking of roundwood – Information transfer, measurements opportunities and marking methodology in the timber flow from forest to industry

Johan Olsson Louhelainen

Handledare: Björn Edlund, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogens biomaterial och teknologi

Extern handledare: Patrik Anderchen, Södra skogsägarna

Examinator: Ola Lindroos, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogens biomaterial och teknologi

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: Avancerad nivå, A2E

Kurstitel: Masterarbete i Skogsvetenskap

Kurskod: EX0956

Program/utbildning: Jägmästarprogrammet

Kursansvarig inst.: Institutionen för skogens biomaterial och teknologi

Utgivningsort: Umeå

Utgivningsår: 2021

Serietitel: Rapport från Institutionen för skogens biomaterial och teknologi

Delnummer i serien: 2021:6

Nyckelord: virkesmärkning, stämpling, vältlapp, märkningskostnad, digitalisering, processkartläggning

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för skogsvetenskap

Institutionen för skogens biomaterial och teknologi

Sammanfattning

Stora kvantiteter data produceras varje dag i de svenska skogarna. Allt från taxeringsdata och skördarmätt data till uppskattade data vid virkestransporter och data från inmätningen vid industrierna. En stor del av det data som samlas in under tidiga skeden i flödeskedjan når aldrig industrierna utan förblir kvar i traktbanken eller skogsbruksplanerna hos skogsägarna. Detta är till stor del information som skulle kunna användas till att optimera respektive delprocess i hela flödeskedjan och som dessutom uppskattas eller mäts flera gånger under tiden virket går genom processerna. Virket identitetsmärks på avlägget med hjälp av vätlappar i södra Sverige eller en färgad sifferstämpling i norra Sverige. Dessa två manuella märkningsmetoder innebär en del problem som främst kopplades till den mänskliga faktorn eller väderförhållanden, vilket senare skapar extraarbete för personer i följande steg i kedjan.

Syftet med studien var att undersöka potentialen för ett digitalt spårningssystem för virke genom att beskriva dagens märkningsmetoder med de kostnader och problem som de står för och kartlägga det informationsflöde som sker idag och samtidigt undersöka vilka effekter ett digitalt informationssystem skulle kunna innebära för olika funktioner inom flödeskedjan – från skog till industri.

Kvalitativa intervjuer av olika representanter från skogsbruket genomfördes för att samla in information om märkningsmetoderna och vilka effekter ett ökat informationsflöde angående virket skulle innebära för respektive process. Intervjuerna genomfördes även för att visualisera dagens informationsflöde med hjälp av processkartläggning. Även enklare kostnadsberäkningar av märkningsmetoderna utfördes med insamlad tiddata från skotarförarnas självskattning av den tid de nyttjar till märkningen för att skapa en bild av en möjlig besparingspotential.

Huvudresultatet av studien visade att mycket data registreras flera gånger under vägen från stående skog till inmätning på industrin. Som mest registrerades virkets volym vid sex olika tillfällen. Intervjuerna resulterade i att märkningen tog mellan 8–24 minuter per skift att utföra, och något kortare tid för märkning med vätlappar än med stämpling. Detta skulle generera en märkningskostnad på mellan 0,15–4,13 kr/m³fub beroende på märkningsmetod, avverkningsform och vilken timkostnad som används i beräkningarna.

Slutsatsen är att det finns potential för en digitalt sammanhållen spårning av virke på grund av efterfrågan på ökad information av virkesdata från industrierna och ett fortsatt intresse av virkets geografiska spårbarhet. Inga slutsatser kring den faktiska ekonomiska besparingspotentialen kan dras innan fler studier med noggranna tidsstudier och beräkningar av den faktiska besparingspotentialen utförs.

Nyckelord: virkesmärkning, stämpling, vätlapp, märkningskostnad, digitalisering, processkartläggning

Abstract

Large amounts of data are produced every day in the Swedish forestry; from forest inventory data and harvester measured data to estimated data for timber transports and data from the measurement at the industries. A large part of the data collected during the early stages of the supply chain never reaches the receiving industries but remains in the stand register or forestry plans of the forest owners. This is information that could be used to optimize each sub-process in the entire supply chain, which is also estimated or measured several times while the timber goes through the processes. The logs are marked on the landings with marking tags in southern Sweden or a colored number stamp in northern Sweden. These two manual marking methods involve some problems that are mainly linked to the human factor or weather conditions, which later creates extra work for people in the following steps in the chain.

The purpose of the study was to investigate the potential for a digital tracking system for timber by describing current marking methods with the costs and problems they face and map the information flow that takes place today and at the same time investigate what effects a digital information system could have for the various functions within the supply chain - from forest to industry.

The qualitative interviews of various representatives from forestry were conducted to gather information about the marking methods and what effects an increased flow and quality of data about the timber would have in their respective processes and to visualize the current information flow with the help of process mapping. A simple cost calculation of the marking methods was performed with collected time data from forwarder drivers' self-assessment of the time they used for timber marking, to create a picture of a possible saving potential.

The main results of the study showed that a lot of data is registered several times along the way from standing forest to measurement at industry. At most, the volume of the timber was registered on six different occasions. The interviews resulted in the marking taking between 8–24 minutes per work shift to perform, with slightly shorter time for marking with marking tags than with stamping. This would generate a marking cost of between 0.15–4.13 SEK/m³fub depending on if its thinning or final felling, the marking method and the hourly cost used in the calculations.

The conclusion is that there is potential for digitally coherent tracking of timber due to the demand for increased information of timber data from industries and a continued interest in the geographical traceability of timber. No conclusions about the actual economic savings potential can be drawn before more studies with careful time studies and calculations of the actual savings potential are performed.

Keywords: marking of timber, stamping, marking tag, marking cost, digitization, process mapping

Förord

Denna studie var mitt examensarbete efter fem års studier på Jägmästarprogrammet vid Sveriges Lantbruksuniversitet i Umeå. Studien genomfördes under höstterminen 2020 och delar av vårterminen 2021 och examensarbetet motsvarar 30 högskolepoäng.

Jag vill börja med att tacka Rådet för Produktion och Transport vid Biometria för förtroendet att utföra denna studie. Utan ert brinnande intresse för utveckling hade denna studie inte blivit genomförd.

Sedan vill jag tack min handledare, Björn Edlund, för ditt stora engagemang, din optimistiska inställning och för allt stöd jag fått genom arbetets gång. Jag vill även passa på att tacka min externa handledare, Patrik Anderchen på Södra skogsägarna, för alla goda inspel som fått arbetet att se nya perspektiv.

Sist men inte minst vill jag tacka alla övriga deltagare i studien för den tid ni avsatt och för visat engagemang.

Johan Olsson Louhelainen

Sundsvall 2021-03-25

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	11
Figurförteckning	12
1. Inledning	13
1.1. Bakgrund.....	13
1.2. Informationsflöde.....	14
1.3. Virkesmätning.....	15
1.4. Virkesmärkning	15
1.5. Syfte	18
1.6. Avgränsningar.....	19
2. Material och metod	20
2.1. Processkartläggning.....	21
2.2. Kvalitativa djupgående intervjuer.....	23
2.3. Kvalitativa kortintervjuer.....	23
2.4. Respondenter	24
2.5. Kostnadsberäkningar	25
3. Resultat	26
3.1. Märkning av virke.....	26
3.1.1. Märkningsproblematik.....	26
3.1.2. Märkningskostnader.....	28
3.2. Processkartläggning av informationsflödet	30
3.2.1. Avverkning, A1/B1.....	31
3.2.2. Logistik, A2/B2	31
3.2.3. Industri, A3/B3	31
3.3. Informationsflöde av virkesdata	32

3.4.	Effekter av digital spårning och ett utökat informationsflöde	35
4.	Diskussion	38
4.1.	Kritisk granskning av studien	39
4.2.	Vidare studier.....	40
4.3.	Slutsatser och implementering.....	41
5.	Referenser	43
Bilaga 1.	Intervjuunderlag	46
Bilaga 2.	Intervjuguide och frågeformulär.....	47
Bilaga 3.	Frågeformulär kortintervju	49
Bilaga 4.	Frågeformulär tidsuppskattning	50
Bilaga 5.	Processkarta översiktlig Case A	51
Bilaga 6.	Processkarta översiktlig Case B	52
Bilaga 7.	Processkarta avverkning Case A.....	53
Bilaga 8.	Processkarta avverkning Case B	54
Bilaga 9.	Processkarta logistik Case A.....	55
Bilaga 10.	Processkarta logistik Case B.....	56
Bilaga 11.	Processkarta industri Case A.....	57
Bilaga 12.	Processkarta industri Case B.....	58

Tabellförteckning

Tabell 1 Produktivetsdata för skotare i södra och norra Sverige	25
Tabell 2. Märkningskostnad per skift. Beräknad med en timkostnad för skotare och förare	29
Tabell 3. Märkningskostnad per kubik. Beräknad med timkostnad för skotare med förare	29
Tabell 4. Märkningskostnad per skift. Beräknad med en timkostnad för manuellt skogsarbete	29
Tabell 5. Märkningskostnad per kubik. Beräknad med timkostnad för manuellt skogsarbete	30

Figurförteckning

Figur 1. Vältlapp, faststiftad i virket (Södra Skogsägarna, 2020).....	17
Figur 2. Stämplat virke (SCA Skog, 2020).....	17
Figur 3. Informationsflödets struktur, från skog till industrin via inmätningen. De tjänster som finns beskrivna inom boxarna är respondenternaas befattningar och inom parentesen finns antal respondenter i studien och bokstaven beskriver vilket Case de tillhörde.....	21
Figur 4. Processkarta enligt Ljungberg (2012).....	22
Figur 5. Tidsåtgång för märkning per skift. Uppdelat mellan avverkningsform och företag. Varje stapel representerar ett svar från en maskinförare.....	28
Figur 6. Övergripande processkarta med de fyra huvudaktiviteterna för virkesflödet.....	30
Figur 7. Virkesdata som mäts eller uppskattas vid resp. delprocess. Grönmarkerade data mäts eller uppskattas inom processen och skickas vidare till nästa steg. Rödmarkerade data mäts eller uppskattas vid markeringen för sista gången och skickas med från delprocessen via övriga processer till industrierna.....	34

1. Inledning

1.1. Bakgrund

I det svenska skogsbruket skapas stora mängder data vid olika positioner i kedjan – från skog till industri. Data kan bestå av allt från volym, ålder, bonitet, beståndshistorik och trädslagsfördelning i planeringsstadiet, till skördardata med volym, sortiment, diametrar och längder i avverkningen (Hyll & Nordström 2020). Efter avverkning märks virket för att säkerställa virkets ursprung inför fortsatt virkeshandel. Idag finns inget system som kan sammanhålla all den information som skapas och föra den vidare. Speciellt i steget mellan avverkning och industri så är det bara en begränsad mängd data som följer med, resten går förlorat och en del måste återskapas genom ytterligare mätningar.

Av Sveriges totala landareal utgörs 28 miljoner hektar av skogsmark (Skogsindustrierna 2020) varav 23,6 miljoner hektar är produktiv skogsmark (SLU 2020). Cirka 50 % av skogsmarken ägs av privata markägare, 24 % av privata aktiebolag och 13 % av statligt ägda aktiebolag. Resterande del av Sveriges skogsmark ägs av staten, kommuner, allmänningar, stift och kyrkan (Skogsindustrierna 2020). Utav olika parter som utför virkesaffärer med varandra finns det, förutom företag och privata markägare som bara äger skog, företag som äger både skog och industrier – exempelvis SCA (SCA 2020) och Holmen (Holmen 2020). Sedan finns det företag som endast äger industrier – exempelvis Setra (Setra 2020), och skogsägarföreningar som förmedlar medlemmarnas virke, men föreningarna kan också äga egna industrier – exempelvis Södra skogsägarna (Södra Skogsägarna 2020) och Norra Skog (Norra Skog 2020). Dessa ägarstrukturer utgör grunden av parter som gör virkesaffärer med varandra. Parterna avverkar årligen ca 92,5 miljoner m³sk, varav 74,3 miljoner m³fub (90,6 miljoner m³sk) transporteras ut ur skogen till en mottagningsplats (Skogsstyrelsen 2019) för vidare förädling. I regel står ett skogsbolag eller skogsägarförening för avverkning på egen skog, köp av avverkningsrätt och avverkning på privata skogsägares marker, samt transport till industri. Avverkning och transport sker genom bolaget eller föreningen men genomförs oftast av enskilda mindre underentreprenörer (avverkningsentreprenörer eller åkare). Vid industrin mottags och genomförs en betalningsgrundande mätning av virket av en oberoende tredje part – Biometria – innan virket levereras vidare till mottagande industri.

1.2. Informationsflöde

Informationsflöde handlar i den här studien om överföring av information om virket mellan olika delar i flödet från skog till industri. Informationsflödet börjar i ett beståndsdata insamlat vid fältinventering av det stående beståndet, och sammanställs till ett beståndsregister eller skogsbruksplan.

Beståndsregister är en beskrivning av skogsinnehavet hos en större markägare (exempelvis SCA Skog) och en skogsbruksplan är en liknande beskrivning av skogsinnehavet för privata markägare. Ett bestånd är en yta i innehavet som ofta avgränsats efter egenskaperna på den stående skogen och på växtplatsen. Vanligt är att trädhöjd, ålder eller ståndort är faktorer för att skilja bestånden åt då de ofta påverkar kommande åtgärder och dess tidpunkt (Burström 2014).

I planeringsstadiet av en avverkning insamlas information från beståndsregister eller skogsbruksplaner och inventeringar av bestånden. Där skapas information såsom ålder, ståndort, grundförhållanden, volym, beståndshistorik, trädslagsfördelning, stamantal, jordmån, föreslagna åtgärder och geografisk beskrivning (koordinat). Informationen är på beståndsnivå i planeringsstadiet. Den information som skördaren sedan registrerar är information om varje stocks diameter, längd och volym. Skördarföraren registrerar även trädslag för varje nytt träd, men andra kvalitetsdata, exempelvis krök och röta bedöms av maskinföraren utan att registreras. Den information som skapas vid skörden skapas på stocknivå – det bildas alltså en egenskapsbeskrivning (skördardata) per avverkad stock (Hyll & Nordström 2020) och det skapas en geografisk koordinat från skördarens position vid avverkningstillfället, för varje enskilt träd (Arlinger et al. 2012).

När skotaren sedan plockar upp stockarna avidentifieras de på grund av att det inte finns något system som kan sammankoppla informationen från skördaren med stocken. Detta medför att informationen om diameter, längd och volym inte längre går att knyta till respektive stock. När virket är skotat till avlägget får de sin nya identitet genom märkningen (stämpling eller vätlapp) och den information som finns om virket är en beskrivning per sortiment från det avverkade beståndet. På avläggsplatsen skapas en ny geografisk position för virket (som ibland kan vara uppdelat per sortiment) som skickas tillsammans med transportorder (TO) med information om avläggsplats (koordinat), volym per sortiment och mottagningsplatser till den i virkesordern angivna transportören. Den enda information om det specifika virket som finns kvar när virket når industrin är sortiment och volym. Vid inmätning av massaved bedöms en sammanvägd kvalitet på traven, en total volym och sortiment medan sågtimrets träslag, kvalitet, längd och diameterklass bedöms på stocknivå. I vissa fall travmäts timret vid ankomstmätningen för att sedan mätas på stocknivå för att urskilja längd- och diameterklass och kvalitet (Hyll & Nordström 2020).

1.3. Virkesmätning

I den här studien avser mätning av virke den mätning som utförs vid mottagningsplatserna – antingen vid industri eller terminal – och som används som underlag till ersättning av virkesleverantörerna.

För att affärerna ska bli rättvist uppgjorda mellan parterna sker mätningen av virket av en opartisk mellanhand. I Sverige finns den ekonomiska föreningen Biometria som utför detta och arbetar för en likformig mätning i hela Sverige. Inom Biometria är både säljare och köpare representerade för att göra mätningen objektiv. Det som mäts är bland annat längd, diameter och kvalitet, efter de regler som mottagande företag beslutat om. De vanligaste metoderna för mätning är stock-, trav-, eller bildmätning. Vid stockmätning mäts och bedöms varje stock separat och vid trav- och bildmätning mäts egenskaperna för varje trave på lastbilen, där travmätning sker fysiskt på mätplatsen och bildmätningen via bildlänk från bildmätningcentralen. De som utför mätningen benämns virkesmätare, vilka är anställda av Biometria (Biometria 2020), men det finns dock undantag när man använder så kallad Partsmätning. Mätningen utförs då av en av parterna i virkesaffären och det används oftast vid inmätning av bränsleved på terminaler (Fridh 2013).

I Finland används den mätning och vägning som sker vid industri främst för att kontrollera inflödet av råvara och inte som underlag för betalning. Där används till största del skördarmätning som vederlag för rotposter, medan leveransvirke oftast mäts in vid industrin (Skutin 2000). Skördarmätning är den mätning som skördaraggregatet utför vid avverkningen. Aggregatet mäter och registrerar löpande stockdiameter och längden på stockarna, vilket även utförs i Sverige, men endast som betalningsgrundande på en mindre andel av avverkningar. I Sverige användes skördarmätningen som betalningsgrundande mätning på 0,9 miljoner m³fub under 2019 (Strömngren et al. 2020).

1.4. Virkesmärkning

När en avverkning är utförd och virket har skotats till bilväg, eller annan planerad avläggsplats, märker maskinförarna (oftast den som kör skotaren) eller annan betrodd person virket. Detta utförs för att på ett säkert sätt bibehålla kontroll över vem som sålt virket, vilket sortiment det är, vem som ska köpa det, vem som utfört avverkningen och vart virket ska levereras (Biometria 2020). Genom märkningen kan transportörerna sedan koppla virket till den transportorder de fått med information om bland annat virkets destination (till vilken mottagningsplats det ska levereras), transportsträcka etcetera. Informationen används sedan som underlag till ersättning av transportören. Transportsträckan beräknas oftast med hjälp av Krönt vägval (KV) vilket är ett objektivt och opartiskt system som Biometria tagit fram med hjälp av Skogforsk, för att beräkna och visa den optimala vägrutten för transportören från avlägget till industrin (Svensson 2017).

Eftersom det ligger i alla inblandade parter intresse att virket är ordentligt uppmärkt så har Biometria tagit fram instruktioner för hur märkningen ska utföras och virkesmärkningen är även lagstadgad så till vida att virket ska var tydligt uppmärkt (SDC, u. å.). Lagen skyddar även köparens rätt till virket när virket fortfarande finns kvar i säljarens händer, men gäller

endast om virket är tydligt uppmärkt och att det tydligt syns vad som tillhör köparen (Lag 1944:302).

Utöver de juridiska kraven på märkning vid virkeshandel är de flesta större skogsföretag idag certifierade enligt PEFC (The Programme for the Endorsement of Forest Certification) och FSC (Forest Stewardship Council) som också ställer krav på spårbarhet. PEFC är världens största certifieringssystem, som verkar för att upprätthålla såväl nationell som internationell skogsstandard och “arbetar för att främja ett miljömässigt, socialt och ekonomiskt skogsbruk” (PEFC 2019a). Även FSC:s certifiering bygger på ett långsiktigt brukande av skogsresurserna och att ge ekonomisk avkastning samtidigt som brukandet tar hänsyn till miljön och sociala värden (FSC 2017). Båda certifieringsorganisationer ställer höga krav på spårbarheten av produkterna för att säkerställa att virket kommer från ett ansvarsfullt skogsbruk med ett kontrollerat ursprung. Det ska alltså gå att spåra produkten bakåt i kedjan ända till dess ursprung och varje delprocess i hela kedjan ska också vara certifierad för att slutprodukten ska få märkas med certifieringens stämpel (PEFC 2019b; FSC 2017).

Det finns två huvudsakliga metoder för att märka virket, vältlappar och stämpling. Dessa två metoder utförs till allra största del manuellt, men det finns även metoder för att utföra stämplingen maskinellt. I södra Sverige används vältlappar: en lapp i papper som stiftas fast i ändträet på stockarna i vältorna (Figur 1). På vältlappen finns information om virkesordernummer, leverantörens namn, sortiment och mätmetod för inmätning beskrivet. I norra Sverige används stämpling som främsta märkningsmetod (vissa företag använder sig av båda metoderna). Då märks virket med en märkstämpel med färg i ändträet på stocken med en angiven färg för respektive skogsföretag (Figur 2) (SDC u. å.; VMFQbera; Biometria 2020). Stämpeln består av en sifferkombination som ska innehålla minst tre siffror och finnas angiven i virkesordern. För varje virkesleverans finns det ett minimikrav på att minst en stock ska vara märkt med en tydlig märkning som går att avläsa (Biometria 2020).



Figur 1. Vältlapp, faststiftad i virket (Södra Skogsägarna, 2020)
Figure 1. Marking tag, stapled on timber (Södra Skogsägarna, 2020)



Figur 2. Stämplat virke (SCA Skog, 2020)
Figure 2. Stamped timber (SCA Skog, 2020)

Det finns modern teknik som skulle kunna användas för att märka och spåra virke. Tester har gjorts på försök där man spårat virke på stocknivå med hjälp av RFID-teknik (Radio Frequency Identification) och QR-koder där informationen överfördes genom en app. I testet stämplades radiosändare in i varje enskild stock och spårades genom processerna till färdigsågad vara. Resultatet visade på teknikens goda möjlighet att spåra stockarna från skogen till slutkund och att ca 30 % av de intervjuade snickerierna som tillfrågades var villig att betala en medelpremie på drygt 2 % av priset för de certifierade plankorna (Figorilli et al. 2018). Att tillägga till detta är att testet utfördes i Italien och på kastanjetråd som såldes till finsnickerier.

I Österrike genomfördes ytterligare en studie där stockar spårades genom att skanna ändytan på stockarna och på så vis koppla information till varje stock i och med att årsringarna kan jämföras med ett fingeravtryck. Metoden gör det möjligt att koppla information om varje stock till given stock då stockarnas ändyta skannas igen när de ankommer till industrin. Studien visade att det är möjligt att spåra stockarna genom att läsa av ändträet med men det krävs att systemen som ska hantera det behöver kunna hantera ”big data” (Schraml et al. 2020).

1.5. Syfte

Med nya digitala lösningar för märkning och spårning av virke öppnas nya möjligheter upp. Högre spårbarhet skulle kunna medföra att den kunskap om träden och dess egenskaper som finns i de tidiga stegen i flödeskedjan förs vidare till efterkommande steg, vilket minimerar risken för att slutprodukten inte skulle matcha förväntningarna. I dag granskas och utsorteras de sågverksprodukter som inte håller kvalitetskraven eller andra egenskapskrav i slutskedet av produktionskedjan och för det virke som inte uppfyller kraven har användningsområdet reducerats kraftigt eftersom det redan gått igenom processen och sågats upp (Uusijärvi 2003). Om det var möjligt att spåra virket och ta del av information och tidigare kunskap skulle virke som inte uppfyller kraven kunna sorteras ut tidigare och kunna användas till något annat.

Nya digitala lösningar skulle också potentiellt kunna innebära ekonomiska besparingar genom reducerade produktionskostnader i förädling, med en mer ändamålsenlig och kundorderstyrd produktion. Även att ersätta den fysiska märkningen skulle kunna generera kostnadsbesparingar i minskad arbetstid för märkning av virke.

Det övergripande syftet med studien var att studera virkesmärkning och märkningsmetodik utifrån behovet av ett framtida digitalt spårningssystem för virke med ett sammanhållet informationsflöde från skog till industri.

Mer specifikt var syftet att beskriva dagens manuella märkningssystem med avseende på metoder, kostnader, informationsöverföring mellan olika aktörer, samt systemets eventuella problem och brister. Studien syftar även till att lyfta fram ev. farhågor och förväntningar av ett digitaliserat märkningssystem hos ett urval av berörda aktörer i kedjan från skog till industri.

1.6. Avgränsningar

En avgränsning som gjordes var att inte jämföra de två märkningsmetoderna med varandra eftersom det inte ansågs relevant för studien. Denna bedömning grundade sig på att huvudfokus för studien var att undersöka på vilket sätt en digitalisering av märkningsmetoderna skulle kunna påverka inblandade aktörer, vilket eventuellt skulle innebära att de manuella märkningsmetoderna avskaffas, och inte att analysera vilken av metoderna som fungerar bäst.

Insamlandet av information kring mervärden för industrin avgränsades till massa- och sågverksindustri på grund av att de är två av de största förbrukarna av virke, där råvaran dessutom har tydliga skillnader i krav på egenskaper och processerna skiljer sig tydligt från varandra.

Ytterligare en avgränsning som gjordes var att inte mer ingående än vad som gjordes, förklara vad varje respondents tjänst innebar, då det saknade relevans för studien. En mer djupgående beskrivning av respondenternas bakgrund ansågs även för detaljerad för studiens syfte men framför allt för att säkra respondenternas anonymitet.

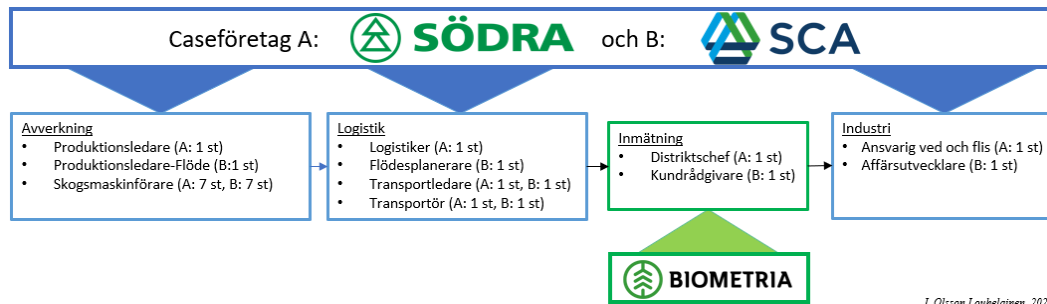
Arbetet avgränsades även till att fokusera på informationsflödet mellan de fyra huvudaktiviteter, som genom intervjuerna framkommit som de mest representativa delarna i virkesflödet, från stående skog till industri.

2. Material och metod

Huvudmetoden för arbetet var att kvalitativt intervjua nyckelpersoner med god insyn i olika delar av virkesflödet på positioner från skog till industri. Intervjuerna genomfördes för att redogöra för de manuella märkningssystemen, vilken information som skapades, om och hur den skickades vidare, vart den skickades och på vilket sätt den användes av mottagaren eller hur den skulle kunna användas i ett senare skede. Ett intervjuunderlag framställdes med en kortare beskrivning av studien vilken skickades ut i förväg till respondenterna för att ge dem information om examensarbetet och intervjuernas innehåll (bilaga 1). Därefter producerades tre olika intervjuguider med frågeformulär. Det ena utformades för att insamla data om vilken information som skapas och skickas mellan de olika stegen i flödet från skog till industri och hur respektive del skulle påverkas av en digital märkningsprocess och en ökad informationsöverföring av virkesdata (bilaga 2). Det andra underlaget utformades för att insamla data om hur märkningsprocesserna genomfördes, om det fanns någon problematik med metoderna och hur arbetet kunde påverkas om märkningen digitaliserades (bilaga 3). Den sista intervjun bestod av att insamla data om tidsåtgång för märkningen som skulle användas för kostnadsberäkningar av märkningsmetoderna (bilaga 4). Därefter utfördes intervjuer med representanter från hela försörjningskedjan – från skogsmaskinförare till virkesansvariga vid industrierna.

För att separera data om de två märkningsmetoderna och kunna urskilja eventuella skillnader dem emellan, och för att separera faktorer som berörde informationsflöden för sågverksindustri och massaindustri, delades arbetet upp i två olika Case. Det ena med Södra skogsägarna (Case A) vars verksamhetsområde var de södra delarna av Sverige där vältappar användes som märkningsmetod och det andra representerades av SCA (Case B) vars verksamhetsområde var i den norra halvan av Sverige och använde stämpling med märkfärg som märkningsmetod. I studien representerade Södra skogsägarna massaindustri och SCA representerade sågverksindustri.

Figur 3 beskriver företagets viktigaste funktioner beträffande informationsflödet kring virket och hur informationen skickades vidare, via Biometria för inmätning, till industrin. I figuren finns även beskrivet vilka olika tjänster och antal respondenter som deltog i intervjuerna för studien. Bokstaven bakom siffran beskriver vilket Case-företag respondenten representerade.



Figur 3. Informationsflödets struktur, från skog till industrin via inmätningen. De tjänster som finns beskrivna inom boxarna är respondenternas befattningar och inom parentesen finns antal respondenter i studien och bokstaven beskriver vilket Case de tillhörde.

Figure 3. The structure of the information flow, from forest to industry via the measurement at the industry. The positions described in the boxes are the respondents' positions and within the brackets there are the number of respondents in the study and the letter describes which Case they belonged to.

2.1. Processkartläggning

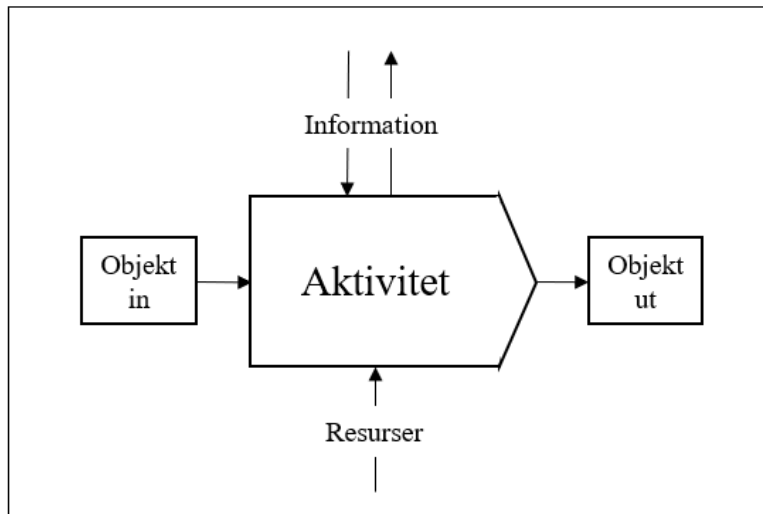
Processkartläggning innebär att beskriva en process olika delar, dess syfte, uppbyggnad och utseende. Detta görs bäst visuellt genom att rita en karta med alla komponenter i processen.

”Genom att beskriva verksamheten med hjälp av processkartor, kan man på ett lättförståeligt sätt förklara hur organisationens olika delar är relaterade till varandra och hur de samverkar för att skapa värde för kunden.” (Ljungberg 2012, s. 187).

För att processkartan ska bli så tydlig och pedagogisk som möjligt är det eftersträvansvärt att använda så få komponenter och symboler som möjligt för att göra processkartan lättöverskådlig (Ljungberg 2012). I processkartläggningen används dessa olika komponenter för att beskriva varje enskild del:

- Objekt in
- Aktivitet
- Information in/ut
- Resurser
- Objekt ut

För att tydligt visa processens riktning och delar används olika figurer och symboler för att bygga upp processkartan (figur 4). För att beskriva riktningen på processen eller delprocessen används pilar som symbol. Dessa är anslutna till objekten, vilka är formgivna som kvadrater, eller aktiviteterna, som är formgivna som en rektangel med en spets på den sidan åt det håll processen sker. Informationen är ofta betecknad med pilar både in och ut ur aktiviteten medan resurser betecknas med en pil in i aktiviteten (Ljungberg 2012).



Figur 4. Processkarta enligt Ljungberg (2012).
 Figure 4. Process map according to Ljungberg (2012)

I följande stycke beskrivs hur processens delar fungerar och vad de har för roll i processen. Det som startar en process är *Objekt in*, processen kan inte påbörjas utan detta. I den del som kallas *Aktivitet* förädlas *Objekt i*. Aktiviteten påverkas av *Information in/ut* som styr och/eller stödjer processen, tillsammans med *Resurser* som är de komponenter som erfordras för att kunna genomföra processen. Det som processen resulterar i kallas *objekt ut*, vilket även är objekt in för nästa aktivitet i processen (Ljungberg 2012).

Kartläggning av informationsflödet för varje enskild aktivitet i flödeskedjan utfördes under intervjuerna med varje representant för varje process och Case för att så enkelt som möjligt kunna kontrollera utfallet och ha möjlighet att diskutera resultatet med respondenten. Under intervjuerna togs varje komponent till varje aktivitet upp och aktiviteterna bröts sedan ned till delprocesser (komponenterna och delprocesserna definierades av respondenten, medan huvudaktiviteterna var definierade tillsammans med värdföretagen och med hjälp av litteraturen innan intervjuens genomförande). Varje del i processen diskuterades separat för att på ett systematiskt sätt gå igenom hela processen från *objekt in* till *objekt ut* och slutligen sammanfatta det intervjun resulterat i.

När samtliga intervjuer var genomförda sammanfattades varje intervju med respektive processkarta separat för att sedan producera processkartorna i programmet Wondershare EdrawMax. För varje Case-företag framställdes en översiktskarta för hela informationsflödet med tre huvudaktiviteter och en aktivitet för företagsledning eller skogsskötselavdelning (bilaga 5). Varje huvudaktivitet bröts sedan ned till delprocesser för att tydliggöra informationsflödet och på vilket sätt alla aktiviteter och delprocesser interagerade med varandra (bilaga 6, 7 och 8).

2.2. Kvalitativa djupgående intervjuer

En metod som användes i studien var att använda djupgående kvalitativa intervjuer med hög grad av strukturering för att på den begränsade tiden som var avsatt för studien, nå önskat resultat. Att använda kvalitativa intervjuer framför kvantitativa intervjuer grundades i att de kvalitativa intervjuerna lämpade sig bäst i och med att de kan nyttjas, för att på djupet granska och få information om valt ämnesområde, på ett så arbetseffektivt och strukturerat sätt som möjligt. De kvalitativa intervjuerna svarar på öppna frågor som hur, vad och varför saker och ting sker medan kvantitativa intervjuer ofta görs genom enkäter eller frågeformulär där frågor som kan besvaras med exempelvis ja, nej eller kanske används och inte ger lika uttömmande svar som efterfrågades i denna studie (Trost 2010).

Det material som användes för intervjuerna var främst intervjuguiden i bilaga 2. Intervjuguiden användes under intervjun främst som frågeformulär och stöd till intervjuledaren. Intervjuerna innefattade två delar: den första delen syftade till att beskriva nuläget för virkesmärkning och informationsflöde med avseende på vilken information som skapas, vart och hur den skickas vidare, genom att tillsammans med respektive representant från varje aktivitet skapa en processkarta och under tiden anteckna innehållet av de olika komponenterna i processkartläggning.

Den andra delen bestod av att ställa frågor kring de potentiella effekterna av ett digitalt spårningssystem. Där fick respondenten frågor för att besvara hur aktiviteten kunde påverkas av att märkningen digitaliserades och på vilket sätt ett större informationsflöde med mer data om virket och dess egenskaper skulle påverka aktiviteten i dagsläget och i framtiden. Alla intervjuer spelades in och antecknades. Anteckningarna låg till grund för analysen av intervjuerna och inspelningarna användes endast som referensmaterial vid analys och transkriberades inte.

2.3. Kvalitativa kortintervjuer

Kortare telefonintervjuer utfördes med ett avverkningslag och en transportör som arbetade operativt för varje Case-företag för att fånga deras erfarenheter, kunskap, och åsikter om nuvarande märkningssystem och hur ett digitalt system för virkesmärkning skulle påverka deras arbete. Dessa intervjuer utgick från ett förenklat frågeformulär som exempelvis innehöll frågor som: *"Hur går märkningen till?"*, *"Är märkningen förenad med några risker?"* eller *"Hur påverkas ditt arbete om märkningen är felaktigt utförd?"* (bilaga 3).

Därefter utfördes ytterligare intervjuer (bilaga 4) med sju skotarförare från Södra Skog och sju skotarförare från SCA Skog som fick besvara frågor kring tidsåtgången för respektive märkningsmetod och uppskatta hur många minuter de använder till att märka virke per skift. Detta insamlades för att ligga till grund för kostnadsbesparingsberäkningar. Anledningen till att kortare telefonintervjuer genomfördes med utvalda entreprenörer var att på ett snabbt och enkelt sätt inhämta information och data för beräkningarna då det inte krävde speciellt djupgående frågor med uttömmande svar för att kunna beskriva processen och redogöra för tidsåtgången.

2.4. Respondenter

Representanter för varje aktivitet valdes utifrån erfarenhet och praktisk och/eller teoretisk kunskap för att få respondenter med djupgående kännedom inom området. Varje case-företag bistod med fyra respondenter som skulle representera avverknings- och produktionsplanering, transport, logistik- och flödesplanering och industri. Dessa områden ansågs vara de mest representativa delarna i flödeskedjan, tillsammans med inmätningen, för att bäst beskriva och ge en helhetsbild av virkesflödet från skog till industri.

För aktiviteten Avverkning i Case A valdes en produktionsledare att representera aktiviteten. Respondenten hade nästan 15 års erfarenhet av produktionsledning och produktionsplanering och var utbildad skogsmästare. I Case B utsågs en produktionsledare-flöde (tjänsten innebär att planera avverkningarna inom ett visst geografiskt område) att representera aktiviteten. Respondenten var utbildad jägmästare och hade ungefär fyra års arbetserfarenhet som produktionsledare på SCA och två andra skogsföretag. Produktionsledarna tog sedan fram sju maskinförare var för att delta i kortintervjuerna om tidsuppskattningen (bilaga 4) och en representant för kortintervjun kring hur märkningen utförs och vad som påverkar arbetet (bilaga 3).

I Case A utsågs som representanter för aktiviteten Logistik en logistiker med en bakgrund som skogsmästare och elva år inom Södra med olika uppdrag, samt en transportledare utbildad till jägmästare, som varit anställd i ca fyra år som transportledare på Södra. För Case B utsågs en flödesplanerare och en transportledare att representera Logistik. Flödesplaneraren var utbildad skogsmästare med 13 års erfarenhet av olika tjänster på SCA. Flödesplanerarens arbete går ut på att planera virkesleveranserna till industrierna på 18 månaders planeringshorisont. Transportledaren hade en bakgrund som skogsmästare och hade arbetat som transportledare på SCA Skog i närmare åtta år. Transportledarna från respektive Case utsåg en transportör som skulle delta i en kortintervju

Respondenten för aktiviteten Industri i Case A hade närmare 17 års erfarenhet av ved och flishantering för massabruk och hade även tidigare varit produktionschef på ett massabruk. Personen som representerade Case B och sågverksindustrin var ingenjör med sex års erfarenhet inom affärsutveckling på sågverk och arbetade med värdekedjan från stock till kund.

Som respondent för inmätningen i Case A utsågs en person med lång erfarenhet och god kännedom om mätning i södra Sverige och som arbetat som både virkesmätare och Distriktschef i ungefär 15 år. Respondenten i Case B hade även den en lång bakgrund inom Biometria (och tidigare VMF Nord) med erfarenhet som virkesmätare, Distriktschef och nu som Kundrådgivare.

2.5. Kostnadsberäkningar

För att beräkna märkningskostnaden per skift användes formeln:

$$C_m = C_s t$$

C_m = kostnad för märkning per skift (kr/skift)

C_s = kostnad för skotare per timme (kr/h)

t = uppskattad tid för virkesmärkning per skift (h/skift)

Utifrån de Skogforsk-studier som studerats antogs timkostnaden för en skotare vara ca 850 kr/G_{0h} (Bhuiyan et al. 2016; Bergkvist 2010; Eliasson 2009; Ivarsson Wide 2011). Om det i stället antas att avverkningsentreprenören fakturerade tidsåtgång för virkesmärkningen som om det vore manuellt skogsarbete (ex. plantering eller röjning) hade det givit en lägre kostnadsmassa. Enligt GS Facket (2019) tjänade en skogsarbetare som arbetade manuellt ca 151 kr/h, vilket är ca 54 % av den totala lönekostnaden för ett företaget (Lundén 2019) vilket ger en total lönekostnad på ca 220 kr/h.

När sedan kostnaden beräknades per kubikmeter användes nedan angiven formel och P togs fram med Skogforsks insamlade produktivetsdata från skogsbruket, som insamlats under flertalet år fram till 2016. Produktivetsdata var uppdelad på norra och södra Sverige och redovisades separat för skotare och skördare i Skogforsks rapport (Brunberg 2017). I tabell 1 redovisas skotarens medelproduktivitet och givet medeltransportavstånd.

$$K = \frac{C_m}{PT}$$

K = kostnad per kubik (kr/m³fub)

C_m = kostnad för märkning per skift (kr/skift)

P = produktivitet (m³fub/h)

T = tid för arbetsskift (h)

Tabell 1 Produktivetsdata för skotare i södra och norra Sverige (från Brunberg 2017)

Tabell 2 Productivity data for forwarders in southern and northern Sweden (from Brunberg 2017)

Avverkningsform	Södra Sverige (Case A)		Norra Sverige (Case B)	
	Produktivitet (m ³ fub/G _{15h})	Medelrängtransportavstånd (m)	Produktivitet (m ³ fub/G _{15h})	Medelrängtransportavstånd (m)
Gallring	10,7	388	11	493
Slutavverkning	24	345	23	467

För omräkning av G_{15h} till G_{0h} för skotrararbete användes en faktor på 0,942. Denna faktor är framtagen av Skogforsk vid produktionsuppföljning av drivningsarbete (Eliasson 2021).

3. Resultat

3.1. Virkesmärkning

Med utgångspunkt i intervjuerna av skogsmaskinförare vid Case-företag A så ser arbetsgången vid virkesmärkning med vältlappar ut som följer. För att ha vältlappar att märka med behöver maskinförarna först skriva ut vältlapparna. De loggar då in på en sida som Case-företag A tillhandahåller maskinlagen och benämns Entreprenörsportalen där de, genom virkesordernumret, får tillgång till ett färdigtryckt ark med vältlappar (Skogsmaskinförare Case A, 2020) som innehåller information om virkesordernummer, sortiment, leverantörens namn och mätmetod för inmätning (Biometria 2020). Det maskinförarna behöver göra är att markera hur många vältlappar per sortiment de behöver skriva ut. Beräknad avverkningsvolym avgör antal vältlappar, med en åtgång om ca 1 lapp/3–4 m³. Detta utförs sedan för varje trakt som ska avverkas. Till en trakt med en avverkningsvolym på ca 300 m³ tar det ca 5–7 min att skriva ut vältlappar. På ett utskrivet ark finns det fyra vältlappar. Dessa rivs sedan isär och stiftas upp med häftklammer på stockändan på vältan (Skogsmaskinförare Case A, 2020).

Vid märkning med märkstämpel är det första maskinförarna behöver göra när de kommer till en ny trakt att byta siffrorna i stämpeln, till den sifferkombination som finns angiven i virkesordern. Sedan behöver de ha en stämpeldyna som fylls med en speciell märkfärg varje gång de ska märka virket. Därefter stämplas sifferkombinationen på stockändan på ett antal stockar i varje vält. Minimikravet på stämpling är att det inte får finnas ostämplad sammanhängande ändyta på traven som är större än 4 m² (Skogsmaskinförare Case B 2020).

3.1.1. Märkningsproblematik

Båda skogsmaskinförarna ansåg att märkningsmetoderna var enkla att utföra, men att de inte är helt problemfria (Skogsmaskinförare Case A 2020; Skogsmaskinförare Case B 2020). Där märkstämpel används händer det att stockarna blir märkta med fel sifferkombination (Transportledare Case B 2020). Detta beror på att maskinförarna manuellt monterar siffrorna i märkstämpeln, och dessutom spegelvänt för att det ska bli rätt på stocken. Ett exempel på fel som har uppstått är att siffran sex vänts fel i stämpeln och blivit en nia i sifferkombinationen på stocken (Skogsmaskinförare Case B 2020). Detta får till följd att virket måste märkas om eller att produktionsledaren eller transportledaren blir tvungen att skicka en dispens till Biometria och förklara vad som blivit fel och vad det skulle ha stått enligt virkesordern (Transportledare Case B 2020). Ytterligare ett problem

med stämplingen är att märkningen påverkas av väderförhållanden. Solljus gör att märkningen bleknar och till slut blir oläslig, regn kan göra att färgen rinner ut och syns dåligt, och vintertid påverkar snö, is och kyla så att det blir svårt att märka virket (Produktionsledare-Flöde Case B 2020). Om virket är dåligt uppmärkt kan vid inmätningen på en mottagningsplats en mätningvägran ske (att virkesmätarna eller bildmätningcentralen inte kan styrka att virket kommer från rätt leverantör) vilket leder till att timmerbilen inte kan lossa virket (Transportledare Case B 2020). För övrigt så kan även den färg som används vid märkningen vara problematisk att hantera. Det blir ofta väldigt kladdigt och om färgen fås på kläder eller på huden är den väldigt svår att tvätta bort (Skogsmaskinförare Case B 2020).

Förutom att vända siffrorna rätt i stämpeln så kan den mänskliga faktorn påverka negativt även i andra sammanhang.

”Det händer att maskinförarna struntar i att märka virket på grund av olika anledningar. Exempelvis att det är sent och man ska skynda sig hem och hämta barn på skolan etc. vilket får till konsekvens att om åkaren kommer dit och virket är omärkt så kan åkaren inte ta med sig virket därifrån.” (Produktionsledare-Flöde Case B 2020).

En sådan händelse gör att transportören fakturerar för en så kallad bomkörning – vilket är när transportören kommer till en avläggsplats och inte kan ta med sig något virke därifrån på grund av olika anledningar. Detta är kostsamt och resultatet blir en ineffektiv transport som ingen vinner på i slutändan (Transportledare Case B 2020).

Där vältappar används finns inte samma problem med att siffrorna blir fel eftersom de skrivs ut från entreprenörsportalen där virkesordernumret blir direkt registrerat från virkesordern till vätlappen (Produktionsledare Case A 2020). Ett problem kan dock vara att vätlapparna hamnar på fel trave om det finns virke från flera avverkningar på samma avlägg, vilket kan få stora konsekvenser om virket blir inmätt på fel virkesorder och fel leverantör får betalt för fel virke. Även för vätlapparna kan väderförhållanden påverka negativt. Solljuset bleker dem så texten syns sämre och hård vind och regn kan göra att de ramlar av under transporten (Transportledare Case A 2020).

Att märkningen ibland är otillräcklig förekommer i både södra och norra Sverige. Detta får till följd att timmerbilschauffören blir tvungen att gräva i vältorna för att komma åt märkta stockar till varje trave på lastbilen och kan då medföra att vältorna rasar, som i sin tur leder till extra kostnader i ökad tidsåtgång för lastning (Transportledare Case A 2020; Transportledare Case B 2020).

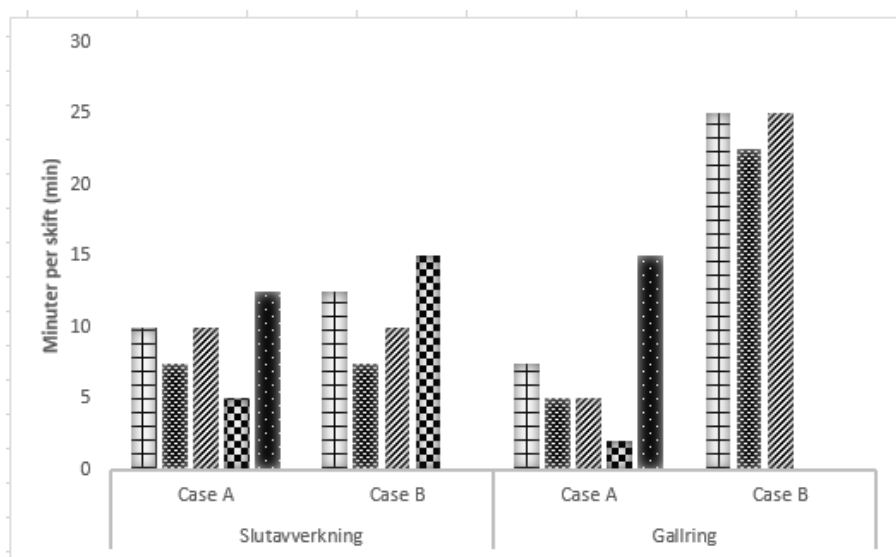
Under själva utförandet av märkningen så finns det en risk för skogsmaskinförarna att snubbla eller halka eftersom underlaget i många fall är ojämnt. Den risken blir ännu större när märkningen ska utföras sent på kvällen då det är mörkt ute (Skogsmaskinförare Case A 2020; Skogsmaskinförare Case B 2020). Om de blir tvungna att lägga så höga vältor att de inte når att märka tillräckligt högt upp, så blir skogsmaskinförarna tvungna att gå ut och märka i gripnen på skotaren eller på virket när det ligger kvar på skotaren, vilket även är en riskfaktor för skador på maskinförarna (Skogsmaskinförare Case B 2020).

Märkningen säger dessutom ingenting om vilket virke som är äldst på avlägget (det först avverkade virket) vilket hade underlättat transportarbetet om en färskhetsprioritering var nödvändig. Under de varmaste vår och sommarmånaderna är det vanligt att prioritera det äldsta virket först, för att undvika blånadsvamp i virket som kan nedsätta kvaliteten i virket och i värsta fall leda till nedklassning av sortiment (från timmer till massaved) vilket är väldigt dyrt eftersom timmerpriset oftast är betydligt högre än massavedspriset (Transportledare Case B 2020).

3.1.2. Märkningskostnader

I Case A använde skotarförare som körde i slutavverkning i genomsnitt 8,13 min (SD= 2,39) per skift på att märka virke, vilket visade sig även vara samma genomsnittliga tid för märkning i gallring (8,13 min, SD=4,73). I Case B använde skotarförare som körde i slutavverkning i genomsnitt 9 min (SD= 3,23) per skift på att märka virket och i gallring i genomsnitt 24,17 min (SD=1,44) per skift för att märka virket (figur 5).

Ett arbetsskift varade i genomsnitt 9 h för skotarförarna i Case A och i genomsnitt i 8 h för skotarförarna i Case B.



Figur 5. Tidsåtgång för märkning per skift, uppdelat på avverkningsform och Case. Varje stapel representerar ett svar från en maskinförare.

Figure 5. Time required for marking per shift, distributed over felling form and case. Each bar represents a response from a machine operator.

Den beräknade märkningskostnaden per skift för båda avverkningsformerna i Case A var 115 kr/skift medan kostnaden var drygt 120 kr/skift för slutavverkning och drygt 340 kr/skift i gallring i Case B (tabell 2).

Tabell 3. Märkningskostnad per skift. Beräknad med en timkostnad för skotare och förare (Kr/m³fub)

Table 2. Cost of log marking per shift. Calculated with hourly cost for forwarder and driver (Kr/m³fub)

<i>Avv. form</i>	<i>Case A</i>	<i>Case B</i>
<i>Gallring</i>	115	342
<i>Slutavverkning</i>	115	126

I tabellen nedan redovisas märkningskostnaden per kubik. Kostnaden för märkning i slutavverkning är under 1 kr/m³fub och kostnaden för märkning i gallring är över 1 kr/m³fub (tabell 3).

Tabell 4. Märkningskostnad per kubik. Beräknad med timkostnad för skotare med förare (Kr/m³fub)

Table 3. Cost of log marking per cubic. Calculated with hourly cost for forwarder (Kr/m³fub)

<i>Avv. form</i>	<i>Case A</i>	<i>Case B</i>
<i>Gallring</i>	1,26	4,13
<i>Slutavverkning</i>	0,57	0,73

Givet att märkningsarbetet inte hade andra kostnader än ren lönekostnad hade märkningskostnaden per skift varit omkring 30 kr/skift i båda avverkningsformerna för Case A och i slutavverkning för Case B (tabell 4).

Tabell 5. Märkningskostnad per skift. Beräknad med en timkostnad för manuellt skogsarbete (Kr/m³fub)

Table 4. Cost of log marking per shift. Calculated with hourly cost for manual forestry work (Kr/m³fub)

<i>Avv. form</i>	<i>Case A</i>	<i>Case B</i>
<i>Gallring</i>	30	89
<i>Slutavverkning</i>	30	33

Enligt ovan redovisade kostnader skulle en uträkning av märkningskostnaden per kubikmeter, givet samma produktivetsförutsättningar som i tabell 2, resultera i en märkningskostnad under 1 kr/m³fub för båda avverkningsformerna i Case A och för slutavverkning i Case B och över 1 kr/m³fub för gallring i Case B (tabell 5).

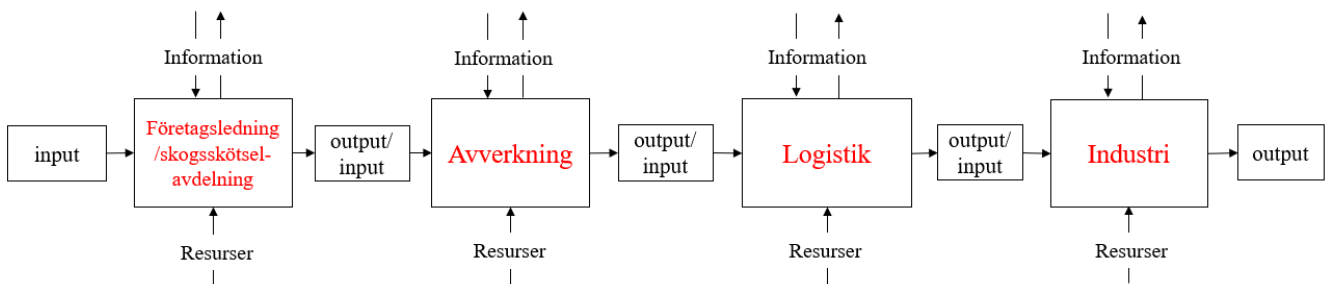
Tabell 6. Märkningskostnad per kubik. Beräknad med timkostnad för manuellt skogsarbete (Kr/m³fub)

Table 5. Cost of log marking per cubic. Calculated with hourly cost for manual forestry work (Kr/m³fub)

Avv. form	Case A	Case B
Gallring	0,33	1,07
ASlutavverkning	0,15	0,19

3.2. Processkartläggning av informationsflödet

Resultatet av intervjuerna visar att informationsflödet mellan skog och industri kan delas upp i en struktur med fyra övergripande aktiviteter: Företagsledning/skogsskötselavdelning (beroende på vilket Case-företag det gäller), avverkning, logistik och industri (figur 6). Denna struktur kunde användas för båda Case-företagen men med viss modifikation mellan dem.



Figur 6. Övergripande processkarta med de fyra huvudaktiviteterna för virkesflödet.

Figure 6. Overall process map with the four main activities of timber flow.

I Case A var den första aktiviteten Företagsledning (A0). De tog emot beställningen av råvara som skall levereras till Industrin (A3) på en månads planeringshorisont. I Case B var den första aktiviteten Skogsskötselavdelningen som ansvarade för innehavet av råvara, med traktbanken med egen skog och köpta avverkningsuppdrag. I det här stadiet var informationen om virket på beståndsnivå och den enda identifiering av virket som fanns var en geografiskt positionerad polygon som beskrev med koordinater beståndets position i ett kartsystem. Det som skickades från Företagsledning (A0) till Logistik (A2) var leveransplaner per industri där informationen om virkets volym och sortiment var på månadsnivå och till Avverkning (A1) skickades en årsbudget som beskrev hur stor volym av varje sortiment som skulle avverkas varje månad och traktbanken med tillgängliga avverkningsobjekt. Från första aktiviteten i Case B (Skogsskötselavdelning, B0) skickades ett Rotlager (planerade avverkningar med information på beståndsnivå) och information från traktplaneringen till Avverkning (B1) (bilaga 5).

Från i stort sett alla aktiviteter skickades återkoppling tillbaka till föregående aktivitet på kort sikt (1 ggr/dag – 1 ggr/vecka, blå pil) och sedan skickades återkoppling på längre sikt

tillbaka till den första aktiviteten (1 ggr/vecka – 1 ggr/månad, röd pil), och även inom aktiviteterna förekom återkoppling (konstant – 1 ggr/ dag, grön pil) (bilaga 5, 6, 7 och 8).

3.2.1. Avverkning, A1/B1

De viktigaste resurserna för att avverkningsaktiviteten skulle kunna genomföras var avverkningsmaskiner med förare. Den information aktiviteten fick om virket och som påverkade den kom från traktdirektiven eller via muntlig kommunikation mellan traktplanerare/köpare och avverknings-/produktionsledare, eller externa synpunkter (exempelvis efter samråd med samebyar, myndigheter eller andra intressenter) (Produktionsledare Case A 2020; Produktionsledare-Flöde Case B 2020). Det data som fanns om virket och skogen i beståndsregister/traktbanken var på beståndsnivå (Produktionsledare-Flöde Case B 2020), vilket gjorde att det kunde variera mycket inom bestånden medan registrerade data var ett medelvärde för hela beståndet. (bilaga 7 och 8)

3.2.2. Logistik, A2/B2

I aktiviteten för Logistik var väglagret tillsammans med leveransplanerna de mest centrala delarna för att deltagarna skulle lyckas med aktiviteten (Transportledare Case A 2020; Transportledare Case B 2020). Den information som kunde påverka processen mest var dels produktionsinformation – exempelvis sådant som kunde påverka väglagrets uppbyggnad (Transportledare Case A 2020) – eller återkoppling från industrierna – om deras process ändrats på ett sätt som påverkade virkestransporterna. Exempelvis ett ökat eller minskat virkesbehov (Ved- och flisansvarig Case A 2020) (bilaga 9 och 10). Något som skiljde Case-företagen åt var att industrins beställning mottogs på olika ställen i kedjan. I Case A skickades industribeställningen till första aktiviteten (Företagsledning) som sedan skickade den vidare till följande aktiviteter (bilaga 5) medan i Case B skickades beställningen direkt till Logistik som i sin tur skickade vidare information om beställningen till Avverkning och inom Logistik-aktiviteten (bilaga 6).

3.2.3. Industri, A3/B3

Aktiviteten Industri var sista processen i flödeskedjan där virket skulle förädlas innan vidare leverans till slutkund. Aktiviteten hade delats upp i två delprocesser: Inmätning och Industriprocess för att tydliggöra var mätningen av virket utfördes. Till inmätningen och industrin skickades en leveransavisering från transportörerna, som innehöll information om när de beräknades anlända till mätplatsen, hur stor volym de skulle leverera, vilket sortiment, vem som sålt virket, vem som transporterade det och om det var sista lasset från det avlägget (Transportör Case A 2020; Transportör Case B 2020) (Bilaga 11 och 12).

Styrande faktorer i inmätningsaktiviteten för båda Case-företagen var kravspecifikationen för virket som industrierna beslutat om (vilka egenskaper de ville att stockarna/volymer skulle ha och hur ersättningen för stocken/volymer förändrades med ändrade egenskaper) och kontraktsvillkor (om industrin hade speciella bestämmelser med vissa leverantörer om hur virkets egenskaper fick variera). Det var mätaren, som antingen arbetade på plats på mottagningsplatsen eller på bildmätningcentralen, som var viktigaste resursen för mätningen av virket. Efter mätningen skickades ett mätbesked till industrin och

leverantören som beskrev vilken volym som mätts in, av vilka kvalitéer, i vilka sortiment, transportör och transportföretag, om sista lasset var inmätt (Distriktschef Biometria Case A 2002; Kundrådgivare Biometria Case B 2020) och andel gallrings-/slutavverkningsved om virket inmätts vid massabruket i Case A (Distriktschef Biometria Case A 2002).

I samband med mätningen sorterade sågverket stockarna efter egenskaper och toppdiameter innan stockarna togs in i processen och postades (hur stocken sågas upp) efter önskade dimensioner (Affärsutvecklare Case B 2020) och massabruket sorterade efter träslag gallrings-/slutavverkningsved och ibland färskhetsklass innan veden gick in i massaproduktionen (Ved- och flisansvarig Case A 2020).

Det som påverkade processen i aktiviteten var främst orderingången, men även produktionsinformation från Avverkningsaktiviteten, såsom potentiell förändring i diameter- och kvalitetsfördelning på timret (Affärsutvecklare Case B 2020) eller massavedens färskhetsklass (Ved- och flisansvarig Case A 2020) (bilaga 10 och 11).

3.3. Informationsflöde av virkesdata

I nedanstående stycken markeras på vilken nivå informationen mäts eller registreras med kursiverad text och volym markerades med fet text för att förtydliga hur många gånger den registreras.

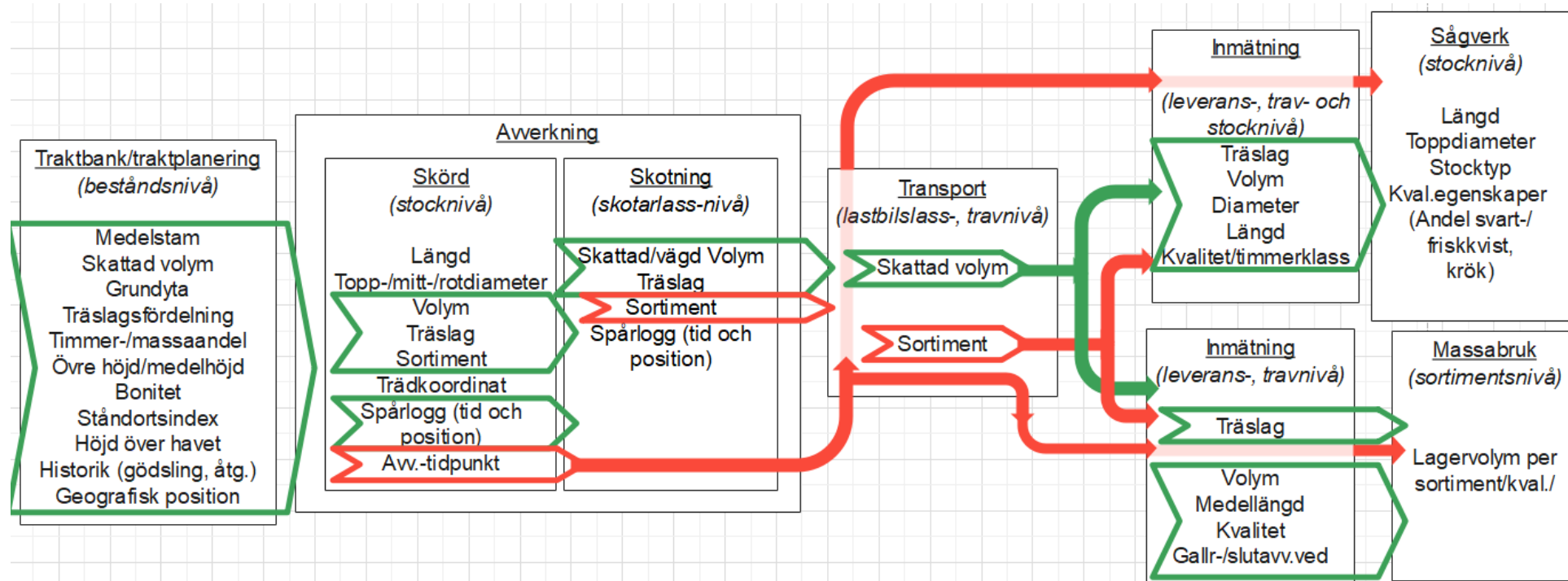
Det skapas väldigt mycket data idag som varken från skogen, avverkningen eller från de andra aktiviteterna förs vidare i virkesflödet. Innan avverkningen kan ske utförs traktplanering av tänkta bestånd. I traktplaneringen mäts och skattas en rad egenskaper om virket som sedan registreras på *beståndsnivå*. En total **avverkningsvolym** och volym per hektar skattas för hela beståndet från en bedömd träslagsfördelning, medelhöjd, ålder och grundyta (m² per hektar), vilket ligger till grund för vilken åtgärd som kommer näst och när i tiden den ska utföras (Produktionsledare Case A 2020; Produktionsledare-Flöde Case B 2020).

När skördaren avverkade träden mätte skördaraggregat **volym**, längd och diameter för varje *enskild stock* som avverkades och apterades (kapas efter givna längder i en prislista som respektive industri beslutat om). Skördarföraren registrerade träslag och eventuella nedsättande egenskaper på stocken som aggregatet inte kände av (exempelvis krök eller röta) och datorn i skördaren gav förslag på sortiment efter träslag och de mått som aggregatet mätt. Datat lagrades men skickades inte vidare, utan användes främst för uppdatering av skogslagret (avverkad volym som ligger kvar i skogen och inte var skotad till bilväg), för statistik och uppföljning av hur maskinerna presterade (Produktionsledare-Flöde Case B 2020) men även i vissa fall som ersättningsgrundande data (Produktionsledare Case A 2020). När sedan skotaren hämtade virket skattade skotarföraren **volymen** eller så användes en våg som sitter i gripen på skotaren för att beräkna **volymen** av respektive sortiment, för varje *skotarlass*, och när skotaren lossade virket på avlägget uppdaterades väglagret med volymen för givet träslag och sortiment. Att skördaren hade mätt en volym och skotaren sedan har registrerat en annan, kunde få till följd att det kunde skilja mellan de olika lagerna (Produktionsledare-Flöde Case B 2020).

När transportören kom till avlägget **skattades volymen** per *lastbilslass* och träslag och sortimentet bedömdes visuellt av timmerbilschauffören (Transportör Case B 2020). I fallet med Case A fanns sortimentet beskrivet på vätlappen, vilket gjorde att transportören inte behövde göra den bedömningen själv utan det markerades av skotarföraren vid avlastning på avlägget (Transportör Case A 2020). Väglagret uppdaterades automatiskt med den lastade volymen när transportören aviserar till mottagningsplatsen (Transportledare Case B 2020). I vissa fall skickades även virkets ålder (gallrings- eller slutavverkningsved) (Distriktschef Biometria Case A 2020) och fällningsvecka – den vecka då det första trädet på trakten avverkades – med till industrin (Produktionsledare-Flöde Case B 2020). Fällningsveckan användes för att bedöma färskheten på virket.

När virket nåde inmätningen **mättes volymen** för hela leveransen *lastbilsnivå* ytterligare en gång och kvalitetsklassen bedömdes efter förbestämda regler. Denna information skickades sedan tillbaka via mätbeskedet till säljaren och köparen och användes som vederlag för ersättning av säljaren (Distriktschef Biometria Case A 2020; Kundrådgivare Biometria 2020). Sågverket som undersökts i Case B använde sedan en röntgenutrustning för att mäta och därefter sortera stockarna efter ytterligare egenskaper. Där skannades exempelvis kvistar (mängden svartkvist/friskkvist), diameter, avsmalning, längd, men även **volymen**, och den mättes där på *stocknivå*.

Som visas av den fetmarkerade texten uppskattades volymen sex gånger innan den slutligen når industrins process och den kursiverade texten visar på vilken aggregationsnivå data registrerades i de olika momenten (ex. bestånd, lass, stock). Figur 7 beskriver ovanstående stycken och visar vilken information som registrerades i varje del och om den skickades vidare från det steget, om informationen mättes igen i senare steg och vart den mättes för sista gången.



Figur 7. Virkesdata som mäts eller uppskattas vid respektive delprocess. Grönmarkerade data mäts eller uppskattas inom processen och skickas vidare till nästa steg. Rödmarkerade data mäts eller uppskattas vid markeringen för sista gången och skickas med från delprocessen via övriga processer till industrierna.
 Figure 7. Timber data that is measured or estimated at respective sub process. Green-marked data is measured or estimated within the process and passed on to the next part. Red-marked data is measured or estimated for the last time and sent from the sub-process via other processes to the industries.

3.4. Effekter av digital spårning och ett utökat informationsflöde

I sista delen av intervjuerna med respektive respondent diskuterades potentialen av att kunna spåra virke digitalt och med hjälp av ett sammanhållet informationssystem föra information om virket vidare från beståndet till industrin. Något som diskuterades av representanter för avverkning var att noggrannare taxeringsdata tillsammans med mer information om virket och dess egenskaper skulle möjliggöra bättre och säkrare prognoser för avverkningarna (Produktionsledare-Flöde, Case B 2020). Detta skulle i sin tur leda till att säkrare planer skulle kunna skapas (Produktionsledare, Case A 2020) samt att det skulle kunna ge en bättre kontroll över lagersituationer. Främst väglagret (volym/sortiment), men även industrilager i vissa fall (lagersituationen på industrierna påverkas av deras inventeringsfrekvens, vilken skiljer sig åt mellan de olika industrierna) (Logistiker Case A 2020). Om lagersituationerna vore säkrare skulle det, tillsammans med säkrare avläggskoordinater, även minska risken för kostsamma bomkörningar från transportörerna (Transportledare Case A 2020).

Om mer data resulterar i ett mer divergerande flöde där industrin kräver att virket ska sorteras på fler egenskaper, vilket skapar fler sortiment i skogen, skulle det krävas en större arbetsinsats för avverkningslagen (Produktionsledare Case A 2020; Produktionsledare-Flöde Case B 2020) och transportörerna (Transportledare Case A 2020; Transportledare Case B 2020). Det skulle även krävas större avläggsplatser i skogen (Transportledare Case A 2020) och troligtvis leda till både högre drivnings- och transportkostnader (Transportledare Case B 2020).

Om produktionsprognoserna från avverkning vore noggrannare skulle leveransplanerna för industrin kunna göras säkrare (Logistiker Case A 2020; Flödesplanerare Case B 2020) som i sin tur skulle leda till säkrare transportplaner och troligtvis sänkta transportkostnader. Exempel på information som skulle underlätta transportarbetet är data på medelstamsdiameter på avverkat timmer (Transportledare Case B 2020) då industrin vissa gånger redan idag efterfrågar detta för att göra bättre produktionsprognoser för sågverket (Affärsutvecklare Case B 2020). Även information om åldern på virket (om virket är från gallring eller slutavverkning) skulle underlätta transportarbete idag eftersom massaindustrierna i vissa fall önskar detta (Transportledare Case A 2020).

Massaindustrin ser gärna att det gick att sortera virket på alla faktorer (beståndshistorik, bonitet och ståndort etcetera) som kan påverka vedfibrernas struktur och färskhet (Ved- och flisansvarig Case A 2020) medan sågverket efterfrågar data på diameter- och kvalitetsfördelning på timret (Affärsutvecklare Case B 2020). Om massaindustrin fick noggrannare information om färskhet och torrådensitet på virket skulle de kunna få en jämnare kvalitet på torrhalten i flisen och då kunna optimera torrhalten i kokeriet vilket skulle leda till minskade vedförluster. Detta skulle kunna ge möjlighet till ekonomiska besparingar eftersom de kan nyttja större andel av virket i processen (Ved- och flisansvarig Case A 2020). För sågverket skulle bättre data om diameter- och kvalitetsfördelning kunna leda till att fler av de sågade stockarna kan användas till det de ursprungligen var tänkta

för. Idag handlar stor del av arbetet på marknadsavdelningen på sågverket om avvikelshantering – att hitta avsättning för det sågade virket som inte stämde mot prognosen från virkesleverantören. Detta grundar sig i att i princip allt som går genom sågen redan är sålt, och därför är det viktigt att prognoserna stämmer så bra som det bara går. Om prognoserna överensstämde bättre med utfallet skulle den ekonomiska nyttan av virket kunna öka eftersom det skulle minska utbytesförlusterna och utfall i målprodukt (vad marknadsavdelningen vill sälja) (Affärsutvecklare Case B 2020).

Alla respondenter i studien ansåg att det måste skapas någon form av kvittens på att det är rätt virke som hämtats från rätt ställe, både för leverantörens, transportörens och mottagarens säkerhet. En av transportledarna fortsatte med en fundering kring om avsaknaden av traditionell fysisk märkning skulle kunna öka risken att virke kan stjälas från avläggen (Transportledare Case B 2020). Ytterligare en konsekvens av att ta bort märkningen är att ytterligare systemstöd kan komma att krävas. Exempelvis kan det behövas någon form av försäkring kring vilka sortiment som är vilka då vissa sortiment är väldigt svåra att skilja på rent visuellt och idag används då vätlappen där sortimentet finns beskrivet (Transportledare Case A 2020).

Ett problem som togs upp kring virkeshandel var risken att obehöriga skulle få åtkomst till eventuellt känslig information i och med ett digitalt system där alla parter har tillgång till samma information och att det är viktigt att det fortsatt bör vara en extern aktör som mäter virket för att få en objektiv och opartisk mätning (Produktionsledare-Flöde Case B 2020) och att ett eventuellt digitalt system måste vara testat och godkänt av en opartisk bedömare innan det skulle kunna användas fullt ut (Ved- och flisansvarig Case A 2020).

I ett digitalt system för spårning av virke hade det från virkesmätarnas perspektiv varit önskvärt om mätningen kunde påbörjas redan i skogen – att nödvändig information förs in i systemet och direkt skickas till mätningen. Exempelvis avverkningstidpunkt under sommaren för att enklare kunna kontrollera blånad (Kundrådgivare Case B 2020) eller trädålder för att virkesmätarna ska slippa göra den bedömningen (Distriktschef Biometria Case A 2020). Inmätningen hade även önskemål om att det borde finnas en automation och styrning i ett digitalt system som automatiskt känner av när timmerbilarna passerar in ”genom grindarna” och att det då skickas en notis till systemet där det går att finna vem virket tillhör, och varifrån det kommer etcetera (Kundrådgivare Case B 2020).

Både representanten för massaindustrin och mätningen vid massabruket ansåg att skalan på informationen bör vara på trav-nivå (lastbilstrave) för att bäst kunna nyttjas (Ved- och flisansvarig Case A 2020; Distriktschef Biometria Case A 2020) medan sågverksindustrin respondent inte såg ett behov att få informationen med högre upplösning än på vecko-nivå, för nästkommande vecka, för att bäst kunna använda informationen i deras process (Affärsutvecklare Case B 2020). Den geografiska informationen var en tudelad frågeställning där industrirepresentanten för Case B inte såg någon större efterfrågan på geografiskt ursprung för sågade produkter på marknaden idag och sa att ingen nog var villig att betala mer för den informationen om plankan (Affärsutvecklare Case B 2020). Industrirepresentanten för Case A var av en annan åsikt, på grund av att kunder till massaindustrin redan idag efterfrågat geografisk information om råvarans ursprung (Ved- och flisansvarig Case A 2020).

”Man måste hela tiden ha med sig att det blir lönsamt” sa industrirepresentanten för Case A. De möjliga negativa effekterna av ett digitalt system är att ett sådant system eventuellt kan driva kostnader, eftersom det kräver att många system ska kommunicera med varandra. Vilket i sin tur skulle kunna ge ökad komplexitet i organisationernas systemstöd (Ved- och flisansvarig Case A 2020). Även industrirepresentanten för Case B såg möjliga negativa effekter i att det eventuellt kunde skapas desinformation eller om det blir någon form av informationsglapp mellan de olika aktiviteterna och att data då inte överensstämmer med verkligheten. Det skulle kunna få stora konsekvenser för sågverket om sågverksprocessen styrs helt efter informationen som sedan visar sig vara felaktig. Det gäller alltså att få systemet att på något sätt säkra informationen och finna en lösning om exempelvis skördaren har mätt fel – hur ska data kunna rensas i sådant system? (Affärsutvecklare Case B 2020). Något som lyftes ytterligare av industrirepresentanten för Case A var problemet med mellanlagring av virke på terminaler. Detta eftersom virket inte sårhålls på terminaler eller lagringsplatser utan där blandas virket i stora vältor tillsammans med övriga volymer i samma sortiment. I samband med detta går den avläggsanknutna informationen från tidigare steg förlorad på terminalerna (Ved- och flisansvarig Case A 2020). Drygt 3 miljoner m³ virke transporterades ut från nio av virkesterminalerna som SCA Skog använde under år 2020 (Sakari, H, 2021).

4. Diskussion

Maskinförarna uppskattade tiden för märkning av virke till 8–24 minuter per skift. Resultatet visade på något kortare märkningstid för de som märkte med vätlappar än de som märkte med stämplor. Den processkartläggning av virkesflödet som utfördes resulterade i en övergripande figur över hur informationen om virket skapas och skickas vidare genom flödeskedjan. Det som främst noterades var att information om träden och stockarna registreras och samlas in vid flera olika tillfällen och på olika nivåer under tidens gång, från beståndsdata i skogen på beståndsnivå till sorteringen på industrin på stocknivå. Som mest mäts eller uppskattas volymen för stockarna eller virkessortimentet vid sex olika tillfällen. Ett digitalt system för att spåra och följa virket har en potential i form av att många av delstegen i flödeskedjan skulle ha användning av mer och framför allt mer noggranna data om virket för att då kunna optimera sina processer. Allt från att lättare kunna följa lagerutveckling i skogen till en optimerad kokningsprocess för massaindustrin.

Likt resultatet från denna studie visade resultatet från studien som Ågren et al. (2017) genomförde att sågverken bland annat efterfrågade bättre data på sågtimrets medelstamsdiameter och information om hur stockarnas vedegenskaper kan påverka hur stockarna bäst kan användas i produktionen. Något som Ågren et al. (2017) även redovisade var sågverkens önskan om jämnare virkesflöden över året för att skapa en jämnare arbetssituation och belastning för personal vid timmermottagningen. Just detta var inte något som uppenbarades i intervjuerna för denna studie, men den potential som Ågrens studie (2017) såg i lastbilarnas leveransavisering till industrierna, nyttjas idag inom båda case-företagen som deltog i denna studie. Systemet med leveransavisering av lastbilarnas ankomst till en mottagningsplats gör det möjligt för personalen vid mottagningsplatserna att få en överblick av antalet bilar som beräknas ankomma, vilken tid de beräknas vara på plats, med vilken volym, vilket sortiment och från vilken virkesorder virket är hämtat. Aviseringssystemet gör det också möjligt för åkerierna att planera sin körning bättre då även de har möjlighet att se vilka bilar och hur många som är aviserade till varje mottagningsplats och på så vis kan undvika trängsel och köer på mottagningsplatserna (Distriktschef, Biometria 2020; Transportledare, Case B 2020).

Studier kring att spåra virke har genomförts i några europeiska länder. Dessa studier har utgått från att varje enskild stock ska kunna spåras från skogen till industrin och att slutkund som köper den färdiga produkten ska kunna få information från tidigare steg i kedjan (Schraml et al. 2020; Figorilli et al. 2018). Behovet av att kunna spåra stockarna på individnivå och få separat information om varje enskild stock är inget som denna studie visat på, utan med dagens industriprocesser efterfrågas informationen på lastbilstrav-nivå eller veckonivå för att bästa kunna optimera massabrukens kokningsrecept eller utfallet från sågverkens timmerstockar. Att behovet av information på stocknivå inte finns idag

behöver inte betyda att det inte kommer att önskas i framtiden. Om efterfrågan på mer högupplöst data kommer till industrierna samt att skogsföretagen utvecklat sin möjlighet att hantera ”big data”, finns metoder att spåra virket på stocknivå. Enligt studien som Schraml et al. (2020) genomförde på 100 olika prover av trissor från stockar, visade på att ingen stocks ändyta är identisk med någon annan. Detta skulle göra det möjligt att få en individuell informationsförteckning för varje stock om man skannar/fotograferar varje stockända när den avverkas och kapas och sedan kan avläsa den igen vid industrin eller inmätningen och på så sätt få tillgång till den information som är kopplad till stocken.

Den uppskattade tiden det tar för maskinförarna att utföra märkningen är något som varierar mellan deltagarna i studien. Rent teoretiskt borde det ta längre tid att märka virket vid slutavverkning än vid gallring eftersom maskinerna vid en slutavverkning oftast producerar en större volym och märkningskraven från företagen är satt per kubik eller kvadratmeter (1 märkning/4 m² ändyta). Vad som däremot visade sig i Case B var att den uppskattade tiden för märkning från de maskinförare som märkte virke i gallring, var mer än dubbelt så lång än från de som märkte virke i slutavverkning. En anledning till resultatet skulle kunna vara att maskinförarna har olika arbetsrutiner kring hur märkningen ska utföras och att det skiljer sig mellan olika avverkningslag. Ytterligare en anledning skulle kunna vara att maskinförarnas ambitionsnivåer varierar, vilket påverkar hur många märkningar de utför och på så sätt får en påverkan på den faktiska tidsåtgången för märkningen (se exempel på omotiverat stort antal stämplor i figur 2). Att tillägga är att antalet märkningar på bilden inte hör till vanligheten utan snarare är ett undantagsfall än normalitet (Skotarförare Case B 2020).

Med hänsyn till arbetets utformning och att det är ett svenskt Case där två av Sveriges skogsföretag deltagit går det inte nödvändigtvis att generalisera och överföra resultatet i direkt jämförelse med varken resten av det svenska skogsbruket eller internationellt. Det som dock går att tyda är att det finns problem med båda märkningsmetoderna som används och som kan få efterföljande konsekvenser i senare steg i flödeskedjan. En digitaliserad metod för att spåra virket skulle kunna medföra att problematiken med de fysiska märkningsmetoderna eliminerades och förmodligen en reduktion av kostnaderna som är kopplad till märkningen.

4.1. Kritisk granskning av studien

Trots att data från maskinförarna var geografiskt begränsat till de områden som produktionsledaren som deltog var verksam i, går det att generalisera och konstatera att det som fungerade bra med märkningsmetoderna eller de problem som fanns även borde finnas i övriga geografier av företagens verksamhetsområden. Troligtvis även inom övriga skogsföretag i Sverige, med tanke på att utförandet av märkningsmetoderna inte går att genomföra på så många olika sätt utan resultatet av en märkning blir densamma oavsett vart i landet den genomförs. Det är i de flesta fall väderförhållanden eller den mänskliga faktorn som påverkar resultatet av märkningen negativt.

En styrka i studien har varit att datainsamlingen utförts genom intervjuer, vilket gjort att en relativt stor mängd data insamlats på kort tid. Dessutom från personer med olika bakgrund

och tjänster, från olika företag och olika industrier. Detta ger en bredd i data som annars inte varit möjlig att uppnå på avsett tid. Att antalet respondenter som deltagit i studien varit begränsat till ett fåtal deltagare per Case-företag är dessvärre en svaghet med studien.

Ytterligare en svaghet med studien är att det är en case-studie. Att det är just en case-studie har begränsat informationsinsamlingen till ett mindre område vilket bidragit till ett mindre och smalare perspektiv på ämnet. Det har dock haft en positiv funktion då mer djupgående granskning av ämnet kunnat utföras inom den begränsade tiden och området. En svaghet i skattningen av tidsåtgång vid märkning är att ingen tidsstudie utförts på dagens fysiska märkningsmetoder, utan i stället har intervjuer med maskinförare genomförts och resultatet från deras självskattningar har legat till grund för kostnadsberäkningar av märkningsmetoderna. Detta har medfört en potentiellt sämre upplösning av tiddata eftersom den är självskattad. Att inte genomföra tidsstudier, vilket är en tidskrävande insamlingsmetod, har i stället gjort att data har kunnat inkluderas från många fler maskinförare än vad som annars varit möjligt. Självskattningen som maskinförarna utfört skulle dessutom potentiellt kunna ge ett bättre resultat än en tidsstudie eftersom svaret i självskattningen blir den tid de själv uppskattar att det tar att märka virke, än att data blir påverkat av att de är medvetna om att de blir tidtagna och på så vis utför märkningen annorlunda (troligtvis snabbare) än vad de i vanliga fall gör, vilket skulle kunna ge ett missvisande resultat. Dessutom varierade frekvensen för märkning mellan olika maskinlag (ex. märkning en gång varje lass eller varje skift) vilket skulle utgöra ytterligare en försvårande faktor vid genomförandet av en tidsstudie.

Användningen av timkostnaden för maskin och förare i kostnadsberäkningen för märkningen är nog missvisande då den kostnaden förmodligen är för hög eftersom maskinen står still och inte används i momentet. Samtidigt är nog kostnaden för manuell skogsarbete för lågt räknad då den inte inkluderar kostnaden i att ha en maskin som står still och inte används under tiden märkningen utförs. Dessutom har maskinföraren förmodligen högre lön (kvalificerad personal) än de som utför manuellt skogsarbete, vilket också skulle bidra till en högre kostnad än den som använts vid dessa beräkningar.

4.2. Vidare studier

Behovet av fortsatta studier inom området anses finnas för att med djupare analyser utreda möjligheterna för ett digitalt system för att spåra virke. För att dessutom säkerställa effekterna som ett digitalt spårningssystem skulle kunna ge anses databehovet från industrin kräva ytterligare analyser. Vilket förslagsvis kan göras genom en bredare datainsamling från fler representanter och från fler industrier. Även de tekniska begränsningar som finns för ett digitalt flöde av relevant data om virket anses kräva ytterligare analyser innan en implementering vore möjlig.

Något som skulle behöva analyseras ytterligare är hur mellanlagringen av virke på virkesterminaler skulle klara av att säkra informationen om varje virkesleverans. Ved- och flisansvarig, Case A (2020) sa i sin intervju att *“Det är de rackarns terminalerna som ställer till det så man tappar bort data”*. Personen syftade förmodligen på att virkesdata blir svår att kontrollera och särskålla mellan de olika leveranserna och att det finns

svårigheter i att bibehålla den upplösning på data som industrierna efterfrågar, på det sätt som terminalerna används idag. Antingen skulle det kräva stora ytor att sortera på eller ett system som kan särhålla data och lagra den i olika lager ovan på varandra och på så sätt skilja virkespartierna åt när man lägger virket i högvältor för att utnyttja ytan maximalt.

Om terminalerna i stället fungerade som distributionscentral och var den enda mottagningsplatsen av virke borde avverknings- och transportarbetet kunna förenklas och effektiviseras. Om allt virke som avverkas transporterades till en terminal utan hänsyn till varken träslag, sortiment eller kvalitet, för att på terminalen mätas och sorteras efter olika kravspecifikationer. Därefter säljs virket vidare från terminalen genom en försäljningsfunktion till industrier eller andra virkeskonsumenter. Detta skulle medföra att varje virkesförbrukande industri köper exakt den produkt med de krav de efterfrågar direkt från terminalen och på så vis optimerar sin verksamhet genom att undkomma problemet i att behöva hitta avsättning för oönskade sortiment som faller ut vid avverkning eller av att vara beroende av bytesaffärer med andra företag för att byta bort eller sälja dessa.

För att dessutom få en säkrare bild över den faktiska kostnaden som dagens märkningsmetoder genererar för skogsbruket och för att kunna beräkna en möjlig besparingspotential, bör tidsstudier av märkningsmomentet utföras och sedan ta faktorer som kan påverkas av att märkningsmomentet utsluts i beaktan. Exempelvis skotarens produktivitet om skotaren kan köra mer då tiden som skulle användas för märkningen i stället används till att skota mer virke.

4.3. Slutsatser och implementering

De slutsatser som går att dra av studien är att det finns en framtida potential för att använda ett digitalt system för att spåra virke från skogen till industrin, efter fortsatta analyser av en digitaliserad informationskedja. Detta grundas delvis på de krav och den efterfrågan som finns på virkets spårbarhet från certifieringsorganisationer och industriernas kunder, delvis på industriernas efterfrågan på yttre faktorer som påverkar virkets vedegenskaper för en optimering av processerna och slutligen på de positiva effekterna för övriga funktioner i flödeskedjan som ett digitalt spårningssystem skulle medföra. Främst tidsbesparing, i flera led, när färre problem orsakad av den mänskliga faktorn eller påverkan från väder skulle behöva lösas eller att samma sorts mätningar inte ska behöva utföras flera gånger på samma virke eller att säkrare prognoser och planer för avverkningarna kan medföra bättre kontroll överlayersituationer och på så vis kan medföra att man kan ha lägre lager, vilket skulle gynna kostnadsbesparingar.

Med hänsyn till den enkla utformningen av märkningsmetodernas kostnadsberäkningar dras inga större slutsatser utifrån dessa. Inte annat än att det förmodligen finns en besparingspotential, hos flera processer i flödeskedjan, om virket inte behöver märkas manuellt.

Huruvida en implementering av ett digitaliserat spårningssystem för virke är möjlig ligger troligtvis i de tekniska begränsningarna och i kostnaden av att bygga upp ett system som klarar av att uppfylla alla krav, än i att behovet eller efterfrågan inte är tillräckligt stor. Av

allt att döma finns en ambition och en önskan om en ökad processoptimering och en utvecklingspotential i alla led, vilket stärker tron om att en ökad informationsförsörjning skapar vinster för hela flödeskedjan – från skog till industri.

5. Referenser

- Arlinger, J., Nordström, M. & J. Möller, J. (2012). *StandFord 2010 -modern kommunikation med skogsbruket*. (Arbetsrapport, 784–2012).
https://www.skogforsk.se/cd_20190114161741/contentassets/d8810c58a80940e1a6009816953f9a84/stanford-2010-modern-kommunikation-med-skogsmaskiner.pdf
- Bergkvist, I. & Lundström, H. (2010). *Gallra från stickväg eller med stråk?: studier vid Holmen Skog*. Uppsala: Skogforsk.
- Bhuiyan, N., Hannrup, B., Nordström, M. & Larsolle, A. (2016). *Beslutsstöd för stubbskörd*. (Arbetsrapport, 908–2016).
https://www.skogforsk.se/cd_20190114162606/contentassets/8ffe56ac97544232aa3503e19d342438/beslutsstod-for-stubbskord-arbetsrapport-908-2016.pdf
- Biometria (2020). *Arbetsrutin ordinarie mätning - identifiering av virke*. (Adolfsson, J., red.). Biometria.
- Brunberg, T. (2017). *Produktiviteten vid drivning 2008 – 2016*.
<https://www.skogforsk.se:443/kunskap/kunskapsbanken/2017/produktiviteten-vid-drivning-2008---2016/> [2021-02-16]
- Burström, A. (2014). *Indelning av trakter inför gallring på Holmen Skog en utvärdering av svårigheter och möjligheter*. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet.
https://stud.epsilon.slu.se/6774/7/burstrom_a_140602.pdf
- Eliasson, L. & Johannesson, T. (2009). *Förröjning underlättar bränsleanpassad slutavverkning*. Uppsala: Skogforsk.
- Figorilli, S., Antonucci, F., Costa, C., Pallottino, F., Raso, L., Castiglione, M., Pinci, E., Del Vecchio, D., Colle, G., Proto, A.R., Sperandio, G. & Menesatti, P. (2018). A Blockchain Implementation Prototype for the Electronic Open Source Traceability of Wood along the Whole Supply Chain. *Sensors*, 18 (9), 3133. <https://doi.org/10.3390/s18093133>
- Fridh, L. (2013-11-07). *Partsmätning av virke bör kvalitetssäkras*. Skogforsk.
<https://www.skogforsk.se:443/kunskap/kunskapsbanken/2013/Kvalitetssakrad-partsmatning-av-bransleved-vid-terminal1/> [2020-09-17]
- FSC, S. (2017). *Spårbarhetscertifiering. FSC Sweden*. <https://se.fsc.org:443/se-se/fsc-marknad-och-skog/sprbarhetscertifiering> [2020-09-21]
- GS Facket (2019). *Att arbeta med skogsvård*. 2019
- Holmen (2020). *Vi utvecklar skogens alla värden och odlar råvaror för hållbart samhälle*.
[/sv/skog/om-oss/det-har-ar-holmen-skog/](https://sv.skog/om-oss/det-har-ar-holmen-skog/) [2020-09-18]
- Hyll, K. & Nordström, M. (2020-04-08). *Kartläggning av teknik, metoder och informationsflöde för mätning av skogens produkter*. Skogforsk.

- https://www.skogforsk.se/cd_20200610145753/contentassets/e03aec00d99d46998bad17f01188531e/arbetsrapport-1050-2020.pdf [2020-09-21]
- Ivarsson Wide, M. (2011). *Var går gränsen? Massaved och/eller energiuttag i klen gallring*. (9–2011). file:///C:/Users/Johan/Zotero/storage/W5JVTQJSJ/resultat_nr9_2011_low.pdf
- Lag 1944:302 *Lag (1944:302) om köparens rätt till märkt virke* | *Lagen.nu*.
<https://lagen.nu/1944:302> [2020-09-15]
- Ljungberg, A. (2012). *Processbaserad verksamhetsutveckling: [varför - vad - hur?]*. Lund: Studentlitteratur.
- Lundén, Björn. (2019). *Kostnaden för en anställd – så här räknar du*.
https://www.bjornlund.se/personal/kostnaden-f%C3%B6r-en-anst%C3%A4lld-__228
[2021-02-18]
- Norra Skog (2020). *Fakta och siffror*. <https://www.norraskog.se/om-foreningen/koncern/fakta-och-siffror> [2020-09-21]
- PEFC (2019a). Spårbarhetscertifiering | Svenska PEFC. <https://pefc.se/sparbarhetscertifiering/>
[2020-09-11]
- PEFC (2019b). Spårbarhetscertifiering. <https://pefc.se/wp-content/uploads/2019/12/PEFC-sp%C3%A5rbarhet-handledning-2019.pdf> [2020-09-11]
- SCA (2020). *Vi drivs av skogens kraft*. <https://www.sca.com/sv/> [2020-09-18]
- Schraml, R., Entacher, K., Petutschnigg, A., Young, T. & Uhl, A. (2020). Matching Score Models for Hyperspectral Range Analysis to Improve Wood Log Traceability by Fingerprint Methods. *Mathematics*, 8 (7), 1071. <https://doi.org/10.3390/math8071071>
- SDC (u. å.). Från avtal till redovisning.
http://www.sdc.se/admin/PDF/Fr%C3%A5n_avtal_till_redovisning_webb.pdf [2020-09-09]
- Setra (2020). *Setra – en Grönsam partner*. *Setra Group*. <https://www.setragroup.com/sv/om-setra/>
[2020-09-18]
- Skogsindustrierna (2020). *Fakta och nyckeltal - Skogsindustrierna*.
<https://www.skogsindustrierna.se/om-skogsindustrin/skogsindustrin-i-korthet/fakta--nyckeltal/> [2020-09-21]
- Skogsstyrelsen (2019-08-27). *Bruttoavverkning*. <https://www.skogsstyrelsen.se/statistik/statistik-efter-amne/bruttoavverkning/> [2020-09-09]
- Skutin, S.-G. (2000). *Finsk virkesmarknad - en jämförelse med Sverige*.
<https://www.skogforsk.se/contentassets/4788c53d64844ce48e6c3f6b6ead9f58/arbetsrapport-463-2000.pdf> [2020-09-17]
- SLU (2020). *Produktiv skogsmark. SLU.SE*. <https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/riksskogstaxeringen/statistik-om-skog/senaste-statistiken/produktiv-skogsmark/>
[2020-09-15]
- Strömngren, M., Haapaniemi, M. & Edlund, J. (2020). *Noggrannhet vid mätning av rundvirke 2019*. <https://www.biometria.se/wp-content/uploads/2020/05/Kvalitetsrapport-2019-slutlig.pdf> [2020-09-21]
- Svensson, G. (2017). *Optimized Route Selection for Logging Trucks - Improvements to Calibrated Route Finder*. Umeå. https://pub.epsilon.slu.se/13960/7/svenson_g_170111.pdf [2020-10-02]

- Södra Skogsägarna (2020). *Sverige*. <https://www.sodra.com/sv/se/> [2020-09-21]
- Trost, J. (2010). *Kvalitativa intervjuer*. Lund: Studentlitteratur.
- Uusijärvi, R. (2003). Linking raw material characteristics with Industrial Needs for Environmentally Sustainable and Efficient Transformation processes (LINESET).
- VMFQbera *Virkesmärkning*.
<https://www.vmfqbera.se/default.asp?id=4848&ptid=4683&refid=4860> [2020-09-11]
- Ågren, K., Arlinger, J., Hannrup, B., J. Möller, J., Nordström, M. & Wilhelmsson, L. (2017). *Utvecklingsbehov i gränssnittet skog-såg - en förstudie baserad på intervjuer*. (952–2017). Uppsala: Skogforsk.
<https://www.skogforsk.se/contentassets/3dad5fd693834f5781992c13d4269614/arbetsrapport-952-2017.pdf> [2020-09-17]

Muntliga källor:

- Affärsutvecklare, Case B (2020-11-13)
- Distriktschef, Biometria Case A (2020-11-27)
- Flödesplanerare, Case B (2020-11-11)
- Kundrådgivare, Biometria Case B (2020-12-02)
- Logistiker, Case A (2020-11-16)
- Produktionsledare, Case A (2020-11-23)
- Produktionsledare-flöde, Case B (2020-11-12)
- Skogsmaskinförare, Case A (2020-12-01)
- Skogsmaskinförare, Case B (2020-11-30)
- Transportledare, Case A (2020-11-24)
- Transportledare, Case B (2020-11-13)
- Transportör, Case A (2020-12-02)
- Transportör, Case B (2020-11-20)
- Ved- och flisansvarig, Case A (2020-11-16)

Mailkonversationer:

- Eliasson, Lars. Skogforsk. mailkonversation. (2021-02-24)
- Sakari, Henrik. SCA Skog. mailkonversation. (2021-03-02)

Bilaga 1. Intervjuunderlag

Introduktion till examensarbetet

Det avverkas ca 92,5 miljoner m³sk årligen som märks manuellt med antingen värtlappar eller märkstämpel beroende på var i landet man befinner sig. Om virket skulle kunna "märkas" eller spåras digitalt skulle man kunna förebygga fel som beror på den mänskliga faktorn och att man skulle kunna föra vidare mycket mer information om virket än vad som görs idag.

Den digitala spårningen av virket utförs med hjälp en teknik som kallas geofencing, en grafisk områdesindelning där all potentiell information om virket kan sammanfogas och föras vidare till alla kommande steg i flödeskedjan.

Ytterligare en önskad effekt detta skulle kunna medföra är att ökad spårbarhet och information om virket skulle kunna öka säkerheten och möjligheten till uppföljning för certifieringsorganisationerna som idag ställer krav på råvarans ursprung etc.

Syftet med studien

Det övergripande syftet med studien är att studera potentialen för ett digitalt virkesmärkningssystem med ett sammanhållet informationsflöde från skog till industri.

Mer specifikt är syftet tvådelat:

Första delen syftar till att beskriva dagens manuella märkningssystem med avseende på värden, kostnader, krav på överföring av information och data mellan olika aktörer, samt eventuella problem och brister med märkningsmetoderna.

Den andra delen syftar till att beskriva vilka effekter som ett digitalt märkningssystem skulle kunna medföra för de olika berörda aktörerna.

Intervjuer och resultat

Intervjuerna innefattar två delar: den första delen syftar till att beskriva nuläget genom processkartläggning av informationsflödet och att beskriva vilka positiv och negativa konsekvenser märkningsmetoderna har för de olika aktiviteterna i kedjan. Första delen innebär även skattning av kostnader för utförandet av dagens märkningssystem för att på så vis kunna skatta möjlig besparingspotential. Den andra delen av intervjun består av att beskriva de potentiella effekterna av ett digitalt spårningssystem av virke.

Bilaga 2. Intervjuguide och frågeformulär

Intervjuguide

- Presentation av mig
- Bakgrunden till studien. Deltagare: Biometria/Södra/SCA
- Syftet med studien
- Genomförandet av studien
- Presentera hur intervjuerna kommer genomföras (inspelning om det är ok?)
- Insamling och redovisning av data sker anonymt om ni vill och du kan när du vill välja att avbryta ditt deltagande i studien.
- Är det okej om jag återkommer efter intervjun med ytterligare frågor om jag inser att jag missat något eller skulle behöva ett förtydligande av något?

Frågor – Kvalitativa intervjuer

1. Vem är du?
2. Tjänst/arbetsuppgifter
3. Bakgrund/erfarenhet
4. Spontan reaktion på ämnet?

Del 1: Processkartläggning av nuvarande informationsflöde.

Beskriv aktiviteten

5. Vad är "input"? Vilken info kommer in? Vem skapar den?
6. Vilka resurser erfordras?
7. Vilken information erfordras för styrning/stöd?
 - a) Varifrån kommer den?
 - b) Vem skickar den?
8. Vilken info skapas?
9. Vad blir "output"? Vilken info skickas?
 - a) Vart skickas den?

Färdigställ processkarta, sedan fråga 11 osv.

10. Vad fungerar bra, med hänsyn till:
 - a) informationsflöde
 - b) ekonomiska aspekter
 - c) teknik/genomförande
11. Vad fungerar dåligt, med hänsyn till:
 - a) Informationsflöde
 - b) ekonomiska aspekter

c) teknik/genomförande

Del 2: Effekter av ett digitalt spårningssystem

1. Hur bra koll har ni på vad som levereras till er? Vad som finns på bilarna, avlägg, i skogen, vilka sortiment etc?
2. Vilken information/data om virket och dess ursprung behöver ni för att kunna optimera er aktivitet/process?
 - a) På vilket sätt skulle informationen kunna användas för att optimera er aktivitet/process?
 - b) I vilken skala ser ni att ni har nytta av mer information?
3. Om ni skulle få mer information idag: hur skulle det kunna påverka er aktivitet/process, vilken information är det och på vilket sätt skulle det påverka?
4. Om ni skulle få mer information i framtiden: hur skulle det kunna påverka er aktivitet/process? Vilken information är det och på vilket sätt skulle det påverka?
5. Ser du några negativa effekter på ett ökat informationsutbyte?
6. På vilket sätt skulle ett ökat informationsutbyte påverka den ekonomiska nyttan av virket?
7. Vilka krav anser du (i enlighet med din profession) måste finnas på ett digitalt spårnings-/märkningssystem?
8. Övriga tankar och åsikter?

Bilaga 3. Frågeformulär kortintervju

Frågor Kortintervjuer

Frågor till Skogsmaskinförare

1. Hur går märkningen till?
2. Vilka förberedelser gör du innan märkningen?
3. Hur ofta märker du virket?
4. Hur lång tid tar en märkning att utföra? (Från att du kliver ur maskinen till att du sitter i den igen.)
5. Hur många minuter lägger du på att märka virke totalt sett under ett skift?
 - a. Hur långt är ett skift?
6. Är märkningen förenad med några risker?
7. Hur skulle ni påverkas av att märkningen digitaliseras?
8. Vilka positiva och negativa effekter ser ni av att inte behöva märka virket?

Frågor till Transportör

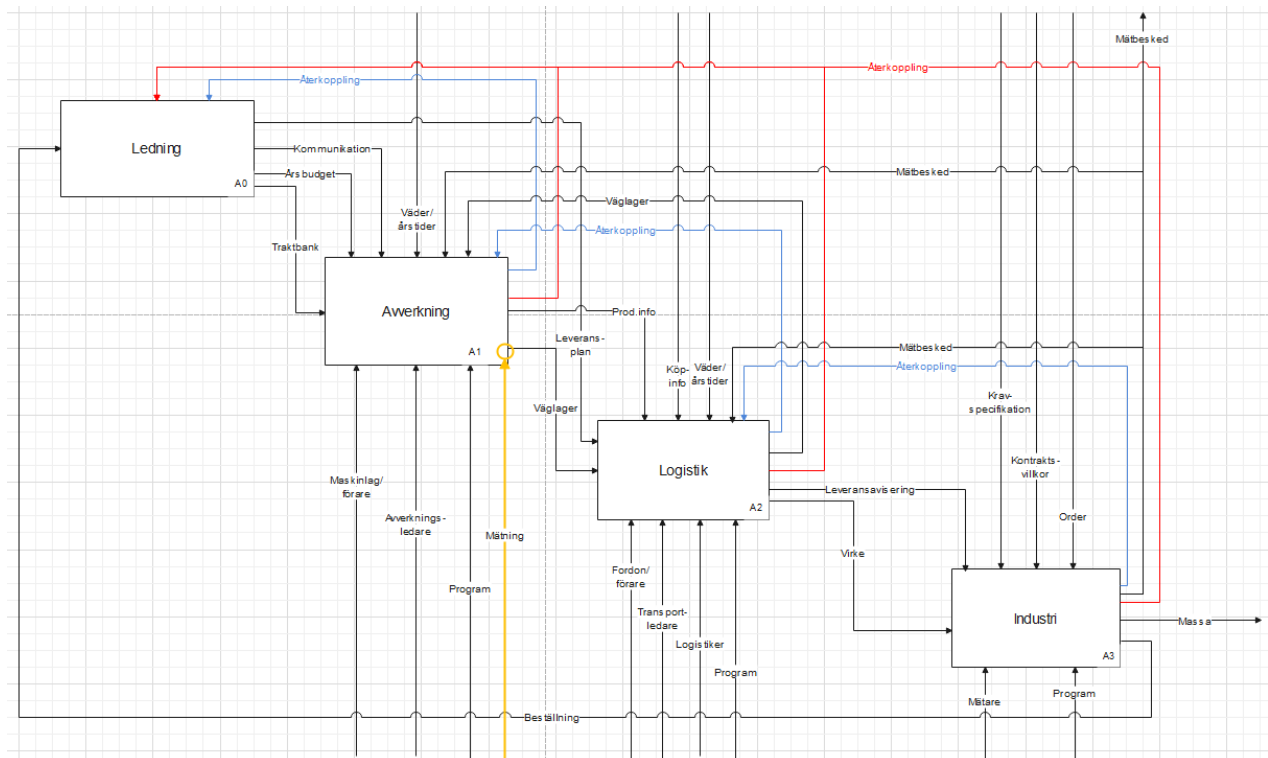
1. Hur påverkas transportarbetet av dagens virkesmärkning?
2. Hur ofta är märkningen felaktigt utförd?
 1. Vad får det för konsekvenser för ditt arbete?
3. Vad anser du att ett digitalt system för märkning måste innehålla? (Vilka krav har du?)
4. Övrigt att tillägga? /Har jag glömt att fråga något?

Bilaga 4. Frågeformulär tidsuppskattning

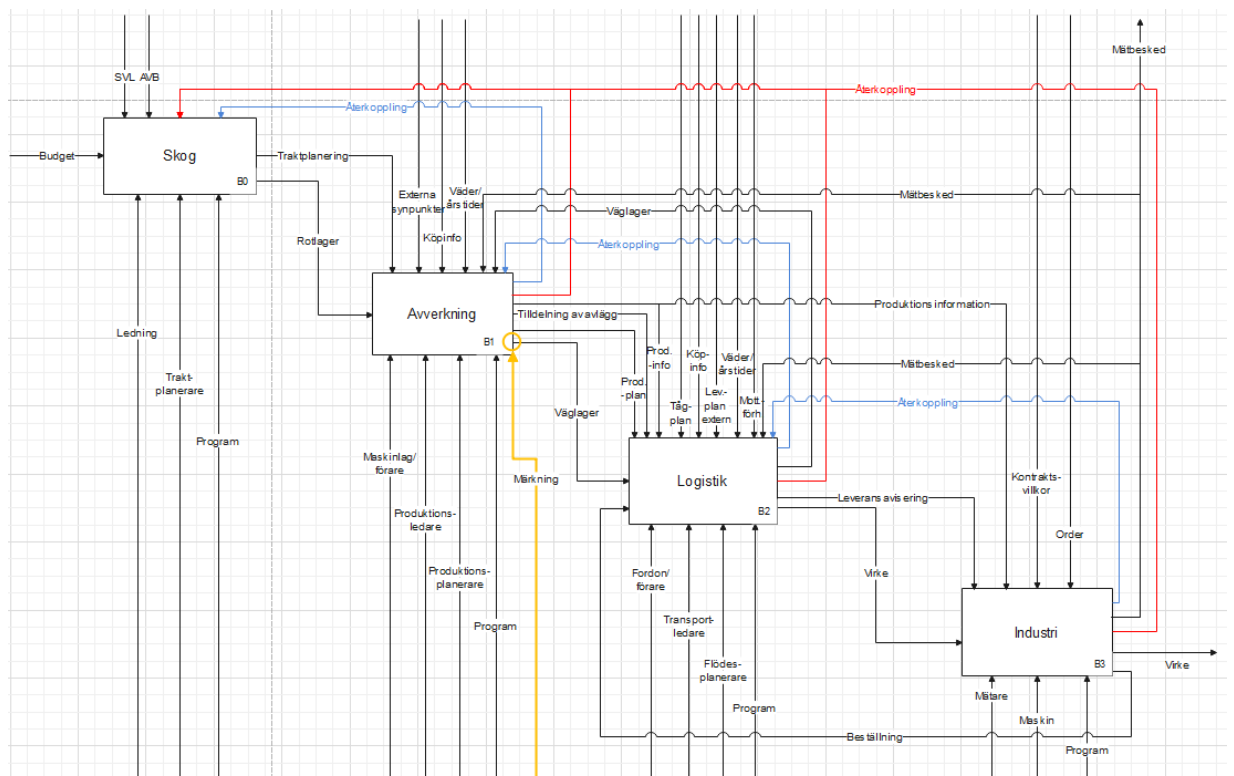
Snabbfrågor för insamling av data för tidsberäkning av märkning

1. Hur lång tid tar en märkning at utföra, från att du kliver ur maskinen till att du sitter i maskinen igen?
2. Uppskatta hur många minuter du lägger på att märka virke under ett skift?
3. Hur långt är ett skift?
4. Hur ofta märker du virket?

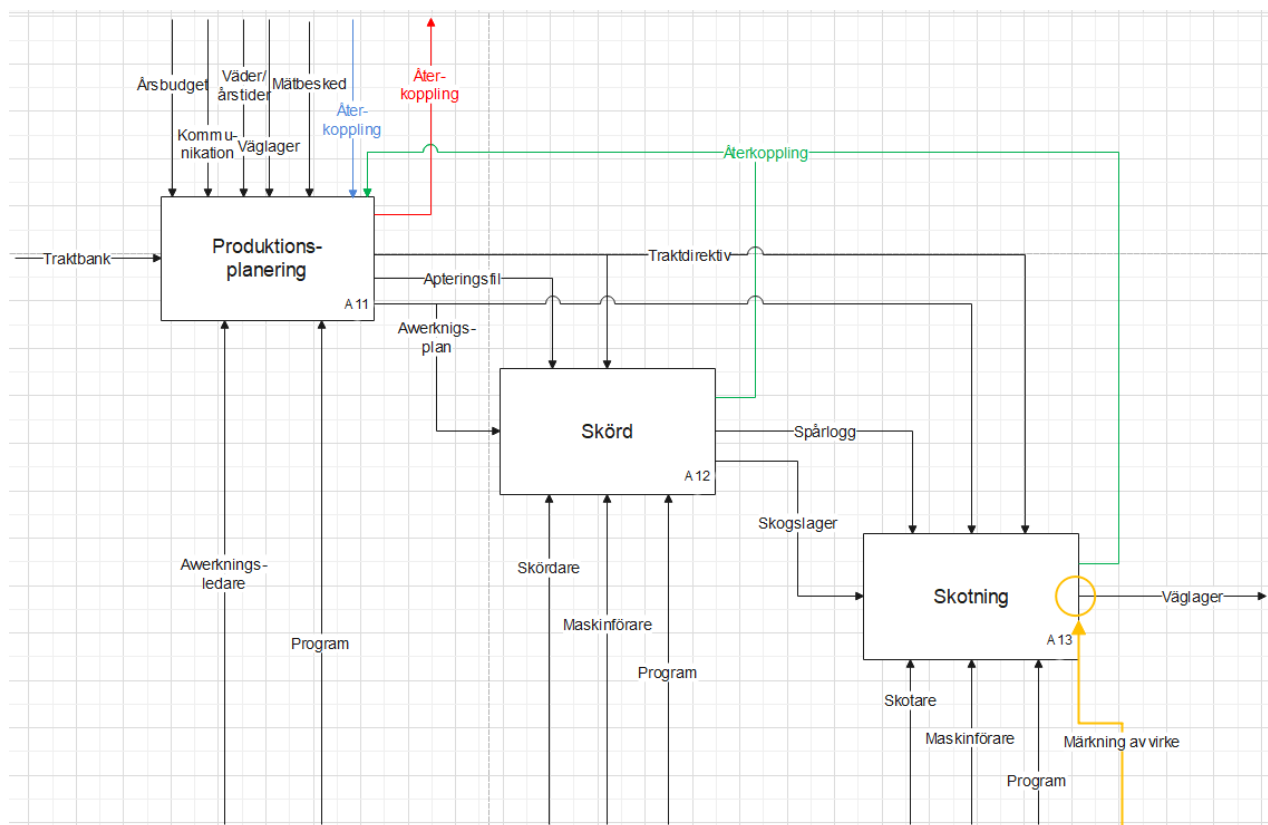
Bilaga 5. Processkarta översiktlig Case A



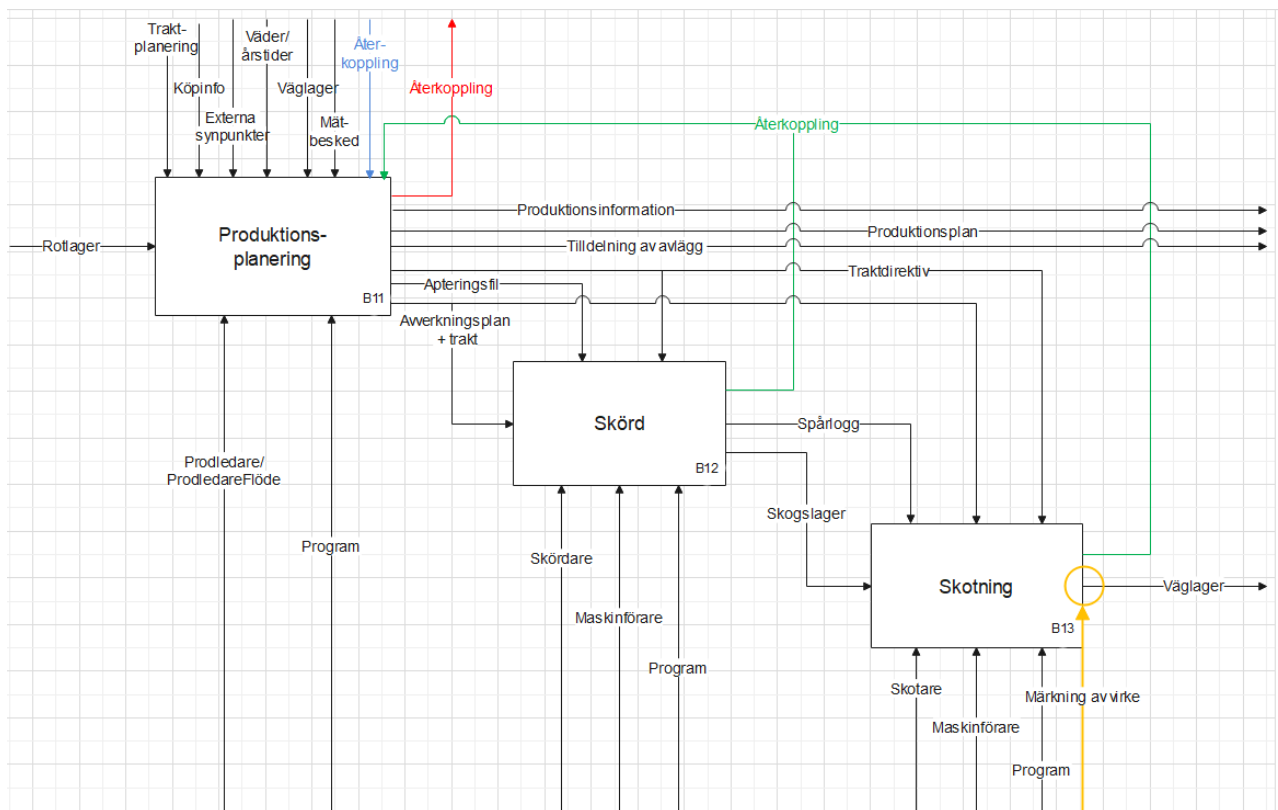
Bilaga 6. Processkarta översiktlig Case B



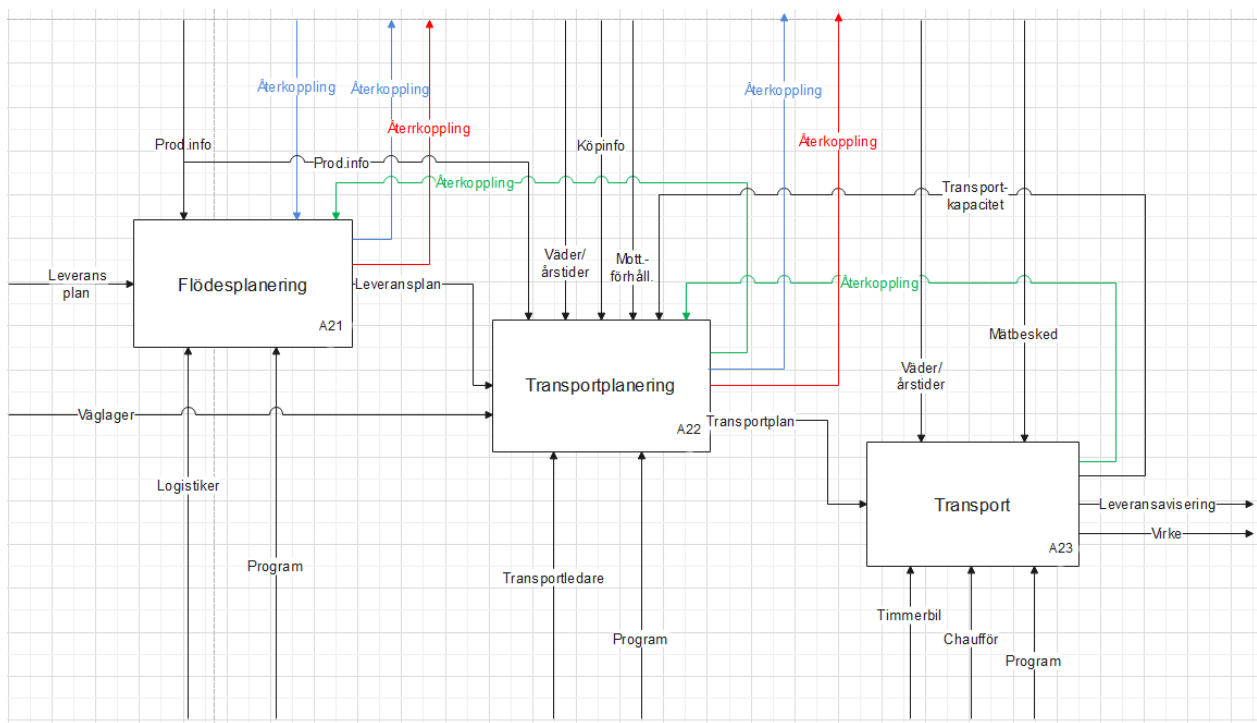
Bilaga 7. Processkarta avverkning Case A



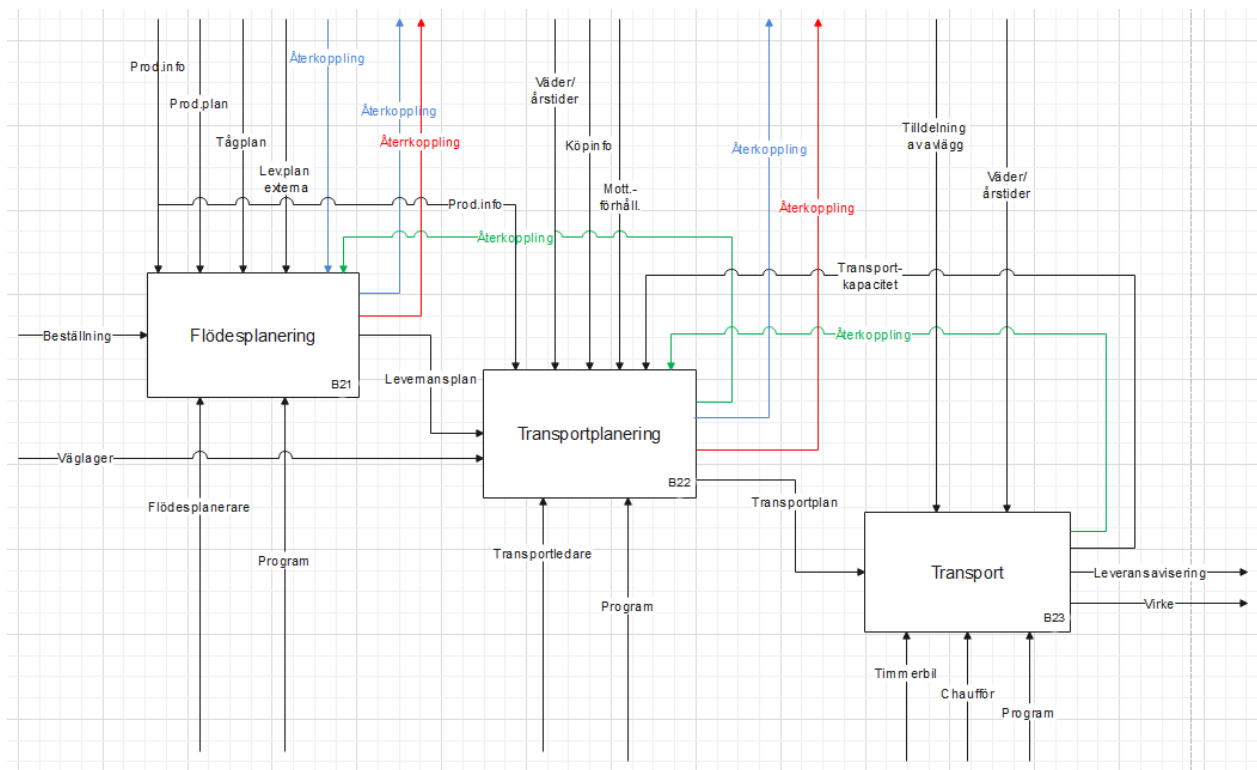
Bilaga 8. Processkarta avverkning Case B



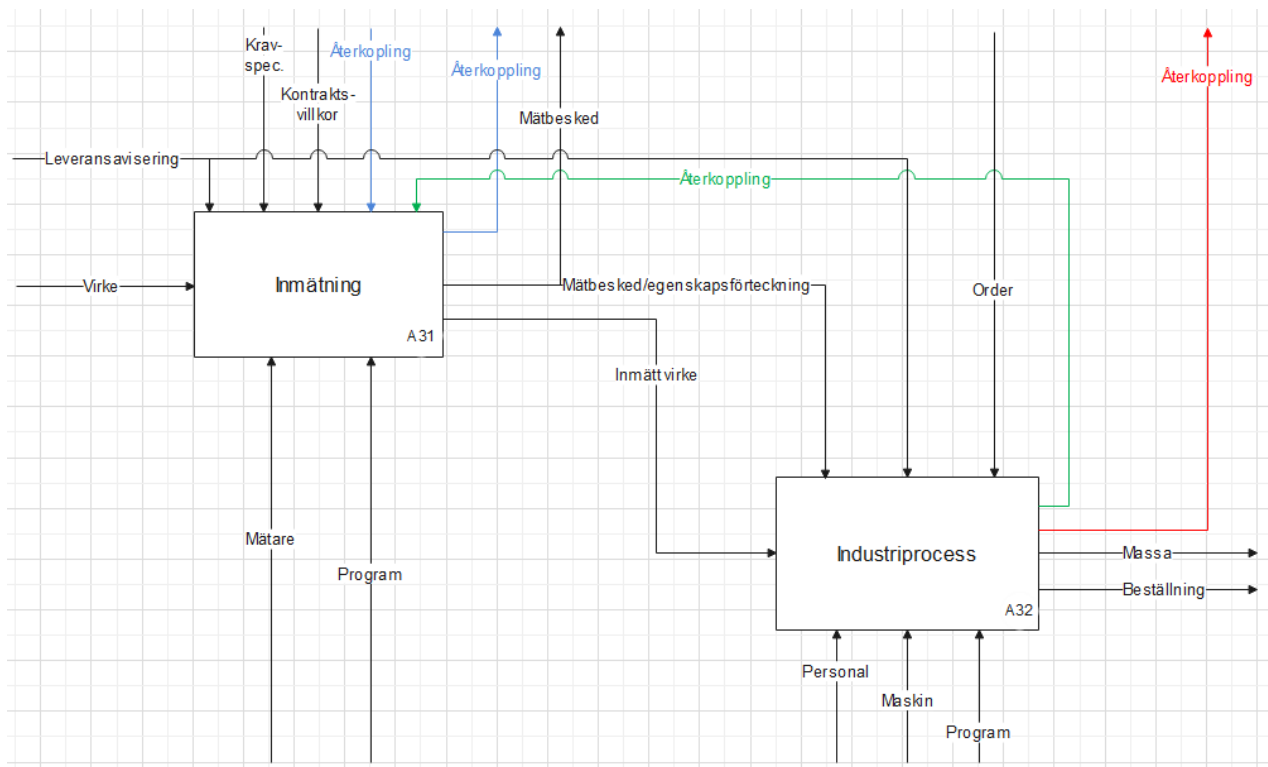
Bilaga 9. Processkarta logistik Case A



Bilaga 10. Processkarta logistik Case B



Bilaga 11. Processkarta industri Case A



Bilaga 12. Processkarta industri Case B

