



Faktorer som styr valet av boggiband på skogsmaskiner

Factors that determine the choice of bogie tracks for forest machines

Erik Forsberg

**Arbetsrapport 3 2016
Examensarbete 30hp A2E
Jägmästarprogrammet**

**Handledare:
Dimitris Athanassiadis**

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi
S-901 83 UMEÅ
www.slu.se/sbt
Tfn: 090-786 81 00
Rapport från Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi

Faktorer som styr valet av boggiband på skogsmaskiner

Factors that determine the choice of bogie tracks for forest machines

Erik Forsberg

Nyckelord: intervju, entreprenörer, skördare, skotare, markberedare

Arbetsrapport 3 2016

Examensarbete i skogshushållning vid Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi, 30 hp
EX0772 A2E

Jägmästarprogrammet

Handledare: Dimitris Athanassiadis, SLU, Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi

Examinator: Tomas Nordfjell, SLU, Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi

Sveriges lantbruksuniversitet

Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi

Utgivningsort: Umeå

Utgivningsår: 2016

Rapport från Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi

Förord

Denna studie är ett examensarbete, motsvarande 30 hp, inom skogshushållning som utförts vid institutionen för skogens biomaterial och teknologi, Sveriges lantbruksuniversitet, skogsfakulteten Umeå.

Jag vill tacka Gunnar Bygdén, marknadschef på Olofsfors AB, Jörgen Johansson, säljare på Komatsu Forest Västerbotten, och Torbjörn Nyberg, RECO-instruktör på Nordmalings skogsmaskiner för deras stöd i utvecklingen av frågeformuläret och framtagandet av kontaktuppgifter till entreprenörerna i studien.

Jag vill särskilt tacka min handledare Dimitris Athanassiadis för alla goda råd rörande studien och all hjälp med rapporten.

Sammanfattning

Att undvika körskador och minska miljöpåverkan vid olika ingrepp i skogsmark har med tiden blivit en mer prioriterad fråga att jobba med inom skogsbruket. En del i lösningen kan vara att använda boggiband på rätt sätt i skogen.

Studiens syfte var att undersöka hur band används idag och vilka faktorer som är styrande när skogsmaskinsentreprenörer väljer boggiband. Informationen samlades in genom telefonintervjuer med entreprenörer i Västerbottens län under hösten 2015.

Skördarna i studien kördes i genomsnitt med band 89 % av tiden, skotarna 96 % och markberedarna 100 % av tiden. Av skogsmaskinerna i studien kördes 60 % av skördarna, 74 % av skotarna och 100 % av markberedarna aldrig utan boggiband. De flesta entreprenörerna använde idag den typ av band som de använt tidigare och varit nöjda med. Ingen entreprenör sade sig sakna kunskap eller information för att göra det bästa valet av band. Markgrepp, livslängd och bärighet var de tre faktorer som flest entreprenörer ansåg vara viktiga när de valde band. Vilken ordning de skall rangordnas gick inte att svara på i den här studien; ytterligare studier skulle behövas för att undersöka det.

Företagen i studien hade i genomsnitt 4,4 anställda och 2,8 skogsmaskiner.

Abstract

Avoiding rutting and reducing environmental impact of various forest treatments has gradually become a more prioritized subject in the forestry sector. Part of the solution may be to use bogie tracks correctly when doing forest treatments.

The study's purpose was to investigate how tracks are used now and which factors are governing when forestry entrepreneurs choose which bogie tracks they use. The information was collected through telephone interviews with entrepreneurs in Västerbotten during autumn 2015.

Grip, durability and flotation were the three factors that most entrepreneurs considered to be important when choosing tracks. In what order they should be ranked wasn't possible to answer in this study; further studies would be needed to examine it. Harvesters in the study in average use tracks 89 % of the time, forwarders 96 % and scarifiers 100 %. Of the forest machines in the study 60 % of harvesters, 74% of forwarders and 100 % of the scarifiers never run without bogie tracks.

Most entrepreneurs today use tracks they have used in the past and were satisfied with. No entrepreneur said they lack knowledge or information to choose the best tracks for their operation.

Companies in the study on average had 4,4 employees and 2,8 forestry machines.

Innehållsförteckning

1 Inledning	6
Bakgrund	6
Syfte och mål	9
2 Material och metod	10
Urval 10	
Intervjuer	10
Analys	11
3 Resultat	13
Entreprenadföretag	13
Användning	13
Styrande faktorer	15
Skördare	15
Skotare	16
Markberedare	16
Övriga resultat	17
4 Diskussion	18
Slutsats	19
Referenser	20
Bilagor	22
Bilaga 1, frågeformulär entreprenörsfrågor:	22
Frågor om entreprenören:	22
Bilaga 2, frågeformulär maskinfrågor:	24
Frågor på de olika maskinerna:	24
Bilaga 3. Ordlista över faktorer.	26

1 Inledning

Bakgrund

I Sverige finns totalt 28 miljoner hektar (ha) skogsmark, av dessa räknas 23 miljoner till produktiv skogsmark. Årligen avverkas ca 183000 ha, 394000 ha gallras medan 174000 ha markbereds maskinellt (Skogsstyrelsen, 2014).

Generellt har skogsmaskinerna blivit tyngre med åren (Nordfjell *et al.*, 2010). Samtidigt har medvetenheten kring körskador och deras konsekvenser både på miljön och de kvarvarande träden ökat. Detta innebär hårdare krav på entreprenörer som ska utföra skogsbruksåtgärder. Ungefär hälften av den produktiva skogen i Sverige FSC certifierad och drygt 11 miljoner ha PEFC certifierad (FSC, 2016; PEFC, 2015). Många skogsägare är idag dubbelcertifierade då båda certifieringssystemen har gemensamma baskrav (Skogsstyrelsen, 2016). I FSC certifieringen ingår som kriterium 6.5.3 att skogsbrukaren ska ha rutiner för att undvika att betydande körskador uppstår i samband med skogsbruksåtgärder. I PEFC skogsstandard (PEFC, 2012) står det att ”Transportvägar i samband med skogsbruksåtgärder ska förläggas så att körskador minimeras. Särskild vikt ska läggas vid att undvika allvarliga körskador. Lämplig metodik och teknik ska användas för att minimera körskador vid drivning, speciellt där transporter korsar vattendrag”. Trots detta så blir det körskador vid 30 % av avverkningarna, 7 % med stor påverkan på miljön och 23 % med liten påverkan (Lomander, 2014).

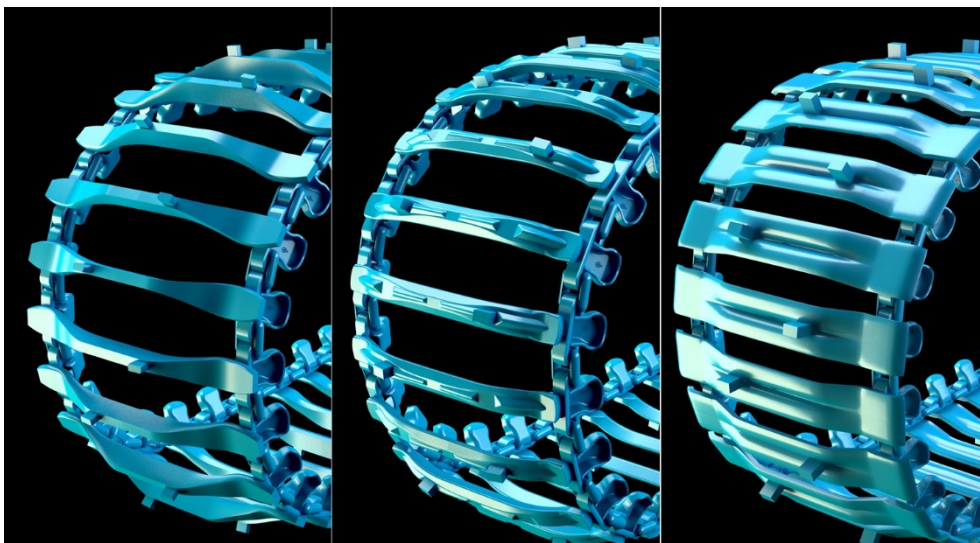
Det finns flera sätt att minska körskadorna i samband med slutavverkning och gallring. Det bästa sättet är en bra avverkningsplanering som ser till att avverkningen sker rätt tid på året, att basvägar dras på bärig mark, att risning och förstärkning av basvägar samt byggandet av kavelbroar över fuktstråk och bäckar görs där det behövs (Lundqvist *et al.*, 2014). Även om skogsmaskinerna blivit tyngre med åren så försöker tillverkarna hela tiden minska marktrycket. Skogsmaskinerna har nuförtiden oftast fler hjul än tidigare och skotare byggs vanligtvis med boggi på både fram och bakvagn. Allt fler skördarmodeller med 8 hjul börjar komma på marknaden även om 6-hjuliga skördare fortfarande är vanligast. Ponsse har kommit med en modell som kallas 10w där ett extra hjulpar kan monteras på bakre boggin på vissa av skotarna som på så vis blir 10-hjuliga. Med specialbyggda band för bättre viktfordelning så är de skotarna byggda för att köras på mjuka marker (Ponsse, 2016).

En annan metod för att minska marktrycket och spårbildningen är att förse skogsmaskiner med larvfötter; Timbear har tillverkat en skogsmaskin som heter Lightlogg Combi. Det är en liten drivare, skördare på 9,5 ton och skotare med en lastvikt på 7 ton, som går på larvfötter (Lögenäs Maskin, 2016). Ett forskningsprojekt pågår nu med där man testat en skotare som är byggd i samarbete mellan Komatsu forest och BAE Systems som har larvfötter från en militärbandvagn. Förhoppningen med det projektet är att marktrycket ska bli mindre än på skogsmaskiner med hjul. Teoretiska beräkningar visar även på ökad produktivitet jämfört med konventionella system. Resultat från testet beräknas vara klara under våren 2016 (Skogforsk, 2015). På skogsmaskiner med boggi är det möjligt att montera boggiband som fördelar vikten på en ännu större yta för att ytterligare minska marktrycket. En stor tillverkare av skogsmaskindäck menar att många skogsmaskiner utrustas med däck som är utformade för att fungera bra tillsammans med band, men som inte fungerar så bra utan band (Nokian Tyres, 2016)

Det finns idag ett antal olika tillverkare av boggiband (Olofsfors AB, Pewag, RUD, Clark, Markus Edlunds Svets & Smide, SwingCut och Pedno) av vilka Olofsfors AB är störst. Alla tillverkare har ett mer eller mindre brett modellutbud med olika egenskaper. Generellt delar man in banden i tre typer beroende på egenskaper (Figur 1).

- Dragande band är för användning i brant terräng, tvärjärnen är smala och kantiga för att ge bra grepp i brant terräng.
- Standard band är ett mellanting mellan dragande och bärande, bättre bärighet än dragande och bättre grepp än bärande, finns i en rad olika utföranden och
- Bärande band är för mjukare marker. De har breda tvärjärn med mjuka kanter och har ofta långa tvärjärn som går utanför däckens och fördelar på så vis vikten över en större yta. De har sämre grepp än de övriga banden och lämpar sig inte för brant terräng.

Vissa tillverkare och användare delar endast in banden i två klasser, dragande och bärande. Standardbanden sorteras då in i de övriga två kategorierna beroende på vart de passar bäst in.

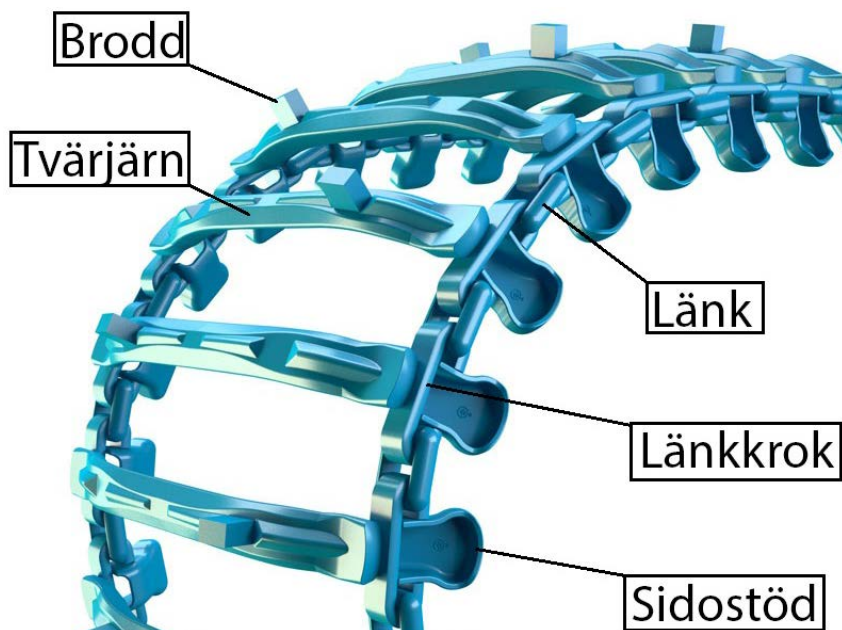


Figur 1. Bandtyper fr v, Dragande (EX), Standard (EVO) och Bärande (Magnum). (Olofsfors AB, 2016)

Figure 1. Track types from left, Upwards (EX), Forward (EVO) and Flotation (Magnum)

Boggibanden är uppbyggda av fem olika delar (Figur 2).

- **Tvärjärnen** ligger över däckens och det är formen på dessa som skiljer mellan olika bandmodeller. Längden på tvärjärnen och formen på hur de är pressade skiljer beroende på vilken bredd på däckens de ska sitta på. Det är tvärjärnet som ger bandet grepp och bärighet.
- **Brodden** svetsas fast på tvärjärnet och ger bandet ytterligare grepp främst i sidled. Broddarna finns i olika storlekar och dessa nöts oftast snabbare än andra banddelar och byts ett antal gånger under ett bands livstid.
- **Sidostödet** ger bandet styrning mot däckens sidor. Äldre band och vissa nya modeller saknar dessa och har istället tvärjärn som är formade runt däckens och skapar sidostöd.
- **Länken** tillsammans med **Länkkroken** bildar länksystemet som sammanbinder tvärjärnen med varandra. Länkkroken är fastsvetsad i tvärjärnen. Det är antalet tvärjärn och längden på länken som skiljer mellan olika längder på banden.



Figur 2. Boggibandets olika delar. (Olofsfors AB, 2016)
Figure 2. The different parts of a bogie track.

År 2012 användes band på 87 % av skogsmaskinerna som gick i slutavverkning eller gallring (Brunberg & Lundström, 2013). Skogsmaskiner som använder boggiband har ett lägre marktryck än de som kör med bara hjul (Malmberg, 1981). Användningen av boggiband minskar spårdjupet och kompakteringen av jordarna (Löfgren *et al.*, 2012; Sakai *et al.*, 2008; Bygdén *et al.*, 2003). Kompaktering av jorden och förstörandet av humusskiktet påverkar jordens förmåga att transportera vatten och näringsämnen och påverkar trädens produktivitet negativt (Kamaluddin *et al.*, 2005). Detta tillsammans med ett ökat grepp är en stor anledning till att band används i så hög grad idag (Ireland, 2006). Men trots att det finns stora skillnader i de bärande egenskaperna hos olika band (Jonsson, 2006), så används oftast en standarduträkning för marktryck (medelmarktryck) när man ska motivera användandet av band och på så sätt likställs alla band (Malmberg, 1981). Men även som metod för att skona marken så finns det delade meningar. Vissa anser att skogsmaskiner med band river upp humusskiktet mer de som kör utan, och att fördelarna med minskad markkompaktering därför motarbetas av att humusskiktet rivits bort, detta främst på bäriga marker (Jonsson, 2006; Kamaluddin *et al.*, 2005).

I stort sett den enda punkten som man är överens om är att bärigheten ökar med band, bättre bärighet leder till att skogsmaskinen blir stabilare och kan lasta mer. Den ökade vikten som boggiband innebär menar bandtillverkarna också ökar stabiliteten genom att sänka skogsmaskinens tyngdpunkt (Clark Tracks, 2016). Detta leder till att skotare kan ta tyngre lass och skördare står stadigare vid hantering av tunga träd.

Enligt bandtillverkarna minskar även däckslitage och punkteringsrisk då bandet står för majoriteten av markkontakten vilket innebär mindre driftstopp och längre livstid på däcken (Clark Tracks, 2016).

Vad gäller bränsleförbrukning ($l/m^3\text{fub}$) anger tillverkarna att förbrukningen är något högre med band på hårda underlag men att den i jämförelse är lägre på mjukare marker (Olofsfors AB, 2015). Brunberg & Lundström (2012) däremot menar att bränsleförbrukningen generellt ökar med band jämfört med bara däck. Suvinen (2006) anser att på marker med bra bärighet

slirar skogsmaskiner med band mer än skogsmaskiner med bara däck medan tillverkarna framhåller att greppet ökar med band på alla marktyper (Olofsfors AB, 2015).

Det finns ett antal tidigare studier som har undersökt vilka fördelar och nackdelar som finns med boggiband och hur de fungerar. Det finns dock ingen studie har undersökt hur entreprenörerna som är de som väljer vilka band de kör med resonerar när de köper band. Det är vad den här studien är tänkt att svara på.

Syfte och mål

Huvudsyftet med studien var att undersöka hur boggiband användes under året 2015, vilka faktorer som är styrande när skogsmaskinsentreprenörer väljer vilket band de köper samt om det finns någon information som entreprenörerna i Västerbotten anser att de saknar för att göra ett bättre val av band till sina skördare, skotare och markberedare.

Ett bisyfte med studien var att redovisa övergripande data om skogsentreprenadföretag i Västerbotten.

2 Material och metod

Telefonintervjuer har utförts med skogsentreprenörer verksamma i Västerbottens län med hjälp av ett frågeformulär (Bilaga 1 & 2) som utformades tillsammans med Olofsfors AB, Komatsu Forest Västerbotten och Nordmalings skogsmaskiner. Definitionen av band i den här studien är att de är gjorda av stål och är avsedda att användas på boggi. Intervjuer valdes som metod för informationsinsamling, detta för att få en högre svarsfrekvens jämfört med om en enkät skickats ut (Kylén, 2004).

Urval

Urvalet gjordes från en lista över kunder från Komatsu Forests verkstäder i Västerbotten. Listan bestod av 139 entreprenörer med telefonnummer och vilka skogsmaskiner de hade. Ifall det saknades uppgifter om entreprenörer (såsom kontaktuppgifter eller maskinmodeller) som behövdes för att utföra studien så sorterades dessa entreprenörer bort. Entreprenörerna sorterades i klasser efter skogsmaskinstorlek, enligt indelningen i Nordfjell (2014) (Tabell 1).

Tabell 1. Storleksklasser på skogsmaskiner (Nordfjell, 2014)

Table 1. Size classes of forestry machines

	Skotare	Skördare
	Maximal last (ton)	Maskinens massa (ton)
Små skogsmaskiner	<12	<11,99
Mellan skogsmaskiner	12-13,99	14-15,99
Stora skogsmaskiner	14-16,99	16-19,99
XL Skogsmaskiner	>17	>20

Sorteringen gjordes efter storleken på entreprenörernas skotare då det var större storleksspridning på dessa än på skördarna i listan. I listan hade 4 entreprenörer Små skotare, 27 Mellan, 45 Stora och 23 hade XL skotare. Då det fanns mycket få entreprenörer med Små skotare på listan så slogs dessa samman med kategorin Mellan skotare. När skotarna sorterats in i grupper började urvalsprocessen över vilka som skulle intervjuas. För att få ett tillräckligt underlag samtidigt som tiden för datainsamling var begränsad beslutades att 30 entreprenörer skulle intervjuas, delat lika på de tre grupperna. Urvalet lottades sedan ut ur respektive grupp, de som valdes i en grupp sorterades ut så att samma entreprenör inte kunde väljas flera gånger i olika kategorier.

Intervjuer

Intervjuerna genomfördes via telefon eftersom entreprenörerna är utspridda över hela Västerbotten. Intervjuerna utfördes strukturerat efter ett frågeformulär (Bilaga 1 & 2) så att samma frågor ställdes till samtliga entreprenörer och allt för stora utsvävningar i svaren kunde undvikas för att hålla ner svarstiden. De frågor som de intervjuade inte förstod eller missuppfattade förklarades.

Intervjuerna inleddes med att syftet med undersökningen presenterades; vad som var tänkt att undersökas, vad som förväntades av de svarande och när arbetet förväntades vara klart. Detta gjordes så att entreprenörerna kunde ge ett samtycke till intervjun (Gillham & Gromark, 2008).

Frågorna var uppdelade så att först ställdes ett antal frågor om företaget. Dessa frågor var tänkta att fungera som kategoriseringsfrågor (storlek på företaget, vart de var aktiva, vilken typ av uppdragsgivare de hade och hur fördelningen mellan slutavverkning, gallring och markberedning hade sett ut under ett år tillbaka). Därefter ställdes frågor om skogsmaskinerna, dessa ställdes specifikt för varje skogsmaskin så att de blev en individ i urvalet. Frågorna rörde antal timmar skogsmaskinerna kördes, hur stor del av tiden som de kördes med och utan band och vilka band som användes (Bilaga 1 & 2). Frågor som rörde arbetad maskintid avsåg ett år (december 2014 till november 2015).

En lista över faktorer som var viktigast när entreprenörerna valde band sammanställdes tillsammans med Olofsfors AB, Komatsu Forest Västerbotten och Nordmalings skogsmaskiner. Efter en pilotintervju så visade det sig att den listan inte passade in på de svar entreprenören gav. När det samtalet utvärderats gjordes den frågan om till en öppen fråga där entreprenörerna fritt fick nämna de faktorer de ville.

Tillslut hade 25 entreprenörer ställt upp på intervjun och svarat på frågor om 63 skogsmaskiner (34 skotare, 25 skördare och 4 markberedare) som tillsammans kördes 143100 timmar/år. Intervjuerna som varade 15-45 minuter beroende på hur många skogsmaskiner entreprenören hade, spelades in, efter överenskommelse, med applikationen Another Call Recorder (ACR) som installerades på telefonen.

All information som inkom i intervjuerna samlades i ett Excel dokument så att den lätt gick att sortera.

Analys

I intervjuerna angav entreprenörerna vilka faktorer som var styrande när de köpte band, vissa gav bara en faktor medan andra nämnde upp till fem faktorer. De sistnämnda fick sedan rangordna de faktorer de gett från viktigast (1), näst viktigast (2) till minst viktig (antalet valda faktorer). Vissa svar som ansågs tillhöra samma grupp grupperades då de hade samma betydelse men sades med olika ord, exempelvis drag, markgrepp och grepp sorterades in som grepp, hållbarhet och livslängd sorterades in under livslängd. En medelplacering för varje faktor och skogsmaskinstyp (skördare, skotare och markberedare) räknades ut beroende på antalet gånger faktorn valdes på vardera placering i intervjuerna (HR-Survey, 2016).

Antal timmar skogsmaskinerna kördes med och utan band räknades ut utifrån det totala antal timmar som skogsmaskinerna sades köras och den procentuella tiden som de kördes med band. För att undersöka ifall det förelåg statistiskt signifikanta skillnader mellan skotare och skördare angående hur stor andel av tiden band användes gjordes ett "two-sample t test" med ett konfidensintervall på 95 % i Minitab (Minitab, 2016). Detta gjordes för varje skogsmaskintyp och för de olika storleksklasserna. Även antalet skogsmaskiner som kördes vissa procentuella intervall, med och utan band räknades och redovisades. Detta för att redovisa spridningen i olika entreprenörers procentuella användning av band.

Antalet olika uppsättningar band till främre och bakre boggin som de olika skogsmaskinerna kördes på och hur många som hade ett visst antal band redovisades också från intervjuerna.

Svaren från de kvalitativa frågorna och andra kommentarer som framkom i intervjuerna sammanställdes, likheter och olikheter belystes för att beskriva olika entreprenörers tankar och åsikter.

3 Resultat

Entreprenadföretag

Företagen i studien hade i genomsnitt 4,4 anställda och 2,8 skogsmaskiner, det är ingen statistisk signifikans i skillnaderna mellan grupperna <50 % och >50 % bolagsskog (p-värde 0,172). Det är 8st entreprenörer som kör 100 % på bolagsskog (SCA, Holmen och Sveaskog) och 6st entreprenörer som kör 100 % privat skog (Norra skogsägarna, Skogssällskapet, Martinssons eller virkesköp på SCA och Holmen). Entreprenörerna i studien hade 32st skogsmaskiner av märket Komatsu, 18st John Deere 5st Valmet, 5st Ecolog och 3st Ponsse. Två entreprenörer utförde markberedning, för den ena stod markberedning för 75 % av tiden och för den andra stod den för 20 %.

Tabell 2. Övergripande data för entreprenadföretagen
Table 2. Overall data for the entrepreneur companies

	<50%	>50%	Alla	Minimum (Alla)	Maximum (Alla)
	Bolagsskog	Bolagsskog			
Antal Företag	14	11	25	-	-
Antal Anställda (Medel)	5,4	3,2	4,4	1	15
Antal Skogsmaskiner (Medel)	2,9	2,63	2,8	1	9
Andel Slutavverkning (%)	59,3	51,8	56	100	5

Användning

Totalt körde skogsmaskinerna i studien 143100 timmar under perioden december 2014 till november 2015, av dessa kördes 134360 timmar eller 94 % av tiden med band. Skotarna kördes 96 % av tiden, skördarna 89 % och markberedarna till 100 % med band. XL skördaren och markberedarna skiljer sig från de övriga vad gäller andel av tiden som körs med band (0 % respektive 100 %). För övriga maskingrupper fanns det ingen signifikant skillnad vad gäller medel körtid och andel av tiden som kördes med band (Tabell 3).

Av skördarna körs 60 % med band 100 % av tiden, för skotarna är det 73,5 % medan alla markberedarna i studien körs 100 % med band. Endast en skogsmaskin i studien körs utan band, det var en 8-hjulig Ponsse Scorpion som istället använde kedjor.

Tabell 3. Tid som skogsmaskinerna i studien körs uppdelat på storlek och typ
Table 3. The time forestry machines in the study are used, by size and type

Skogsmaskin	Antal	Medel (Tim/år)	Standard avvikelse	Min (Tim/år)	Max (Tim/år)	Andel m. band	Min andel	Max Ande l
Mellan Skördare	2	2300	990	1600	3000	97,5%	95%	100%
Stor Skördare	2	2461	723	750	3000	91,9%	33%	100%
XL Skördare	1	1550	-	1550	1550	0,0%	0%	0%
Små Skotare	2	1000	707	500	1500	95,0%	90%	100%
Mellan Skotare	1	2164	728	500	3000	98,6%	90%	100%
Stor Skotare	1	2311	699	850	3250	92,5%	50%	100%
XL Skotare	7	2557	692	1500	3000	98,6%	90%	100%
Stor Markberedare	1	1000	-	1000	1000	100,0%	100%	100%
XL markberedare	3	1916	144,3	1750	2000	100,0%	100%	100%

För skördarna och markberedarna så var det entreprenörerna själva som helt valde vilka boggiband de använde. För 21 % skotarna hade uppdragsgivarna synpunkter på vilka band som skulle användas (Tabell 4). I de fall där entreprenörerna inte bestämde själv hade uppdragsgivaren krav på att vissa typer av band skulle användas under vissa förhållanden. Oftast ställdes krav på att bärande band skulle köras under perioder med dålig bärighet, övrig tid valde entreprenören. Ingen av de svarande sa att uppdragsgivaren bestämde helt.

Tabell 4. Vem som bestämmer vilken typ av band som används
Table 4. Who determines the type of track that are used

	Entreprenören	Entreprenören tillsammans med Uppdragsgivaren
Skördare	100%	0%
Skotare	79%	21%
MB	100%	0%

32 % av skotarna i studien hade dubbla uppsättningar band som de kan byta mellan, då på bakre boggin. Endast en av skotarna hade dubbla uppsättningar även fram (Tabell 6). Bland skördarna var det endast 8 % eller 2 av 25 som hade dubbla uppsättningar och då på främre boggin. De entreprenörer som angav att de inte använde band fram på sina skotare sade att de körde med kedjor, då de hade boggilyft, och på så vis kunde lyfta ett hjul från marken för att minska friktionen vid exempelvis flytt efter väg.

Tabell 5. Antal uppsättningar band fördelade på främre och bakre boggi (Ej aktuellt innebär att det inte är någon boggi)

Table 5. Number of sets of tracks spread across the front and rear bogie (Ej aktuellt means that there is no bogie)

	Antal Uppsättningar Fram				Antal Uppsättningar Bak			
	Ej aktuellt	0	1	2	Ej aktuellt	0	1	2
Skördare	0%	4%	88%	8%	88%	4%	8%	0%
Skotare	3%	15%	79%	3%	0%	0%	68%	32%
MB	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%

De flesta skördarna kördes på en uppsättning band under hela skördarens livslängd, så de flesta entreprenörerna sålde de gamla skördarna med band och köpte nya band tillsammans med ny skördare och kunde inte ange någon livslängd. Fem entreprenörer valde att spara banden till nästa skördare och medellivslängden för banden på dessa skördare var 19200 timmar (Standardavvikelse: 1789). Medellivslängden på skotarnas band var 7420 timmar (Standardavvikelse: 1574) och markberedarnas 3250 timmar (Standardavvikelse: 2500).

På skotarna var det länksystemet som var det som gick sönder först på banden i de flesta fall och är anledningen till att man behöver byta (Tabell 8).

Tabell 6. Fördelning över vad som avgör när banden behöver bytas

Table 6. Distribution of what determines when tracks need to be replaced

	Ej aktuellt	Vet ej	Tvärjärnen	Länksystemet	Båda	Övrigt/fabrikationsfel
Skördare	92%	0%	4%	0%	0%	0%
Skotare	0%	26%	12%	56%	3%	3%
MB	0%	0%	75%	25%	0%	0%

Styrande faktorer

Skördare

Faktorn markgrepp nämndes av flest entreprenörer som en faktor som styrde valet av band, det var även den faktor som rankades som viktigast av de entreprenörer som valde den. Den rankades som viktigast (1) av 17 entreprenörer och som näst viktigast (2) av 5 entreprenörer vilket gav grepp en medel placering på 1,23 där 1 är viktigast och 4 minst viktig (Tabell 9).

Tabell 7. Faktorer (Bilaga 3) som styr valet av band till skördare
Table 7. Factors governing the choice of tracks for harvesters

Faktor	Totalt antal	% som valde faktor	Medel placering	1	2	3	4
Grepp	22	88	1,23	17	5	0	0
Livslängd	11	44	2,00	5	1	5	0
Bärighet	5	20	1,80	1	4	0	0
Snörensning	5	20	2,20	0	4	1	0
Däckskydd	4	16	2,25	0	3	1	0
Kvalité (lite underhåll)	4	16	3,75	0	0	1	3
Lätthanterliga	3	12	1,67	1	2	0	0
Pris	3	12	3,00	0	0	3	0
Däckgrepp	2	8	2,00	1	0	1	0
Stabilitet	2	8	3,00	0	1	0	1

Skotare

Totalt var det 34 skotare som ingick i studien. Grepp valdes av flest entreprenörer följt av livslängd och bärighet. För skotarna går det inte att säga ifall faktorn livslängd är viktigare än bärighet (Tabell 10). Livslängd nämndes av fler entreprenörer (22 mot 20) men bärighet ansågs i regel som viktigare av de entreprenörer som nämnde den (medelplacering 1,55 jämfört med 2,23 för livslängd där 1 är viktigast och 5 är minst viktig). Samma trend går att utläsa i tabell 9 över faktorer för skördarna, där bärighet hade bättre medelplacering än livslängd (1,8 mot 2,0) även om 11 entreprenörer nämnde livslängd medan bärighet nämndes av 5.

Tabell 8. Faktorer (Bilaga 3) som styr valet av band till skotare
Table 8. Factors governing the choice of tracks for forwarders

Faktor	Totalt antal	% som valde faktor	Medel placering	1	2	3	4	5
Grepp	27	79	1,67	11	14	2	0	0
Livslängd	22	65	2,23	8	1	13	0	0
Bärighet	20	59	1,55	10	9	1	0	0
Snörensning	9	26	2,44	1	3	5	0	0
Lätthanterliga	7	21	3,29	1	0	2	4	0
Däckskydd	6	18	3,17	0	2	2	1	1
Pris	6	18	3,17	0	1	3	2	0
Stabilitet	4	12	3,25	1	0	0	3	0
Kvalité (lite underhåll)	3	9	4,00	0	0	0	3	0
Däckgrepp	2	6	1,00	2	0	0	0	0
Anpassning till terräng	1	3	2,00	0	1	0	0	0
Beprovade	1	3	2,00	0	1	0	0	0
Lättrullande	1	3	3,00	0	0	1	0	0
Service	1	3	3,00	0	0	1	0	0

Markberedare

Det ingick bara 4st markberedare av vilka en entreprenör ägde 3 av dem. Fyra faktorer nämndes för markberedarna varav tre var gemensamma för alla. Grepp, bärighet och livslängd

valdes för alla markberedarna som viktiga faktorer, och Kvalité valdes för tre av dem. Grepp hade en medelplacering på 1,25, Bärighet 1,75, Livslängd 3 och Kvalité 4.

Övriga resultat

Alla entreprenörer ansåg sig antingen vara väl informerade eller så sa de att de köpte band så pass sällan att de då läste på inför köpet. De ansåg att mer information inte hade inneburit ett bättre val av boggiband. Ett par entreprenörer hade varit på informationsträffar tillsammans med maskin- och bandtillverkare för att lära sig mer om bandens egenskaper och hur de skulle användas vilket de lyfte fram som bra.

Andelen av tiden entreprenörerna körde i gallring skiljde sig beroende på vilken storlek de hade på skotarna; entreprenörer som hade mindre skotare körde högre andel gallring. Entreprenörer med Små, Mellan, Stora och XL skotare körde respektive 67,5 %, 47 %, 39 % och 28 % gallring, Många entreprenörer hade flera skotare av olika storlekar så andelen innebär inte per automatik att Små skotare gick i slutavverkning i 32,5 % av tiden och XL skotare gick 28 % i gallring. Det kan istället vara så att entreprenörerna har olika storlekar på skotarna för olika typer av körning, exempelvis att en entreprenör har Små skotare för gallring och XL skotare för slutavverkning.

I intervjuerna frågades även efter vilka band skogsmaskinerna körde med för tillfället och av vilken anledning just de banden hade köpts. Entreprenörerna i studien svarade för 26 av de 63 skogsmaskinerna att de kört med likadana band tidigare och varit nöjda med dem och att det var därför de köpte banden. Samordningsvinst var en annan anledning som togs upp, detta främst för entreprenörer med många skogsmaskiner som då använde samma band på alla skogsmaskiner för att på så vis kunna använda samma verktyg. En entreprenör hade även en extra uppsättning som var på verkstaden för reparationer och broddning (att svetsa på ny brodd på tvärjärnen när de gamla nöts ut) så att det alltid fanns färdiga band att byta till. Andra sa att de köpt banden för att det var det som säljaren hade tillgängligt när det gamla gick sönder eller att det var bra pris på det bandet vid tillfället för köpet.

Många entreprenörer sade i intervjuerna att för skördarna var det viktigt att banden var lätthanterliga då det är svårt att hantera dem med aggregatet vid av- och påtagning, detta reflekterades dock inte i resultatet där faktorn "lätthanterlig" bara nämndes för 3 skördare. De svarande sade att de tar av banden i mindre utsträckning nu än tidigare. De flyttade maskinerna på trailer allt mer även vid korta flyttar.

Det vanligaste svaret till varför maskinerna kördes utan band var att vissa entreprenörer var tvungna att köra utan däck sommartid då det förelåg brandrisk, oftast angavs då tiden från semester och ett par veckor framöver. Ett fåtal svarade att de körde utan band för att de passerade vägar vid avverkning. Antingen vid stadsnära skogsbruk där stigar och vägar ligger tätt eller vid små avverkningar på bärig mark där det gick att köra med band mellan trakterna.

4 Diskussion

År 2012 användes band på 87 % av skogsmaskinerna (Brunberg & Lundström, 2013). I denna studie användes band på 98 % av maskinerna (62 av 63 maskiner) och band användes under 94 % av tiden. En anledning till skillnaderna kan vara att maskiner som inte har möjlighet att använda boggiband (4-hjuliga maskiner utan boggi) har sorterats ut i denna studie. Det framgår inte ifall sådana skogsmaskiner ingick i Brunberg & Lundströms (2013) studie. En annan aspekt att ha i åtanke är att både antalet timmar som skogsmaskinerna sägs köras och den procentuella andelen av tiden som de kör med band är uppgivna av entreprenörerna så det är inte uppmätta tider utan uppskattningar. Det kan innebära att entreprenörerna har överskattat eller underskattat de värden de angett. Total arbetstid som skogsmaskinerna körs är troligast en bättre uppskattning än andelen tid som körs med band då timmätare på instrumenteringen visar gångtid likt antalet mil visas i en bil. Andelen av tiden som körs med band är istället en ren bedömning då ingen av entreprenörerna hade noterat hur många timmar banden faktiskt kördes. Då tiden som skogsmaskinerna körs med band är en funktion av både en uppskattad tid och en uppskattad andel kan den vara osäker.

Att studien utfördes med telefonintervjuer istället för intervjuer ansikte mot ansikte eller med enkäter (vilka var de alternativ som övervägdes) blev något av en kompromiss. Telefonintervjuer innebar att det fanns tid att intervjua fler än om intervjuerna utförts ansikte mot ansikte (Gillham & Gromark, 2008). En enkät hade inneburit att studien kunde blivit betydligt mer omfattande sett till antal svarande, detta skulle gett bättre förutsättningar för att ta ut statistiska resultat. En enkätstudie kan även, i de fall en fråga ses som känslig eller dömande, leda till ärligare svar då det innebär en högre grad av anonymitet. Den här studien bedömdes dock inte innehålla sådana frågor och inga entreprenörer bedömdes dölja något i intervjuerna. Intervjustudien gjorde det även möjligt att lättare ställa kvalitativa frågor. Med intervjuer så har man också större kontroll på svarsfrekvensen än med enkäter och man får svaren direkt.

Kvalitativa data möts ofta av stor misstänksamhet då de bygger på små urval och inte är representativa i statistisk mening (Trost, 2005). I studien bestod urvalet av 30 entreprenörer, för de kvalitativa frågorna i studien var det tillräckligt men de statistiska analyserna i de kvantitativa frågorna hade gynnats av ett större urval. Tidsramen för arbetet tillät dock inte en större intervjustudie.

Att alla entreprenörer i studien var aktiva i Västerbotten kan ha påverkat resultatet i form av vilka faktorer som ansågs viktiga. De mestadels bäriga markerna i Västerbotten kan ha inneburit att faktorn bärighet underskattades. Den ursprungliga tanken var att geografiska skillnader inte skulle undersökas för att minska variablerna i undersökningen. Ifall fler variabler ska undersökas måste urvalet utökas och tidsbegränsningarna i studien tillät inte ett större urval.

Gulevski & Talevska (2009) lät sina respondenter rangordna 10 motivationsfaktorer för hur högutbildade valde arbete från viktigast 1 till minst viktig 10 från en lista av faktorer som tagits fram innan intervjuerna gjordes. I denna studie fick entreprenörerna själva ange de faktorer de ansåg var viktiga när de valde band. Det hade underlättat hanteringen av svarsalternativen om alla entreprenörer hade fått samma faktorer likt Gulevski & Talevska (2009). Detta hade dock inneburit att entreprenörerna varit tvungna att rangordna faktorer de inte ansåg vara viktiga. Frågan gjordes istället om så att entreprenörerna själva fick ange

faktorer. Faktorer som entreprenörer inte ansåg vara viktiga behövde på så vis inte rangordnas.

Saaty (2002) beskriver en annan metod där parvis jämförelse mellan faktorerna görs för att på så vis rangordna dem. Den metoden valdes dock bort då den inte lämpar sig för telefonintervjuer då det blir väldigt många parvisa jämförelser ifall det är många faktorer som ska jämföras.

Om antalet som nämnt en viss faktor är viktigare än faktorns medelplacering eller tvärt om går inte att svara på utifrån den här studien. Det är upp till läsaren att bedöma vad hen tycker är viktigast. För att svara på det skulle ytterligare studier behövas, exempelvis att utföra parvisa jämförelser som Saaty (2002) beskriver. Listan över faktorer (Bilaga 3) i sig är ett resultat som visar på hur många olika faktorer som är avgörande när entreprenörerna väljer band.

Små och Mellan skotarna och Mellan skördarna körs i högre grad än de Stora i gallring där risk för att skada rötterna och att kompaktera jorden är större då det är svårare att risa där (Kamaluddin *et al.*, 2005). XL skotarna är tunga i sig och kan behöva bättre bärighet även i slutavverkning. I denna undersökning har dock inte frågats hur stor andel gallring och slutavverkning varje maskin körs, den uppdelningen är istället gjord på entreprenörsnivå. Då entreprenörer kan ha flera skogsmaskiner i olika storlekar innebär det att det är svårt att säga hur uppdelningen ser ut på skogsmaskinnivå. Det går därför inte att avgöra ifall gallringsandel påverkar hur banden används.

Det är svårt att dra några slutsatser om markberedarna i studien då det var så få i undersökningen. Det var endast två av de entreprenörer som intervjuades som hade markberedare. En av dessa hade tre maskiner och den andra hade en så det är svårt att dra några stora slutsatser ifrån dessa.

Det skulle vara intressant att se ifall det skulle se annorlunda ut ifall man undersöker geografiska skillnader över Sverige eller Europa. Västerbotten har generellt ganska bäriga marker, det är möjligt att det påverkat vilka faktorer som sågs som viktigast. Möjligtvis hade bärighet rangordnats högre ifall studieområdet hade haft sämre bärighet.

Slutsats

De tre viktigaste faktorerna som avgjorde entreprenörernas val av band var markgrepp, bärighet och livslängd.

Skördarna i studien körs i snitt med band 90 % av tiden, skotarna 96 % och markberedarna 100 %. 60 % av skördarna, 74 % av skotarna och 100 % av markberedarna i studien kördes aldrig med bara däck.

Alla entreprenörer i studien anser sig vara väl informerade och anser att de har den information de behöver för att göra det bästa valet av boggiband.

Företagen i studien hade i genomsnitt 4,4 anställda och 2,8 skogsmaskiner.

Referenser

- Brunberg, T. & Lundström, H. (2013). Bränsleförbrukningen hos skogsmaskiner 2012. Arbetsrapport 789, Skogforsk. Uppsala.
- Bygdén, G., Eliasson, L. & Wästerlund, I. (2003). Rut depth, soil compaction and rolling resistance when using bogie tracks. *Journal of Terramechanics*, 40(3), 179-190.
- Clark Tracks. (2016). Boggiband användarhandbok. Dumfries, Scotland UK. Tillgänglig: http://www.clarktracks.com/assets/files/Downloads/Swedish-Downloads/sv_Swedish_Clark_Tracks_HandBook.pdf [2016-03-14].
- FSC. (2016). Din skog syns bättre om den märks. Svenska FSC. Uppsala. Tillgänglig: <https://se.fsc.org/preview.fsc-certifiering-av-mindre-skogsbruk-4-s.a-207.pdf> [2016-04-12]
- Gillham, B. & Gromark, E.J. (2008). Forskningsintervjun: Tekniker och genomförande: Studentlitteratur. Lund
- Gulevski, R. & Talevska, L. (2009). Ranking av motivationsfaktorer hos högutbildade-En kvantitativ studie. Magisteruppsats, Växjö universitet. Växjö.
- HR-Survey, L. Techniques for Ranking Items on Surveys. <http://www.hr-survey.com/PfRankingItems.htm> [2016-03-04].
- Ireland, D. (2006). Traction Aids in Forestry: Technical Note: Forestry Commission. Edinburgh, UK.
- Jonsson, M. (2006). Spårdjupsmätning efter Valmet 890 med boggieband – Magnum och Ecotrack HS. Arbetsrapport 613, Skogforsk. Uppsala
- Kamaluddin, M., Chang, S.X., Curran, M.P. & Zwiasek, J.J. (2005). Soil compaction and forest floor removal affect early growth and physiology of lodgepole pine and Douglas-fir in British Columbia. *Forest Science*, 51(6), ss. 513-521.
- Kylén, J.-A. (2004). Att få svar. Intervju enkät observation. Bonnier utbildning, Stockholm.
- Lomander, A. (2014). Hur vanligt är det med körskador?. Presentation, Skogsstyrelsen. Jönköping. Tillgänglig: <http://www.slu.se/PageFiles/338088/Lomander.%20Hur%20vanligt%20%C3%A4r%20det.pdf>
- Lundqvist, L., Lindroos, O., Hallsby, G. & Fries, C. (2014). Skogsskötselserien - Slutavverkning: Skogsstyrelsens förlag. Tillgänglig: <http://www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien> [2016-01-11].
- Löfgren, B., Jönsson, P., Englund, M., Wästerlund, I. & Arvidsson, J. (2012). Spårdjup och marktryck för skotare med och utan band samt styrbar boggi. Arbetsrapport 766, Skogforsk. Uppsala
- Lögenäs Maskin Timbear - Lögenäs Maskin AB. <http://www.logenasmaskin.se/Maskiner/LaddaMaskin/29> [2016-02-23].
- Malmberg, C.E. (1981). Terrängmaskinen Del 2. Stockholm, Utg.
- Minitab. (2016). <http://support.minitab.com/en-us/minitab/17/topic-library/basic-statistics-and-graphs/hypothesis-tests/tests-of-means/why-use-2-sample-t/> [2016-03-10].
- Nokian Tyres. (2016). Nokian Forest King F2 / Nokian Heavy Tyres. <http://www.nokianheavytyres.se/dack/dack/nokian-forest-king-f2/> [2016-02-23].
- Nordfjell, T. (2014). Skogsteknologi 2014 Skogsmaskinen. http://slunik.slu.se/kursfiler/SG0120/30251.1314/Generell_maskinuppnyggnad_2014.pdf.
- Nordfjell, T., Björheden, R., Thor, M. & Wästerlund, I. (2010). Changes in technical performance, mechanical availability and prices of machines used in forest operations in Sweden from 1985 to 2010. *Scandinavian Journal of Forest Research*. Umeå.
- Olofsfors AB. (2016). Startside | Eco-Tracks. <http://www.eco-tracks.se/> [2016-03-04].

- PEFC (2012). Svensk PEFC Skogsstandard PEFC SWE 002:3: Svenska PEFC.
- PEFC (2015). PEFC statistik tom 141231: PEFC sverige. Tillgänglig: <http://pefc.se/wp-content/uploads/2015/11/Statistik-hemsida-2014.pdf> [2016-03-03].
- Ponsse. <http://www.ponsse.com/se/produkter/skotare/10w> [2016-02-23].
- Saaty, T. (2002). Decision making with the analytic hierarchy process. University of Pittsburgh. Pittsburgh, USA
- Sakai, H., Nordfjell, T., Suadicani, K., Talbot, B. & Bøllehuus, E. (2008). Soil compaction on forest soils from different kinds of tires and tracks and possibility of accurate estimate. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 29(1), 15-27.
- Skogforsk <http://www.skogforsk.se/nyheter/2015/militar-teknik-ska-minska-markskadorna-i-skogen/> [2016-02-23].
- Skogsstyrelsen (2014). Skogsstatistisk årsbok 2014. Jönköping: Skogsstyrelsen.
- Skogsstyrelsen. <http://www.skogsstyrelsen.se/Aga-och-bruka/Skogsbruk/Aga-skog/Hansyn-till-miljon/Certifiseringar/> [2016-03-15].
- Suvinen, A. (2006). Economic comparison of the use of tyres, wheel chains and bogie tracks for timber extraction. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 27(2), 81-102.
- Trost, J. (2005). Kvalitativa intervjuer. Studentlitteratur. Lund.

Bilagor

Bilaga 1, frågeformulär entreprenörsfrågor:

Är det ok att spela in samtalet? Ja Nej
Entreprenör:

Ägare:

Lokal:

Frågor om entreprenören:

1. Vilken typ av uppdragsgivare kör ni åt (andel)?

Skogsbolag 0-100%

Privatägd skog 0-100%

2. Vilket antal maskiner har ni?

- Antal skördare:
- Antal skotare:
- Antal drivare/annan maskin:

3. Maskinmodeller

Skördar modeller:

Skotar modeller:

Annat:

4. Antal anställda

5. Vilken typ av körning har ni haft senaste året?

Slutavverkning 0-100%

Gallring 0-100%

Markberedning 0-100%

Bilaga 2, frågeformulär maskinfrågor:

Entreprenör:

Frågor på de olika maskinerna:

Maskin:

- 1. Antal timmar/år maskinen**

- 2. Hur stor del av tiden kör ni med band på maskinen?**
Med band 0-100%
Utan band 0-100%

- 3. När kör ni med band?**

- 4. När kör ni utan band?**

- 5. Hur många uppsättningar band har ni till den maskinen?**

Fram – Bak eller båda?

Bärande – dragande?

Hur ofta byter ni band?

När?

Hur lång livslängd har ni på banden på den maskinen, hur lång livslängd har ni på maskinen?

6. Till hur stor del anser du att du själv kan välja vilket band du köper och till hur stor del anser du att din uppdragsgivare bestämmer vilket band du ska köpa?

Jag själv 0-100%

Uppdragsgivaren 0-100%

7. Vad kör ni med för band för tillfället?

Tillverkare, Modell?

8. Varför valde ni att köpa just det bandet?

9. Vilka faktorer är viktigast när ni väljer band?

10. Vilken information skulle ni vilja ha för att göra ett bättre/mer informerat val?

Bilaga 3. Ordlista över faktorer.

Anpassning till terräng	- Att banden väljs efter vilken terräng de är tänkta att användas i.
Beprövad	- Banden ska bara testade tidigare, antingen av entreprenören själv eller av någon annan som kan rekommendera.
Bärighet	- Hur bra banden bär upp maskinen.
Däckgrepp	- Greppet mellan däck och band, så att inte däcken snurrar inne i banden.
Däckskydd	- Att banden skyddar mot yttre påverkan, stenar och annat som kan leda till punktering och förslitning.
Grepp	- Greppet mellan band och mark.
Kvalité (lite underhåll)	- Att banden fungerar och inte behöver repareras i onödan.
Livslängd	- Antalet timmar banden går att använda
Lätthanterliga	- Hur lätta de är att ta av och sätta på, hur lätta de är att spänna.
Lättrullande	- Ger lägre bränsleförbrukning och river upp marken mindre.
Pris	- Kostnaden vid inköp
Service	- Hur bra service som tillhandahålls i samband med köpet och vid eventuella reklamationer, reparationer mm.
Snörensning	- Hur väl snö rensas ur banden vid körning. Ifall banden inte rensas på snö kan snö byggas upp mellan däcken och knäcka boggin.
Stabilitet	- Att banden ger ökad stabilitet vid trädfällning, lastning och körning med last.