



Kandidatarbete i skogsvetenskap

Fakulteten för Skogsvetenskap

2015:30

Lönsamhet vid motormanuellt förarbete i stormfälld skog

The profitability of motor-manual pre-cut of wind thrown forests



Foto: Jesper Pettersson

Anders Olofsson Johansson och Jesper Pettersson

Sveriges Lantbruksuniversitet
Institutionen för skogens ekologi och skötsel
Kandidatarbete i skogsvetenskap, 15 hp,
Handledare: Tomas Nordfjell, SLU, Institutionen för skogens biomaterial och teknik
Examinator: Tommy Mörling, SLU, Institutionen för skogens ekologi och skötsel Umeå

Program: Jägmästarprogrammet

Kurs: EX0592, Nivå: G2E

2015



Fakulteten för skogsvetenskap
Sveriges lantbruksuniversitet

Enhet/Unit	Institutionen för skogens ekologi och skötsel Department of Forest Ecology and Management
Författare/Author	Anders Olofsson Johansson och Jesper Pettersson
Titel, Sv	Lönsamhet vid motormanuellt förarbete i stormfällad skog
Titel, Eng	<i>The profitability of motor-manual pre-cut of wind thrown forests</i>
Keywords	Stormfällad skog, Rotkapning, Inventering, Stubbhöjder/ <i>Storm-felled forest, wind-throw, manual pre-cut, inventory, stump heights, stump volume</i>
Handledare/Supervisor	Tomas Nordfjell, institutionen skogens biomaterial och teknologi/
Examinator/Examiner	Tommy Mörling, institutionen för skogens ekologi och skötsel/Dept forest ecology and management
Kurstitel/Course	Kandidatarbete i skogsvetenskap/ Bachelor Degree in Forest Science
Kurskod	EX0592
Program	Jägmästarprogrammet
Omfattning på arbetet	15 hp
Nivå och fördjupning på arbetet	G2E
Utgivningsort	Umeå
Utgivningsår	2015

FÖRORD

Detta kandidatarbete gjordes våren 2015 vid institutionen för skogens biomaterial och teknik, i samarbete med Meraskog AB. Omfattningen på arbetet är 15 högskolepoäng och är en del av jägmästarprogrammet.

Vi vill tacka Meraskog för samarbetet, vår handledare, Tomas Nordfjell. Bergs kommuns skogsförvaltare Jörgen Kristoffersson samt skogsägarna Jörgen Vikberg och Bob Jonasson för att vi fick mäta in data från deras skogsfastigheter. Vi vill även skicka ett tack till personal på Riksskogstaxeringen för datamaterial.

Hoverberg, april 2015

Anders Olofsson Johansson och Jesper Pettersson

SAMMANFATTNING

Syftet med studien var att undersöka skillnaden i kvarlämnad virkesvolym på stormfällda avverkningstrakter mellan att utföra motormanuell rotkapning före skördarens arbete eller inte. Syftet var också att analysera ekonomiska skillnader. Studien genomfördes i Jämtland efter stormen Ivar. Under den objektiva inventeringen registrerades träslag, diameter och höjd på 1118 stubbar i två försöksled. Ett försöksled med fem manuellt rotkapade och ett annat med fem skördarkapade bestånd.

Resultatet visar att det skiljer 6 m³ stubbvolym per ha mellan att rotkapa manuellt och att skördarkapa stormskadad skog. De rotkapade ytorna hade i medelvärde 2,3 m³ kvarlämnad volym, vilket ungefär motsvarar den stubbvolym som riksskogstaxeringen mätt upp på konventionella avverkningar i Jämtland. I tre av tio bestånd i vår studie hade mindre kvarlämnad volym än Riksskogstaxeringens mätningar. I bestånd som inte var rotkapade fanns i medeltal 8,2 m³ kvarlämnad volym. Medelhöjden för de rotkapade och skördarkapade stubbarna var 24,9 resp. 31,6 cm. Stubbhöjden efter rotkap på gran är tydligt lägre än vid skördarkap. På tall däremot visar resultatet ingen tydlig minskad stubbhöjd efter manuellt rotkap. Därför ger vi rekommendationen att endast genomföra rotkap på grandominerade bestånd.

Resultaten av de ekonomiska analyserna indikerar att motormanuellt rotkap är en lönsam åtgärd vid upparbetning av stormfälld skog så länge rotkapningen är billig och i kombination med en produktivitetsökning hos skördaren med 20-30 % i jämförelse med om man inte utför motormanuella förkap. I framtida studier hade det varit intressant att undersöka mer ingående hur tallens stubbhöjd påverkas av rotkapning då vår studie inte ger ett tydligt resultat.

Nyckelord: Stormfälld skog, rotkapning, inventering, stubbhöjder, stubbvolym.

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate whether there is any difference in timber volume on wind-thrown stands between performing motor-manual pre-cutting before the harvesters work or not. The aim was also to analyze the economic differences between performing motor-manual pre-cutting before the harvesters work or not. During the objective inventory we recorded species, diameter and height of 1118 stumps in two treatment categories. One category with five manually pre-cut stands and the second treatment category with five harvester cut stands.

Our study shows that it differs approximately 6 m³ in stump volume per hectare between harvester cut and motor-manual pre-cut in wind-thrown forest. The manually pre-cut stands had the mean of 2.3 m³ stump volume while the harvester cut had 8.2 m³ mean stump volume. The mean height of the motor-manual pre-cut was 24.9 cm. For the harvesters was the mean stump height 31.6 cm. We also created an average stump to compare against conventional logging using data from the Riksskogstaxeringen inventories in Jämtland during the years 2008-2013. In three out of ten stands in our study the volumes were less than conventional logging.

On spruce the stump height after motor-manual pre-cutting is significantly lower than cutting with harvester. On pine there were no significant difference. Therefore we recommend motor-manual pre-cutting on spruce dominant stands. The results of the economic calculations indicates that the motor-manual pre-cut is profitable when processing wind-thrown forest as long the manual pre-cut is cheap combined with a higher harvester performance. In future studies it would have been interesting to examine in more detail how the pine stump height is affected by motor-manual pre-cut because our study does not provide a definite result.

Keywords: Storm-felled forest, wind-throw, manual pre-cut, inventory, stump heights, stump volume.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. Inledning.....	6
1.1 Bakgrund	6
1.2 Motormanuellt förarbete: Rotkapning.....	6
1.3 Meraskog.....	7
1.4 Tidigare studier	7
1.5 Frågeställning	8
1.6 Syfte	8
2. Material och metoder	9
2.1 Generellt	9
2.2 Inventering av provytor	9
2.3 Jämförelse med normal stubbhöjd.....	10
2.4 Volymberäkningar.....	10
2.5 Ekonomiska beräkningar.....	10
2.6 Sammanställning av data och statistiska analyser.....	11
3. Resultat.....	12
3.1 Höjder och diametrar.....	12
3.2 Stubbhöjder	13
3.3 Kvarlämnad virkesvolym	16
3.4 Lönsamhet med motormanuell rotkapning	17
4. Diskussion	18
4.1 Felkällor i studien.....	18
4.2 Skogsvårdslagens krav på kvarlämnad virkesvolym	18
4.3 Markberedning efter upparbetning.....	19
4.4 Riskfyllt arbete vid upparbetning av stormfällt virke.	19
4.5 Nackdel rotkapning manuellt	20
4.6 Resultatdiskussion.....	20
4.7 Slutsats	21
5. Referenser.....	22

1. INLEDNING

1.1 BAKGRUND

Natten mot fredagen den 13e, Luciahelgen 2013, drog stormen Ivar in över Jämtland, Västernorrland och Gävleborgs län. I fjällområdena uppmättes vindhastigheter nära 50 m/s och i skogslandskapet låg byvindarna kring 25 – 30 m/s i vindstyrka. (SMHI, 2014.) Skogsägarna vaknade upp på fredagsmorgonen med en oro i kroppen och funderingar om just deras skog fällts av vinden. Resultatet redovisades i ett pressmeddelande av Skogsstyrelsen efter nyår. Åtta miljoner kubikmeter skog har Ivar skördat i de berörda länen och ett betydande efterarbete kommer krävas för att röja undan den nedblåsta skogen. (Skogsstyrelsen, 2014). Storm är den vanligaste orsaken till skador på skog (Schelhaas et al. 2003). Stormskadorna har ökat det senaste århundradet (Nilson et al., 2004) och är något som förväntas öka i framtiden pga. en komplex kombination av faktorer, som t.ex. människans markutnyttjande och kanske främst klimatförändringar som påverkar markfuktighet och tjälförhållandena under de perioder under året då stormskador uppträder. (Bärring och Wern, 2011). Dessa klimatförändringar kommer möjliggöra ökad tillväxt i skogen (Blennow och Olofsson, 2007). Vilket kan göra framtida stormskador värre. Med antagandet att stormskador på skog i framtiden kommer att bli mer frekvent och öka i omfattning, så kommer även behovet av kunskap kring upparbetning av stormfälld skog att öka. Kunskap om upparbetnings-effektivitet, -teknik och -metoder som kommer att nyttjas eller kan komma att nyttjas i stormskadedrabbade områden. (Sondell, 2006). Detta för att bäst minimera olika ekonomiska kostnader inte minst virkets värdeminskning, samt att effektivisera upparbetningshastigheten för att underlätta för olika samhällsbehov, främst infrastruktur i form av vägnät, elnät och telenät som ofta drabbas negativt då skogen fälls som en konsekvens av stormar. (MSB, 2013).

Under 2014 stod företag i Jämtland inför en utmanande uppgift att förvalta den stormfällda skogen och dessutom förvalta den med en så god vinst som möjligt. (Meraskog, 2015.) Bland annat dyker frågan om motormanuellt förarbete upp, i form av rotkapning. Ett företag, Meraskog, gjorde enklare överslagsberäkningar och företaget bedömde att manuell rotkapning verkade bli en lönsam åtgärd. Meraskog uppger att produktiviteten ökar med 20-30 procent när det inte är manuellt rotkapat mot när det är manuellt rotkapat. Meraskog har under 2014 genomgående genomfört motormanuell rotkapning innan upparbetning av stormskadade trakter. Andra företag inom samma regionala arbetsområde har valt att inte motormanuellt rotkapa de stormskadade trakterna.

1.2 MOTORMANUELLT FÖRARBEDE: ROTKAPNING

Det är vanligt att man med motorsåg går in i stormfälld skog och rotkapar de stormskadade/-fällda träden. Detta görs för att underlätta skördarens arbete och framför allt öka dess arbetshastighet. Att minska risken för spjälkning av virket vid upparbetning anses också vara en anledning till det motormanuella rotkapet. Rotkapet går till så att en huggare går in i det stormskadade beståndet med en motorsåg och losskapar rotstocken så långt ner på rotändan som möjligt. Detta är ett riskfyllt arbete och kräver god kunskap för att minimera risken att olyckor skall inträffa. (Säker skog, 2015).

Fortsättningsvis benämns motormanuellt förarbete i form av rotkap som; Manuellt rotkap eller rotkap manuell. När endast skördare har kapat träden benämns detta; Skördarkapat eller rotkap skördare.

1.3 MERASKOG

Meraskog är ett Jämtländskt företag med huvudkontor i Svenstavik vars huvudsakliga geografiska arbetsområde innefattar Jämtland, Härjedalen samt Medelpad. Meraskogs affärsidé är att förvalta privata skogsfastigheter samt förädla och förmedla dess virke till industrin med så hög lönsamhet som möjligt. Meraskog är ett relativt ungt företag som bildades 2009 av tre kollegor på Siljan skog AB. Idag har företaget tolv anställda varav nio arbetar som skogsrådgivare och en inom skogsförvaltning. Företaget äger ingen egen maskinpark och har heller inga anställda förare eller andra egna entreprenörer utan köper skogsskötseltjänster och transporter av utomstående samarbetspartners.

Den s.k. ”Meraskog-modellen” bygger på att alla delar i affärsidén är lika viktiga för ett lyckat, långsiktigt och lönsamt skogsäggande. Meraskog agerar som fristående aktör på virkesmarknaden. Detta innebär att Meraskog inte har något försörjningsansvar gentemot industrin utan förmedlar virket till dem som ger de bästa villkoren och till köpare över ett stort geografiskt område för att därmed sprida den ekonomiska risken. (Meraskog. 2015.)

1.4 TIDIGARE STUDIER

Utifrån data och erfarenheter från stormen Gudrun i södra Sverige, har studier gjorts för att undersöka skördarproduktivitet samt utvärderingar av olika drivningskombinationer där produktion mätts i m³fub per månad och kostnader i kronor per m³fub.

Enligt Bergqvist (2005) är motormanuell rotkapning tillsammans med en stor eller mellanstor skördare den lönsammaste kombinationen på trakter med bra till medel-bra drivningsförhållanden. Det vill säga när grundförhållande, ytstruktur och lutning tillåter maskinerna att ta sig lätt fram i terrängen.

2006, året efter stormen Gudrun genomförde Jan Sondell på Skogforsk intervjuer med skogsägare, tjänstemän och maskinförare. Intervjuerna genomfördes för att samla kunskap i syfte att kunna stå bättre rustade och förbereda inför kommande stormar. Sondells (2006) studie från Gudrun kom fram till att drivningskostnaderna kan öka till upp emot 35 % på stormfällda trakter vid normal drivningsteknik.

Kvarlämnade högstubbar och stående rotvältor bedöms även vara en faktor som bidrar med merkostnader då dessa enligt studien försvårar markberedningsarbetet. (Svensson, et. al. 2006).

Gemensamt med studierna är att planering och tillgänglighet av entreprenörer och maskiner förklaras som mycket starka faktorer när man pratar om produktivitet och kostnader.

1.5 FRÅGESTÄLLNING

Utifrån dessa uppgifter och egna observationer har frågan väckts huruvida rotkapning är en lönsam åtgärd eller ej, och i så fall under vilka förutsättningar. Vi har tillsammans med Meraskog valt att söka svar på frågan: -”Är det lönsamt att motormanuellt rotkapa stormfälld skog?” med fokus på kvarlämnade virkesvärden på avverkningstrakterna.

1.6 SYFTE

Syftet med studien var att undersöka om det är någon skillnad på stubbhöjder och kvarlämnad virkesvolym på stormfällda avverkningstrakter mellan att utföra motormanuell förkapning (rotkapning) före skördarens arbete eller inte.

Syftet var också att analysera ekonomiska skillnader mellan att utföra motormanuell förkapning före skördarens arbete eller inte.

Hypoteserna är att motormanuellt rotkap medför lägre stubbar och mindre kvarlämnade virkesvolym och att motormanuell förkapning totalt medför bättre ekonomi.

Målsättningen är att arbetet ska ge vägledning i framtida arbeten med upparbetning av stormfälld skog samt utgöra en grund för framtida studier i ämnesområdet.

2. MATERIAL OCH METODER

2.1 GENERELLT

Vid arbetets början fanns inget datamaterial om kvarlämnad volym vid stormavverkning. Således fick vi inventera själva för att få datamaterial. I samråd med vår handledare kom vi fram till att 2 trakter per dag med fem provytor per trakt skulle kunna vara ett rimligt datamaterial. Totalt blev det fem rotkapade bestånd och fem bestånd som ej var rotkapade. Då Meraskog rotkapat huvuddelen av sina stormaavverkningar kunde vi endast få rotkapade bestånd av dem. De ej motormanuellt rotkapade bestånden fick vi istället tag på via Berg kommuns skogsförvaltare (3 st.) och direkt av privata skogsägare (2 st.). Alla trakter låg inom en 3 mils radie från Svenstavik.

Till de manuellt rotkapade ytorna fick vi kartmaterial av Meraskog samt areal på bestånden för att kunna bestämma provyteförbandet. Av Bergs kommun blev vi tilldelade kartmaterial och areal på bestånden. På de två privata skogsägarnas avverkningstrakter fanns inget kartmaterial, där fick skogsägarna själva på plats visa oss vart bestånden låg samt hur stora bestånden var. Vid två tillfällen stämde kartmaterialet inte överens med vad som var avverkat och vi fick själva på plats uppskatta den avverkade arealen med linjal på kartan.

Till studien togs även kartor från Lantmäteriet genom biblioteket på Sveriges lantbruksuniversitet.

2.2 INVENTERING AV PROVYTOR

Provytorna på varje bestånd lades ut objektivt. Kvadratförbandet bestämdes med formeln:

$$F = (A / n)^{0.5}$$

där F = Förbandet (m) A = Arealen (m², mäts med GIS eller uppskattas utifrån mätning med linjal.) n = Önskat antal provytor

Provyteradien bestämdes till 10 meter för att få ungefär 20 stubbar per provyta vilket motsvarar 600 stubbar per hektar. De data vi samlade in var stubbhöjd, stubbdiameter och trädslag.

När del av provytan lottades ut utanför beståndets gränser utfördes spegling. Spegling innebär att man räknar motsvarande yta som hamnar utanför beståndsgården innanför beståndsgården dubbelt. Den spegling som gjordes under inventeringsarbetet skedde enligt; Instruktion: Objektiv systematisk cirkelyteinventering. SLU.

Mätutrustningen vi använde var dataklave Haglöf digitax, måttband 30 meters längd samt en en-meters modifierad ställinjal. Resultatet fördes in på dataklaven.

2.3 JÄMFÖRELSE MED NORMAL STUBBHÖJD

För att kunna se skillnaden mellan vad som är normal stubbhöjd i Jämtland och våra inmätningar beställde vi data från Riksskogstaxeringens inventeringar av hyggen i Jämtland. Från det datasetet valdes stubbar från åren 2008 till 2013 ut. Anledningen till urvalet var att Riksskogstaxeringen innan 2008 inte mätte in stubbar under 100mm, utan de beräknades i efterhand. Från de åren valdes alla stubbar som kom från slutavverkningar ut. Datat har sedan använts för att kunna räkna ut dimensionerna på en normal stubbe från en konventionell avverkning, för att jämföra mot de data vi samlat in.

2.4 VOLYMBERÄKNINGAR

Volymerna i de olika bestånden räknades ut på två olika sätt. De första gjordes genom att räkna ut medelhöjden och medeldiametern i varje bestånd, och från det ta ut en medelstubbe som multiplicerades med antal stubbar i beståndet. Det andra var med den objektiva mätningen som gjordes, alla inmätta stubbar fick sin egen volym uträknad. Den volymen lades ihop och viktades mot hur stort beståndet var för att få den totala volymen. Från det räknade vi ut hur många kubik som lämnades kvar per hektar. Den benämns i resultat som ”Volym per ha objektiv inventering”. För att ha ett referensvärde att jämföra med en konventionell avverkning räknades det ut från riksskogstaxeringens data en medelstubbe som gångrades mot stammantalet per ha. Den benämns ”Volym Riksskogstaxeringen” i resultat. Anledningen att medelstubben används som beräkningsmetod för volymerna är att bättre jämföra mot de data vi hämtat från riksskogstaxeringen, då de båda bygger på stammantal i bestånden. Sedan för att se skillnaden mellan stormavverkning tog vi den första metoden och subtraherade bort vad en konventionell avverkning som vi simulerat med riksskogstaxeringens data hade gett för stubbvolym.

2.5 EKONOMISKA BERÄKNINGAR

För att kunna räkna in de extra kubikmeter man tjänade på rotkapning gjorde vi ett räkneexempel på ett bestånd vi hade drivningsinformation ifrån, nämligen bestånd 1. I räkneexemplet tas bara kostnaden för skördare och rotkapare med. Vi har också valt att bara räkna på sågtimmer som virkesvärde då de huvudsakliga volymer vi mätt in skulle blivit sågtimmer om det rotkapades manuellt. Trädslagsblandningen räknades ut från provytorna. Skillnaden i volym togs fram av medelvärdet mellan ”rotkap manuellt” och ”rotkap skördare”. Barkandelen togs från SDC från deras studie om bark på massaved (Björklund, 2004). Från det kunde vi då få fram hur många m^3 fub som skilde mellan att rotkapa manuellt och rotkapa med skördare med hjälp av omvandlingstal från m^3 to till m^3 fub.

Lönsamhetsberäkningarna i tabell 3 och 4 gjordes med ett räkneexempel på ett hektar med $200m^3$ fub. Hela exemplet gjordes för att se när man tjänar på att rotkapa eller inte. På den vågräta axeln sattes ”rotkapning manuellt” med olika pris för rotkapning per m^3 fub plus skördarkostnaden. Det räknades ut som rotkapningskostnaden per m^3 fub gånger $200 m^3$ fub plus $200 m^3$ fub delat med skördarproduktiviteten gånger skördarens timkostnad. I den lodräta sattes ”rotkap skördare” med olika prestationsförsämringar. Skördarkostnaderna räknades på samma sätt som följande exempel. T.ex. vid 20 % försämring. Skördarens produktivitet: $16,07 m^3$ fub per

timme/1,2= 13,39 m³fub/per timme. Sedan delades de 200 m³fub med den uträknade produktiviteten för att få tidsåtgången sedan multiplicerades den med timkostnaden för skördare. Sedan fylldes tabellen i med manuellt rotkap manuell minus rotkap skördare. I tabell 4 adderades den summa i kr man får för den extra virkesvolym man tjänar på att rotkapa med den trädslagsblandning som fanns bland de 1118 inmätta stubbarna.

De värden som använts i beräkningarna är baserade på data vi fått från Meraskog 2015:

- Skördare: 1300kr/tim.
- Rotkap manuellt: 350kr/tim.
- Kostnad för manuellt rotkap: 25kr/m³fub, 30kr/m³fub och 35kr/m³fub.
- Produktivitet på skördare efter manuellt rotkap: 16,07m³fub/tim.
- Produktivitetsminskning rotkap skördare: 20 %, 25 % och 30 % (I jämförelse med om motormanuell förkapning har utförts).
- Timmerpris gran: 410kr/m³fub.
- Timmerpris tall: 453kr/m³fub.

2.6 SAMMANSTÄLLNING AV DATA OCH STATISTISKA ANALYSER

Efter fältinventeringen sammanställdes data och analyserades i dataprogrammet Minitab. Medelvärden, medianvärden och standardavvikelser beräknades på stubbhöjder och diametrar. Sedan gjordes en modell i Microsoft Excel för att kunna beräkna om det är lönsamt att rotkapa stormavverkningar. Slutligen skapade vi tabeller och figurer i Excel för att grafiskt visualisera de framräknade resultaten i rapporten.

3. Resultat

3.1 HÖJDER OCH DIAMETRAR

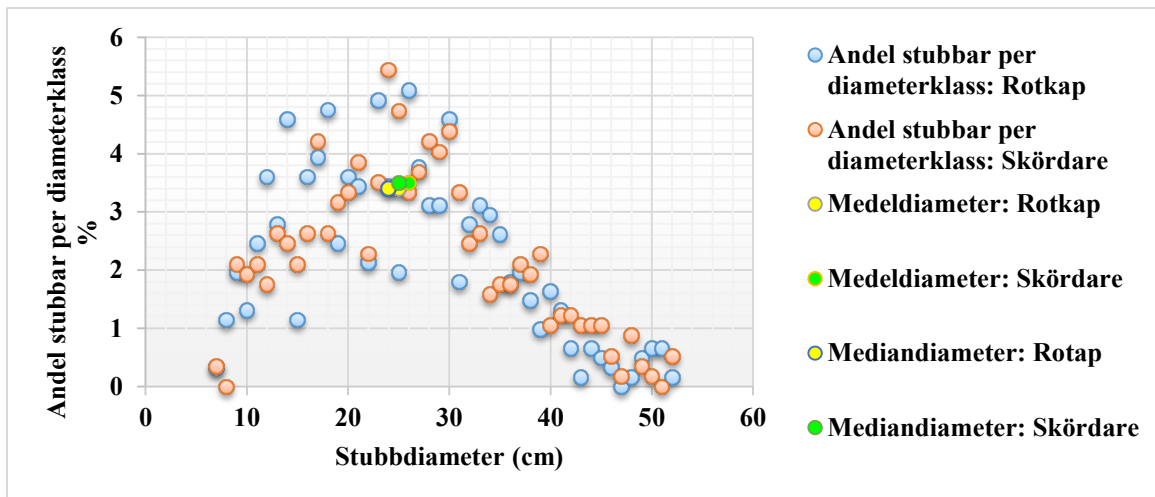
Tabell 1. Sammanställning av insamlat datamaterial. Bestånd 1 – 5 är rotkap manuell, 6 – 10 är rotkap skördare. Riksskogstaxeringen 2008-2013, avser deras provytor i Jämtland.

Table 1. Compilation of gathered data. Stands (Bestånd) 1 – 5 is manually pre-cut, 6 – 10 is cut with harvesters.

Bestånd	Stubbantal (st)	Aritmetiskt medelvärde: Stubbhöjd (cm)	Medianvärde: Stubbhöjd (cm)	Standardavvikelse: Stubbhöjd (cm)	Aritmetiskt medelvärde: Stubbdiameter (cm)	Medianvärde: Stubbdiamete r (cm)	Standardavvikelse: Stubbdiameter (cm)	Stubbvolym (m ³ /ha)	Trädslagsblandning: TGL %
1	90	31,50	28,00	17,64	28,46	28,75	7,70	12,98	73 - 27 - 0
2	65	39,23	30,30	42,91	30,90	29,00	9,29	11,32	92 - 8 - 0
3	116	26,25	22,00	20,22	27,20	27,05	10,09	13,43	40 - 59 - 1
4	169	24,60	17,00	27,15	18,84	17,70	7,28	7,27	12 - 69 - 19
5	170	15,52	15,00	21,79	24,18	23,10	7,62	11,07	16 - 83 - 1
1 - 5	610	24,90	20,00	24,16	24,60	23,90	9,69	11,21	47 - 49 - 4
6	144	25,60	25,00	21,79	25,88	23,85	7,60	18,70	22 - 72 - 6
7	144	23,33	20,50	12,74	17,15	16,55	6,14	9,14	60 - 38 - 2
8	111	32,67	27,00	18,65	31,29	30,70	9,38	18,27	2 - 95 - 3
9	91	37,26	24,00	28,56	27,98	27,30	8,40	18,98	37 - 63 - 0
10	80	46,78	33,00	69,76	30,86	31,50	9,25	22,73	15 - 85 - 0
6 - 10	570	31,60	24,00	21,49	25,80	25,15	9,64	17,56	27 - 71 - 2
Riksskogstaxeringen 2008 - 2013	391	24,25	21,00	28,28	22,60	21,00	10,47	8,26	25 - 65 - 10

De aritmetiska medelvärdena i stubbhöjd hos de manuellt rotkapade bestånden 1 - 5 var högre än medianvärdena. Skillnaden var mellan 0.5 cm till 9 cm och antydde att de övre extremvärdena påverkar medelvärdet. I de skördarkapade bestånden 6 - 10 råder samma förutsättningar, att medelstubbhöjderna är högre än medianstubbhöjderna. Skillnaden var mellan 0.6 cm till 13.7 cm, detta tydde på ännu fler och högre extremvärden som påverkade de aritmetiska medelvärdena.

På de trakter där de olika avverkningsmetoderna nyttjats var spridningen på diametrarna för de olika trakterna likvärdiga. Medianerna låg på 23.9 cm för de rotkapade bestånden och 25.15 cm för de icke förarbetade bestånden. Skillnaden var alltså 1.25 cm i median. Detta indikerade att de tio trakter vi besökt varit likartade vad det gäller stubbdiametrar. Även de aritmetiska medelvärdena visade en skillnad på 1.2 cm där den manuellt rotkapade skogen hade ett medelvärde på 24.6 cm (SD 9.69 cm) och den skördarkapade skogens medelvärde i stubbdiameter räknades till 25.8 cm (SD 9.64).

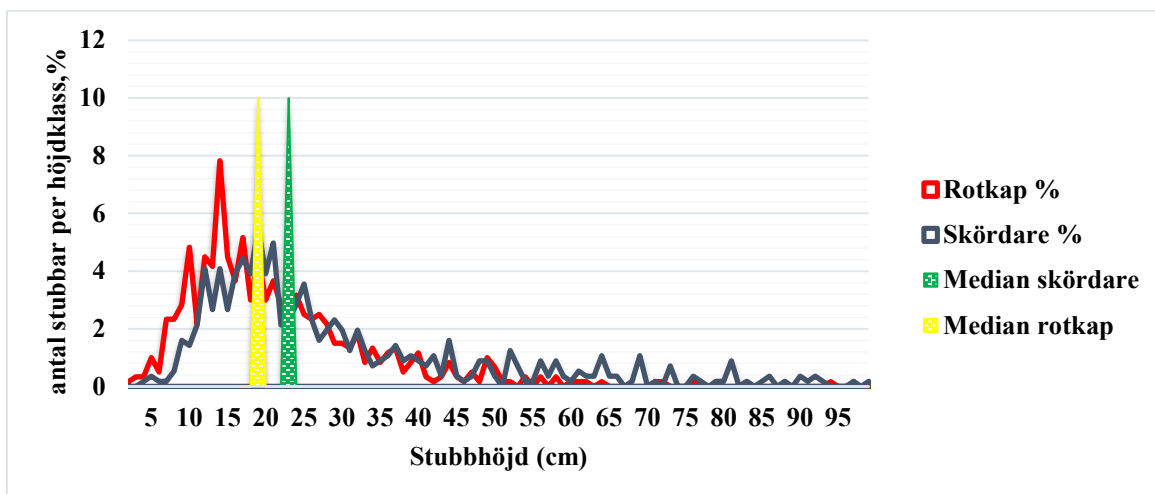


Figur 1. Stubb diameterfördelning, 1 cm diameterklasser: Manuellt rotkapade och skördarkapade trakter. n = 1118.
 Figure 1. Stump height distribution, 1 cm categories: Motor-manual pre-cut and harvester cut stands. n = 1118.

3.2 STUBBHÖJDER

Vinsten i stubbhöjd med motormanuellt rotkap på våra undersökningsytor var tydlig. I mediantal kan vinsten mot en skördare utan motormanuellt rotkapade ytor i stubbhöjd räknades in till 4 cm och i aritmetiskt medeltal 6.5 cm. Den procentuellt stora skillnaden mellan median och medeltal förklarades av att extremvärdena på de ytorna utan rotkap med motorsåg var betydligt fler och större.

De motormanuellt rotkapade undersökningsytorna har en stubbhöjd som motsvade medelhöjden på en stubbe i Jämtland 2008 – 2013, 24 cm (SD 24.16 cm). (Riksskogstaxeringen. 2015). Medan de skördaravverkade trakterna utan motormanuellt rotkap presterade en stubbhöjd på 31.6 cm (SD 21.49 cm).

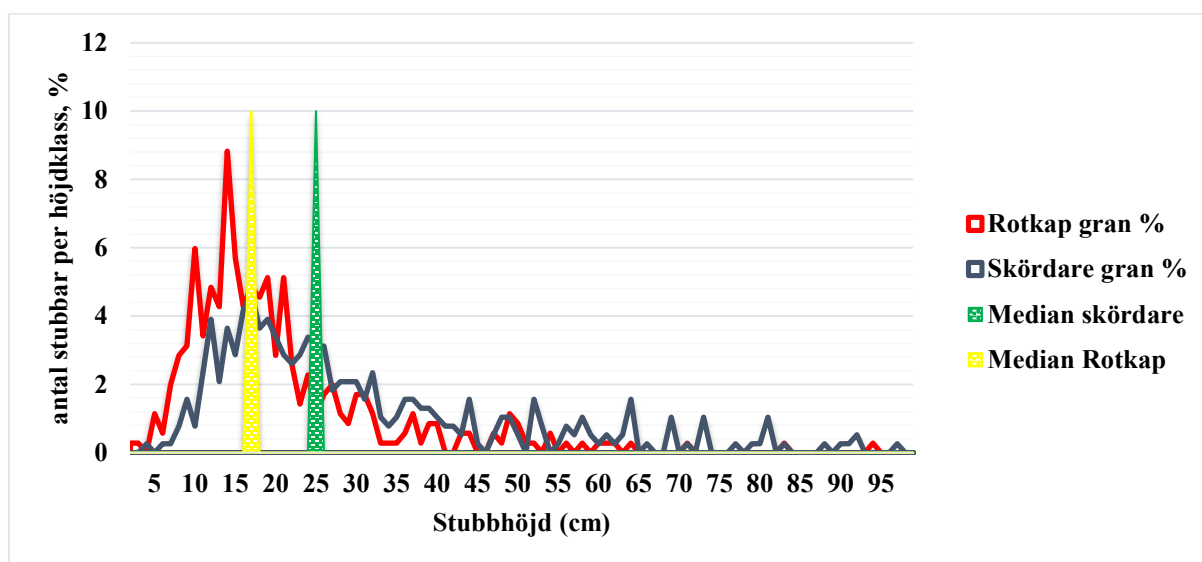


Figur 2. Relativ stubbhöjdsfördelning på stubbar under 100 cm i stubbhöjd, 1 cm höjdklasser: Motormanuellt rotkap mot rotkap skördare. Tall och gran. n= 1118.

Figure 2. Stump height distribution on stumps shorter than 100 cm in stump height, 1 cm height categories: motor-manual pre-cut versus harvester cut stumps. Pine and spruce. n = 1118.

Värdena i figur 1 – 5 är viktade och omvandlade i procent av stickprovsstorleken. Detta för att jämförelsen skall bli rättvis mellan de olika jämförelserna, då det kan skilja i inmätt datamängd mellan dem. Stubbar som har extremvärden över 100 cm i höjd är borttagna ur graferna av bildtekniska skäl, då dessa skapar en otydlig bild av fördelningen.

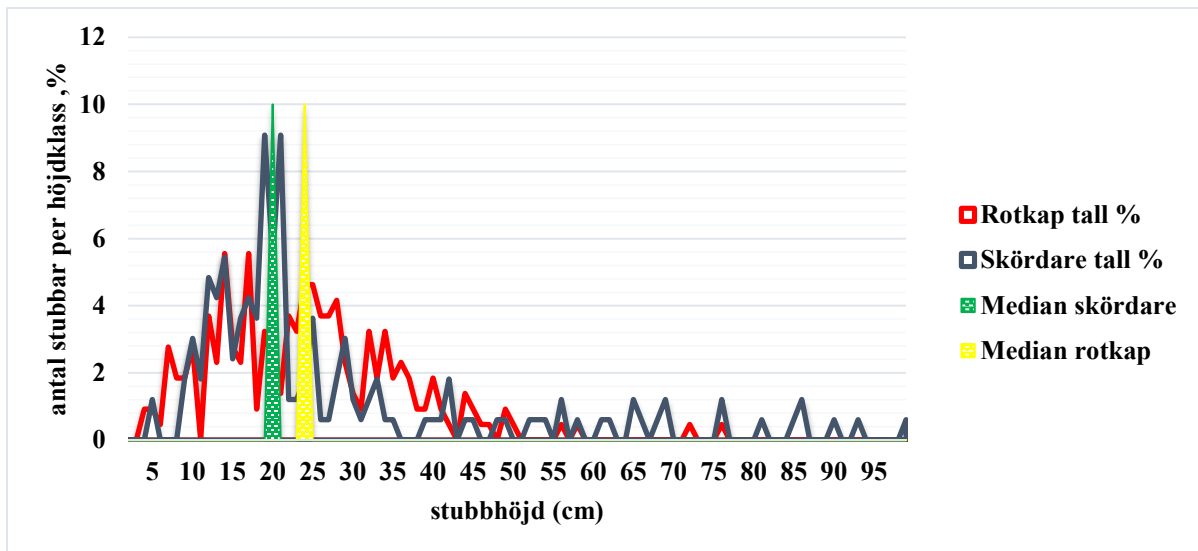
Medianvärdet på stubbhöjderna skiljer sig från medelvärdet då extremvärdena höjer medeltalet avsevärt. Men statistiskt kan medianvärdet ge en tydligare bild av verkligheten då extremvärden inte påverkar mediantalen förutsatt att man har ett tillräckligt stort dataset.



Figur 3. Relativ stubbhöjdsfördelning på stubbar under 100 cm i stubbhöjd, 1 cm höjdklasser: Gran. n = 731.

Figure 3. Stump height distribution on stumps shorter than 100 cm in stump height, 1 cm height categories: Spruce. n = 745.

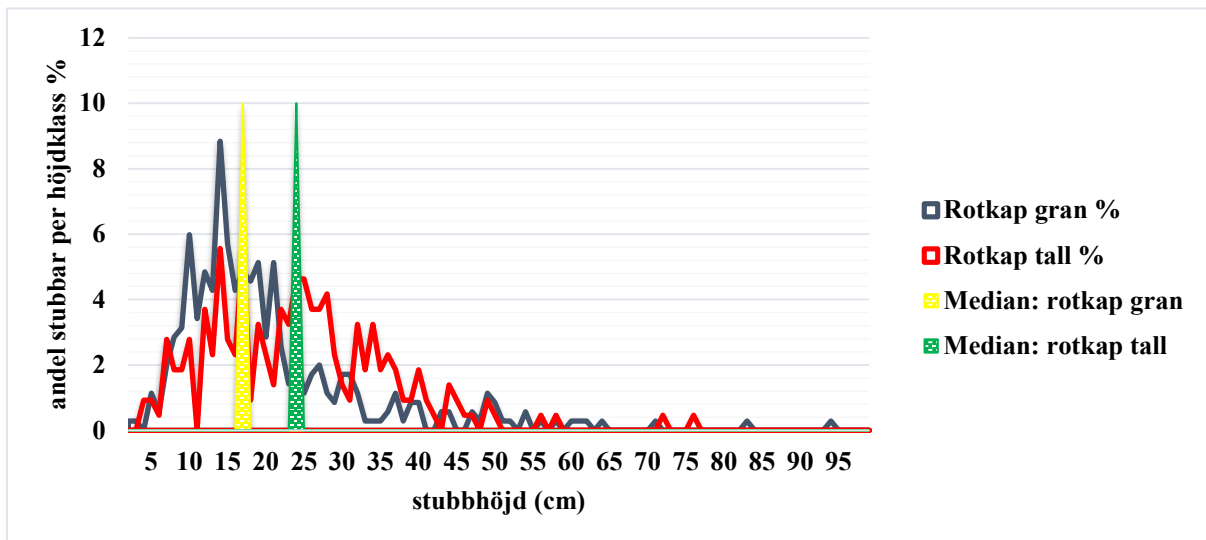
Det fanns skillnader i stubbhöjd när man jämförde trädslagsvis. Den allmänna bilden av studien var att vinsten i stubbhöjd när man rotkapar manuellt är högre på gran än på tall (jfr figur 3 och 4). Det verkar som att förarbetet med motormanuellt rotkap lämpade sig bäst på trakter där gran dominerar. I medelvärde tjänade de manuellt rotkapade granstubbarna ca 8.5 cm mot granstubbar som inte förarbetats motormanuellt. I medelvärde låg den manuellt rotkapade granstubbens höjd på samma nivå som normalstubben i Jämtland (ca 24 cm) medan den icke förkapade stubben hade en medelhöjd på 32.4 cm.



Figur 4. Relativ stubbhöjdsfördelning på stubbar under 100 cm i stubbhöjd, 1 cm höjdklasser: Tall. n = 387.

Figure 4. Stump height distribution on stumps shorter than 100 cm in stump height, 1 cm height categories: Pine. n = 387.

Stubbarna blev kortare vid manuella rotkap, men skillnaden var inte lika stor för tall som för gran (jfr figur 3 och 4). På tall skiljde sig medianvärdet med 4 cm till skördarens fördel. Dock syns det tydligt att de övre extremvärdena var till antalet fler och större vid avverkning utan manuellt rotkap. Medelvärdena på de två avverkningsmetoderna gav även det en indikation på att de övre extremvärdena på trakter där man manuellt rotkapat var färre och mindre. Medelvärdet för motormanuellt rotkap låg på 28 cm medan på de icke förarbetade ytorna hade ett stubbhöjdsmedelvärde på 29.9 cm.



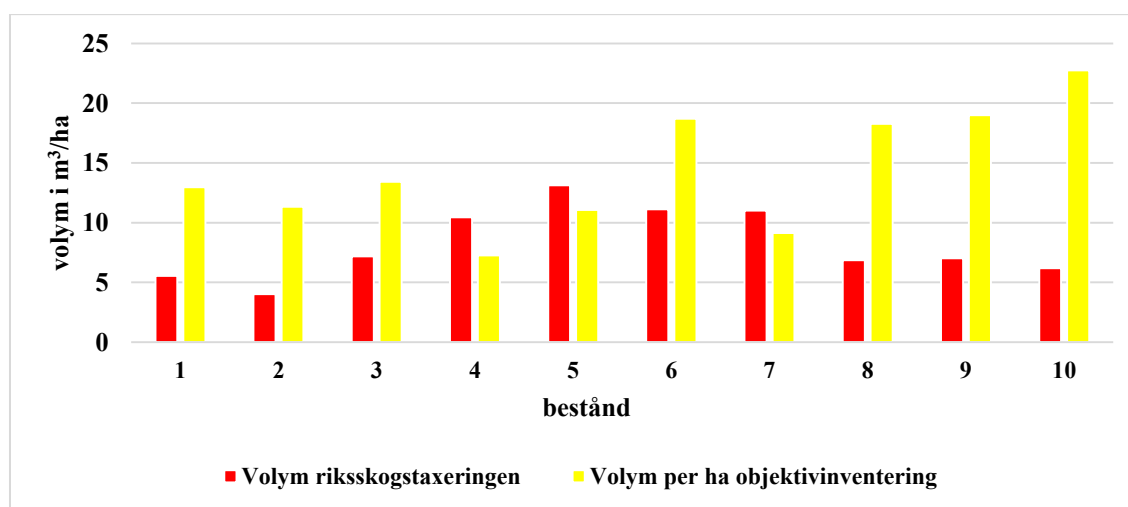
Figur 5. Relativ stubbhöjdsfördelning på stubbar under 100 cm i stubbhöjd, 1 cm höjdsklasser. Gran och tall som motormanuellt förkapats. n = 576.

Figure 5. Stump height distribution on stumps shorter than 100 cm in stump height, 1 cm height categories. Pine and spruce with motor-manually cut stumps. n = 576.

Stubbhöjdsfördelningen för gran och tall med rotkap, visar att fördelningen av tallstubbar har ett något bredare spektra och tenderar att vara något förskjutet åt höger. Detta tillsammans med observationen i figur 4 innebär att man inte med säkerhet kan säga att tallens stubbhöjder blir lägre vid manuell rotkapning jämfört med skördarkapning.

3.3 KVARLÄMNAD VIRKESVOLYM

I de manuellt rotkapade bestånden 1 – 5 redovisas lägre kvarlämnade virkesvolym än i de skördarkapade bestånden 6 – 10. (Figur 6 och tabell 2)



Figur 6. Volymerna i m^3/ha för de olika bestånden. Bestånd 1 - 5 är rotkapade manuellt och bestånd 6 - 10 rotkapade med skördare. $n_{objektiv\ inventering} = 1118$, $n_{riksskogstaxeringen} = 391$.

Figure .6. The different volumes in m^3/ha for the different stands. Stands 1 - 5 is pre-motor-manually sawed and stands 6 - 10 is sawed with harvester. $n_{objektiv\ inventering} = 1118$, $n_{riksskogstaxeringen} = 391$.

Tabell 2. Volymerna i tabellform för de olika metoderna. Utskrivet i m^3/ha . Bestånd 1 - 5 är rotkapade manuellt och bestånd 6 - 10 är rotkapade skördare. $n_{objektiv\ inventering} = 1118$, $n_{riksskogstaxeringen} = 391$.

Table 2. The volumes expressed in table form. In m^3/ha . Stands 1 - 5 is motor-manually pre-cut and stands 6 - 10 is cut by harvester. $n_{objektiv\ inventering} = 1118$, $n_{riksskogstaxeringen} = 391$.

Bestånd	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Volym per ha objektivinventering	12,98	11,32	13,43	7,27	11,07	18,7	9,14	18,27	18,98	22,73
Volym per ha riksskogstaxeringen	5,56	4,02	7,18	10,45	13,13	11,13	11,02	6,86	7,03	6,18
Differens	7,42	7,3	6,25	-3,18	-2,06	7,57	-1,88	11,41	11,95	16,55

Värt att notera från tabellen ovan är att i de motormanuellt rotkapade bestånden fyra och fem

samt i det skördarkapade beståndet 7 så var kvarlämnad stubbvolym lägre än det genomsnittliga enligt riksskogstaxeringen. Det resultatet betyder att man inte alltid förlorar virkesvolym när man avverkar stormskadad skog.

För de motormanuellt rotkapade bestånden var medeltalet 11,21 m³ när man sedan drar bort avdraget för konventionell avverkning blir det 3,15 m³ kvar. För de skördarkapade bestånden var medeltalet 17,56 m³ efter avdraget 9,12 m³. Skillnaden i kvarlämnad stubbvolym på våra bestånd är alltså 5,97 m³ i medelvärde, resultatet visar att det var mindre volym kvar på motormanuellt rotkapade ytor.

3.4 LÖNSAMHET MED MOTORMANUELL ROTKAPNING

Tabellerna nedan visar lönsamhet i motormanuell rotkapning vid olika förutsättningar vad gäller prestationen hos skördaren och priset på rotkapning. I de fall där tabellerna visar negativa värden är det mer lönsamt att bara nyttja skördare.

Tabell 3. Lönsamhet i motormanuell rotkapning redovisat i kr/ha.
Table 3. The profit of motormanual pre-cut in kr/ha.

Prestations- sänkning skördare	Rotkapare 25kr/m³fub	Rotkapare 30kr/m³fub	Rotkapare 35kr/m³fub
20%	- 1 764 kr	- 2 764 kr	- 3 764 kr
25%	- 954 kr	- 1 954 kr	- 2 954 kr
30%	- 145 kr	- 1 145 kr	- 2 145 kr

Tabell 4. Lönsamhet i motormanuell rotkapning med intjänad rotstocksvolym inkluderad, redovisat i kr/ha.
Virkesvärde = 1 963,50 kr
Table 4. The profit of motormanual pre-cut in kr/ha. Timber value = 1 963,50 kr

Prestations- sänkning skördare	Rotkapare 25kr/m³fub	Rotkapare 30kr/m³fub	Rotkapare 35kr/m³fub
20%	200 kr	- 800 kr	- 1 800 kr
25%	1 009 kr	9 kr	- 991 kr
30%	1 818 kr	818 kr	- 182 kr

Resultatet av den ekonomiska analysen visar att det är kombinationen av hur mycket virkesvolym man tjänar på manuellt rotkap, kostnaden per m³fub för manuellt rotkap och prestationen hos skördaren när det inte manuellt rotkapats är avgörande om det skall vara lönsamt att manuellt rotkapa stormfälld skog.

4. DISKUSSION

4.1 FELKÄLLOR I STUDIEN

De fel som kan finnas i mätningarna kan vara på grund av att bestånden inte delades upp i parceller där de två olika drivningsalternativen användes på samma bestånd. Detta leder till att i denna studie kan inte felkällor som entreprenörernas skicklighet, beståndens olikheter, om träden har legat i bråtar som försvårar upparbetningen och därmed sänker produktiviteten och effekter på stubbhöjd på grund av olika skördare uteslutas, eftersom vi inte haft tillgång till information kring detta. Det tillkommer dessutom samspelseffekter av de ovan nämnda felkällorna. I en studie där bestånden hade delats upp i parceller innan drivningen och lottat ut vilket system som skulle ta vilken/vilka parceller. Där båda drivningsmetoderna fanns med och där man hade uppgifter om vilken skördare och vilka entreprenörer hade gett ett mer tillförlitligt resultat. I ett sådant försök hade man också kunnat lägga till grävmaskin med gripsåg plus skördare, för att kunna utvärdera alla tillgängliga drivningskombinationer för att upparbeta stormfälld skog. I vårt inventeringsarbete borde även barktjockleken mätts in för att kunna göra avdrag för dubbel barktjocklek. Detta för att få resultatet i m^3 to ub som är en mer konventionell volymenhet än m^3 to pb och går omvandla till de andra vanliga måttenheterna med enkla omvandlingstal.

En annan felkälla i studien kan vara att avdraget för konventionell avverkning som gjordes. Då den bygger på stammantalet som finns i bestånden multiplicerat med en medelstubbe uträknat på medelhöjd och medeldiameter från Riksskogstaxerings data. Och inte ett avdrag på höjden utifrån diameterklasser som skulle kunnat ha gjorts med data från Riksskogstaxeringen. Vi gjorde en jämförelse mellan vårt objektivt insamlade data och att räkna ut volymen på samma sätt som vi räknat ut volymen från Riksskogstaxeringens data. Med medelstubbe för varje bestånd multiplicerat med stammantalet för varje bestånd. Differensen mellan den andra metoden delat på den objektiva blev då 6,0 % således kan man tro att skillnaden i volym mellan rotkap manuellt och rotkap skördare är lite mindre än resultatet vi fått fram.

4.2 SKOGSVÅRDSLAGENS KRAV PÅ KVARLÄMNAD VIRKESVOLYM

Det kan finnas en problematik med avverkning i stormskadade bestånd med avseende på förnynglingsmaterial för skadeinsekter. Våra mätningar indikerar att det lämnas betydligt mer stubbvolym på de stormavverkade trakterna jämfört med konventionell avverkning. I medeltal visar våra mätningar att de motormanuellt rotkapade trakterna lämnar i medelvärde $3.15 m^3$ mer stubbvolym än konventionellt avverkade trakter och i de skördarkapade trakterna lämnas $9.12 m^3$ jämfört med konventionell avverkning. Om man gör antagandet att en ”stubbe” definieras efter vad en skördare presterar vid konventionell avverkning så klarar inte de icke förarbetade trakterna skogsvårdslagens krav på kvarlämnad virkesmängd på maximum $5 m^3$. Denna ökning av kvarlämnat virke ger ökad mängd ynglingssubstrat till skadeinsekter. Främst till skadeinsekter som snytbaggas, större märgborrar, vedborrar och vedsteklar som nyttjar stubbar som ynglingssubstrat. (Pettersson, muntlig kommunikation. 2015-04-09). Detta skulle i teorin kunna bidra till ökade insekthärjningar i svensk skog om antagandet att andelen stormfälld skog ökar i framtiden stämmer. Efter samtal med sakkunnig på skogsstyrelsen så anser man att detta dock inte skall vara ett problem, man anser att biotopen inte är tillräckligt gynnsam för att större

insektshärjningar skall kunna uppstå. Denna uppfattning gör att man hitintills inte har tagit någon hänsyn till kvarlämnade stubbvolymer i sina rekommendationer vad det gäller kvarlämnade virkesmängder efter avverkning av stormfälld skog. (Källsmyr, muntlig kommunikation 2015-04-14).

4.3 MARKBEREDNING EFTER UPPARBETNING

Att inte rotkapa stormfälld skog lämnar så kallade ”kanonrör”, alltså högre stubbar än vid konventionell avverkning på grund av att skördaren inte kan göra kapet lika nära roten som vid konventionell avverkning. Detta pga. att träden kan ligga i bråtar som försvårar kapet och att det är sten och jord på stammen närmast rotvältan, sten och jord kan skada svärd och kedja på skördaraggregaten, detta vill man i största möjliga mån undvika. Dessa högre stubbar och vältor försvårar möjligheten till en bra markberedning med skotarmonterade markberedningsaggregat, då ytstruktursklassen blir högre och det blir slingrigare för dem att köra. Vid ett tillfälle av de bestånd vi har inventerat hade markägaren planerat att kapa av de högre stubbarna efter att drivningen var klar för att underlätta markberedningen. Då ställs ju frågan om det är lönsamt att göra det? Hade det inte varit bättre att rotkapa innan för att rädda några extra kubik? Visserligen är det lättare och mindre riskfyllt att kapa stubbar än hela träd, då det inte finns spänningar i stubbar. De stubbar som kapas av blir dessutom två mindre hinder istället för ett större som markberedaren måste ta hänsyn till. Lösningar finns givetvis med till exempel grävare som utför markberedningen eller maskinell plantering.

4.4 RISKFYLLT ARBETE VID UPPARBETNING AV STORMFÄLLT VIRKE.

Att motormanuellt upparbeta stormfällt virke är riskfyllt. Träd kan ligga i spänn och flyga iväg mot den som sågar (Slappendel et al. (1993). Träd kan luta mot varandra och åka ner när det träd som det lutar mot sågas ner. Viket anses som det farligaste arbetsmomenten vid upparbetningen av stormfälld skog (Sullman och Kirk (2001)). Det finns många fler riskfaktorer än de nämnda vid upparbetning av stormfälld skog. Många olyckor skedde under stormen Gudrun och majoriteten av de som skadade sig var rotkapare (Svensson, et al. 2006). Med anledning av skadorna kan man ju fråga sig hur man ska ställa sig till den risk som rotkapning innebär i förhållande till den eventuella vinst den kan ge. Det finns lösningar istället för fotburna rotkapare, t.ex. kan man utrusta en skogsgrävare med gripsåg som rotkapar och lägger ihop träden i högar vilket förbättrar skördarens produktivitet. Men grävmaskiner bedöms ha sämre virkeshantering (mer sprickbildning, matningskador och apteringsskador) än motormanuell losskapning. Detta är dock oklart och kräver mer studier menar Bergkvist (2006).

Men skadorna hos rotkapare vid stormavverkningar har trots allt minskat över åren. Om man jämför med höststormarna 1969, så omkom 16 stycken på 42 miljoner kubik som upparbetades. Och i Gudrun omkom 9 stycken på 70 miljoner upparbetade kubik. Således dog det 3 gånger så många per upparbetade kubik för 40 år sedan (Svensson, et al. 2006). Om döds- och skadefrekvensen kan minimeras ytterligare kunde detta leda till att fler väljer att nyttja rotkapare i högre grad vid upparbetning av stormfälld skog.

4.5 NACKDEL ROTKAPNING MANUELLT

Om det rotkapas manuellt så finns det en risk att virket kan bli liggande en tid, då kan trädstammen utsättas av angrepp från t.ex. insekter när de ligger i skogen i väntan på upparbetning. Om de är på vintern så finns inte den risken och stammen kan ligga där längre tid än på sommaren. En fördel med skördarkapad skog är att det blir ett moment mindre i kedjan att ta hänsyn till med logistik etc. Samt att träden har vattentillgång under hela tiden fram till dess att skördaren gör kapet. Då trädet kan leva med endast lite rotkontakt, och således kan trädets försvarssystem fungera en tid till och kan därmed motstå angripare.

4.6 RESULTATDISKUSSION

Resultatet av vår studie av stubbhöjder och kvarlämnade stubbvolymer gav ett resultat som stödjer vår hypotes. En intressant observation som dock gjordes är att hypotesen kan förkastas för tall, då vi i vår studie inte helt säkert kan säga att rotkap på tall medför lägre stubbar och mindre kvarlämnade virkesvolym. Den kvarlämnade stubbvolymer (alla trädslag inkluderade) på våra försöksytor var tydligt högre på de icke förarbetade ytorna jämfört mot de ytor där motormanuellt rotkap genomförts. Dock så kanske inte den kvarlämnade stubbvolymer riktigt uppnådde de förväntningar vi hade. Den visuella effekten av ett antal ”kanonrör” på ett stormavverkat hygge ger en falsk bild av den faktiska kvarlämnade stubbvolymer. Den kan initialt antas vara extremt hög men efter genomförda mätningar visar det sig att de antal högstubbar man observerat inte bidrar så starkt till totalvolymer som man först bedömde. Det finns dock starka indikationer på att det finns goda möjligheter att tjäna lite rent ekonomiskt på att rotkapa, åtminstone på trakter som liknar våra testområden och framförallt på grandominerande trakter. Det är dock sammanvägningen av volymmängd rotstock, prestationen hos skördaren och kostnaden/manuellt rotkapad m^3 fub som avgör om ingreppet bidrar till ekonomisk vinst på våra försöksytor. En enskild faktor klarar i de flesta fall själv inte av att bära ekonomin och ge ett positivt resultat. Skördarens produktivitetsförbättring till följd av det motormanuella rotkapet som genomförts och priset på rotkapet är tydligt de huvudsakliga faktorerna till att positiva ekonomiska siffror redovisas. Den vinst man gör i timmervolym räknas i medelvärde in till ca. 2000kr/ha medan vinsten i produktiviteten hos skördaren räknas upp till 5000 – 10000 kr/ha. Det är dock mycket viktigt att produktivitetsvinsten uppgår till de 20 % - 30 % som angivits av våra källor, annars kan vinsten antas försvinna och rotkapning skulle endast innebära en kostnad om inte andra fördelar med åtgärden såsom olika kvalitetsaspekter på timmer, som kan påverka virkespriset, räknas in i kalkylen. Kostnaden för det manuella rotkapet är också viktigt, en billig upparbetningskostnad på 20 – 25 kr/ m^3 fub innebär en total kostnad på 4000 – 5000 kr/ha (vid 200 upparbetade m^3 fub). Medan en dyr upparbetningskostnad på 35 – 45 kr/ m^3 fub innebär en kostnad på 7000 – 9000 kr/ha (200 m^3 fub). Vinsten förvandlas snabbt till en förlust vid ökande upparbetningskostnader.

De grandominerade ytorna ger en starkare positiv respons på stubbhöjder med motormanuellt rotkap än talldominerade bestånd, både median och medelvärden ger starka indikationer på att stubbhöjderna är kortare jämfört med skördarkapade bestånd och bidrar därmed till mindre kvarlämnade virkesvolym. På de talldominerade ytorna ger studien ett mer otydligt resultat. Medianvärdet indikerar att man kan förlora rotstocksvolym på att rotkapa medan medelvärdet indikerar att man sparar något. Det är dock tydligt att extremvärdena i stubbhöjd är fler och

större på de icke förarbetade ytorna som ingick i vår studie. Det skulle dock krävas ett större antal provytor för att med större säkerhet säga vilken respons motormanuellt rotkap ger på tall. Det är oklart varför inte tall ger samma tydliga positiva respons på rotkap. Vi har resonerat kring hur rotvältorna skiljer sig åt mellan tall och gran samt hur trädstammen bedöms ligga i förhållande till marknivån. Man kan anta att tallstammen ligger närmare marken och av den anledningen gör att resultatet av rotkapet är mer slumpartat för tall än för gran. Men huruvida den förklaringen stämmer är oklar och kräver sin egen studie.

Den rekommendation vi kan ge ang. vilka typer av bestånd som man ska rotkapa eller inte, är att man skall rotkapa grandominerade bestånd då våra resultat visar att det finns en skillnad i stubbvolymer där mellan att motormanuellt rotkapa eller inte. På talldominerade bestånd kan vi inte med våra resultat se att de finns en skillnad.

4.7 SLUTSATS

Resultatet av studien visar att det motormanuella rotkapet medför att stubbhöjderna blir lägre jämfört med skördarkapade stubbar. Av detta kan vi också dra slutsatsen att motormanuellt rotkap resulterar i att mindre virkesvolymer lämnas kvar jämfört med skördarkapade trakter.

Den allmänna slutsatsen av studien är att motormanuellt förarbete i form av rotkap är en lönsam åtgärd där förutsättningar finns att få stor ökad produktivitet hos skördaren och i de fall där man klarar sig undan med en billigare totalkostnad för manuellt rotkap. Våra mätvärden och maskinkostnadskalkyler tyder på att vid förhållanden som liknar de förhållanden som de bestånd vi inhämtat data från, kan rotkapning genomföras med vinst. Denna vinst bygger på en kombination av sparad rotstocksvolym och framförallt högre produktivitet hos skördaren tillsammans med en låg upparbetningskostnad hos de manuella rotkaparna.

Slutligen kan sägas att resultatet visar att en insats i form av motormanuellt rotkap bör i huvudsakligen genomföras på grandominerade bestånd. Denna slutsats bygger på att resultaten tydligt visar en relativt stor skillnad i stubbhöjd mellan motormanuellt rotkapad gran och skördarkapad gran. Denna skillnad kan inte observeras i vår studie på tall.

5. REFERENSER

- Bergkvist, I. (2005). *Arbetsrapport: Upparbetning av stormskadad skog*. Uppsala: Skogforsk (Rapport, 2005:598).
- Björklund, L. (2004). *Bark på massaved - En studie över barkhalten i travar med massaved*. Sundsvall: SDC.
- Blennow, K. & Olofsson, E. (2008) The probability of wind damage in forestry under a changed wind climate. *Climatic Change*, nr 87 pp. 347–360
- Meraskog. (2015). <http://www.meraskog.com> (Hämtad 2015-02-24)
- MSB. (2013). *Skador och effekter av storm – En kunskapsöversikt*. Norrköping: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB 534 – 2013)
- Nilsson, C. Stjernquist, I. Barring, L. Schlyten, P. Jönsson, A.M. & Samuelsson, H.(2004). Recorded storm damage in Swedish forests 1901-2000. *Forest Ecology and management*, nr 199, pp. 165-173. Riksskogstaxeringen. (2014). *Fältinstruktion 2014: RIS – Riksinventering av skog*. SLU, Umeå: Institutionen för skoglig skogshushållning. SLU, Uppsala: Institutionen för mark och miljö.
- Schelhaas, M-J. Nabuurs, G-J. & Schuck, A. (2003) Natural disturbances in the European forests in the 19th and 20th centuries. *Global Change Biology*, nr 9, pp. 1620–1633
- Skogsstyrelsen. (2014). *8 miljoner kubikmeter skog fälldes av stormen Ivar*. <http://www.skogsstyrelsen.se/Myndigheten/Press-och-information/Pressmeddelanden/8-miljoner-kubikmeter-skog-falldes-av-stormen-Ivar> (Hämtad 2015-02-24)
- Slappendel, C. Laird, J. Kawachi, I. Marshall, S. & Cryer, C. (1993). Factors affecting work-related injury among forest workers: A review. *Journal of safety research*, nr 24, pp.19-32.
- SMHI. (2014). *Sammanfattning av stormen Ivar*. <http://www.smhi.se/nyhetsarkiv/sammanfattning-av-stormen-ivar-1.34911> (Hämtad 2015-02-24)
- SMHI. (2015). *Stormskador i framtiden*. <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/stormskador-i-framtiden-1.7080> (Hämtad 2015-03-12)
- Sondell, J.(2006). *Resultat: Erfarenhet från ”operation Gudrun”*. Uppsala: Skogforsk (2006:7)
- Sullman, M J M. & Kirk, P M. (2001). Harvesting wind damaged trees: A study of the safety implications for fallers and choker setters. *International journal of forest engineering*, nr 12(2), pp 67-77.
- Svensk försäkring. (2014). *Stormar kostade närmare en miljard kronor*. <http://www.svenskforsakring.se/Templates/Pages/TextPage/TextPageView.aspx?id=9509&epslanguage=sv> (Hämtad 2015-02-24)

Svensson, S A. Bohlin, F. Bäcke, J-O. Hultåker, O. Ingemarson, F. Karlsson, S. Malmhäll, J. (2006). *Ekonomiska och sociala konsekvenser i skogsbruket av stormen Gudrun*. Jönköping: Skogsstyrelsen. (Rapport 12. 2006)

Säker skog. (2015). *Tillvaratagande av stormfällda träd*. <http://sakerskog.se/praktika-info/arbetsteknik-och-utrustning/tillvaratagande-av-stormfallda-trad> (Hämtad 2015-04-15)

Wern, L. & Barring, L. (2011). *Sveriges vindklimat 1901 - 2008. Analys av trend i geografisk vind*. Norrköping: SMHI Meteorologi nr 139/2009.

Wilhelmsson, E. (2014). *Instruktion: Objektiv systematisk cirkelyteinventering*. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet.

Muntlig kommunikation

Källsmyr, H. Skogskonsulent, Skogsstyrelsen. Telefonintervju, 2015-04-14.

Matsson, M. VD Meraskog och Hansson, H-Å. skogsrådgivare Meraskog. Telefonintervju, 2015-02-17.

Pettersson, R. Forskare FLK, Vilt, fisk och miljö, SLU. Muntligt samtal 2015-04-09.