



SKOGSMÄSTARPROGRAMMET
Examensarbete 2012:24

Klippning i klena gallringar – prestationsstudie av Forest ebeaver

*Cutting in early thinning- a performance study of
Forest ebeaver*



Jesper Key

Examensarbete i skogshushållning, 15 hp
Skogsmästarprogrammet 2012:24
SLU-Skogsmästarskolan
Box 43
739 21 SKINNSKATTEBERG
Tel: 0222-349 50

Klippning i klena gallringar – prestationsstudie av Forest ebeaver

Cutting in early thinning – a performance study of Forest ebeaver

Jesper Key

Handledare: Hans Högberg

Examinator: Eric Sundstedt

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå med minst 60 hp kurs/er på grundnivå som förkunskapskrav

Kurstitel: Kandidatarbete i Skogshushållning

Kurskod: EX0624

Program/utbildning: Skogsmästarprogrammet

Utgivningsort: Skinnskatteberg

Utgivningsår: 2012

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

Nyckelord: klenträäd, skogsbränsle, biogallring

Serienamn: Examensarbete / SLU, Skogsmästarprogrammet

Serienummer: 2012:24



Sveriges lantbruksuniversitet
Skogsvetenskapliga fakulteten
Skogsmästarskolan

FÖRORD

Då jag valde att genomföra följande examensarbete fanns det två orsaker som låg till grund för detta. Dels skulle ett examensarbete på 15 högskolepoäng genomföras på Skogsmästarskolan i Skinnskatteberg, dels behövdes en studie göras på den nya bioenergiskördaren Forest ebeaver.

15 högskolepoäng innebär totalt 10 veckors heltidsstudier vilka genomfördes som en sommarkurs sommaren 2012 med företaget Ebeaver AB som uppdragsgivare.

Jag vill rikta ett tack till min uppdragsgivare tillika kontaktperson på Ebeaver AB Johan Dagman som tillhandahållit både material och underlag för studien. Jag vill också tacka min handledare på Skogsmästarskolan Hans Högberg som hjälpt och stött mig i processen. Till sist vill jag även tacka de intresserade entreprenörer som ställt upp med körning och diskussioner som gjort denna studie möjlig.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

| | | |
|----------|--------------------------------------------|-----------|
| 1 | ABSTRACT | 1 |
| 2 | INLEDNING | 3 |
| 2.1 | Röjning | 3 |
| 2.2 | Skogsbränsle | 4 |
| 2.3 | System för skogsbränsleuttag | 5 |
| 2.4 | Gallring | 7 |
| 2.5 | Syftet med studien | 9 |
| 3 | MATERIAL OCH METODER | 11 |
| 3.1 | Beståndsmätning före uttag | 11 |
| 3.2 | Bestånd och studieled | 11 |
| 3.3 | Drivning | 12 |
| 3.4 | Beståndsmätning efter uttag | 14 |
| 3.5 | Mätningar på maskinen | 15 |
| 4 | RESULTAT..... | 17 |
| 4.1 | Gallringsuttaget och prestationen | 17 |
| 4.2 | Beståndet efter uttaget | 17 |
| 4.3 | Skotning | 19 |
| 4.4 | Ekonomiskt utfall | 19 |
| 5 | DISKUSSION | 21 |
| 5.1 | Kvarvarande beståndet | 21 |
| 5.2 | Prestationer och ekonomi | 21 |
| 5.3 | Andra fördelar och lämpliga objekt | 21 |
| 5.4 | Svagheter och kompletterande studier | 22 |
| 6 | SAMMANFATTNING..... | 25 |
| 7 | REFERENSLISTA | 27 |
| 7.1 | Publikationer | 27 |
| 7.2 | Internetdokument | 28 |

1 ABSTRACT

Forest ebeaver is, equipped as a bio-energy harvester, approximately four and a half meter long and weigh just over two tons. The main purpose of this report is to find out whether a small machine like Forest ebeaver can be profitable used in early thinning. To find this out a study has been made using the machine to thin in a young pine stand.

2 INLEDNING

Intresset för ny teknik som gynnar miljön och ekonomin vid arbete i skogen ökar och man kan idag se ett flertal olika nytänkande maskinsystem på marknaden. Denna studie syftar dock inte till att ge en jämförelse mellan olika nya maskinsystem utan till att jämföra Forest ebeaver med dagens konventionella maskinsystem för uttag i klena gallringar. I detta kapitel kommer därför bakgrunden till uttag i klena gallringar samt de vanliga metoderna för detta att presenteras.

2.1 Røjning

Røjning utförs för att glesa ut mellan stammarna och på så sätt fördela de tillgängliga tillväxtresurserna på färre antal utvalda stammar. På detta sätt främjas trädens diametertillväxt samtidigt som de blir stabilare. Skillnaden mot en konventionell gallring är att inget virke tas till vara vid røjningen. Denna gräns börjar dock suddas ut mer och mer då man idag ibland skördar energived i vissa røjningar (Pettersson m.fl., 2007).

I och med 1979 års skogsvårdslag som innehöll tvingande regler om røjning så ökade røjningsarealen markant och det røjningsberg som byggts upp under 1970 -talet minskade. 1994 infördes nya regler som innebar att røjningen inte längre var tvingande. Detta ledde till att røjningens intensitet sjönk markant, vilket återigen ledde till røjningsberg likt de på 70-talet. Røjningsaktiviteten har dock åter ökat något under de senaste åren (Pettersson m.fl., 2007).

Røjningsmetoder

Den motordrivna röjsågen är och har länge varit den klart mest använda metoden för røjning. Redan på 80-talet fanns ett antal røjningsmaskiner i form av skotare med kranspetsmonterade røjningsaggregat. Dessa var en effekt av den teknikutveckling som skedde i och med røjningsberget på 70-talet men nackdelarna i form av skador på beståndet och dålig ekonomi ledde till att dessa maskiner aldrig fick någon betydande roll i skogsbruket (Pettersson m.fl., 2007).

Med dagens røjningsberg fortsätter utvecklingen för att effektivisera røjningen. Husqvarna har lanserat en ryggburen stångsåg med sågsvärd och kedja avsedd för røjning som enligt tester bör kunna konkurrera med den traditionella röjsågen, då främst i täta och grova røjningsbestånd (Pettersson m.fl., 2007).

Man har även på flera håll provat olika typer av stråkrøjning för att effektivisera røjningsarbetet. Det har visat sig att maskinell stråkrøjning kombinerat med motormanuell selektiv røjning mellan stråken ger en røjningskostnad på knappt hälften av vad en enbart motormanuell røjning hade kostat (Rosander, 2006).

En normal røjning kostar mellan 3000 och 4500 kr per ha i vanliga røjningsbestånd. I så kallade konfliktbestånd, där medelhöjden har överstigit 5-6 meter, kan kostnaden för en motormanuell røjning enligt Iwarsson Wide och Belbo (2009) kanske komma upp i mellan 6000 och 8000 kr per ha.

2.2 Skogsbränsle

Dagens skogsbruk är främst inriktat på att snabbt producera gagnvirke av stamved för att kunna leverera massaved och sågtimmer till industrin (Egnell, 2009). Då man insett att det finns mer att dra nytta av hos ett träd än stamved; i form av grenar, toppar och rötter, har intresset för så kallade energisortiment ökat.

I och med att hela träd i tidiga gallringar kan tas ut istället för bara stamveden ökar uttagsvolymen med 70-80 % då mycket biomassa sitter i grenar och toppar hos klena träd (Belbo & Iwarsson Wide, 2009).

År 2009 räknade man med att det fanns ca 1 miljon ha skog med ett akut röjningsbehov och utav dessa tros ca 470 000 ha vara lämpliga för skogsbränsleuttag då de har en medelhöjd mellan fem och nio meter, en brösthöjdsdiameter under tio centimeter och vars genomsnittliga mängd biomassa ligger på ca 50 ton TS/ha (Belbo & Iwarsson Wide, 2009).

Dagens teknik för att skörda träd i gallringar är utvecklad främst för att skörda en stam i taget. För att få ekonomi med en skördare i tidiga gallringar med många klena stammar krävs dock att flera stammar kan hanteras samtidigt (Egnell, 2009), vilket är fallet med flerträdshanterande aggregat.

Metoder för skogsbränsleuttag

Vid gallring i klena bestånd faller det ut en produkt som är olik den vi är vana vid. Till skillnad från exempelvis klenstimmer, kubb, sparrtimmer och massaved som faller ut vid lite grövre gallringar (Sennblad, 2008) har skogsbränslesortimenten inte samma krav på den utskotade produkten. Då det vid gallringar med skogsbränsleuttag ofta är energin man är ute efter så är det önskvärt att så mycket som möjligt av trädet följer med vid utskotningen. Ett okvistat träd är dock mer skrymmande vid transport än ett kvistat varför skotningen blir mer ineffektiv.

Det finns därför olika metoder för tillredningen av skogsbränslet såsom exempelvis helträdsuttag och knäckkvistat uttag. Man försöker även med kombinerade uttag av massaved och skogsbränsle för att få ut så stora värden som möjligt ur skogen (Iwarsson Wide, 2009a).

Vid helträdsuttag tas hela träd ut med hjälp av ett flerträdshanterande skördaraggregat. Träden hanteras i knippen och läggs i bunt på marken vilket blir en enkel averkning. Dock blir skotningen ineffektiv med en lastvolym på ca 67 % jämfört med ett massavedsuttag (Iwarsson Wide, 2009a).

Då träden knäckkvistas används skördaraggregatets matarhjul för att dra igenom flera träd åt gången så att kvistarna knäcks. Kvistningen medför ett extra arbetsmoment men anses ändå inte påverka prestationen negativt. Detta då träden lättare dras ned på marken med hjälp av matarhjulen. Skotningen effektiviseras också då träden kompakteras av hanteringen (Iwarsson Wide, 2009a).

Ett rent massavedsuttag i ett klen gallringsbestånd innebär ofta ett mindre uttag eftersom diametern inte tillåter mer. Övriga stammar får då röjas ner och lämnas i skogen. För att dra nytta av hela uttagspotentialen kan man istället göra ett kombinerat uttag av både massaved och skogsbränsle. Stammarna flerträdshanteras i den mån det

är möjligt och läggs i två separata högar. Metoden blir kostsam dels då två sortiment skall tillredas och dels då även skotaren måste hantera båda sortimenten. För att få ekonomi i metoden krävs att man hittar rätt bestånd där den kostsamma hanteringen lönar sig (Iwarsson Wide, 2009a).

2.3 System för skogsbränsleuttag

Kostnaderna för att avverka skog har under många år sjunkit men då denna trend nu under de senaste åren brutits krävs en fortsatt utveckling av metoder och maskiner för att lönsamheten inom skogsbruket skall öka (Bergkvist, 2003). Skogforsk studerade hösten 2008 de då tre vanligaste teknikerna för skörd av klena träd, sågsvärd, sågklinga och klipp. Vid denna tidpunkt fanns det i landet 94 ekipage som arbetade med bränsleuttag antingen helt eller delvis och utav dessa utgjorde klipparna knappt 70 % och svärd nästan 20 %. Främst var det skördare som utgjorde basmaskinen bland dessa. Hos klipparna förekom det dock att en del skotare och några få traktorer och grävmaskiner (Iwarsson Wide, 2009b).

Belbo och Iwarsson Wide (2009) genomförde under hösten 2008 en studie i ett talldominerat bestånd, där de tre olika typerna av aggregat testades gällande prestationen, både på avverkningen men också på skotningen. Gemensamt för de tre olika aggregaten är att de alla är utrustade med ackumuleringsarmar för att möjliggöra hantering av flera träd samtidigt. Den delen av beståndet där aggregatet med klipp och aggregatet med sågklinga körde bestod till 52 % av tall, 20 % av gran och 28 % av löv (främst björk). Den där sågsvärdsaggregatet körde hade större lövandel och fördelningen där var istället (T/G/L) 31/20/49. Stamantalet före uttaget låg över hela studien på mellan 5000 och 5410 stammar/ha och var efter uttaget nere i mellan 1210 och 1590 stammar/ha. Ett uttag på mellan 4020 och 3420 stammar/ha gjordes alltså. Torrsubstansen per träd låg innan uttaget på ca 24,5 kg TS/träd och samma siffra efter uttaget på ca 45 kg TS/träd. Alltså utfördes en låggallring i alla delar av beståndet.

Sågsvärd

Aggregatet med sågsvärd var i studien ett Log Max 4000B som hade utrustats med ackumuleringsutrustning i efterhand. Detta är i grunden ett vanligt skördaraggregat som även kan hantera massaved då det både kan kvista och aptera. Däremot är aggregatet dyrare än de övriga.

I studien av Belbo och Iwarsson Wide (2009) från 2008 användes en 14 ton tung skördare med en 11,3 meter lång kran som basmaskin till Log Max-aggregatet. Prestationen vid avverkning med aggregatet visade sig vara 30 % högre än de övriga aggregaten vilket tros bero dels på matarhjulens förmåga att dra ner stammarna, dels på ackumuleringsarmarnas placering. Armarna var placerade relativt långt ifrån själva griparna vilket var positivt då detta skapade stabilitet vid hantering av många stammar.

Log Max- aggregatet avverkade 305,4 träd/G₀-h vilket i detta fall innebär 5,4 ton TS/G₀-h. Aggregatet hade den högsta prestationen i studien på avverkningen men kom däremot bara tvåa vad gällde prestationen vid skotningen med 10,8 ton TS/G₀-h. Avverkningskostnaden för sågsvärdsaggregatet slutade på 193,26 kr/ton TS och för skotningen 65,27 kr/ton TS vilket per hektar blev totalt 17 796 kr. Det slutliga nettot per ha landade på 3 636 kr (Belbo & Iwarsson Wide, 2009).

Sågklinga

Det andra aggregatet, ett Bracke C16.a var beskaffat med en sågklinga på vilken en sågkedja var monterad. Även detta aggregat var utrustat med ackumuleringsarmar som dock satt närmare griparna än på Log Max-aggregatet vilket orsakade lite sämre stabilitet vid hanteringen av stammar. Tack vare den roterande klingan kan man röja stammar kontinuerligt utan att ta till vara på dessa om man så önskar. Aggregatet ansågs dock vara ganska stort och utrymmeskrävande vilket skulle kunna leda till ökade skador på den kvarvarande skogen (Belbo & Iwarsson Wide, 2009).

Bracke-aggregatet i studien kördes med två olika krantyper, dels med en vikarmskran, dels med en bomkran. Här presenteras endast resultaten för vikarmskranen som var 9,7 meter. Vid körning med denna togs 198 träd/G₀-h tillika 3,4 ton TS/G₀-h ut vilket innebar att Brackes prestation var lägst av aggregaten i studien vad gällde skördningen. Även prestationen på skotningen efter Bracke-aggregatet var lägst i studien med 9,1 ton TS/G₀-h. Avverkningskostnaden för Bracke-aggregatet hamnade på 259,68 kr/ton TS och för skotningen 67,2 kr/ton TS. Utslaget per hektar blev detta en total drivningskostnad på 21 651 kr. Det slutliga nettot per ha landade på -1 763 kr (Belbo & Iwarsson Wide, 2009).

Klipp

De klippande aggregaten kan delas upp i två grupper beroende på vilken metod de använder för kapning av trädet, giljotin eller kniv. Giljotinen skär av trädet med en rak rörelse som också ger ett rakt snitt, medan knivarna, en med ett mothåll eller två från var sitt håll, skär av trädet. I den aktuella studien användes en Naarva Gripen 1500–40E som arbetade med giljotinmetoden. Klippen är ganska billiga och har en enkel konstruktion vilket gör dem billiga i både drift och underhåll. Däremot kan de inte avverka under körning och är långsammare i avskiljningen än de andra aggregaten (Belbo & Iwarsson Wide, 2009).

Naarva Gripen Presterade 207,8 träd/G₀-h i studien, alltså 3,9 ton TS/G₀-h. Basmaskinen var en 17 ton tung skördare med en 11,3 meter lång vikarmskran. Skotningen efter Naarva Gripen var effektivast med 11,3 ton TS/G₀-h. Detta tros bero dels på att föraren av Naarva Gripen i studien lade mer tid på att lägga upp större högar, dels på att han jobbade med ett gallringsdjup som var drygt 10 % större än de andra förarna. Avverkningskostnaden hamnade på 270 kr/ton TS och skotningen på 62,6 kr/ton TS vilket tillsammans blev 20 909 kr/ha. Det slutliga nettot per ha landade på 205 kr (Belbo & Iwarsson Wide, 2009).

Övriga system

Vid tidiga gallringar, där slutprodukten ofta blir flis skall hela avverkningskostnaden täckas upp av den intäkt man får från flisen. Vid konventionella avverkningar med GROT-uttag behöver däremot bara en liten överskjutande del av kostnaderna belasta bränsleuttaget (Hakkila) vilket gör uttaget här mycket lönsammare. För att lösa problemen med lönsamheten efterfrågas idag nya metoder för att på ett biologiskt och ekonomiskt lönsamt sätt kunna ta till vara biomassa ifrån skogen (Belbo & Iwarsson Wide, 2009).

I Finland används förutom två-maskinsmetoden med en flerträdshanterande skördare tillsammans med en skotare även en-maskinsmetoden med en drivare, även den

flerträdshanterande (Laitila, 2008). Drivaren är en maskin som både kan avverka virket och transportera ut det. Detta då kranen på maskinen, som ofta ser ut som en skotare, är utrustad med ett aggregat som både kan avverka och lasta (Uutisalo, 2010). I Finland var ca 50 drivare i drift i klena förstagallringar år 2007 i jämförelse med deras då ca 180 skördare som utförde samma uppgift (Kärhä, 2006). Kärhä menar att drivaren bör användas på trakter som har ett skotningsavstånd på under 150 meter, träd med en volym under 20 dm³, då det totala uttaget understiger 55 m³f/ha och då trakten är mindre än 2 ha.

Ett nytt system för uttag av skogsbränsle är basmaskinen Forest ebeaver som likt figur 2.1. nedan kan utrustas som bioenergiskördare. Maskinen är, utrustad som bioenergiskördare, 4,3 meter lång, knappt 1,4 meter bred och väger drygt två ton (Ebeaver, 2012, Länk A). Maskinen är radiostyrd och föraren går därför bredvid maskinen och styr. Tekniken bygger på att träden, max 18 cm rot diameter (Kesla, 2012, Länk B), klipps av med det påmonterade fällhuvudet Kesla 19G, varefter de lunnas ut, till stickväg eller till avlägg, med hjälp av maskinens klämbank. Maskinen flyttas mellan objekten med hjälp av en biltrailer och får framföras på ett vanligt BE-körkort.



Figur 2.1. Forest ebeaver utrustad som bioenergiskördare med fällhuvud från Kesla.

Förutom att utrustas som bioenergiskördare kan basmaskinen i nuläget även utrustas för dikesrensning. Tester med påmonteras röjningsaggregat pågår också vilket ökar maskinens mångsidighet.

2.4 Gallring

Gallring syftar likt röjning till att glesa ut beståndet och fördela tillväxtnsresurserna, med den skillnaden att det virket som avverkas tas ut i gallringen. Detta då virket är tillräckligt grovt för att ge ett ekonomiskt netto. Efter gallringen ökar träden både sitt rotsystem och sin barmassa vilket i sin tur leder till ökad diametertillväxt (Agestam, 2009).

Konventionella förstagallringar görs vanligtvis då träden är mellan 10-15 meter höga. Denna höjd är en kompromiss mellan behovet av att glesa ut mellan stammarna för att minska konkurrensen och behovet att få ut virke som är så pass grovt för att ge en ekonomiskt lönsam gallring (Agestam, 2009). Som redan nämnt så ökar uttagsvolymen med ca 70-80 % då man tar ut skogsbränsle istället för massaved då mycket av volymen på klena träd sitter i grenar och toppar (Belbo & Iwarsson Wide, 2009). Detta skulle då leda till att förstagallringen kan tidigareläggas med följd att de kvarvarande träden tidigt får en chans att utnyttja det ökade utrymmet.

Gallringsformer

Det finns två huvudformer för att beskriva hur man väljer vilka träd som ska tas ut i en gallring, selektiv och schematisk gallring (Agestam, 2009).

Vid selektiv gallring gör man ett aktivt urval av de stammar som ska vara kvar. Detta kan göras som ex. låggallring, höggallring eller krongallring. Vid låggallring tar man ut de klena träden och lämnar de grova. Detta görs då man inte tror att de klena kommer utvecklas lika bra som de stora och det är idag den vanligaste formen vid gallring av tall och gran. Vid höggallring tar man istället ut de grova träden medan de klena lämnas kvar. Det som anses vara det bästa med höggallring är den goda ekonomi i avverkningen som en grövre stam ger. Vid krongallring plockar man bort alla de träd vars kronor konkurrerar med de huvudstammar man sett ut. Denna metod är vanlig vid gallring av lövskog (Agestam, 2009).

Vid schematisk gallring utgår man istället ifrån trädets position i skogen. Urvalet kan göras i form av rader eller korridorer, vilket stickvägar är ett exempel på (Agestam, 2009).

Det är dock sällan som en gallringsform tillämpas strikt utan ofta blandas de för bästa resultat (Agestam, 2009). Man kan exempelvis göra en schematisk gallring i stickvägarna och sedan blanda en låggallring med en schematisk gallring mellan vägarna för att få ett någorlunda jämt förband. Man talar här om bl.a. fri gallring, dansk gallring och kvalitetsgallring (Agestam, 2009).

Gallringsmetoder

Vid konventionell gallring används för skörd idag främst skördare och till terrängtransport främst skotare. Skördaren kan antingen arbeta stickvägsgående eller beståndsgående (Dahlin 2008).

Något som påverkar skotarens prestation markant är virkets koncentration på stickvägen vilken kan ökas genom att öka gallringsdjupet (Belbo & Iwarsson Wide, 2009) (avståndet från stickvägens mitt till den därifrån ytterst avverkade stubben (Iwarsson Wide 2009a)).

Stickvägsgående skördare

Den stickvägsgående skördaren hugger successivt upp stickvägar i beståndet med mellan 18-22 meters avstånd (dubbel kranlängd) samtidigt som den även gallrar mellan vägarna. Virket apteras och läggs i högar längs stickvägen varefter skotaren kör i stickvägarna, plockar upp virket och transporterar detta ut till avlägg.

Träden som står i stickvägens kant får med tiden ett utvecklat rotsystem som tagit del av det ökade utrymmet som skapats i vägen. Dessa träd blir härdade av vind och kommer fungera som ett framtida skydd för de intilliggande träden varför de bör sparas även i kommande åtgärder. Därför bör stickvägen vara så pass bred att även en större avverkningsskördare och skotare skall kunna ta sig fram. Ungefär fyra meters bredd är därför vanligt och tas upp redan i förstagallringen (Agestam, 2009).

Med ett avstånd på ca 20 meter mellan stickvägarna och en stickvägsbredd på ca 4 meter kommer stickvägsarealen i beståndet att uppgå till ca 20 %. Då kanträden drar nytta av den ökade tillgång på ljus, vatten och näring som uppkommer i och med upptagningen av stickvägar så kompenserar de till viss del den tillväxtsförlust som uppkommer i beståndet (Agestam, 2009). Trots viss kompensation kommer beståndets totala volymproduktion dock att sjunka. Mätningar visar nämligen att den totala volymproduktionen i bestånd som gallrats med stickvägar i genomsnitt är drygt 8 % lägre under en nioårsperiod efter gallring, än i bestånd som gallrats rent selektivt (Bucht, 1981). Dessutom minskar den areal där ett kvalitativt urval av stammar kan göras. Träden i stickvägen måste tas ut oavsett beskaffenhet och kvalitet vilket gör gallringen mer schematisk (Agestam, 2009).

Beståndsgående skördare

En beståndsgående skördare gör till skillnad från den stickvägsående även ett eller två stråk emellan stickvägarna. Från dessa stråk upparbetar skördaren stammarna mot den närmsta stickvägen varifrån sedan skotaren som vanligt skotar ut virket. På detta sätt kan avståndet mellan stickvägarna ökas upp till mellan 25 och 30 meter beroende på maskinens storlek och kranlängd (Dahlin 2008).

Produktiviteten sjunker bara något när man kör med en beståndsgående maskin jämfört med en stickvägsående. Vid körning i stråk kommer man närmre träden vilket resulterar i att ett noggrannare urval kan göras, andelen skog där ett selektivt uttag kan göras ökar också då stickvägsandelen minskar.

Med två stråk mellan varje stickväg kommer mycket virke att koncentreras på de befintliga vägarna varför skotningen kommer bli effektivare. Körningen med skotare på markerna kommer minska vilket leder till mindre skador på marken (Dahlin 2008) i form av kompakterad mark och avkörda rötter (Agestam, 2009).

2.5 Syftet med studien

Syftet med den genomförda studien var i första hand att undersöka prestationen i ett kient gallringsbestånd på Forest ebeaver utrustad som bioenergiskördare. I andra hand skulle resultatet från mätningarna jämföras med redan existerande data gällande de idag vanligaste metoderna för skogsbränsleuttag. Resultatet skulle sedan ge svar på följande frågor

- Hur står sig en liten maskin som Forest ebeaver i konkurrensen emot övriga maskiner på marknaden gällande skogsbränsleuttag?
- Kan den konkurrera gällande bränsleförbrukning vid uttag av skogsbränsleenergi?

- Vilka är maskinens styrkor?
- Finns det speciella nischer där maskinen är extra lönsam?
- På vilket sätt brukar man bäst maskinen- med eller utan stickvägar?

3 MATERIAL OCH METODER

3.1 Beståndsmätning före uttag

Innan drivningen påbörjades lades slumpmässiga provytor ut över hela beståndet. Provytornas radie var på 5,64 meter i vilka samtliga träd klavades med en Digitech Professional dataklave. Trädslag och diametrar registrerades och ett höjdprovträd mättes på varje provyta med en Vertex IV från Haglöf Sweden.

Inmätning och drivning i beståndet genomfördes i juni månad 2012 i mestadels nederbördsfritt väder. Ett par dagar regnade det dock men det var inget som påverkade körningen i beståndet nämnvärt då bärigheten på den sandiga marken var mycket god.

3.2 Bestånd och studieled



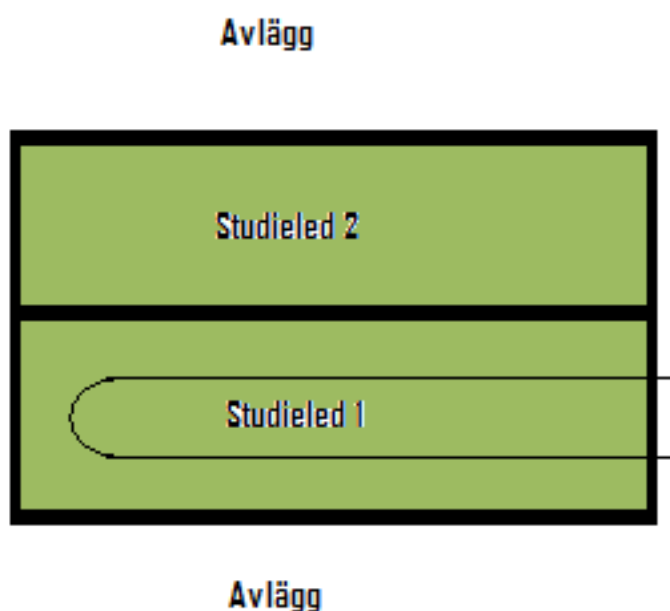
Figur 3.1. Beståndet med sina ca 5000 stam per ha som det såg ut före uttaget.

Figur 3.1. ovan visar beståndet som användes i studien vilket var ett 16 år gammalt trädslagsrent tallbestånd i Karlsborgs kommun i Västra Götalands län. Marken, vilken tidigare använts som åkermark, planterades med ca 5000 plantor/ha vilka fått stå orörda tills nu. Som framgår av tabell 3.1. nedan var den grundytvägda medelhöjden 10,0 meter och medeldiametern 8,7 cm före uttaget.

Tabell 3.1. Beståndets egenskaper före uttag.

| | |
|----------------------------|------|
| Areal (ha): | 1,00 |
| Total ålder (år): | 16 |
| Stammar per ha (st): | 4962 |
| Grundtevägd medelhöjd (m): | 10,0 |
| Medeldiameter (cm): | 8,7 |

Det 1 ha stora beståndet delades in i två lika stora studieled, enligt figur 3.2. nedan, på 0,5 ha vardera vilka mättes upp med hjälp av en handburen GPS. Det ena studieledet, studieled 1, kördes som en konventionell gallring med en svängande stickväg där bränslet skotades ut och det andra, studieled 2, kördes utan stickvägar med lunning ut till beståndskant.



Figur 3.2. Översikt över området med de båda studieleden, stickvägar och avlägg.

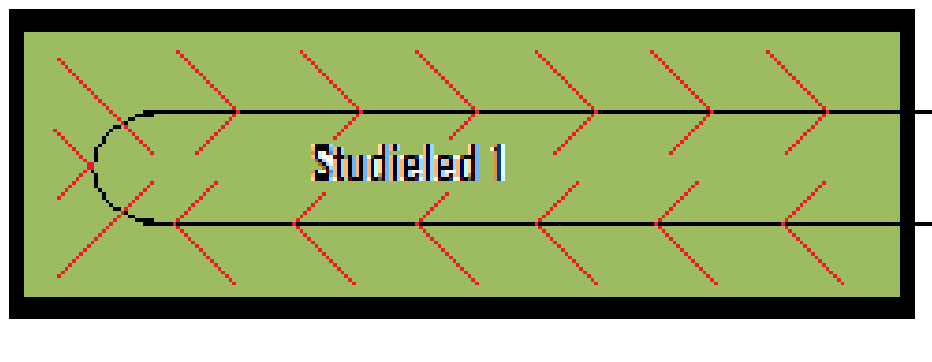
3.3 Drivning

Maskinerna som användes för gallringen var två Forest ebeaver utrustade som bioenergiskördare. De hade vid studietidpunkten gått ca 650 respektive 700 timmar med varsin förare som även körde maskinerna under studien.



Figur 3.3. De utgallrade träden klipptes av på mitten och lades i större högar i stickvägen.

Maskinen som körde studieled 1 med stickvägar började drivningen med att hugga upp alla stickvägar. När detta var klart påbörjades arbetet med att gallra mellan vägarna vilket gjordes genom att maskinen backade snett in från stickvägen, enligt figur 3.4. nedan, klippte av och lade undan träden så att maskinen kunde fortsätta inåt. Väl inne på det gallringsdjup som var önskvärt (ca 10 meter) körde maskinen ut igen samtidigt som träden lastades på klämbanken och lunnades ut till stickvägen. Anledningen till att maskinen körde snett in var att få ut de hela träden utan att skada kanträden i stickvägen. Väl ute på stickvägen kapades träden av på mitten och lades i större högar för att underlätta skotningen vilket visas i figur 3.3. ovan.



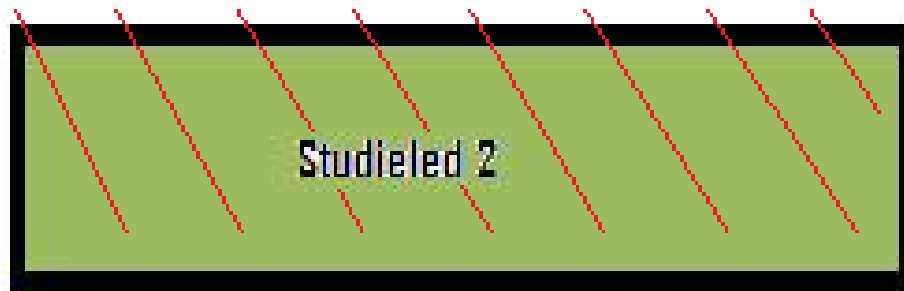
Avlägg

Figur 3.4. Arbetsmetodik för stickvägsbaserad skogsbränsleskörd med forest ebeaver där de diagonala strecken visar körstråken.

Den andra maskinen i studieled 2 körde som nämnt ut virket direkt till beståndkanten där de hela träden lastades av. Förutom upptagandet utav stickvägarna liknade arbetsgången den andra maskinens då man även här backade in samtidigt som man klippte träden enligt arbetsmetodiken i figur 3.5. nedan. De lastades sedan på och lunnades ut på tillbakavägen med den skillnaden att man här startade uttransporten då

man hade fullt lass. Sedan återvände man in på samma stråk för att fortsätta med att klippa tills man återigen hade fullt lass eller kom till beståndets slut. Gallringsdjupet var här betydligt större då inga stickvägar användes och var i genomsnitt ca 30m.

Avlägg



Figur 3.5. Arbetsmetodik för stickvägsfri skogsbränsleskörd med Forest ebeaver där de diagonala strecken visar körstråken.

Träden skotades ut från stickvägen i studieled 1 med en Minibruunett till avlägg där det lades i vältor och sedan flisades. De träd som lunnades ut direkt till beståndskanten (läs avlägget) i studieled 2 flisades där direkt.

3.4 Beståndsmätning efter uttag

Efter att drivningen var avklarad utfördes återigen mätningar i beståndet. Nu separerades dock resultaten mellan de två studieleden. I studieled 2 lades ytorna återigen ut helt slumpvis och samma data som samlades in före uttaget samlades även in nu. I studieled 1 lades ytorna däremot ut mellan stickvägarna. Radien 5,64 meter användes där det så var möjligt och minskades något där ytorna annars delvis skulle hamna i stickvägarna pga. stickvägsavståndet. Stickvägslängden mättes upp med en handburen GPS utifrån centrum på stickvägen. Stickvägsbredden mättes som ett medel av bredden mellan stickvägens ytterkanter på 25 slumpmässigt utvalda punkter. Gallringsdjupet uppskattades till halva sträckan från stickvägens mitt till nästa stickvägs mitt. Till samtliga avståndsmätningar med mätningar från en punkt till en annan användes en Vertex IV tillsammans med Transponder T3.

De omföringstal som använts för omräkning från m^3s till m^3f och ton TS är hämtade från Belbo och Iwarsson Wide (2009) för att jämförelser mellan de båda studierna ska bli så rättvisande som möjligt. Talen som används är alltså; $2,5 m^3s/m^3f$ samt $5,8 m^3s/tTS$.

3.5 Mätningar på maskinen

Kostnader

Kostnaden för Forest ebeaver låg vid studietillfället enligt entreprenören på 500 kr/h och skotaren kostade 525 kr/h. Köparen av skogsbränslet betalade vid studietillfället 92 kr/m³s för oflisat bränsle vid avlägg.

Tidsstudie och övriga mätningar

En tidsstudie utfördes för drivningen på båda studieleden för att kunna räkna ut deras prestation och kostnad. Som grund för tidsstudien användes maskinernas inbyggda timräknare som har en noggrannhet på en tiondels timma, alltså sex minuter. Mindre avbrott såsom tankning och kortare raster då maskinen gått på tomgång registrerades separat för att sedan kunna räkna ut G_0 -tiden.

Tiden mättes även för skotaren och flisaren för att få en uppfattning om hur effektiva dessa moment var efter upparbetningen med Forest ebeaver.

Även bränsleförbrukningen mättes under studien på Forest ebeaver. Maskinen var vid start fulltankad varefter alla tankningar registrerades för att få den totala mängden förbrukat bränsle.

4 RESULTAT

4.1 Gallringsuttaget och prestationen

Uttaget i de båda studieleden hamnade enligt tabell 4.1 nedan på ca 3000 stammar per ha, något mindre för stickvägsdelen och något mer för lunningsdelen. Medeldiametern på de uttagna stammarna låg på 8,1 cm för stickvägsdelen och 7,9 cm för lunningsdelen vilket gav ett genomsnittligt torrsubstansinnehåll per träd på 23,9 respektive 19,6 kg.

Prestationen skiljde sig mer åt och i stickvägsdelen avverkade man 37 träd per G_0 -timma jämfört med lunningsdelens 50 träd. Detta gav en prestation i uttaget på 0,89 ton torrsubstans per G_0 -timma när man körde med stickvägar och samma siffra då man lunnade ut virket hamnade på 0,99 ton torrsubstans per G_0 -timma.

Tabell 4.1. Beskrivning av uttaget och prestationen för de båda studieleden.

| | Studieled 1 Stickvägsdel | Studieled 2 Lunningsdel |
|--------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Areal (ha): | 0,50 | 0,50 |
| Stammar per ha (st): | 2957 | 3171 |
| Totalt uttag per studieled (m^3s): | 204 | 181 |
| TS per ha (ton): | 70,7 | 62,2 |
| Ts per träd (kg): | 23,9 | 19,6 |
| Medeldiameter (cm): | 8,1 | 7,9 |
| Träd per G_0 -h (st): | 37,2 | 50,2 |
| TS per G_0 -h (ton): | 0,89 | 0,99 |
| G_0 -h per ha (h): | 79,5 | 63,1 |
| Bränsleförbrukning per G_0 -h (l): | 2,6 | 2,5 |
| Bränsleförbrukning per ha (l): | 205,9 | 156,8 |
| Bränsleförbrukning per uttagen ton TS (l): | 2,9 | 2,5 |

Bränsleförbrukningen hamnade per G_0 -timma på 2,6 liter för stickvägsdelen och 2,5 liter för lunningsdelen, en siffra som per hektar blev knappt 206 respektive knappt 157 liter. Per uttaget ton torrsubstans blev det 2,9 liter för stickvägsdelen och 2,5 liter för lunningsdelen.

4.2 Beståndet efter uttaget

Beståndet efter uttaget hade, enligt tabell 4.2 nedan, i stickvägsdelen drygt 2000 stamma per ha och i lunningsdelen knappt 1800 stammar vilket visas i figur 4.1. nedan. Detta gav beräknat på stamantalen en gallringsstyrka på 60 % respektive 64 % för stickvägs och lunningsdelen. Medeldiametern i beståndet låg efter uttaget på 9,5 cm för

stickvägsdelen och 10,0 cm för lunningsdelen, alltså högre än i uttaget vilket gav en gallringskvot på 0,86 och 0,80. Gallringen gjordes alltså i form av en låggallring.

Tabell 4.2. Beskrivning av beståndet efter uttaget för de båda studieleden.

| | Studieled 1 Stickvägsdel | Studieled 2 Lunningsdel |
|-----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| Areal (ha): | 0,50 | 0,50 |
| Stammar per ha (st): | 2005 | 1791 |
| Grundtevägd medelhöjd (m): | 10,0 | 11,0 |
| Medeldiameter (cm): | 9,5 | 10,0 |
| Stickvägslängd (m): | 240,0 | - |
| Stickvägsbredd (m): | 4,3 | - |
| Stickvägsandel (%): | 21 % | - |
| Gallringsdjup (m): | 9,4 | 30 |
| Gallringsstyrka av stamantal (%): | 60 % | 64 % |
| Gallringskvot: | 0,86 | 0,80 |

Stickvägen i stickvägsdelen var i genomsnitt 4,3 meter bred och tog med sin längd på 240 meter upp 21 % av beståndet. Gallringsdjupet blev i stickvägsdelen 9,4 meter mot lunningsdelen där samma siffra istället var 30 meter.



Figur 4.1. Beståndet efter gallring, här lunningsdelen med knappt 1800 stammar per ha.

4.3 Skotning

Skotaren skotade ut virket från stickvägsdelen (studieled 1) vilken innefattade totalt 240 meter stickväg. Som redovisas i tabell 4.3 nedan skotades totalt 204 m³s ut i studieledet på sex timmars arbete vilket gav en prestation på 5,9 ton TS per G₁₅-h.

Tabell 4.3. Skotarens prestation för Studieled 1 (stickvägsdelen).

| | Studieled 1 |
|--------------------------------------------------------------|--------------------|
| Areal (ha): | 0,50 |
| Tid på objektet (h): | 6 |
| Utskotade m ³ s i studieledet (m ³ s): | 204 |
| Utskotad ton TS per G ₁₅ -h (ton): | 5,9 |

4.4 Ekonomiskt utfall

I följande ekonomiska kalkyl redovisas enbart siffror rörande drivningens kostnader och det utgallrade skogsbränslets intäkter. Övriga kostnader såsom administrativa kostnader, flyttkostnader etc. ingår istället i kostnaderna för respektive maskin.

Den totala avverkningskostnaden per ha blev för stickvägsdelen och lunningsdelen 41 064 respektive 34 032 kr per ha vilket tabell 4.4 nedan visar. Kostnaden för skotningen på stickvägsdelen kom upp i drygt 6 300 kr per ha. Intäkterna från skogsbränslet landade för stickvägsdelen på knappt 38 000 kr per ha och för lunningsdelen på drygt 33 000 kr per ha vilket i slutändan gav ett negativt netto på minus 9 658 respektive minus 839 kr per ha, alltså en kostnad.

Tabell 4.4. Kostnaden för de olika drivningsdelarna samt intäkterna från skogsbränslet.

| | Studieled 1 Stickvägsdel | Studieled 2 Lunningsdel |
|----------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| Avverkningskostnad per ha (kr): | 41064 | 34032 |
| Avverkningskostnad per ton TS (kr): | 581 | 547 |
| Skotningskostnad per ha (kr): | 6325 | - |
| Skotningskostnad per ton TS (kr): | 89 | - |
| Total drivningskostnad per ha (kr): | 47390 | 34032 |
| Total drivningskostnad per ton TS (kr): | 670 | 547 |
| Intäkter från skogsbränslet per ha (kr): | 37732 | 33193 |
| Intäkter från skogsbränslet per ton TS (kr): | 533,6 | 533,6 |
| Totalt netto per ha (kr): | -9658 | -839 |
| Totalt netto per ton TS (kr): | -136,6 | -13,5 |

5 DISKUSSION

5.1 Kvarvarande beståndet

Beståndet efter uttaget skiljer sig tydligt åt mellan de två studieleden. Stamantalet i de båda leden är lika men då även stickvägarna i stickvägsdelen är medräknade kommer stammarna mellan vägarna att stå tätare än de gör i lunningsdelen. Ett lika stort uttag som i stickvägsdelen krävs därför inte i lunningsdelen för att uppnå önskad gleshet, varför fler stammar kan stå kvar till andragallringen och där öka nettot i uttaget. I den aktuella studien togs däremot fler stammar ut i lunningsdelen än i stickvägsdelen. Detta uttag var däremot selektivt och inriktades på klenare stammar, varför den uttagna volymen i stickvägsdelen trots detta var högre.

5.2 Prestationer och ekonomi

I lunningsdelen visade sig maskinen ta ut 35 % fler träd per timma än den gjorde i stickvägsdelen. Räknat på TS per G₀-h presterade man istället ca 11 % bättre i lunningsdelen, detta trots att träd med lägre TS-halt togs ut i lunningsdelen. En anledning till den lägre prestationen i stickvägsdelen kan vara det faktum att man här kapade av träden på mitten för att underlätta utskotningen av de annars tio meter långa stammarna. Detta moment torde dock inte bli billigare att utföra med en skotare utrustad med gripsåg då en skotare i detta fall är dyrare per timme än Forest ebeaver.

Slutsatsen kan därför dras att Forest ebeaver är effektivare och i första hand bör användas i bestånd där virket kan lunnas ut direkt till avlägg istället för att köras som en konventionell stickvägsbaserad metod med skotning ut till avlägg. För att fastställa det optimala gallringsdjupet krävs däremot en utökad studie där just detta undersöks.

Då Forest ebeaver istället ställs i jämförelse med dagens ledande konventionella metoder för uttag av skogsbränsle varierar resultatet något. Både Log Max och Naarva aggregatet får ett bättre avverkningsnetto per ha än båda studieleden med Forest ebeaver. Lunningsdelen i denna studie står sig däremot hyfsat i konkurrensen och får ett högre avverkningsnetto än Bracke aggregatet. Något som däremot inte är medtaget i dessa beräkningar är flyttkostnader och investeringskostnader för maskinerna. En summa som rimligtvis bör vara betydligt lägre för Forest ebeaver tack vare det lägre inköpspriset samt de billiga flyttkostnaderna.

En jämförelse kan även göras mot en konventionell röjning som troligtvis är den metod som används på relativt små objekt där kostnaden för att få dit en skördare och en skotare blir för stor. En röjning skulle i ett bestånd liknande det i studien där höjden är långt över 5-6 meter kunna kosta mellan 6 000 och 8 000 kr per ha. Med Forest ebeaver skulle man alltså här kunna minska kostnaderna med mellan ca 5 000 och 7 000 kr per ha vilket kan vara skillnaden mellan att åtgärden utförs eller inte.

5.3 Andra fördelar och lämpliga objekt

Bortsett från att gallringen utan stickvägar gav bäst netto vid en åtgärd med Forest ebeaver idag, finns det även andra fördelar som talar för att en stickvägslös metod bör användas i förstagallringar. Vid upptagning av stickvägar görs ett stort schematiskt uttag där träden avverkas pga. sin position och inte pga. dess bristande kvalitet. Åtgärden kommer därför inte att främja beståndets ökning av kvalitet i samma utsträckning som

då inga stickvägar tas upp. Beståndet blir även jämnare utan stickvägar då alla träd får samma tillgång till de tillgängliga tillväxtsresurserna och studier har visat på en högre volymproduktion i stickvägslösa gallringar kontra gallringar med stickvägar. Detta torde kunna tala för den stickvägslösa metoden trots att nettot i förstagallringen var något lägre än för dagens flerträdshanterande sågsvärdsaggregat. Ett stickvägslöst bestånd kommer därför i en andragallring att kunna erbjuda både en högre volym och en högre kvalitet och vilket även påverkar kommande uttag positivt.

Då maskinen endast mäter 4,3 meter på längden kan den transporteras på en släpkärra byggd för mindre maskintransporter och därför framföras på ett BE-körkort. Detta ger en lägre flyttkostnad än för en skördare och man skulle då även behöva flytta dit en skotare. Detta betyder att maskinen är extra lämpad att köra små trakter, där flyttkostnaderna annars skulle bli för stora, och på trakter där virket kan lunnas direkt ut för att slippa flyttkostnaden även för skotaren.

I bestånd där lunning ut till avlägg inte är möjligt skulle stickvägsavståndet kunna ökas till det dubbla eller tredubbla och låta Forest ebeaver lunnas ut virket till närmsta stickväg likt studieled 2 varefter virket skotas ut eller flisas i beståndet. Skotningen skulle i det här fallet bli effektiv då mycket virke koncentreras på stickvägarna. I andragallringen kan sedan skördaren hugga upp den eller de stickvägar som återstår mellan vägarna för att nå ett vanligt stickvägsavstånd. Det ökade stickvägsavståndet skulle samtidigt göra att det selektiva urvalet av stammar ökar vilket gynnar beståndets framtida kvalitet.

Forest ebeaver förbrukade 2,5 liter diesel per G_0 -h i studieled 2, lunningsdelen. Per ha blev detta knappt 157 liter och per uttaget ton TS, 2,5 liter. Detta i förhållande till en konventionell skördare med flerträdshanterande aggregat som skulle utföra uppgiften på ungefär en tredjedel av tiden men samtidigt förbruka ca 11 liter per timma och alltså i detta fall ca 3,6 liter per uttagen ton TS. Dessutom tillkommer skotarens förbrukning vilket gör skillnaden ytterligare mer markant.

Utifrån ovanstående fördelar gentemot en skördare kan man därför anse att bl.a. följande beståndsegenskaper är att föredra;

- Små trakter där flyttkostnaderna annars blir för stora.
- Bestånd som har nära till avlägg där virket effektivt kan lunnas dit direkt.
- Bestånd hos kunder som väger miljön tyngre än nettot.

5.4 Svagheter och kompletterande studier

I studien finns ett antal svagheter som kan orsaka en viss osäkerhet i de data som presenteras och jämförs här i diskussionsdelen. De prestationer som till viss del används som referens för Forest ebeavers prestation kommer från en studie där beståndet i vissa hänseenden skiljer sig från det aktuella beståndet. Stamantalet stämmer väl överens och så även diameter och höjd. Trädslagsblandningen skiljer sig däremot vilket kan ge vissa felaktigheter vid jämföranden av prestationerna.

Denna studie visar enbart på huruvida Forest ebeaver är en maskin som är lönsam att använda sig av i förstagallringar och även med vilken metod man bör arbeta. Vad studien däremot inte ger några svar på är bl.a. följande;

- Hur ska förstagallringarna vara beskaffade för att ge det bästa nettot vid användandet av Forest ebeaver?
- Vilket är det optimala gallringsdjupet?
- Är det upptagandet av stickvägar eller det korta gallringsdjupet som gör åtgärden i studieled 1 kostsam?
- Hur blir skördarens prestation i andragallringen efter en förstagallring med Forest ebeaver- vilka är riskerna?
- Hur är prestationen på maskinens andra användningsområden, dikesrensning, röjning mm?
- Hur ser lönsamheten ut ur ett totalekonomiskt perspektiv där även räntor och amorteringar på eventuella lån tas med?
- Vilka hälsoeffekter ger maskinsystemet på föraren som inte sitter still i en hytt större delen av arbetspasset?

För att besvara dessa frågor krävs ett antal kompletterande studier på maskinen, dess olika arbetsmetoder och system.

6 SAMMANFATTNING

Intresset för ny teknik som gynnar miljön och ekonomin vid arbete i skogen ökar och stigande bränslepriser gör att maskinens bränsleförbrukning kraftigt påverkar det slutliga nettot. För att få bukt med problemet kan man antingen öka prestationen eller sänka bränsleförbrukningen.

Forest ebeaver är en basmaskin som utrustad för biobränsleuttag är 4,3 meter lång, knappt 1,4 meter bred och väger strax över två ton. Maskinen är radiostyrd vilket innebär att föraren går bredvid maskinen och styr. Tekniken bygger på att träden klipps av med det påmonterade klipp huvudet för att sedan placeras i maskinens klämbank för att lunnas ut.

Forest ebeaver är en förhållandevis ny maskin varför syftet med studien var att hitta maskinens styrkor och svagheter samt undersöka dess prestation. Studien genomfördes i ett klen tallbestånd där maskinen med två metoder, ett där maskinen tog upp stickvägar och biobränslet sedan skotades ut och ett där bränslet lunnades direkt ut till avlägget, gallrade igenom beståndet. Innan gallringen påbörjades klavades samtliga träd i slumpmässigt utlagda provytor varefter även höjder registrerades. Då gallringen var utförd upprepades samma mätningar i beståndet för att kunna uppskatta uttaget. Resultatet jämfördes sedan med en liknande studie på dagens tre vanligaste konventionella metoder för biobränsleuttag; sågsvärds-, sågklinge- och klippaggregat, samtliga med en skördare som basmaskin.

Både metoden med stickvägar och den där bränslet lunnades ut fick negativa resultat, vilka dock markant skiljde sig ifrån varandra. På lunningsdelen hamnade nettot på -839 kr/ha medan stickvägsdelen hamnade på -9 658 kr/ha. Samma siffror i den jämförda studien låg för sågsvärdsaggregatet på 3 636 kr/ha, för klippaggregatet på 205 kr/ha och för sågklingeaggregatet på -1 673 kr/ha. Även bränsleförbrukningen mättes och hamnade på 2,5 liter per uttagen ton torrsubstans. Samma siffra för en konventionell skördare uppskattas till ca 3,6 l/tTS alltså drygt 40 % högre och detta redan innan bränsleförbrukningen för skotaren adderats.

Resultatet visar tydligt att det är med ett lunnande system som Forest ebeaver bör användas. Jämfört med en röjning i ett likvärdigt bestånd där kostnaderna kan uppgå till mellan 6 000 och 8 000 kr/ha, sparar man genom att använda Forest ebeaver mellan ca 5 000 och 7 000 kr/ha. Däremot har den svårt att ekonomiskt konkurrera med dagens konventionella maskiner. Det är däremot troligt att Forest ebeavers netto hade förbättrats om även flyttkostnader för maskinerna hade räknats med.

Då bränsleförbrukningen per uttagen tTS är betydligt lägre än ett konventionellt tvåmaskinssystem är Forest ebeaver däremot ett miljövänligare alternativ och maskinen vinner konkurrensfördelar för varje gång bränslepriserna stiger. Den lämpar sig troligtvis även, tack vare sin låga flyttkostnad och mångsidighet, för mindre objekt där flyttkostnaden för två stora maskiner troligtvis blir för stor. Det återstår även att se hur maskinen presterar på andra arbetsområden som bl.a. dikesrensning och röjning.

7 REFERENSLISTA

7.1 Publikationer

- Agestam, E. (2009). Gallring. Skogsskötselserien nr 7. Skogsstyrelsen.
- Belbo, H. & Iwarsson Wide, M. (2009). Jämförande studie av olika tekniker för skogsbränsleuttag. Skogforsk. (*Arbetsrapport / Skogforsk*, 2009:679)
- Bucht, S. (1981). Effekten av några olika gallringsmönster på beståndsutvecklingen i tallskog. Institutionen för skogsskötsel, Sveriges Lantbruksuniversitet. (*Rapporter / SLU*, 1981:4)
- Dahlin, A. (2008). Produktivitet och kvalitet vid stickvägs- respektive beståndsgående förstagallring. Institutionen för skoglig resurshushållning, Sveriges Lantbruksuniversitet. (*Arbetsrapport / SLU*, 2008:216)
- Egnell, G. (2009). Skogsbränsle. Skogsskötselserien nr 17. Skogsstyrelsen.
- Hakkila, P. (?). Fuel From Early Thinnings. *International Journal of Forest Engineering*. 11-14
- Iwarsson Wide, M. (2009a). Jämförande studie av olika metoder för skogsbränsleuttag. Skogforsk. (*Arbetsrapport / Skogforsk*, 2009:680)
- Iwarsson Wide, M. (2009b). Klenträdsaggregat för skogsbränsle – en marknadsöversikt. Skogforsk. (*Resultat / Skogforsk*, 2009:3)
- Kärhä, K. (2006). Whole-tree harvesting in young stands in Finland. *Forestry Studies | Metsanduslikud Uurimused*, 45, 118–134. ISSN 1406-9954.
- Laitila, J. (2008). Harvesting technology and the cost of fuel chips from early thinnings. *Silva Fennica*. 42(2), 267–283.
- Pettersson, N., Fahlvik, N. & Karlsson, A. (2007). Røjning. Skogsskötselserien nr 6. Skogsstyrelsen.
- Rosander, K. (2006). Stråkrøjning och skogsbränsleuttag i unga granbestånd jämfört med konventionella metoder - Två fältstudier vid Asa försökspark. Avdelningen för Skogs- och Träteknik, Växjö Universitet.
- Sennblad, G. (2008). *Aptering och Virkeskännedom III*. Firma Småskog.
- Uutisalo, J. (2010). *Introduction to Forest Operations and Technology*. JVP Forest System Oy.

7.2 Internetdokument

Länk A:

Ebeaver (2012). *Ebeaver teknisk spec.* [Online] Tillgänglig: ebeaver.se/Pdf/info_a4_beaver.pdf [2012-08-03].

Länk B:

Ebeaver (2012). *Kesla 19 G.* [Online] Tillgänglig: ebeaver.se/Pdf/19g_kesla_eng_swe.pdf [2012-08-03].