

# GROT-skotning med rundvirkesskotare och GROT-skotare, en jämförande studie

*Residue logging with conventional forwarder and residue  
forwarder, a comparative study*

Daniel Frisch



Examensarbete • 30 hp

Rapport från Institutionen för skogens biomaterial och teknologi, 2018:11  
Umeå 2018



# GROT-skotning med rundvirkeskotare och GROT-skotare, en jämförande studie

*Residue logging with conventional forwarder and residue forwarder, a comparative study*

Daniel Frisch

**Handledare:** Tomas Nordfjell, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogens biomaterial och teknologi

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

**Omfattning:** 30 hp

**Nivå och fördjupning:** Avancerad nivå, A2E

**Kurstitel:** Master thesis in Forest Management at the Department of Forest Biomaterials and Technology

**Kursansvarig inst.:** Institutionen för skogens biomaterial och teknologi

**Kurskod:** EX0832

**Utgivningsort:** Umeå

**Utgivningsår:** 2018

**Omslagbild:** Daniel Frisch

**Serietitel:** Rapport från Institutionen för skogens biomaterial och teknologi

**Delnummer i serien:** 2018:11

**Elektronisk publicering:** <https://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** Grotskotning, ekonomi, produktivitet, klämbanksrede, vinst, kostnad, tidsåtgång, Ponsse

**Sveriges lantbruksuniversitet**

Fakulteten för skogsvetenskap

Institutionen för skogens biomaterial och teknologi



## Sammanfattning

Skotning av grot (avverkningsrester; grenar och toppar) är vedertaget inom skogsbruket sedan 1980-talet. Många olika system har genom åren använts för ändamålet, men det saknas en sammanställning av systemen. Dessutom har grotskotningen sedan 2012 minskat i Sverige tack vare alternativa bränslekällor som används i värmeverk. I Södra Sverige skotas det fortfarande en del grot med specialutrustade grotskotare. I områden i Västra Götaland är det dessutom vanligt att använda sig av konventionella rundvirkeskotare utrustade med grotgrip för grotskotning. Det är dock oklart hur dessa konventionella skotare står sig mot de specialutrustade grotskotare som nyttjas. Syftet med studien var således att göra en sammanställning av historiska och nutida system som används till grotskotning, samt att jämföra en grotskotare med en konventionell skotare med avseende på tidsåtgång, laststorlek, skotningshastighet samt kostnader för grotskotning.

Sammanställningen av system gjordes genom litteraturstudier och genom att prata med erfarna maskinförare och tillverkare av specialutrustning för grotskotning. Den jämförande studien genomfördes i fält som en tidsstudie där de två skotarna studerades på två objekt i Södra Skogsägarnas område i Skövde.

Resultatet visade att den konventionella skotaren hade en lägre produktivitet än grotskotaren. Grotskotaren uppvisade en medelproduktivitet på 32,3 och 32,2 råton/G0h jämfört med den konventionella skotaren som uppvisade medelproduktiviteter på 27,3 respektive 29,7 råton/G0h.

Den konventionella skotaren hade en lägre tidsåtgång per lass skotad grot, 1997 respektive 1785 cmin. Grotskotaren uppvisade tidsåtgångar per lass på 2319 och 2209 cmin. Detta ter sig logiskt då laststorleken var större för grotskotaren. Grotskotaren lastade 12,3 och 11,8 ton och den konventionella skotaren lastade 9,1 respektive 8,8 ton. Kostnadsmässigt uppvisade grotskotaren ett bättre ekonomiskt resultat än den konventionella skotaren. Vid normerade skotningsavstånd (280 respektive 220m) var kostnaden 26,4 och 25,5 kr/ton för grotskotaren och 29,8 respektive 29,1 kr/ton för den konventionella skotaren.

Resultatet visar att en skotare utrustad med grotrede har en högre produktivitet, lägre kostnad och högre vinstutdelning än en konventionell skotare som skotar grot. Den konventionella skotaren är dock att föredra på trakter med ett kort terrängtransportavstånd.

*Nyckelord:* Grotskotning, ekonomi, produktivitet, klämbanksrede, vinst, kostnad, tidsåtgång, Ponsse

## Abstract

Residue logging is common in forestry since the 1980s. Many different systems have been used, but a proper compilation of these is missing. Residue forwarding has decreased in Sweden since 2012, mostly caused by plants using alternative fuel sources. In southern Sweden there is however, still quite a lot of residue that is forwarded by specially equipped residue forwarders. In certain areas in Västra Götaland the use of conventional forwarders used for residue forwarding is common. It is however, not known if the use of conventional forwarders is better or at least equally good as using residue forwarders. The purpose of the study was to make a compilation of historical and present systems used for residue forwarding, and to make a comparative study of a residue forwarder and a conventional forwarder referencing to time consumption, load size, forwarding speed and costs.

The compilation of systems was made by literature studies and by talking to experienced drivers and manufacturers of special equipment for residue forwarding. The comparative study was done as a time study of two forwarders on two objects in Södra Skogsägarna area in Skövde.

The conventional forwarder showed a lower productivity than the residue forwarder on the studied objects. The residue forwarder had a productivity of 32,3 and 32,2 raw tonnes/G0h compared to the conventional forwarders productivity of 27,3 and 29,7 raw tonnes/G0h.

Time consumption for the conventional forwarder was lower per forwarded load compared to the residue forwarder, 1997 and 1785 cmin compared to 2319 and 2209 cmin. This is rather logical as the residue forwarder had a larger loading space. A full load for the residue forwarder was 12,3 and 11,8 tons, compared to 9,1 and 8,8 tons for the conventional forwarder.

The residue forwarder showed a lower cost per forwarded ton compared to the conventional forwarder. At a normed transport distance (280 and 220 m) the cost was 26,5 and 25,5 sek/ton for the residue forwarder whilst for the conventional forwarder the cost was 29,8 and 29,04 sek/ton.

*Keywords:* Residue forwarding, economy, cost, productivity, earnings, time expenditure, Ponsse, compacting loading space.

## Förord

Denna studie har utförts som ett examensarbete inom Jägmästarprogrammet vid SLU i Umeå på uppdrag av Södra Skogsägarna ek. för. Studien genomfördes i två delar, dels en kartläggning av historiska system för grotskotning och dels en tidsstudie för att jämföra grotskotare med konventionella rundvirkesskotare som används till grotskotning. Arbetet med studien har varit mycket intressant och lärorikt och mina förhoppningar är att resultatet skall kunna användas till att utveckla grotskotningen i Sverige.

Jag vill rikta ett stort tack till mina handledare Tomas Nordfjell på SLU samt Daniel Klasson på Södra Skogsägarna i Skövde som bistått med goda råd och kontinuerlig hjälp under hela arbetets gång. Jag vill även rikta ett stort tack till Henrik Von Hofsten på Skogforsk som genomförde analyser av fukthaltsproverna samt fungerat som bollplank under hela studien och kommit med många goda råd och knuffar i rätt riktning. Även Lars Eliasson på Skogforsk förtjänar ett tack för goda råd och en enastående förmåga att sitta på kunskap om var man skall leta litteratur. Förarna på Wobbes i Varberg och Eriks Skogsentreprenad förtjänar ett särskilt tack för att de tog sig tiden att ställa upp på studien och genomförde arbetet på ett föredömligt sätt. Slutligen vill jag rikta ett unisont tack till alla som har gjort denna studie möjlig.





# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>8</b>
1.1	Grotskotning idag	9
1.2	Grotskotningens utbredning	9
1.3	Motiv till studie och studiens syften	10
<b>2</b>	<b>Material och metoder</b>	<b>13</b>
2.1	Kartläggning av historiska samt idag tillgängliga system	13
2.2	Tidsstudie	13
2.3	Bestämning av grotmängd och fukthalt	20
2.4	Ekonomi	21
2.5	Statistiska analyser och beräkningar	22
<b>3</b>	<b>Resultat</b>	<b>23</b>
3.1	Kartläggning av reden för grotskotning	23
3.1.1	Historiska lösningar och vilka som finns kvar idag	23
3.1.2	Buntare	24
3.1.3	Komprimerande/breddade reden	25
3.1.4	Påbyggnadsreden	27
3.1.5	Skotarburna flishuggar	28
3.2	Tidsstudien	28
3.2.1	Generellt	28
3.2.2	Krancykler och arbetsmoment	29
3.2.3	Körsträcka, tidsåtgång och körhastighet	32
3.2.4	Produktivitet	35
3.2.5	Ekonomi	38
<b>4</b>	<b>Diskussion</b>	<b>40</b>
4.1	Material och metoder	40
4.2	Kartläggning av reden	41
4.3	Krancykler	42
4.4	Körsträcka, tidsåtgång och körhastighet	43
4.5	Gripbyte	44
4.6	Produktivitet	45
4.7	Ekonomi	45
4.8	Maskinutnyttjande	46
4.9	Vidare studiebehov	48

<b>5</b>	<b>Slutsatser</b>	<b>49</b>
	<b>Referenser.</b>	<b>50</b>
	Litteratur	50
	Elektroniska källor:	52
	Personlig kommunikation	53

# 1 Inledning

Skotning av grot (grenar & toppar) är något som förekommit inom skogsbruket sedan 1980-talet då möjligheten för värmeverk att elda avverkningsresterna uppstod genom uppgraderingar av pannorna (Brunberg & Eliasson, 2013). Vid studietillfället är grotskotning ett välkänt begrepp inom det moderna skogsbruket, dock inte tillämpat i alla delar av Sverige. Den främsta orsaken till detta är behovet av närhet till mottagande värmeverk. I södra Sverige är koncentrationen av värmeverk större än i norra Sverige. Således är grotskotningen mer utbredd i södra Sverige idag då grot är ett sortiment som ger relativt dåligt betalt vilket gör att det krävs kort transportväg för att det skall bli lönsamt. Om transportsträckorna blir alltför långa så blir kostnaden för transport av detta sortiment orimligt stor i förhållande till vilket värde groten inbringar vid försäljning till värmeverk (Klasson, pers. komm, 2017).

Under 1980-talet så skotades groten ut direkt då rundvirket var färdigskotat vilket ledde till att de skotare som skotade groten var samma skotare som skotade rundvirket (Wobbe, pers. komm, 2017). Groten skotades ut färsk och lades vid bilväg i väntan på flisning och transport till värmeverk. Idag är istället rekommendationen att groten skall ligga kvar antingen i välta på hygget eller vid bilväg och torka under minst en växtsäsong innan den flisas och avtransporteras (Jacobson, 2000). Utvecklingen började i slutet av 1980-talet gå framåt, först med "hemmabyggen" där entreprenörer tog fram egna lösningar och förbättringar till de reden som satt på skotarna. På så sätt gjorde man rundvirkesskotarna mer lämpade för att skota ut den skrymmande och bulkiga groten. Utrustningen fortsatte att utvecklas och reden som var specialbyggda för just grotskotning började dyka upp på marknaden och kunde eftermonteras på de flesta rundvirkesskotarna. Dock med följd att rundvirkesskotningen mer eller mindre gick förlorad om entreprenören inte ville tillbringa en till två dagar inne på verkstad för att byta tillbaka till rundvirkesredet (Wobbe, pers. komm, 2017).

## 1.1 Grotskotning idag

Idag sker grotskotningen till störst del med ett delat system, där en skotare sköter skotningen av rundvirket och en specialutrustad skotare sköter skotningen av groten (Eliasson & Von Hofsten, 2016). Den vanligaste specialutrustningen som grotskotaren är utrustad med är en grotgrip samt ett klämbanksrede (Eliasson, pers. komm., 2017), dock har en mängd olika reden för grotskotning testats i olika omfattning sedan 1980-talet. I dagsläget har utvecklingen av grotskotning stått relativt still sedan ett par år tillbaka både nationellt och internationellt (Ghaffariyan et. al., 2015), något som gäller både tekniska lösningar men kanske framförallt systemsammansättningar (vilka slags maskiner som arbetar med varandra).

Skotningen av grot är idag är ett vedertaget drivningsmoment (Brunberg & Eliasson, 2013) och har så varit sedan 1980-talet då intresset för att ta tillvara på detta sortiment väcktes. Vid grotskotningens början så skotades groten färsk till bilväg (Wobbe, pers. komm., 2017) och hade då ett lågt värmevärde (Ringman, 1995). Den specialutrustade skotaren är ofta utrustad med någon form av rede som möjliggör en bättre hantering samt större lastvolym av grot samt en grotgrip. Det finns ett antal olika typer av lösningar på reden som kan användas för grotskotning; komprimerande reden, påbyggnader av rundvirkesreden och buntare (Westerlund, 2016).

## 1.2 Grotskotningens utbredning

Grotskotningen har minskat drastiskt i vissa delar av Sverige sedan 2011 då behovet av grot som bränsle till värmeverk minskade på grund av uppdatering av förbränningsanläggningarna. Uppdateringarna möjliggjorde eldning med billigare material än just grot som t.ex. sopor och returträ (Anon, 2016d). Dock skotas det fortfarande mycket grot inom Götaland (Skogsstyrelsen, 2014). Detta kan i mångt och mycket härledas till närheten av värmeverk i denna del av Sverige vilket gör att groten prisvärt kan konkurrera med de annars billigare alternativen till eldningskällor. Bara inom Skövde VO finns det ett värmeverk inom 4 mil i alla väderstreck (Klasson, pers.komm. 2017), och den aktör som går i bränschen gällande grotskotningen är Södra Skogsägarna.

Södra skogsägarna är ett ägarkooperativ bestående av mer än 50 000 ägare tillika skogsägare och är i dagsläget den största av Sveriges fyra skogsägarföreningar (Anon, 2017f). Södra skogsägarna är indelat i tre olika regioner: Syd, Öst och Väst där respektive region är indelat i ett antal olika verksamhetsområden (VO:n). Region Syd är indelat i sex VO:n, Öst i sex VO:n och Väst i sju VO:n (Anon, 2017f).

Inom varje VO så finns ett antal tjänstemän placerade med ansvar för virkesinköp, produktion, skogsvård samt övergripande ansvar. Det är dessa personer som är Södras ansikte utåt mot skogsägarna.

Södra skogsägarna är indelat i tre olika affärsområden, Södra skog vilka ansvarar för virkesförsörjning till Södras tio industrier, Södra Cell som innefattar Södras massabruk belägna i Mörrum, Värö och Mönsterås samt Södra Wood som är innefattar Södras sågverk belägna på 6st olika platser i Sverige och ett sågverk i Lettland. Inom Södra skog ingår också Södra skogsenergi vilka ansvarar för de olika energisortiment som Södra hanterar. Södra är en stor leverantör av energisortiment till olika industrier och fjärrvärmeverk i södra Sverige (Anon, 2017f). De olika energisortimenten innefattar bark, torkad bark, sågspån, kutterspån, torrflis, bränsleved samt skogsflis. De olika energisortimenten kommer antingen direkt från skogsägarnas skog i form av grot vilket också kallas primärt skogsbränsle. Alternativt så kommer energisortimentet som biprodukter (sågverksflis, sågspån) från industrier som har förädlat rundvirke och kallas då sekundärt skogsbränsle. Skogsflis består av flis och avverkningsrester från gallringar och framför allt slutavverkningar vilket benämns grot (grenar och toppar).

Grot är det sortiment som till störst del påverkar föryngringsarbetet då det ingår en torkningsfas för den ofta mycket stora och skrymmande grotvältan innan den kan flisas och avtransporteras till industri (Egnell, 2009). Torkningen sker på eller i närheten av avverkningstrakten vilket gör att det blir liggande en längre period på hygget vilket i sin tur försvårar och/eller begränsar arbetet för markberedare och planter. (Klasson, pers. komm., 2017).

### 1.3 Motiv till studie och studiens syften

Specialreden av typen buntande och komprimerande/breddade reden medför en relativt stor investeringskostnad. För en skotare med komprimerande rede så går det enbart att skota grot då en till två dagar på verkstad krävs för att byta tillbaka till rundvirkesrede igen. Investeringskostnaden för ett ABAB-rede (komprimerande rede) är ca 330 000 kr exkl. moms (Bruks, pers. komm. 2017). Att tjäna igen den investeringen kräver en ganska stor mängd timmar för entreprenören. Om man då istället kan använda rundvirkesskotaren till att skota grot kan man undkomma den större investeringen i ett specialrede. Just användandet av en skotare som skotar både grot och rundvirke kan vara nästa steg i utvecklingen gällande systemval för grotskotning. Eliasson & Von Hofsten (2016) jämförde ett ”två-skotar-system” vilket innefattar en rundvirkesskotare och en grotskotare, mot ett ”en-skotar-system”

vilket innehöll endast en skotare för vilken utförde både rundvirkesskotning och grotskotning. Jämförelsen gjordes mellan en rundvirkesskotare utrustad med en Hultdins biokasset (figur 8) vilket är en påbyggnad som möjliggör en större lastvolym av grot jämfört med ett rundvirkesrede, och en skotare utrustad med komprimerande lastutrymme (ett ”traditionellt grotrede”). Studien visar att Hultdins biokasset har fördelen att den går att montera av och på en rundvirkesskotare i fält, vilket gör att en entreprenör som gjort den investeringen även kan använda sig av skotaren till rundvirkesskotning. Således tappar inte entreprenören ett användningsområde för skotaren. Studien visar också att ekonomiskt sett är ”en-skotar-systemet” att föredra vid grotuttag på små hyggen, samtidigt som ”två-skotar-systemet” är att föredra vid större hyggen. Den jämförelse som ännu inte har gjorts är den mellan en rundvirkesskotare som skotar grot och en skotare utrustad med grotrede. Då många avverkningsobjekt i framförallt södra Sverige, är ganska små kan en problematik med att skotaren kör ikapp skördaren uppstå. Att då låta skotaren skota grot kan underlätta sysselsättningen för maskinen och förhindra att skotaren tvingas stå stilla och entreprenören förlorar pengar p.g.a. stillestånd.

Det finns andra aspekter som potentiellt kan motivera att rundvirkesskotaren skall skota grot. Föraren känner sedan tidigare till trakten och vet var grothögarna ligger, var det är lämpligt att köra och var man inte skall köra med maskinen. Den kanske största anledningen att använda sig av en skotare som skotar både grot och rundvirke är att man tar bort en flyttkostnad som annars tillkommer om en specialutrustad skotare måste flyttas till trakten för att skota groten. Ett steg i utvecklingen för grotskotning är alltså att undersöka hur skotning av grot med en rundvirkesskotare står sig mot skotning med en specialutrustad skotare.

Värt att belysa är också den problematik som kan uppstå vid skotning av grotanpassade avverkningar. Grot är ett bulkigt och skrymmande sortiment vilket gör att det tar mycket plats då det lagras i väntan på flisning och avtransport och det utrymme som behövs för lagring av groten är oftast upptagna av rundvirke i första skedet. Avläggningen i framförallt södra Sverige är sällan så pass stora att de rymmer både rundvirke och grot samtidigt (Klasson, pers.komm. 2017). Detta kan lösas genom att groten skotas och läggs i vält på hygget, täcks och sedan får ligga för att torka innan det skotas och flisas istället för att direkt läggas intill bilväg. Dock blir då som tidigare nämnts, föryngringsarbetet påverkat av detta tillvägagångssätt samt att en extra flyttkostnad tillkommer.

På Södra Skogsägarnas verksamhetsområde i Skövde är grot-anpassning av avverkningstrakter mer regel än undantag. Ungefär 90 % av trakternas som slutavverkas grot-anpassas och görs redo för att groten skall skotas till bilväg för flisning (Klasson, pers.komm. 2017). Alltså är behovet av maskiner som skotar grot stort på Skövde VO, vilket har lett till att rundvirkesskotare där rundvirkesgripen byts ut till en grotgrip, får gå in och skota grot. Detta görs inte enbart för att de ska hinna med att få undan groten innan markberedaren kommer, utan också för att på så sätt höja sysselsättningen på maskinerna och undvika stillestånd. Frågan som då uppkommer är om detta är försvarbart ekonomiskt och produktivitetmässigt eller är det bättre att kontraktera ytterligare entreprenörer med grotredesutrustade skotare och låta rundvirkesskotarna skota enbart rundvirke.

Studiens syfte var att:

- 1) Kartlägg historiska samt idag tillgängliga maskiner och system för grotskotning
- 2) Undersöka tidsåtgång, laststorlek och skotningshastighet vid grotskotning med skotare utrustad med i) fabriksstillverkat komprimerande grotrede samt grotgrip (grotskotare), samt skotare utrustad med ii) konventionellt rundvirkesrede samt grotgrip (konventionell skotare).
- 3) Beräkna skotningskostnaden för de båda alternativen vid olika skotningsavstånd. Ett delsyfte var även att undersöka tidsåtgången för ett byte mellan grotgrip och rundvirkesgrip på den konventionella skotaren.

## 2 Material och metoder

### 2.1 Kartläggning av historiska samt idag tillgängliga system

För att kartlägga de system som har använts historiskt för grotskotning så har litteraturstudier genomförts. Även intervjuer med personer med lång erfarenhet av grotthantering har genomförts. För de idag tillgängliga systemen så har kartläggningen gjorts på samma sätt som för de historiska systemen samt via tillverkarnas hemsidor.

### 2.2 Tidsstudie

Tidsstudien genomfördes på två objekt inom Södra skogsägarna Skövde:s verksamhetsområde. Avverkningen gjordes grotanpassad vilket innebär att istället för att lägga grotten i de tänkta körspåren för skördare och skotare som skydd mot körskador, så läggs grotten vid sidan av rundvirkeshögarna. På detta sätt så undviker man att föroreningar i form av sten och grus hamnar i grotten. Gran var det huvudsakliga trädslaget (tabell 1.) och koncentrationen av grot var jämnt fördelad över de båda studerade objekten. Det fanns få faktorer som försvårade skotningen. De försvårande faktorer som fanns var stenvägar samt ledningar på objekt två, dock påverkade detta både grotskotaren och den konventionella skotaren i lika stor utsträckning så ingen skillnad gjordes där. Skotningsavståndet skiljde sig något för de två objekten, bedömningen gjordes genom att ta fyra stycken avstånd på de två objekten genom Södras traktplaneringssystem. Dock påverkas inte resultatet av de olika skotningsavstånden. Objekten representerade de trakter som vanligtvis skotas i Skövde VO och återspeglade på ett bra sätt verkligheten för personal och entreprenörer på Skövde VO. De två objekten delades innan tidsstudien startades (figur 1 och 2). Delningen skedde så att de båda skotarna skulle ha lika stora andelar att skota så långt detta var möjligt. Delningen gjordes initialt inne på kontoret. Därefter kontrollerades och märktes delningen ut i fält genom att en snitsel sattes upp för att utgöra



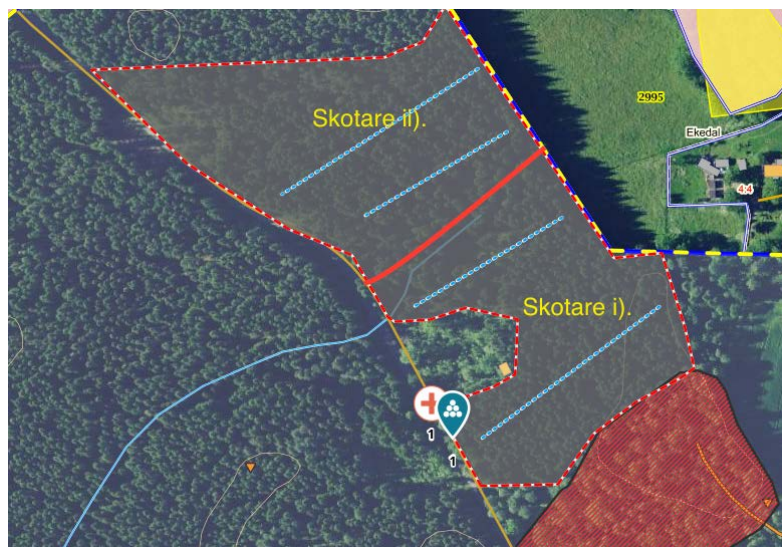
delningen. Då delningen var gjord så lottades vilken skotare som skulle skota vilken del av respektive objekt.

**Tabell 1.** Objektsbeskrivning av studerade objekt

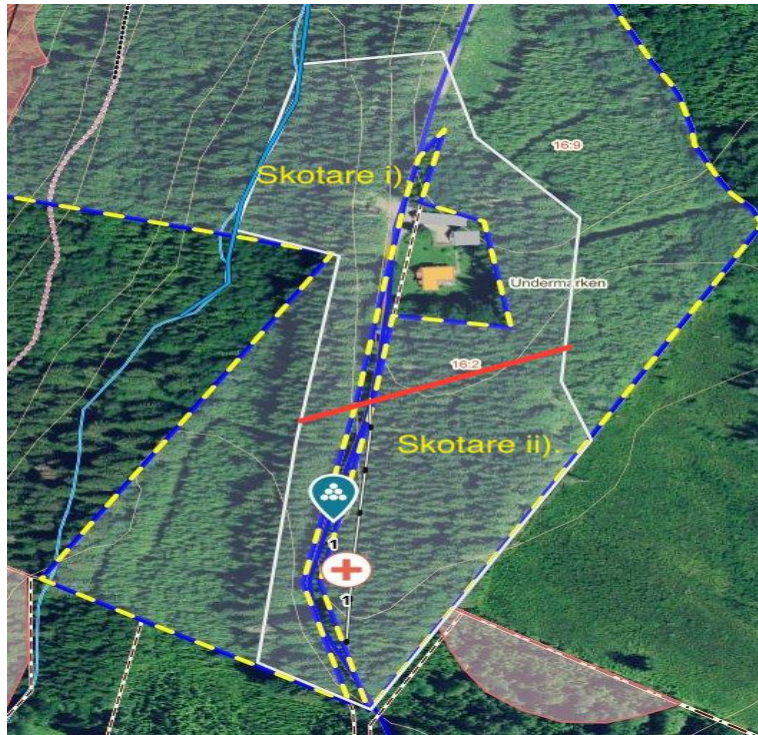
*Table 1. Objectdescription och the studied objects*

	<b>Objekt 1</b>	<b>Objekt 2</b>
Areal(ha)	4,4	4,4
Trädslagsblandning (Tall/Gran/Löv, %)	0/97/3	0/100/0
Skattad uttagsvolym (m <sup>3</sup> fub)	1500	2000
Skattad uttagsvolym (m <sup>3</sup> fub/ha)	340,9	454,5
Skattad uttagsvolym grot (m <sup>3</sup> s/ha)*	170,5	227,3
Skotningsavstånd (m)	70-380	100-450

\*Beräknat m.h.a. erfarenhetstal 0,5m<sup>3</sup>s grot per m<sup>3</sup>fub rundvirke (skogskunskap.se, 2016)



**Figur 1.** Objekt 1, uppdelning av trakt. Skotare i).= Grotskotare, Skotare ii).= Konventionell skotare  
*Figure 1. Object 1, partition of object. Skotare i).= Residue forwarder, Skotare ii).=Conventional forwarder.*



**Figur 2.** Objekt 2, uppdelning av trakt. Skotare i).= Konventionell skotare, Skotare ii).= Grotskotare  
**Figure 2.** Object 2, partition of object. Skotare i).= Conventional forwarder, Skotare ii).= Residue forwarder.

Under tidsstudien skotades åtta lass per skotare och trakt. Skotarna kördes först utan last mot de borte delarna av trakten för att sedan arbeta sig tillbaka mot avlägget. Vid avlägget så lades högarna skilda från varandra med två skotarlass i varje hög. Detta gjordes för att på ett enkelt sätt kunna fastställa vikt och volym på den skotade groten vid ett senare skede, samt för att säkerställa att varje skotad hög skulle få plats i en lastbil. Tillvägagångssättet gav totalt fyra stycken högar per skotare och trakt och en total på 16 högar.

Tidsstudier genomfördes som kontinuerliga tidsstudier av skotarna med hjälp av en tidsstudiedator av modell Allegro MX med installerad programvara SDI (Skogforsk DataInsamling). Programvaran mäter tiden kontinuerligt under studieförfarandet i centiminuter. Momenten i studien lades på förhand in i en COD-fil som i sin tur kopplade momenten till olika knappar på handdatorn. Varje knapptryck gav då ett visst moments tid samtidigt som tiden fortsatte att gå och ingen paus således behövdes för registrering av tiden för respektive moment. Även tiden det tog för skotarna att köra en viss sträcka registrerades genom att använda sig av skotarens sträckmätare som kalibrerades mot ett GPS-halsband av märke B-bark vilket använder sig

av GSM-, GPS- och GLONASS-systemen för positionering (Anon,2017k). De sträckor som kontrollerades var körning tom, körning under lastning och körning fullastad.

Båda skotarna studerades på bägge trakterna. De två trakterna delades upp innan påbörjad skotning för att få så lika förutsättningar som möjligt för de två maskinerna, med avseende på grotmängd, ytstruktur och lutning.

De studerade skotarnas tekniska egenskaper skiljer sig åt i och med att de är olika utrustade (tabell 2).

**Tabell 2.** Studerade skotare  
*Table 2. Studied forwarders*

	<b>Grotskotare</b>	<b>Konventionell Skotare</b>
Märke & modell	Ponsse Buffalo	Ponsse Elk
Redesmodell	Nyströms komprimerande rede av Bresontyp (figur 3.)	Ponsse Buffalo rede, modifierat (figur 4.)
Basmaskinens vikt (ton)	19,8	18,8
Skotarens vikt med rede (ton)	22,8	18,8
Krantyp	K90+, 10m	K90+, 10m
Griptyp	Ponsse grotgrip	HSP Duo grip med utbytbara klospetsar (kan bytas till spetsar med tvärgående stag för rundvirkesskotning).
Griparea (m <sup>2</sup> )	0,35	0,35
Nettolastkapacitet (ton)	11	14

Grotskotaren (figur 3) var dessutom utrustad med band, något som den konventionella skotaren (figur 4) inte var.





**Figur 3.** Grotskotare.  
*Figure 3. Residue forwarder*

Foto: Daniel Frisch



**Figur 4.** Konventionell skotare  
*Figure 4. Conventional forwarder*

Foto: Daniel Frisch

Tidsstudien genomfördes under totalt fyra dagar där grotskotaren studerades under 25–26 oktober och den konventionella skotaren 27 och 30 oktober år 2017. Vädret under studien var delvis klart och soligt, delvis regnigt dock inget som störde själva arbetet. Under studien så förkom inga större avbrott eller haverier på maskinerna.

En tidsstudie av byte från grotgrip till rundvirkesgrip genomfördes också på den konventionella skotaren med samma tidsstudiedator som vid studie av grotskotning. Vid gripbytet så lyftes kranen från redet och placerades sedan med gripen hängande i lämplig arbetshöjd från marken. Därefter genomfördes det manuella arbetet vid gripbytet och då detta var klart så genomfördes en funktionskontroll av gripen och den placerades sedan tillbaka i redet varpå arbetet avslutades. Tre gripbyten studerades på detta sätt.

De två skotarnas arbetstid hade på förhand delats in i olika arbetsmoment. Momentindelningen (tabell 3) för grotskotningen gjordes med inspiration från tidigare gjorda tidsstudier (Gustavsson, 2017, Westerlund, 2016).

**Tabell 3.** Indelning av arbetsmoment vid tidsstudien, inkluderat arbetsmoment, momentavgränsning och prioritet. Vid överlappning registreras det arbetsmoment med högst prioritet

*Table 3. Distribution of work elements in the timestudy, included work elements, delimitations and priority. In case of overlap the work element with highest priority will be registred*

<b>Arbetsmoment</b>	<b>Momentavgränsning</b>	<b>Prioritet</b>
Körning utan last	Startade då maskinens hjul börjar rulla vid avlägg- get, slutade då maskinen stannar vid första grothögen.	2
Kran ut lastning	Startade då kranen lyftes från maskinen och slutade då gripen har greppat grot som skall lastas	1
Kran in lastning	Startade då den fulla gripen lyfts från marken, slutade då groten ligger på plats i redet	1
Körning under lastning	Startade då hjulen började rulla mellan lastningen av grothögarna, slutade då maskinen stannar för att börja lasta.	2
Körning med last	Startade då hjulen börjar rulla vid fullastad maskin, slutade då maskinen stannar vid avlägg.	2
Tillrättaläggning av last	Startade då maskinen börjar lägga lasten till rätta, slutade då lasten var tillrättalagd vid avlastning	2
Kran ut avlastning	Startade då kranen lyfts från maskinen och slutade då maskinen släppt groten i vältan	1
Kran in avlastning	Startade då gripen släppt groten i vältan och slutade då en ny grotbunt greppats med gripen i redet	1
Körning vid avlastning	Startade då hjulen börjar rulla vid avlastning, slutade då maskinens hjul stod stilla.	2
Övrig verktid	Allt övrigt arbete som ej hör till skotningen av grot	3
Avbrott	Startade då maskinen stannade för annat än det som hör till arbetet. Exv. Telefonsamtal, fika, reparation etc.	3



Tidsstudien för byte av grip delades in i följande arbetsmoment (tabell 4).

**Tabell 4.** Indelning av arbetsmoment vid tidsstudien av byte från rundvirkesgrip till grotgrip. Inkluderat arbetsmoment, momentavgränsning och prioritet.

*Table 4. Work element distribution for time study of the grapplechange. Included work elements, delimitations and priority*

<b>Arbetsmoment</b>	<b>Momentavgränsning</b>	<b>Prioritet</b>
Kranarbete ut	Startade då maskinen lyfte kranen från redet för att placera gripen i position. Slutade då kranen stannar och gripen var i position för att monteras av	1
Förarförflyttning hytt - grip	Startade då föraren klev ur hytten, slutade då föraren var vid gripen	1
Manuellt arbete losskoppling	Startade då föraren påbörjade det manuella arbetet med att koppla loss gripens ytterspetsar från kranen, slutade då föraren var färdig med att manuellt koppla loss gripens ytterspetsar	1
Manuellt arbete tillkoppling	Startade då kranen var i position för att montera på de nya gripetspetsarna och föraren påbörjar det manuella arbetet med att sätta fast gripetspetsarna, slutade då rundvirkesspetsarna var fastsatta.	1
Förarförflyttning grip - hytt	Startade då föraren går från gripen, slutade då föraren sitter i hytten	1
Kranarbete in	Startade då rundvirkesspetsarna var fastsatta och kranen lyfts tillbaka mot redet. Slutade då kranen åter ligger still i redet.	1
Övrig verktid	Då arbetet innefattar sådant som ej är kopplat till själva bytet av grip	2
Avbrott	Vid avbrott i arbetet för t.ex. telefonsamtal.	2

## 2.3 Bestämning av grotmängd och fukthalt

Den skotade groten lades i fyra vältor per trakt och skotare, med två skotarlass i varje välta. Vältorna lades åtskilda från varandra för att säkerställa särhållning vid flisning. Groten flisades sedan med lastbilshugg samma dag som den skotades. En välta i taget upparbetades för att sedan transporteras in till industri för vägning samt

mätning av stjälpvolym (m<sup>3</sup>s). Transport och mätning skedde samma dag som flisningen. Totalt resulterade detta i 16 lastbilslass med två skotarlass i varje lastbil, alltså 16 separata vikter som registrerades och användes för att räkna ut skotad vikt per lass för respektive skotare. Även den inmätta volymen i m<sup>3</sup>s registrerades för att kunna jämföra vikt och volym. Resultatet av vägningen användes sedan till att räkna ut medelvikt per hög i enheten ton/hög samt ton/grip för respektive skotare. En normering av skotarnas transportavstånd gjordes också efter analys av insamlad tidsstudiedata. Detta gjordes genom att räkna fram hastigheten (m/s) vid medeltransportavståndet för respektive skotare och objekt. Då hastigheten räknats fram användes denna vid normerat avstånd, vilket sattes till medelvärdet av grotskotarens och den konventionella skotarens medeltransportavstånd vid objekt 1 respektive 2. Utifrån detta kunde tidsåtgången vid normerat avstånd erhållas och då även produktiviteten (råton/G0h) räknas ut.

Under studien samlades 96 fukthaltsprover in för att möjliggöra bestämning av fukthalten i groten. 6 stycken prover per välda samlades in, 3 stycken då halva vältan var flisad och resterande tre då hela vältan var flisad. Proverna lades i plastpåsar, märktes upp och transporterades till Skogforsks anläggning i Uppsala där de vägdes in, torkades och vägdes. Processen gjordes i enlighet med VMF och Södras standard för fukthaltsmätning av biobränsle (Anon, 2017b). Resultatet användes sedan för att räkna fram vikten i enheten ton torrsustans (tonTS) för den skotade och flisade groten.

## 2.4 Ekonomi

Beräkningarna för maskinkostnader är baserade på effektiv arbetstid, det vill säga G0-timme utan stillestånd/avbrott. Ersättningen för de respektive skotare uppgick till 870 kr/G0-timme för grotskotaren (Wobbe, pers. komm. 2017) och 800 kr/G0-timme för den konventionella skotaren (Klasson, pers. komm. 2017). I avtalet med Södra Skogsägarna fanns även en flyttkostnadsersättning på 2000kr/flytt vid avstånd längre än 45 km. Denna klausul fanns ej i avtalet för den konventionella skotaren.

I resultatberäkningarna är intäkterna baserade på den ersättning markägaren erhåller för den skotade groten. Vid studietillfället uppgick denna till 110 kr/m<sup>3</sup>s (Anon, 2017f)



För att omvandla den uttagna torrsubstansen till m<sup>3</sup>s användes vedens torr-rådensitet vilket beskriver mängden torrsubstans i förhållande till vedens råa volym (Ringman, 1995). Generella värden för torr-rådensitet är 385 kgTS/m<sup>3</sup>f för gran (Ringman, 1995) vilket är det trädslag som återfanns på de två ytorna och således det tal som användes. Mängden torrsubstans divideras sedan med torr-rådensiteten för att således få fram mängden m<sup>3</sup>f. För att sedan omföra mängden flis i m<sup>3</sup>f till m<sup>3</sup>s användes erfarenhetstalet 2,64 m<sup>3</sup>s/m<sup>3</sup>f (Anon, 2017h).

## 2.5 Statistiska analyser och beräkningar

Analyser av den insamlade datan från tidsstudien gjordes i programmet Minitab. Ett tvåvägs t-test användes för att se om det fanns någon signifikant skillnad mellan olika variabler för de två skotarna. I testet analyserades var trakt för sig, genom att analysera skillnader mellan de två skotarna för objekt 1 separat från analyserna för objekt 2. I testet användes ett konfidensintervall om 95 % ,vilket ger att vid ett p-värde <0,05 finns det en signifikant skillnad mellan de två skotarna för den testade variabeln.

Studiens beräkningar gjordes i Excel 2016. Beräkningen av produktiviteten för de två skotarna baserades på data från tidsstudien. Genom att använda medeltidsåtgången för ett lass samt vikten av den skotade groten räknades produktiviteten fram i enheten råton/G0tim. För att beräkna detta räknades antalet lass per G0-timme först fram, för att sedan multipliceras med medelvikten på ett lass för respektive skotare vilket i sin tur ger ton/G0-timme. För att räkna fram produktiviteten vid olika terrängtransportavstånd adderades tidsåtgången vid körning tom och körning full för den studerade sträckan till medeltidsåtgången per lass. Detta medför ändrat antal lass per G0-timme och således en ändrad produktivitet.

I begreppet terrängtransportavstånd är körning under lastning exkluderat och istället lades detta som en konstant för tidsåtgången. Detta motiverades av att det krävdes ungefär lika lång sträcka att lasta de två skotarna för varje lass.

## 3 Resultat

### 3.1 Kartläggning av reden för grotskotning

#### 3.1.1 Historiska lösningar och vilka som finns kvar idag

I början av 1980-talet, då groten började tillvaratas, användes vanliga rundvirkes-skotare (Wobbe, pers. komm, 2017) av exempelvis modell Bruunet (figur 5) som då enbart hade utrustning för rundvirkesskotning. Specialutrustning för grotskotning fanns inte att tillgå vid denna tid utan groten kördes med rundvirkesskotarna direkt då skotningen av rundvirket var avklarad. Någon marknad för grotillbehör till skotare fanns inte under 80- och 90-talet, utan den specialutrustning som användes var hemmabyggt i form av t.ex. förlängningar på stöttorna på skotarens rede (Wobbe, pers. komm, 2017). Utvecklingen av specialutrustning som skulle komma att säljas på marknaden började dock redan på 1970-talet i och med ”projekt helträdsutnyttjande” (Andersson et.al., 1978). Detta var en rapportserie som drevs av Skogsarbeten, Skogshögskolan samt skogsindustrierna i linje med att intresset för helträdsutnyttjande ökade (Andersson et.al., 1978). Nylinder (1977) beskriver i sin rapport en studie av två olika typer av maskinlösningar för skotning av grot. Den ena lösningen är en skotarburen trumhugg monterad på en skotare av modell SMV-21, som då flisade groten under själva skotningsarbetet. Den andra skotaren var av modell Volvo-BM SM 868 med ett rede som hade modifierats i form av förlängda bankar samt utrustad med en för den tiden specialgrip (Nylinder, 1977). Hansen och Nylinder (1977) beskriver i en annan del av projektserien ett antal olika tänkbara lösningar till redan såsom komprimerande rede, buntande redan, skotarburna flishuggar som antingen grovflisar eller flisar groten för vidaretransport till industri. Av dessa lösningar har sedan olika modeller och prototyper tagits fram och provats i olika studier. Nordén (1984) beskriver i sin rapport ett försök med en skotare utrustad med ett komprimerande rede. I studien så hade hydraulcylindrar monterats på bankarna

vilket möjliggjorde att lutningen kunde varieras mellan 20 grader utåt och 15 grader inåt. Andersson och Nordén (2000) beskriver en systemstudie av en Fiberpac 370 vilket är ett bunningsrede och Eliasson et al. (2013) gjorde en studie av Bruks 806 STC vilket är en skotarburen flishugg.

År 2007 såldes det första klämbanksredet från Breson AB i Tuna (Eriksson, pers.komm., 2017). Sen dess har 30 stycken sålts och enligt Mats Eriksson, ansvarig för utveckling och försäljning av grotredet på Breson, är samtliga fortfarande i bruk. Södra skogsägarna i Skövde använder sig i dagsläget av två stycken skotarburna flishuggar (Klasson, pers.komm. 2017).



**Figur 5.** Bruunetskotare med rundvirkesrede.

Foto: Anon.

*Figure 5. Bruunetforwarder with log-loadingspace*

### 3.1.2 Buntare

En typ av rede som testats för grotskotning är ett så kallat bunningsrede (figur 6). Bunningsredet är placerat på en konventionell rundvirkeskotare (Pettersson, 2006) och arbetar utefter en metod som kallas kontinuerlig buntning. Kontinuerlig buntning beskrivs av Pettersson (2006) som att groten läggs på ett matningsbord som matar in groten till komprimeringsutrymmet som sedan både kapar och binder om

buntarna i likhet med hur balar vid vallskörd görs. Metoden innebär att skotaren kan köra över avverkningstrakten samtidigt som den buntar groten. Detta system har haft relativt stort genomslag i Finland där flera av de stora värmeverken använder grotbuntar i sina anläggningar (Granö, 2007). Då groten är buntad så används antingen samma skotare som buntat groten till att skota ut densamma, eller en annan skotare utrustad med konventionellt rundvirkesrede. Skall den skotare som buntat groten skota buntarna så krävs det att buntningstillsatsen ställs av först och att skotaren med detta konverteras till en konventionell rundvirkesskotare. Det finns sådana lösningar där Pinox och WoodPack grotbuntare är exempel på buntningstillsatser som går att ställa av redet (Granö, 2007) för att skotaren skall kunna användas konventionellt.

**Figur 6.** Grotbuntare på John Deere 1490D.

*Figure 6. Residue bundles mounted on JD1490D*



Foto: skogstekniskaklustret.se

### 3.1.3 Komprimerande/breddade reden

Löfroth (1998) beskriver hur en entreprenör i samarbete med andra aktörer tog fram en prototyp på ett klämbanksrede. Entreprenören hade ersatt de vanliga bankarna med hydrauliskt manövrerade plåtsidor, och på så sätt skapat en tidig variant av komprimerande rede.



Ett rede av märket Breson (figur 7) är en kommersiell modell av breddade redan. Redet har enligt Breson (Anon, 2017e) en maxbredd på 5,8\_m då sidorna är fullt utfällda och en minimibredd på 3,1\_m då sidorna är uppfällda.



**Figur 7.** Breson-rede för grotskotning monterat på skotare.  
*Figure 7.* Breson-loading space for residue forwarding.

Foto: Breson.se

Reden av denna typ breddar lastutrymmet på maskinen för att på så sätt göra hanteringen av den skrymmande och bulkiga groten lättare och fördelen är att lastvolymen ökar markant. Det negativa med denna typ av redan är att totalvikten på maskinen ökar med ca 3 ton beroende på vilket rede som monteras på (Anon, 2017e). Dock är totalvikten ett relativt litet problem då grot är mycket skrymmande och man sällan eller aldrig lyckas lasta en maskin så pass tungt att framkomligheten blir lidande. Lastvolymen ökar istället från ca 10–13 m<sup>3</sup>s (Persson, pers. kom. 2017) till ca 25 – 30 m<sup>3</sup>s (Anon, 2017e) vilket i sin tur ökar produktiviteten markant. En nackdel med denna typ av breddat rede är att då sidorna är utfällda kan det bli problem med att få plats i befintliga basvägar som går igenom bestånd som ej slutavverkats. Oftast hugger man upp en basväg som är tillräckligt bred för att rundvirkesskotaren som har en bredd på ca 3 m (Anon, 2017e) skall ta sig igenom med sin last. Med ett breddat rede blir grotskotaren 5,8 m bred (Anon, 2017e). Detta gör den nästan 3 m bredare än rundvirkesskotaren vilket gör att det kan bli problematiskt att ta sig ut från den skotade trakten med lastutrymmet fullt utnyttjat.

### 3.1.4 Påbyggnadsreden

Denna typ av reden kommer i en mängd olika varianter. Majoriteten av dem är hemmabyggen där entreprenören har gjort en egen lösning för att öka lastvolymen vid grotskotning. Dessa lösningar kan se ut lite hur som helst, allt från att enbart påsvetsade höjningar på bankarna till egenbyggda kompletta grotreden med längsgående stag, höjda bankar och täckande golv (Persson, pers. kom. 2017). Det finns också kommersiella påbyggnadsreden, som exempelvis Hultdins Biokassett (figur 8). Hultdins biokassett består av två sidoväggar, som med hjälp av skotarens kran lyfts på bankarna till rundvirkesredet, samt ett golv som läggs i botten av redet. Hela monteringen av kassetten tar ca 1 timme och går att göra nära maskinen står ute i skogen (Skogforsk, 2016). Dock krävs det att skotaren är utrustad med ett så kallat ALS-rede (Active Loading Space). ALS redet är utformat så att bankarna är ställbara i bredd och höjd. Enligt Hultdins (2011) ökar lastvolymen från 28 m<sup>3</sup> grot till 75 m<sup>3</sup> grot med biokassetten och en skotare som då har en lastkapacitet på 15 ton grot kan faktiskt lasta 15 ton grot.



**Figur 8.** Hultdins biokassett monterad på John Deere 1710D

*Figure 8. Hultdins biocartridge mounted on JD1710D*

Foto: Daniel Frisch

### 3.1.5 Skotarburen flishuggar

En skotarburen flishugg (figur 9) är en typ av rede som kontinuerligt uppabetar groten vid skotningsarbetet. Redet är utformat så att det sitter en fast flishugg av trumtyp samt en container/balja som flisen hamnar i vid uppabetning (Eliasson et.al., 2013). Skotaren med uppgift att skota och flisa grot går i rundvirkesskotarens spår, skotar groten och flisar densamma ned i baljan som har en kapacitet på ca 20 m<sup>3</sup>s (Eliasson et.al., 2013). Då baljan på redet är full åker skotaren till avläggsplats och tippar antingen flisen i väntande lastbilscontainer alternativt på en viraduk för senare lastning och avtransport.



**Figur 9.** Skotarburen lastbilshugg av modell Bruks 806.

*Figure 9. Forwarder-mounted truck chipper, model Bruks 806*

Foto:bruksmobile.com

## 3.2 Tidsstudien

### 3.2.1 Generellt

De två skotarna studerades under totalt 11,07 timmar varvid grotskotaren studerades under 6,04 timmar och den konventionella skotaren under 5,03 timmar. Ingen avbrottsid registrerades. Den skotade mängden under studien uppgick till 335,62 ton rå vikt, fördelat på 192,47 ton för grotskotaren och 143,15 ton för den konventionella skotaren. Den torra mängden uppgick till totalt 166,87 ton torr-substans (TS), fördelat på 96,46 tonTS för grotskotaren och 70,41 tonTS för den konventionella skotaren.

### 3.2.2 Krancykler och arbetsmoment

Antalet krancykler samt tidsåtgång för de två skotarna varierade dels mellan skotare men också mellan lass och trakter. Antalet krancykler skiljde sig signifikant mellan de två skotarna både för objekt 1 och objekt 2 ( $p < 0,05$ , tabell 5 och 6). Grotskotaren hade i medeltal 38-47% fler krancykler vid lastning och 26-32% fler krancykler vid lossning än den konventionella skotaren. En signifikant skillnad ( $p < 0,05$ ) i tid per krancykel för lastning går också att se där grotskotaren i medeltal hade 25-42 % kortare tid per krancykel (tabell 5 och 6). En signifikant skillnad uppvisas även i total tidsåtgång per lass för de två skotarna ( $p < 0,05$ , tabell 5 och 6). I medeltal var den konventionella skotaren 14-19% snabbare än grotskotaren, vilket ter sig logiskt då den konventionella skotaren kräver färre krancykler per lass pga. mindre lass (tabell 5, 6 och 10). Det fanns däremot ingen signifikant skillnad ( $p = 0,38$  och  $p = 0,12$ ) mellan tid per krancykel vid avlastning. Det arbetsmoment som utgjorde störst del av totaltiden oavsett skotare och objekt är ”kran ut”, där momenten står för 23 respektive 24 % (objekt 1 och 2) för grotskotaren respektive 24 och 26 % (objekt 1 och 2) för den konventionella skotaren.



**Tabell 5.** Tidsåtgång per arbetsmoment (cmin) och lass för grotskotaren och konventionell skotare på objekt 1, antal krancykler för lastning och lossning per lass samt p-värde för skillnader i medelvärde mellan de två skotarna.

**Table 5.** Time consumption (cmin) and loads for residueforwarder including number of crancycles

<b>Grotskotare, objekt 1</b>															
Lass nr	Körning tom	Kran ut	Kran in	Körning under lastning	Körning full	Kranut avlastning	Kran in avlastning	Tillrättaläggning	Körning under avlastning	Övrig verk tid	Total tid per lass	Antal krancykler lastning (st)	Antal krancykler lossning (st)	Tidsåtgång per krancykel lastning (cmin)	Tidsåtgång per krancykel avlastning (cmin)
1	270	670	407	74	214	218	130	69	47	0	2099	40	18	41	26
2	151	865	474	79	129	261	180	53	29	0	2221	53	23	32	23
3	204	751	412	116	205	285	211	40	70	0	2294	42	26	40	23
4	78	796	475	123	235	247	156	165	87	0	2362	50	22	34	30
5	82	810	489	241	87	285	211	115	75	0	2395	57	25	30	27
6	138	571	394	202	226	251	147	54	18	0	2001	40	18	38	26
7	157	841	544	246	120	244	146	152	20	0	2470	60	19	32	30
8	317	817	491	227	229	337	178	86	26	0	2708	49	24	43	26
Medel	179	765	461	164	181	266	170	92	47	0	2319	49	22	36	26
StdAv	118	99	52	73	59	36	30	47	27	0	182	8	3	5	3
<b>Konventionell skotare, objekt 1</b>															
1	293	456	355	94	334	229	203	0	0	67	2032	24	16	67	27
2	235	374	335	161	313	217	159	0	0	20	1816	31	15	46	25
3	157	496	367	192	172	221	204	25	0	0	1812	24	16	58	28
4	205	499	307	274	250	175	172	67	0	0	1886	24	15	64	28
5	342	551	407	183	369	194	164	39	0	0	2215	25	15	74	26
6	329	453	334	222	211	193	157	16	0	0	1905	26	11	60	33
7	415	477	412	238	282	215	182	0	0	77	2305	27	15	70	26
8	181	507	411	209	120	193	223	0	0	153	2005	27	16	59	26
Medel	270	477	366	197	256	205	183	18	0	40	1997	26	15	62	28
StdAv	90	52	40	54	85	19	24	25	0	56	182	2	2	9	3
p-värde	0,11	<0,001	<0,001	0,32	0,05	<0,001	0,36	<0,001	-	-	0,01	<0,001	<0,001	<0,001	0,38

**Tabell 6.** Tidsåtgång per arbetsmoment (cmin) och lass för grotskotaren och den konventionella skotaren på objekt 2, antal krancykler för lastning och lossning per lass samt p-värde för skillnader i medelvärde mellan de två skotarna.

**Table 6.** Time consumption (cmin) and loads for conventional forwarder including number of crancycles

<b>Grotskotare, objekt 2</b>															
Lass nr	Körning tom	Kran ut	Kran in	Körning under lastning	Körning full	Kranut avlastning	Kran in avlastning	Tillrät-taläggnig	Körning under avlastning	Övrig verk tid	Total tid per lass	Antal kran-cykler lastning (st)	Antal kran-cykler lossning (st)	Tidsåtgång per krancykel lastning (cmin)	Tidsåtgång per krancykel avlastning (cmin)
1	95	682	493	272	241	184	293	49	36	0	2345	47	25	38	22
2	174	627	423	158	210	164	318	0	45	0	2119	44	14	36	38
3	139	484	350	177	160	144	257	0	0	0	1711	36	21	36	19
4	335	701	441	181	359	176	250	24	0	0	2467	44	24	46	19
5	171	628	408	140	220	205	287	0	79	13	2151	40	26	40	22
6	86	631	425	180	152	215	265	41	0	90	2085	38	23	41	23
7	54	533	429	205	168	143	260	15	44	71	1922	40	20	37	23
8	381	510	456	242	409	181	280	108	49	155	2871	47	27	46	23
Medel	179	612	428	194	240	177	276	30	32	41	2209	42	23	40	24
StdAv	118	72	41	44	95	26	23	37	29	58	355	4	4	4	6
<b>Konventionell skotare, objekt 2</b>															
Lass nr	Körning tom	Kran ut	Kran in	Körning under lastning	Körning full	Kran ut avlastning	Kran in avlastning	Tillrät-taläggnig	Körning under avlastning	Övrig verkstid	Total tid per lass	Antal kran-cykler lastning(st)	Antal kran-cykler lossning (st)	Tidsåtgång per krancykel lastning (cmin)	Tidsåtgång per krancykel avlastning (cmin)
1	171	472	355	164	176	266	223	39	0	0	1828	25	19	54	28
2	235	374	335	161	313	217	159	0	0	20	1816	22	15	65	25
3	157	496	367	192	172	221	204	25	0	0	1812	26	16	53	28
4	107	463	327	101	65	182	189	16	0	40	1478	25	15	44	26
5	51	436	402	59	132	276	240	0	0	37	1638	25	18	45	29
6	182	435	336	138	149	247	203	31	0	13	1709	26	17	48	28
7	634	503	350	206	170	216	181	47	0	0	2267	28	16	67	28
8	161	521	345	139	80	212	219	11	0	43	1728	28	17	46	26
Medel	212	463	352	145	157	230	202	21	0	19	1785	26	17	53	27
StdAv	179	47	24	48	76	31	26	17	-	19	227	2	1	9	1
p-värde	0,67	<0,001	<0,001	0,04	0,07	<0,001	<0,001	0,56	-	0,33	0,01	<0,001	<0,001	<0,001	0,12

### 3.2.3 Körsträcka, tidsåtgång och körhastighet

De olika skotarnas körsträckor samt tidsåtgång vid körning tom, körning under lastning, körning fullastad och total körning skiljde sig åt under studien. Grotskotaren hade högre körhastighet än den konventionella skotaren under de tre studerade momenten samt vid total körning (tabell 7 och 8). Skillnaden i hastighet mellan de två skotarna var signifikant undantaget körning med last på objekt 2 ( $p=0,16$ ).

Vid körning under lastning fanns en signifikant skillnad mellan körsträckorna för skotarna. Körsträckan under lastning var mellan 8-67 % längre för grotskotaren än för den konventionella skotaren (tabell 7 och 8). Den längre körsträckan ter sig logisk då grotskotaren i medeltal har ett större lass (tabell 10) att fylla och körsträckan under lastning blir således längre.

**Tabell 7.** Körsträckor, tidsåtgång och körhastighet för de två skotarna på objekt 1 för samtliga skotade lass, samt p-värden för skillnader i medelvärde mellan de två skotarna.

*Table 7. Driving time, time consumption and speed for the two forwarders on object 1 for all forwarded loads.*

Skotare	Lass	Körning tom		Körning under lastning		Körning fullastad		Total körning	
		Sträcka (m)	Hastighet (km/tim)	Sträcka (m)	Hastighet (km/tim)	Sträcka (m)	Hastighet (km/tim)	Sträcka (m)	Hastighet (km/tim)
Grot	1	159	3,44	37	3,00	124	3,48	320	3,40
	2	120	4,77	62	4,71	61	2,52	243	3,89
	3	138	4,06	58	3,00	96	2,81	292	3,34
	4	52	4,00	80	3,90	110	2,81	242	3,33
	5	42	3,07	147	3,65	30	2,07	219	3,20
	6	150	3,33	89	2,64	86	2,28	325	2,79
	7	109	4,16	122	2,98	50	2,50	281	3,22
	8	187	3,53	105	2,78	113	2,96	405	3,14
	Medel	120	3,8	87,5	3,33	84	2,68	291	3,29
	StdAv	50,8	0,57	36,2	0,70	33,5	0,44	59,7	0,31
Konventionell	1	145	2,97	34	2,97	108	1,94	287	2,39
	2	116	3,11	83	3,10	47	1,67	246	2,66
	3	145	2,96	40	1,25	112	2,26	297	2,28
	4	104	3,04	67	1,47	79	1,90	250	2,06
	5	175	3,07	55	1,80	129	2,10	359	2,41
	6	150	2,75	56	1,51	79	2,25	285	2,24
	7	206	2,98	61	1,54	88	1,87	355	2,28
	8	73	2,42	54	1,55	20	1,00	147	1,73
	Medel	139	2,91	56,3	1,90	83	1,87	278	2,26
	StdAv	41,6	0,24	15,2	0,72	33,5	0,41	67,6	0,27
P-	0,41	<0,001	0,05	<0,001	0,96	<0,001	0,67	<0,001	

**Tabell 8.** Körsträckor, tidsåtgång samt körhastighet för de två skotarna på objekt 2 för samtliga skotade lass samt p-värde för skillnader i medelvärde mellan de två skotarna

**Table 8.** Driving time, time consumption and speed for the two forwarders on object 2 for all forwarded loads.

<b>Grotskotare objekt 2.</b>									
<b>Skotare</b>	<b>Lass</b>	<b>Körning tom</b>		<b>Körning under lastning</b>		<b>Körning fullastad</b>		<b>Total körning</b>	
		Sträcka (m)	Hastighet (km/h)	Sträcka (m)	Hastighet (km/h)	Sträcka (m)	Hastighet (km/h)	Sträcka (m)	Hastighet (km/h)
Grotskotare	1	42	2,65	113	2,50	104	2,59	259	2,56
	2	108	3,72	63	2,39	70	2,90	241	3,03
	3	77	3,32	74	2,51	34	1,00	185	2,13
	4	199	3,56	89	2,95	169	2,82	457	3,13
	5	80	2,81	57	2,44	27	0,74	164	1,85
	6	46	3,21	76	2,53	17	0,67	139	2,00
	7	23	2,56	97	2,84	40	1,43	160	2,25
	8	220	3,46	118	2,93	162	2,38	500	2,91
	Medel	99,4	3,16	85,9	2,64	77,9	1,82	263	2,48
StdAv	73,1	0,44	22,4	0,23	60,7	0,96	139	0,50	
Konventionell	1	84	2,95	46	1,68	51	1,74	181	2,13
	2	95	2,43	33	1,23	85	1,63	213	1,80
	3	67	2,56	39	1,22	45	1,59	151	1,75
	4	47	2,64	31	1,84	18	1,66	96	2,11
	5	21	2,47	19	1,93	32	1,45	72	1,79
	6	67	2,21	46	2,00	27	1,09	140	1,79
	7	288	2,73	61	1,78	52	1,84	401	2,38
	8	83	3,09	41	1,77	29	2,18	153	2,42
	Medel	94	2,64	39,5	1,68	42,4	1,65	179	2,02
StdAv	81,8	0,29	12,4	0,30	21,3	0,31	101	0,28	
P-värde	0,89	0,02	0,00	<0,001	0,16	0,16	0,17	0,04	

I tabellen (9) visas medelkörsträckorna och medelkörhastigheterna för de två skotarna vid en sammanslagning av objekten (medel av medelvärdet). En signifikant skillnad går ej att finna för terrängtransportavståndet ( $p=0,17$ ) men däremot finns en signifikant skillnad i körhastighet ( $p<0,05$ )

**Tabell 9.** Medelkörsträcka och hastighet för grotskotare och konventionell skotare, sammanslaget objekt 1 och 2 samt p-värde för skillnader i medelvärde mellan de två skotarna.

*Table 9. Average transport distance and speed for both forwarders, combined both objects.*

	Grotskotare	Konventionell skotare
Medelkörsträcka(m)	277	226
StdAv	105	99
p-värde		0,171
Medelhastighet(km/h)	2,89	2,13
StdAv	0,56	0,29
p-värde		<0,001

Arbetet med att omvandla rundvirkesgripen till grotgrip tog i genomsnitt 1651 cmin att genomföra. Det arbetsmoment som var mest tidskrävande var det manuella tillkopplingsarbetet av gripspetsarna med en medeltidsåtgång på 892 cmin.

**Tabell 10.** Tidsåtgång (cmin) för byte av rundvirkesgrip till grotgrip för den konventionella skotaren.

*Table 10. Duration of transformationwork from roundwoodgrapple to residuegrapple*

Observation nr.	Kranarbete ut	Förarförflyttning hytt - grip	Manuell frånkoppling	Manuell tillkoppling	Förarförflyttning grip - hytt	Kranarbete in	Övrig- verkstid	Avbrott	Total tid
1	20	43	588	904	67	22	41	0	1685
2	21	50	520	875	72	19	39	0	1596
3	19	48	576	892	70	23	45	0	1673
Medel	20	47	561	890	69	21	41	0	1651
StdAv	1	3,6	36,3	14,6	2,5	2,1	3,1	0	48,3
v									

### 3.2.4 Produktivitet

Skotaren lade två lass per välta vid avlägget och mängden grot som respektive välta innehöll varierade signifikant mellan de två skotarna och objekten. Grotskotaren hade 25-26 % (tabell 11) större vältor i medeltal, än den konventionella skotaren. Detta gav en signifikant skillnad mot den konventionella skotaren ( $p < 0,05$ , tabell 11) som hade medelvärden som uppgick till 18,2 respektive 17,6 råton gentemot grotskotarens medelvärden på 24,6 och 23,5 råton. Den totala arbetstiden per välta, vilken gavs av att slå ihop tiderna för två lass välta innehöll, uppvisade också signifikant skillnad ( $p < 0,05$ , tabell 11) mellan de två skotarna. Grotskotaren hade i medeltal 14-19 % större totaltid per välta jämfört med den konventionella skotaren, något som återspeglar tidigare resultat gällande totaltid per lass (tabell 5 och 6). Skillnaden mellan de två skotarna gällande råton/krancykel visade sig också vara signifikant, där medelvärdet var högst för den konventionella skotaren (0,35 och 0,36 råton/krancykel) jämfört med grotskotaren (0,25 och 0,28). Resultatet av produktivitetjämförelse mellan de två skotarna visar på objekt 1 att det finns en signifikant skillnad ( $p < 0,05$ ) mellan de två maskinerna där grotskotaren hade en högre produktivitet med ett medelvärde på 32,3 råton/G0h jämfört med den konventionella skotaren med ett medelvärde på 27,3 råton/G0h. Dock gick det inte att finna någon signifikant skillnad ( $p = 0,26$ ) mellan de två skotarna på objekt 2. Grotskotaren hade där ett medelvärde på 32,2 råton/G0h och den konventionella skotaren ett medelvärde på 29,7 råton/G0h.

För det enskilda lasset var medelvikten för grotskotaren 12,3 respektive 11,8 råton och för den konventionella skotaren 9,1 respektive 8,8 råton. Medeltidsåtgången per lass för de två skotarna var 2319 och 2209 cmin för grotskotaren samt 1997 och 1785 cmin för den konventionella skotaren.

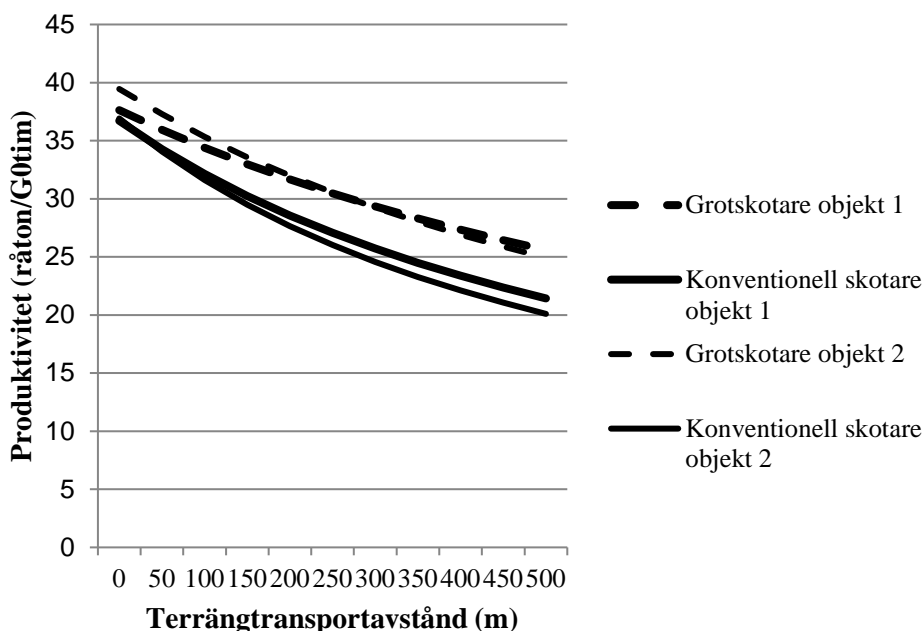
**Tabell 11.** Vikter, tidsåtgångar samt övriga variabler som användes vid beräkningar under studien.  
**Table 11.** *Weights, time consumption and other variables used in calculations during the study.*

Variabel	Grothög nr.	Objekt 1		Objekt 2	
		Grotskotare	Konventionell skotare	Grotskotare	Konventionell skotare
<b>Grotmängd (råton)</b>	<b>1</b>	25,4	17,7	25,5	17,1
	<b>2</b>	22,5	17,5	22,8	17,9
	<b>3</b>	25,9	18,6	21,6	18,8
	<b>4</b>	24,8	18,9	24,1	16,7
	<b>Medel</b>	24,6	18,2	23,5	17,6
	<b>Standard avvikelse</b>	1,5	0,68	1,45	0,80
	<b>P-värde</b>	0,00		0,00	
<b>Totaltid per välta (cmin)</b>	<b>1</b>	4320	3848	4464	3644
	<b>2</b>	4656	3698	4178	3290
	<b>3</b>	4396	4120	4236	3347
	<b>4</b>	5178	4310	4793	3995
	<b>Medel</b>	4638	3994	4418	3569
	<b>Standard avvikelse</b>	388	274	279	324
	<b>P-värde</b>	0,04		0,01	
<b>Råton/kran-cykel</b>	<b>1</b>	0,27	0,32	0,28	0,36
	<b>2</b>	0,24	0,37	0,28	0,35
	<b>3</b>	0,27	0,36	0,28	0,37
	<b>4</b>	0,23	0,35	0,28	0,30
	<b>Medel</b>	0,25	0,35	0,28	0,36
	<b>Standard avvikelse</b>	0,02	0,02	0,01	0,03
	<b>P-värde</b>	0,00		0,01	
<b>Produktivitet (råton/Gotim)</b>	<b>1</b>	35,2	27,5	34,3	28,2
	<b>2</b>	29,0	28,4	32,7	31,6
	<b>3</b>	35,4	27,1	30,6	33,7
	<b>4</b>	28,7	26,3	31,2	25,1
	<b>Medel</b>	32,3	27,3	32,2	29,7
	<b>Standard avvikelse</b>	3,5	0,87	1,66	3,79
	<b>P-värde</b>	0,03		0,26	

Terrängtransportavstånden normerades i studien till 190 m för objekt 1 och 180 m för objekt 2. Utifrån detta erhöles tidsåtgången för de två skotarna vid dessa transportavstånd. Detta räknades sedan om till produktivitet uttryckt i ton/G0h där resultatet för objekt 1 och 2 visas i tabell 12.

**Tabell 12.** Produktivitet vid normerat terrängtransportavstånd.  
**Table 12.** Productivity at normed transportdistance.

Objekt.	Grotskotare (ton/G0h)	Konventionell skotare (ton/G0h)
1	31,9	28,9
2	32,6	28,4



**Figur 10.** Produktivitet som funktion av terrängtransportavstånd\* för grotskotning på objekt 1 och 2.  
**Figure 10.** Productivity as function of transport distances\* for residue forwarding at object 1 and 2.  
 \*Körsträcka vid lastning ingår ej i terrängtransportavstånd  
 \*Transport distance for loading is not included in transport distance

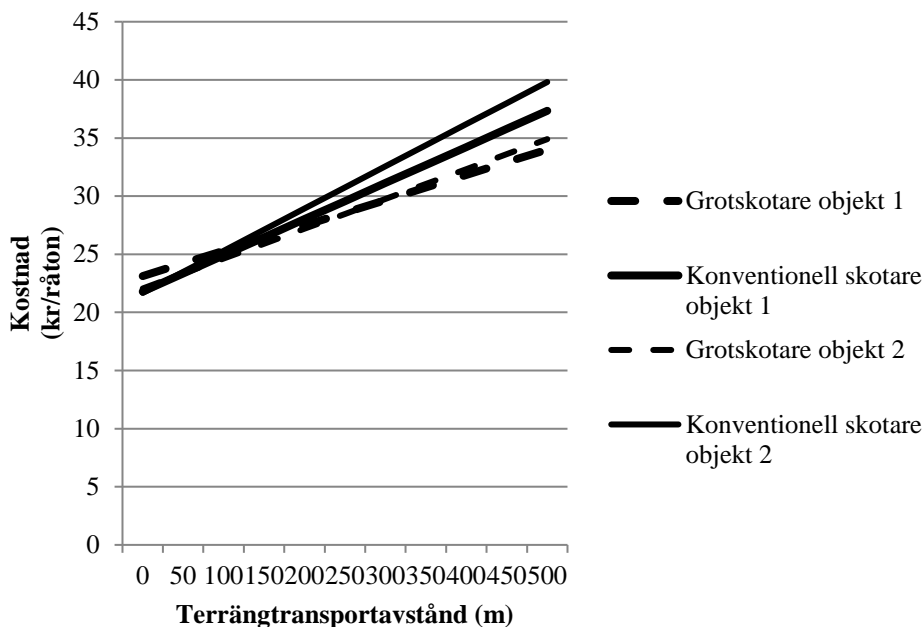
I figuren (10) ses produktivitetens beräknade utveckling vid ökande terrängtransportavstånd. Vid 50 m terrängtransportavstånd på objekt 1 är produktiviteten 35,9 råton/G0tim för grotskotaren respektive 34,3 råton/G0tim för den konventionella skotaren och vid 500 m transportavstånd 25,6 råton/G0tim för grotskotaren respektive 21,4 ton/ G0h för den konventionella skotaren. För objekt 2 så är produktiviteten 37,3 råton/ G0tim vid 50 m terrängtransportavstånd för grotskotaren och 34,1 råton/ G0tim vid samma avstånd för den konventionella skotaren (figur 10). Vid 500 m terrängtransportavstånd är grotskotarens produktivitet 24,9 råton/ G0tim och den



konventionella skotarens produktivitet 20,1 råton/ G0tim. Den procentuella skillnaden mellan de två skotarna ökar med ökande terrängtransportavstånd. Från att vara en skillnad i produktivitet på ca 2 % vid 50 m terrängtransportavstånd, till att bli en skillnad på 11 % vid normerat terrängtransportavstånd (190 m) för objekt 1. För objekt 2 är den procentuella skillnaden vid 50m terrängtransportavstånd 6 % och vid normerat avstånd (180 m) så stor som 13 %.

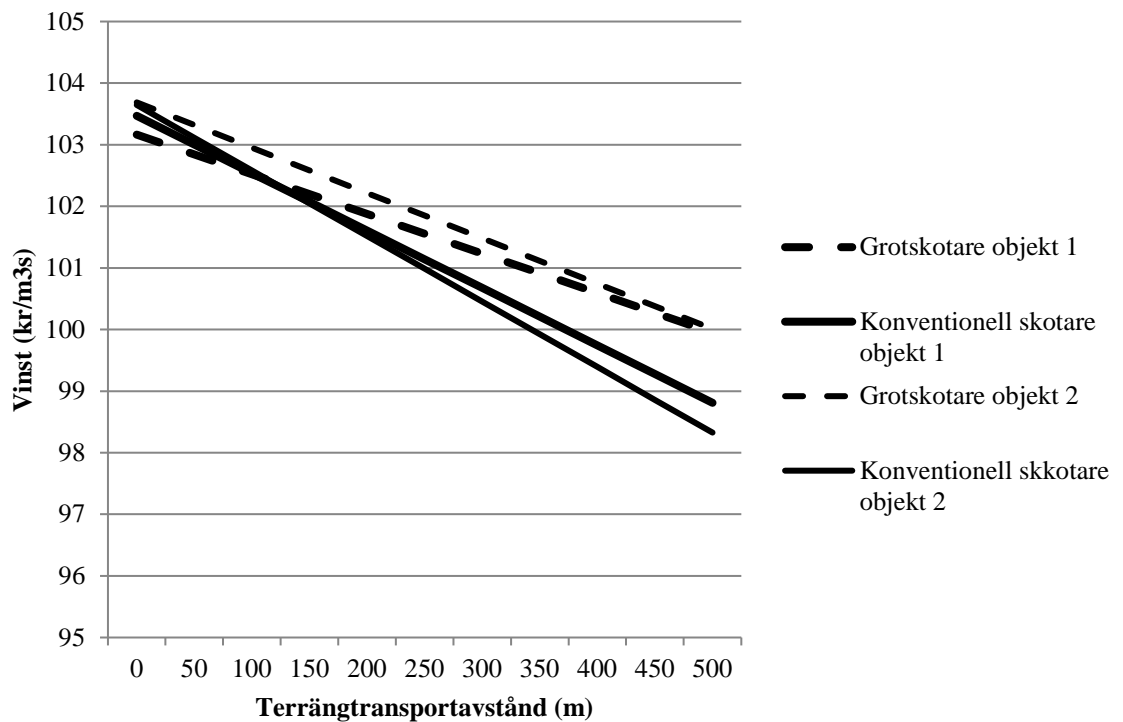
### 3.2.5 Ekonomi

Som en följd av skillnaden i produktivitet mellan de två skotarna vid olika terrängtransportavstånd, så ändras även kostnadsbilden med ökat terrängtransportavstånd. För objekt 1 är grotskotaren 1,33 kr dyrare per råton skotad grot än den konventionella skotaren vid 0 m terrängtransportavstånd, men blir 3,33 kr billigare per ton än den konventionella skotaren vid ett terrängtransportavstånd på 500 m (figur 11). Skärningspunkten för de två skotarna kommer vid 142 m varpå grotskotaren blir billigare än den konventionella skotaren. För objekt 2 är kostanden per råton skotad grot för grotskotaren 0,38 kr högre än den konventionella skotaren vid 0 m terrängtransportavstånd (figur 11). Vid 500 m är dock grotskotaren 4,9 kr billigare per råton skotad grot (figur 11) än den konventionella skotaren. Skärningspunkten kommer vid 36 m terrängtransportavstånd.



**Figur 11.** Kostnad per ton skotad grot som funktion av terrängtransportavstånd, objekt 1 och 2.  
*Figure 11.* Cost per tonnage forwarded residue as function of transport distance, object 1 and 2.

Då Södra skogsägarna betalar ut vinsten för grotuttaget gentemot den som har sålt groten i enheten m<sup>3</sup>s inmätt grot redovisas vinsten för studien i denna enhet. Vinsten varierade också mellan de två skotarna och de två trakterna. För objekt 1 så var skillnaden vid 50 m terrängtransportavstånd 0,30 kr per skotad m<sup>3</sup>s grot (figur 12) där den konventionella skotaren inbringade den större vinsten gentemot grotskotaren. Vid 500 m terrängtransportavstånd var skillnaden 1,14 kr per skotad m<sup>3</sup>s (figur 12) men då till grotskotarens fördel. För objekt 2 var skillnaden mellan grotskotaren och den konventionella skotaren 0,04 kr per skotad m<sup>3</sup>s (figur 12) vid 50 m terrängtransportavstånd. Vid 500m var skillnaden mellan skotarna 1,68 kr per skotad m<sup>3</sup>s (figur 12). Vid båda avstånden för objekt 2 var det grotskotaren som inbringade den större vinsten.



**Figur 12.** Vinst per m<sup>3</sup>s som funktion av terrängtransportavstånd, objekt 1 och 2.  
**Figure 12.** Earnings per m<sup>3</sup>s as function of transport distances, object 1 and 2.

## 4 Diskussion

### 4.1 Material och metoder

Ett syfte med studien var att kartlägga vilka grotreden som finns tillgängliga idag, samt vilka som testats och haft en del i historien inom grotskotning. Att göra detta var lättare sagt än gjort då det finns relativt lite dokumentation kring vad i utrustningsväg som testats historiskt och det bästa bidraget kom från en gammal rapportserie som gick under benämningen ”projekt helträdsutnyttjande”. I denna är en hel del av de reden som sedan testats i olika omfattning, beskrivna och i vissa fall även testade. Utöver detta så är det den personliga kommunikationen som gett mest till studien, där personer som varit med i princip sen man började skota grot fått yttra sig. Dessa personer är ganska överrens om att den typ av rede som har haft störst spridning till grotskotande entreprenörer är det hemmabyggda grotredet. För många har det räckt att förlänga stöttor och kanske svetsa på någon förlängning bakpå skotarens rede samt använda sig av en grotgrip istället för att göra en stor investering i ett specialbyggt grotrede. Trots att dessa personer delat med sig av sin information så är den ju långt ifrån fullständig och det finns säkerligen personer med mer kunskap gällande grotskotningens historia och utveckling. För att få en fullständig kartläggning av grotskotningen så bör en större och mer omfattande intervjustudie göras. Detta skulle förmodligen ge en än klarare bild av grotskotningens historia och utveckling.

Syfte nummer två med studien var att undersöka laststorlek, tidsåtgång och prestation för två olika skotare. Man har idag en ganska bra bild av prestation för skotare som skotar rundvirke. Detsamma saknas dock för grotskotare. En teoretisk studie baserad på tidigare studier samt driftuppföljning från SCA gjordes av Brunberg & Eliasson (2013). I studien fastslår man att den parameter som påverkar tidsåtgången

mest är grotkoncentrationen på hygget. Detta är något som ej studerats i denna studie men enligt Brunberg & Eliasson (2013) ger en lägre grotkoncentration en ökad tidsåtgång för att fylla ett lass. Man kan då tänka sig att tidsåtgången ökar då arbetsmomentet körning under lastning tar mer tid. Lägre grotkoncentration innebär sannolikt längre mellan grothögarna på hygget och således mer körning för att få fullt lass. Även sammanföringsarbetet bör ta längre tid vid en lägre grotkoncentration.

Det tredje syftet i studien var att räkna på ekonomin för de två olika maskinlösningarna. Kostnaden angavs i kr per ton vid olika terrängtransportavstånd, där avstånden räknades från 0-500 m. Det känns realistiskt att terrängtransportavståndet är max 500 m i de delar av Sverige där studien utförts då det finns ett väl utbyggt skogsbilvägsnät och trakterna ofta ligger nära väg. Dock kan det vara intressant för skogsägare, företag o.dyl. längre norrut att se siffror som motsvarar längre transportavstånd. I norra Sverige är det inte ovanligt att det finns trakter som har ett skotningsavstånd på mellan 600-1000m inte är ovanliga i Norrland (Brink, pers.komm. 2017).

Vinsten för den skotade groten beräknades genom användning av den enhet som Södra skogsägarna ersätter skogsägarna för, m<sup>3</sup>s. Enheten m<sup>3</sup>s är samma enhet som ges vid inmätning av den flisade groten vid industri, dock är det vid inmätning en bedömning av mängden m<sup>3</sup>s som anges. För att göra uträkningarna så pass säkra som möjligt användes istället omräkningstalet 2,64 m<sup>3</sup>s/m<sup>3</sup>f (Skogsstyrelsen, 2014). Att använda sig av omräkningstal kan dock bli missvisande då omräkningstalet är ett generellt medelvärde och inte alls behöver stämma överrens med studiens värden. En bättre enhet att räkna i hade varit kr/MWh där det finns säkrare formler för att räkna fram just denna enhet. Att detta inte har använts är av den enkla anledningen att om jämförelsen skall göras mot vad Södra skogsägarna betalar så hamnar vi återigen i omräkningstals-träsket och felaktigheterna kan bli stora där också. Dessutom är studien riktad mot Södra skogsägarna och således är en redovisning i den enhet som de använder mer önskvärd.

## 4.2 Kartläggning av reden

Kartläggningen av reden för grotskotning blev något begränsad då övergripande och detaljerad dokumentation saknas eller var mycket svår att finna. Den litteratur som användes var i princip den som fanns tillgänglig och mycket av det som står i resultatet är en produkt av personlig kommunikation med personer som har god insikt i branschen och lång erfarenhet. För att det skall bli ett helt tillfredsställande resultat

så krävs vidare efterforskning samt dokumentering, något som är mycket tidskrävande och omfattande. Man har idag en ganska bra bild av fördelningen av skördare och skotare, samt om det är slutavverknings- eller gallringsaggregat som levereras vid köp (Anon, 2017). Dock saknas samma statistik för vilken typ av rede som levereras tillsammans med skotaren, vilket gör att det ligger ett visst mörker över hur många grotreden och av vilken typ som finns i bruk i Sverige idag. Något som är intressant är att det i rapportserien ”projekt helträdsutnyttjande” (Andersson et.al. 1977-78) finns beskrivet i princip alla de lösningar som det senare gjorts studier på. Den generella uppfattningen är dock att de reden som faktiskt används idag är hemmabyggen, klämbanksreden samt skotarburna flishuggar.

### 4.3 Krancykler

Det som i studien var mest konstant var antalet krancykler, vilket inte är så konstigt då det krävs ett visst antal fulla gripar för att fylla redet på respektive skotare (tabell 5 och 6). Variationen i krancykler är inte så intressant att titta på för respektive skotare gällande just denna studie, däremot är jämförelsen mellan de två skotarna mer intressant. Grotskotaren hade en medellastvikt per grip på 0,25 råton respektive 0,28 råton för objekt 1 och 2 (tabell 11). Jämför man detta med den konventionella skotaren som istället hade en medelvikt per krancykel som var 0,35 råton respektive 0,36 råton för objekt 1 och 2 (tabell 11), så går det att finna en signifikant skillnad ( $p < 0,05$ ). Procentuellt skiljer det mellan 22-29 procentenheter (tabell 11) mellan de två skotarnas medellastvikt per krancykel för objekt 1 och 2. Detta speglar kanske mest de två förarnas olika lastningsförfarande där grotskotaren arbetade med snabbare och fler krancykler för att fylla redet samtidigt som föraren i den konventionella skotaren arbetade på ett mer lugnt och metodiskt sätt vilket i sin tur kan tänkas resultera i större vikt per krancykel. Sett till tidsåtgång per krancykel så återspeglar även detta de två förarnas körsätt. Grotskotaren hade en medeltid per krancykel vid lastning på 36 respektive 40 cmin för objekt 1 och 2 (tabell 5 och 6), samtidigt som den konventionella skotaren hade medeltider per krancykel på 62 och 53 cmin för objekt 1 respektive 2 (tabell 5 och 6). Det gav en signifikant skillnad ( $p < 0,05$ ) gällande medeltid per krancykel vid lastning, något som återigen återspeglade de två förarnas arbetssätt. Utifrån resultatet i studien kan man alltså ana att det finns en korrelation mellan lastvikt per krancykel vid lastning (tabell 11) och tidsåtgång per krancykel vid lastning (tabell 5 och 6). Tar föraren det något långsammare under lastningen får hen med sig mer grot per krancykel. Ytterligare en anledning till den större skillnaden i resultatet kan vara de olika redenas utformning. Redet på grotskotaren är mer förlåtande gällande placering av den skotade groten än vad den konventionella skotaren är. Därmed så behöver föraren av den konventionella skotaren

lägga mer tid på att placera groten på ett sådant sätt att den ligger kvar vid förflyttning av maskinen. Vad gäller tidsåtgången per krancykel vid avlastning så fanns det inga signifikanta skillnader mellan de två maskinerna (tabell 5 och 6). Detta kan i mångt och mycket bero på att vid avlastningen så är det inte samma precisionsarbete som vid lastning, utan föraren ”drar” eller ”släpar” mer eller mindre av groten från redet och placerar den i vältan istället för att lyfta den. Det mest optimala i denna studie hade varit om en skotarförare hade genomfört körningen i båda maskinerna för att på så sätt få likadant körsätt på de två skotarna. Man kan anta att detta skulle göra grotskotaren något långsammare men effektivare i avseende vikt per krancykel om föraren som ursprungligen satt i den konventionella skotaren körde grotskotaren. På samma sätt kan man anta att den konventionella skotaren skulle uppvisa en minskad effektivitet i avseende vikt per krancykel samtidigt som den totala tidsåtgången blev ännu lägre om föraren som ursprungligen körde grotskotaren istället körde den konventionella skotaren. Oaktat detta skulle nog resultatet bli mer rättvisande om bägge förarna framförde bägge maskinerna. Ytterligare en observation som gjordes var att arbetsmomentet körning vid avlastning endast genomfördes av grotskotaren. Anledningen verkar till synes vara att den större laststorleken för grotskotaren medförde en förflyttning för att helt enkelt få plats med vältan. Det går även att fundera kring totaltiden för ett skotat lass då den konventionella skotaren har lägre totaltider än grotskotaren. Detta trots att tidsåtgången per krancykel vid lastning är markant högre för den konventionella skotaren. Förklaring till detta ligger i att den konventionella skotaren helt enkelt har färre krancykler för att få ett fullt lass jämfört med grotskotaren. Hade istället lastutrymmet för de två skotarna varit lika stora hade skillnaden förmodligen enbart berott på föraren av maskinen. Det arbetsmoment som tog överlägset mest tid i anspråk för de bägge skotarna var ”kran ut”. För grotskotaren upptog arbetsmomentet mellan 28-33 % (tabell 5 och 6.) av den totala tiden för ett skotat lass, och för den konventionella skotaren mellan 24-26 % (tabell 5 och 6.). Arbetsmomentet innehöll även sammanförning av grot vilket var det som tog längst tid under arbetsmomentet. Framförallt när högen grot som skotades började ta slut varpå det krävdes en del plockande med gripen får att få ihop en någorlunda full sådan. Detta tog relativt lång tid då förarna ville plocka så rent som möjligt samtidigt som de var tvungna att undvika föroreningar i groten som skulle lastas.

#### 4.4 Körsträcka, tidsåtgång och körhastighet

Körsträckorna skiljde sig något åt mellan de två skotarna och de två objekten, dock inte signifikant ( $p > 0,05$ ) om man ser till medeltotalkörsträckan som ligger på 277 m för grotskotaren och 226 m för den konventionella skotaren (tabell 9). Dock kan

man se att körsträckan inte nödvändigtvis behöver ha inverkan på tidsåtgången gällande körning. Grotskotaren som hade en något längre medelsträcka hade trots detta en högre medelkörhastighet än den konventionella skotaren vilket gav en signifikant lägre tidsåtgång ( $p < 0,05$ , tabell 9).

Det går inte heller att härleda skillnaden till olika förhållanden för skotarna då dessa skotade samma trakter. Dock skotades olika delar av trakterna för de olika skotarna men trakterna var homogena med avseende på ytstruktur, lutning, hinder och grotkoncentration vilket leder till slutsatsen att detta inte borde ha någon betydande påverkan. Den skillnaden i utrustning som fanns, utom redet, var att grotskotaren var försedd med band vilket den konventionella skotaren inte var. Detta bedömdes dock inte ha någon påverkan på resultatet då bärigheten var god och andra körtekniskt försvårande faktorer var av minimala.

Detta leder in på tanken att körhastigheten för skotaren dels beror på den mänskliga faktorn, vem som framför maskinen, men också på vad redet gör för körhastigheten. Då grotskotaren körde mot avlägg med fullt lass var denna mer stabil än den konventionella skotaren. Lasset gungade inte lika mycket fram och tillbaka för grotskotaren och föraren behövde inte tillbringa någon tid att sakta ner och kontrollera så att grotten inte tappades vid överfart över hinder. Detta var något som föraren i den konventionella skotaren fick göra desto mer. Vid överfart över stubbar eller dylikt sänktes farten och fokus riktades mot grotten på redet för att säkerställa att denna låg på plats. Det var även mer tankeverksamhet och planering bakom körvägen för den konventionella skotaren tack vare det mer instabila redet.

## 4.5 Gripbyte

Bytet av grip var en del i studien, mestadels för att fastställa exakt hur lång tid detta tar, och på sätt kunna ställa det i någon form av jämförelse med att flytta en grotskotare för att kunna genomföra skotningen av grot. Flyttkostnaden för grotskotaren i studien uppgick till 2000kr per flytt vid avstånd över 45 km (Wobbe, pers.komm. 2017). Om man istället byter grip, eller i detta fall spetsarna på gripen, så blir kostnaden 220 kr per byte, beräknat på en timkostnad på 800 kr/timme och att gripbytet tar 0,276 timmar (tabell 10). En annan faktor som kan vara värd att ta med är den att om en rundvirnesskotare med möjlighet att skota grot kör ikapp skördaren på en avverkningstrakt, så kan föraren helt enkelt ställa om till grotskotning och fortsätta med det istället för att bli stillastående i väntan på att skördaren skall få fram mer rundvirke. På så sätt minskas stilleståndstiden till ett minimum och entreprenören förlorar minimalt med pengar på stilleståndet.

## 4.6 Produktivitet

Produktiviteten för de två skotarna jämfördes vid ökande terrängtransportavstånd (figur 10). Jämförelsen gjordes under förutsättning att alla variabler utom terrängtransportavståndet, alltså körning tom och körning fullastad, var konstanta. Det var alltså enbart tiden för förflyttning i terrängen som ändrades. Detta antagande kan ses som rimligt då variationen i tid av övriga arbetsmoment var tämligen liten. Det som är intressant är att redan vid 50 m terrängtransportavstånd så visar sig produktiviteten vara högre för grotskotaren (figur 10). En teori var att den konventionella skotaren skulle ha en högre produktivitet vid korta avstånd då den kortare tiden att lasta skulle kompensera för den lägre lastvikten/volymer. Här kan vi återigen spekulera i vad som kan hända med resultatet om vi kan använda samma förare till bägge skotarna. En gissning är att resultatet skulle bli jämnare än vad det i dagsläget visar sig vara. Bara det att tidsåtgången per krancykel vid lastning skiljer sig signifikant (tabell 5 och 6) mellan de två skotarna i studien talar för just ett sådant resultat vid ett en studie av samma förare till båda skotarna. I övrigt är det inte särskilt förvånande att grotskotaren har den högre produktiviteten då denna maskin kan lasta mer grot på sitt rede samt har en högre medelkörhastighet i studien (tabell 7,8 och 11.).

## 4.7 Ekonomi

Kostnadsbilden skiljde sig som bekant åt mellan de två skotarna. Vid långa transportavstånd är grotskotaren att föredra och vid korta är den konventionella skotaren att föredra om man skall hårdra resultatet (figur 11). Det intressanta är att brytpunkten kommer så pass tidigt. Redan vid 142 m för objekt 1 och för objekt 2 redan vid 36 m (figur 11). Man kan dra paralleller till Eliasson och Von Hofstens (2016) studie där resultatet visade att en skotare som kan användas till både rundvirkesskotning och grotskotning var bäst på små trakter. Ser man då till kostnaden vid olika terrängtransportavstånd i denna studie så pekar den på samma sak som Eliasson och Von Hofstens (2016) studie, även om det då blir extremt små trakter med väldigt korta terrängtransportavstånd som den konventionella skotaren föredras på. Det man kan ana är dock att om fler trakter skotats, med större variation i storlek, grotkoncentration, ytstruktur samt att en förare framförde bägge maskinerna så torde resultatet bli snarlikt det som visas i Eliasson och Von Hofstens (2016) studie, nämligen att en konventionell skotare kan vara att föredra även på medelstora trakter.

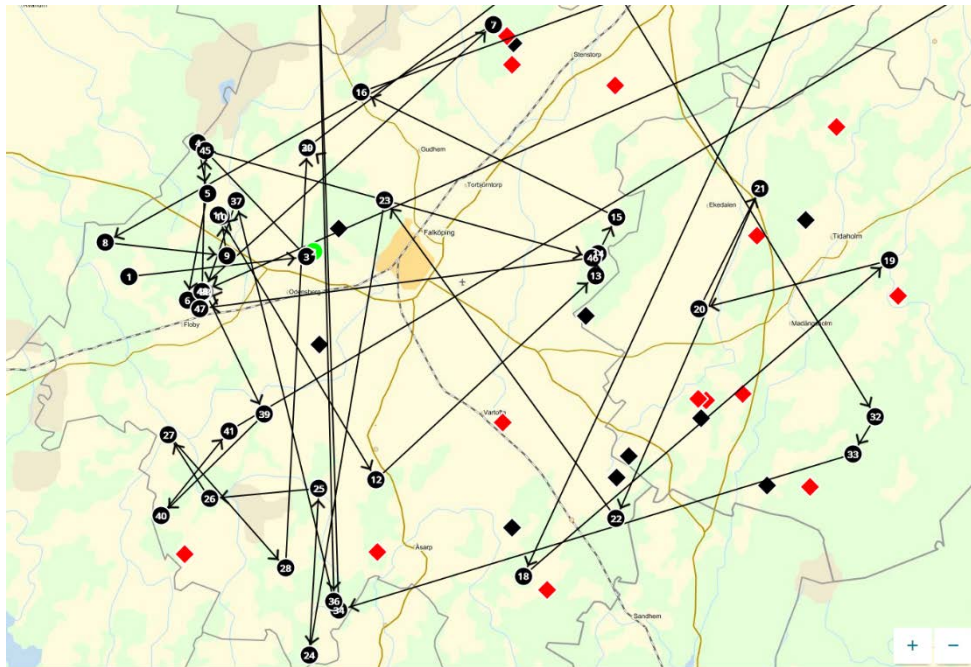


Den enhet som Södra skogsägarna använder sig av för betalning gentemot skogsägare när det gäller grot är m<sup>3</sup>s. Priset per m<sup>3</sup>s var vid studietillfället 110 kr (Anon, 2017f) och det är den summan som har använts vid beräkningen av vinsten för den skotade groten. Skillnaden i vinst är relativt liten om man ser till siffran som anges vid en skotad m<sup>3</sup>s (figur 12), om man omför detta till en mer realistisk mängd som 250 m<sup>3</sup>s så blir skillnaden 234 kr för objekt 1 till grotskotarens fördel vid normerat avstånd. Samma förutsättning ger en vinst på 325 kr till grotskotarens fördel för objekt 2. Den procentuella skillnaden blir så pass liten som 1% vilket ger en väldigt liten vinstskillnad mellan de två skotarna, något som återigen leder tanken tillbaka till vilka resultat som skulle kunna uppvisas i en studie där en förare kör båda maskinerna. Om en förare körde bägge maskinerna så kan man tänka sig att skillnaden i vinst bör vara än mindre. Värt att tänka på också är att timtidsersättningen för de två skotarna skiljer sig åt, 870 kr/timme för grotskotaren och 800 kr/timme för den konventionella skotaren. Om timersättningen hade varit lika stor för båda skotarna hade skillnaden i vinst ökat från 1 till 2 % vid respektive normerat avstånd, till grotskotarens fördel, beräknat på ett timpris av 835 kr.

## 4.8 Maskinutnyttjande

En entreprenör strävar hela tiden efter att ha en så hög utnyttjandegrad på sina maskiner som möjligt då ingen maskin drar in pengar när den står still. När det gäller just grot så är det allmänt vedertaget att skotning av detta till stor del sker under barmarkssäsong (Eliasson & Von Hofsten, 2016). Detta leder till att under övriga året så får antingen entreprenören konvertera om den maskin som används till grotskotning, vilket innebär ställtid på verkstad i det fall ett klämbanksrede används (Bruks, pers.komm., 2017), eller att maskinen får stå helt still då det ej finns möjlighet att skota grot. Kan man istället använda sig av en lösning där skotaren både skotar grot och rundvirke så maximerar man istället utnyttjandegraden. Skotaren kan användas till grotskotning under barmarkperioden för att sedan konverteras om till rundvirkesskotare när grotskotare ej längre är möjlig. Alternativt, framförallt kanske vid mindre trakter där produktiviteten ej är hög för skördaren och skotaren har god möjlighet att köra ikapp denne, så konverteras skotaren snabbt till en grotskotare och kan fortsätta med detta arbete och ge skördaren en möjlighet att skapa ett skogslager. Det finns andra fördelar med att ha en och samma maskin som skotar rundvirke och grot; föraren känner till trakten sen innan, hen vet var grothögarna ligger samt var det är mindre bra att köra med avseende på hinder och bärighet. Ett exempel på detta är den konventionella skotaren som använts i studien. Ruttplanen för denna dubblas vid skotning av både rundvirke och grot i och med att den används till skotning av två olika sortiment på varje trakt. En grotskotare hade enbart kunnat

skota groten på varje trakt, förutsatt att entreprenören inte väljer att konvertera om skotaren till rundvirkeskotare mellan varje trakt.



**Figur 13.** Ruttplan för konventionell skotare, entreprenör anställd av Södra skogsägarna i Skövde.  
*Figure 13.* Route for conventional forwarder, entrepreneur hired by Södra skogsägarna in Skövde.

Figur 13 illustrerar den konventionella skotarens faktiska ruttplan, men istället för att skotaren enbart skall skota rundvirke på dessa trakter så ökar sysselsättningen till det dubbla då skotaren även skotar groten på dessa trakter. Jämför man detta med grotskotaren så hade denna varit begränsad till att enbart skota groten samt till att skota detta under barmarkssäsongen. Det är samtidigt högst orealistiskt att tänka sig att de entreprenörer som har en grotskotare med klämbanksrede låter denna stå under de perioder det inte går att skota grot. Istället tar man med största sannolikhet den förlust det innebär att stå på verkstad och byta från klämbanksrede till grotrede. För jämförelsens skull kan man då genom en snabb kalkyl se att ställtiden kostar entreprenören ca 7\_800\_kr i förlorade intäkter då maskinen konverteras (baserat på en timersättning på 870\_kr/tim). Att då istället låta maskinen stå under perioden då grot inte kan skotas skulle innebära en utebliven intäkt på ca 52 200 kr beräknat på en timersättning på 870 kr/tim samt en period på 60 dagar då det inte är barmark (SMHI.se, 2018). Således kan man tänka sig att det blir mer lönsamt för entreprenören att låta skotaren ställa om från grotrede till rundvirkesrede och ta den uteblivna intäkten på 7 800 kr istället för att ta smällen med 52 200 kr.

## 4.9 Vidare studiebehov

Denna studie kan behöva kompletteras med en mer omfattande studie på utformad på ungefär samma sätt. De saker som kan behöva göras annorlunda om en uppföljande studie görs är dels att säkerställa så att samma förare kan nyttjas till båda skotarna, dels att ett mer omfattande datamaterial insamlas. Ett mer omfattande datamaterial skulle göra att variationer som beror på tillfälligheter s.k. brus, försvinner vid bearbetningen av data och således skulle resultatet bli mer exakt. Det behövs även någon säker teknik för att bedöma hur mycket grot som skotas per lass då det idag finns en viss felmarginal i de vägda mängderna som använts till beräkningar i denna studie. En del av den grot som skotats fram blir kvar intill bilväg då lastbils-huggarna ej vill riskera att få in föroreningar i trumhuggen samt att en del flis blåses utanför lastbilens balja. Dessa mängder är förmodligen försumbara och bör inte påverka resultatet i studien men vill man uppnå så hög noggrannhet som möjligt bör man ägna detta en tanke.

## 5 Slutsatser

- Fullständig kartläggning av systemlösningar historiskt och i nutid är problematiskt på grund av lite dokumentation. De system som kan antas användas i störst utsträckning idag är antingen kommersiella klämbanksreden av Breson-typ, alternativt hemmabyggda lösningar genom modifieringar av rundvirkesreden.
- En specialutrustad grotskotare har i studien en högre prestation, lägre kostnad och i slutändan en högre vinstutdelning per skotad råton och m<sup>3</sup>s än en konventionell rundvirkesskotare med modifieringar av redet.
- Skotningsavståndet påverkade utfallet av jämförelsen mellan skotartyperna, där en konventionell skotare som skotar grot är att föredra på objekt med kort skotningsavstånd

## Referenser.

### Litteratur

Anon, 2014a. Skogsstatistisk årsbok 2014. Skogsstyrelsen, 2014.

Anon, 2017b. Nationell instruktion för virkesmätning – kvalitetsbestämning av cellosaflis. SDC, VMF Nord, VMF Qbera och VMF Syd, Version 2017-04-01.

Anon, 2018c. Trädbränsle- och torvpriser. Energimyndigheten och SCB. Statistiskt meddelande EN 0307 SM 1801, 2018.

Andersson, G & Nordén, B. 2000. Fiberpac 370, systemstudie av avverkningsrester. Skogforsk. Arbetsrapport Nr 448, 2000.

Andersson, S, Jonsson, Y, Asserståhl, R, Byström, F, Edlund, E, Hedman, L, Hedman, N, Johansson, G, Kardell, L, Nilsson, P-O, Stenström, F, Österblom, U, Berg, H, Dahlström, J, Hansen, R, Larsson, M, Lidberg, B, Nylinder, M, Österlöf, P, Danielsson, B-O, Hägglund, J-O, Karlsson, C, Marks, J, Säll, H-O, Helgesson, T. 1978. Slutrapport från projektgrupp drivning. Projekt helträdsutnyttjande. Slutrapport, 1978.

Angus-Hankin, C., Stokes, B & Twaddle, A. 1995. The transportation of fuel wood from forest to facility. Biomass and Bioenergy. 9(1–5): 191–203.

Bergstrand, K.-G. 1987. Planering och analys av skogstekniska tidsstudier. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Kista. Meddelande nr 17.

Brunberg, T. & Eliasson, L. 2013. Underlag för produktionsnorm för grotkotare. Skogforsk, Arbetsrapport Nr 45, 2013.

Egnell, G. 2009. Skogsbränsle. Skogsstyrelsen. Skogsskötselserien Nr 17, 2009.

Eliasson, L. Granlund, P & Lombardini, C. 2013. Bruks 806 STC – Prestation och bränsleförbrukning. Skogforsk. Arbetsrapport Nr 793, 2013.

Eliasson, L. & Nilsson, B. 2015. Skotning av grot direkt efter avverkning eller efter hyggeslagring. Skogforsk, Arbetsrapport Nr 878, 2015.

Eliasson, L & Von Hofsten, H. 2016. Skotning av grot och rundved med en kombi-skotare eller med två dedikerade skotare. Skogforsk, Arbetsrapport - Nr 897, 2016.

Ghaffariyan, M. 2015. State of the art in sustainable biomass recovery technology /supply chain in forest operations. International energy agency Bioenergy, Task 43, TR2016:02.

Granö, U-P. 2007. Hantering av biobränsle i buntar – Bioenergi från skogen. Inter-reg projekt, Info från projektet, Nr 129. Karleby Universitetscenter. 2007.

Gustavsson, H. 2017. Tidsstudie och kvalitetsuppföljning vid jämförelse av små och konventionella skördare och skotare i förstagallring. Institutionen för skogens bio-material och teknologi. SLU, Umeå, Arbetsrapport Nr 5, 2017.

Hansen, R & Nylinder, M. 1977. Jämförelse av system för tillvaratagande av hyggesavfall. Projekt helträdsutnyttjande. Arbetsrapport Nr 55, 1977.

Jacobsson, S. 2000. Skörd av färsk eller avbarrad GROT – växtnäringsaspekter. Skogforsk. Arbetsrapport Nr 450, 2000.

Johansson, P. 2010. Skogsbränsledrivare i klen förstagallring med contorta. Institutionen för skoglig resurshushållning. SLU, Umeå. Examensarbete, Arbetsrapport Nr 283 2010. ISSN 1401-1204.

Löfroth, C. 1998. Kartläggning av komprimeringsutrustning. Skogforsk. Arbetsrapport Nr 384, 1998.

Nordén, B. 1984. Komprimeringsutrustning till skotare. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. Resultat Nr 11, 1984.

Nordin, L. 2011, Produktivitet och lönsamhet vid skogsbränsleuttag i klena gallringar – en tidsstudie av Vimek 608 BioCombi i Contortabestånd. Institutionen för skoglig resurshushållning. SLU, Umeå. Examensarbete, Arbetsrapport Nr 315 2011. ISSN 1401-1204.

Nylinder, M. 1977. Studier över tillvaratagande av grenar och toppar. Projekt helt-rädsutnyttjande. Arbetsrapport Nr 31, 1977.

Petterson, M. 2006. Grottskotning - Driftsuppföljning och tidsstudie. Energidalen i Sollefteå AB, Nr 25. 2006.

Ridderstråle, J. 2011. Sveaskog Forum nr 5, 2011.

Ringman, M. 1995, Träbränslesortiment – definitioner och egenskaper, Fakta skog nr 5, SLU. 1995.

Säll, H-O. 1977. Utrustning för hantering av träd eller trädrester. Projekt helträds-utnyttjande. Arbetsrapport Nr 58, 1977.

Thörnqvist T. 1985. Åtgångstal och verkningsgrad i en 18 MW hetvattenpanna med fast snedrost. SLU, inst. för virkeslära. Rapport 165. 1985.

Westerlund, L. 2016. Produktivitet vid GROtskotning beroende på sätt att GRO-Tanpassa avverknigen. Institutionen för Skogens biomaterial och teknologi. SLU, Umeå Examensarbete, Arbetsrapport 1, 2016.

## Elektroniska källor:

Anon, 2016d. Kunskap Direkt. Samlingsdokument om skogsbränsle. Tillgänglig: 2017-12-19. [https://www.skogskunskap.se/contentassets/d7f8c00573ef4f71b395aa132a8298d8/kunskap\\_direkt\\_skogsbransle\\_original.pdf](https://www.skogskunskap.se/contentassets/d7f8c00573ef4f71b395aa132a8298d8/kunskap_direkt_skogsbransle_original.pdf)

Anon, 2017e. Breson. Hemsida. Tillgänglig: 2017-08-28 <http://www.breson.se/rispabyggnad/>

Anon, 2017f. Södra Skogsägarna, Hemsida. Tillgänglig: 2017-08-19 <https://www.sodra.com/sv/om-sodra/detta-ar-sodra/>

Anon, 2017g. John Deere. Produktbroschyr. Tillgänglig: 2018-08-29 [https://www.deere.se/sv\\_SE/docs/product/equipment/forwarders/810e\\_model/brochure/jd\\_810e\\_1010e\\_sv.pdf](https://www.deere.se/sv_SE/docs/product/equipment/forwarders/810e_model/brochure/jd_810e_1010e_sv.pdf)

Anon, 2017h. Bioenergiportalen. Omräkningstal skogsbränsle. Tillgänglig: 2017-11-04 <http://www.bioenergiportalen.se/?p=6851>

Anon, 2017i. Ponsse. Produktbeskrivning. Tillgänglig: 2017-09-12 <http://www.ponsse.com/se/produkter/skotare/buffalo>

Anon, 2017j. SMHI. Snötäckets utbredning och varaktighet. Tillgänglig: 2017-12-17 <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/snotackets-utbredning-och-varaktighet-1.6323>

Anon, 2017k. B-bark. Produktinformation. Tillgänglig: 2017-09-12 [http://www.b-bark.com/?page\\_id=1296&lang=sv](http://www.b-bark.com/?page_id=1296&lang=sv)

Anon, 2018l. Maskinleverantörerna. Skogsmaskinstatistik leveranser Sverige. Tillgänglig: 2018-01-10 <http://www.maskinleverantorererna.se/sites/default/files/ML%20skogsmaskinstatistik%202006-2015%20-%20web.pdf>

## Personlig kommunikation

Klasson, Daniel. 2017. Skogsvårdsledare Södra skogsägarna, verksamhetsområde 986, Skövde.

Bruks, Anders. 2017-06-16. Allan Bruks AB, Enköping.

Persson, Lennart. 2017-07-20. Entreprenör, Lennart Persson Risskotning AB, Skaraborg.

Wobbe, 2017-11-28. Entreprenör, Wobbes i Varberg, Varberg.

Brink, Elin. 2017-11-30. Produktionsledare, Holmen Skog AB, Strömsund.

Eriksson, Mats. 2017-12-20. Breson i Tuna AB, Alunda.

Eliasson, Lars. 2017-11-27. Forskare driftssystem, Skogforsk.