

Effekter av "Rätt Metod Slutavverkning" och markförhållanden på skördad mängd GROT

Effects of "Rätt Metod Slutavverkning" and ground conditions on quantity of the harvested slash volume



Sara Jansson & Frida Vesterlund



Kandidatarbeten i Skogsvetenskap

Fakulteten för skogsvetenskap,
Sveriges lantbruksuniversitet

Enhet/Unit	Institutionen för skogens ekologi och skötsel/ Department of forest ecology and management
Författare/Author	Sara Jansson & Frida Vesterlund
Titel, Sv	Effekter av ”Rätt Metod Slutavverkning” och markförhållanden på skördad mängd GROT
Titel, Eng	<i>Effects of “Rätt Metod Slutavverkning” and ground conditions on quantity of the harvested slash volume</i>
Nyckelord/ Keywords	Körskador, Markpåverkan, Drivningsteknik, Produktivitet, Biomassa, Skogsbränsle, Avverkningsrester, Grenar och toppar/ <i>Brushing, Forwarding, Biomass, Productivity, Tops and Branches, Forest fuel</i>
Handledare/Supervisor	Bergström Dan Institutionen för skogens biomaterial och teknologi/ <i>Department of forest biomaterial and technology</i>
Examinator/Examiner	Tommy Mörling Institutionen för skogens ekologi och skötsel/ Department of Forest Ecology and Management
Kurstitel/Course	Kandidatarbete i skogsvetenskap Bachelor Degree in Forest Science
Kurskod	EX0592
Program	Jägmästarprogrammet
Omfattning på arbetet/	15 hp
Nivå och fördjupning på arbetet	G2E
Utgivningsort	Umeå
Utgivningsår	2014

Förord

Denna studie är ett kandidatarbete motsvarande 15hp i skogshushållning med inriktning på skogsteknik. Studien är utförd vid institutionen för skogens biomaterial och teknologi på Sveriges lantbruksuniversitet i Umeå.

Vi vill först och främst tacka vår handledare på SLU, Dan Bergström.

Vi vill också tacka Stora Enso Skog genom Vegard Haanaes som gjort det här arbetet möjligt genom erhållande av datamaterial. Detta tillsammans med Tommy Blom på SEBAB, som också skall ha ett stort tack.

Umeå, april 2014

Sara Jansson, Frida Vesterlund

Sammanfattning

Ökade uttag av avverkningsrester som grenar och toppar (GROT) och markskonande åtgärder vid drivning är ett aktuellt ämne i dagens skogsverige. Stora Enso har utformat drivningskonceptet RMSA (Rätt Metod Slutavverkning), vars syfte framförallt består i att med en bra planering och ett gemensamt arbetssätt minimera markskador och få, generellt sett, ett högre uttag av GROT. Enligt Stora Enso förväntas konceptet även resultera i en högre produktivitet och bättre arbetsmiljö. Analys på huruvida medelskottningsavståndet och bränsleförbrukningen påverkas av RMSA har tidigare gjorts. Men studier som analyserar GROT-uttaget har inte genomförts, då konceptet är relativt nytt.

Studiens syfte var således att analysera hur volymen uttagen GROT påverkades av införande av RMSA i jämförelse mot den tidigare konventionella metoden. I studien ingick tre arbetslag under två tidsperioder (2011 och 2013). Studien behandlade huruvida GROT-uttagen påverkats av metoden med avseende på markförhållanden som grundförhållande, ytstruktur och lutning (GYL). Även hur uttagen förändrats i genomsnitt samt om det funnits förändringar i volymuppskattningen av GROT efter införandet analyserades.

Resultaten visar att en markant ökning i GROT-uttag fanns efter införandet av RMSA. Då en ökning av inmätt GROT har skett från 6,91m³f/ha (2011) till 13,14m³f/ha (2013) i medeltal och med avseende på den totala arealen. Uppskattningarna av volymen GROT har generellt blivit sämre i och med det nya konceptet. En ökning i uttag har skett på marker med sämre drivningsförhållanden med avseende på grundförhållande, ytstruktur och lutning.

Nyckelord: Körskador, Markpåverkan, Drivningsteknik, Produktivitet, Biomassa, Skogsbränsle, Avverkningsrester, Grenar och toppar

Summary

Increased removal of logging residues (slash) and ground-protecting measures while driving in the forest is today topical. Stora Enso has developed a logging concept named RMSA aimed primarily in having a good planning, a common approach to minimize soil damage and a higher general extraction of slash. According to Stora Enso the concept also expects to result in higher productivity and better work environment for the machine drivers. Analysis on whether the mean forwarding distance and fuel consumption is affected by the method has been done. But no study analyzing the changes in slash-volume exists yet, due to the fact that the concept is relatively new.

The purpose of this study was therefore to analyze how the volume of slash is affected by implementing the RMSA method in comparison to the conventional method. The study involved three working teams during two time periods (2011 and 2013). The study considered whether the slash part was influenced by the method with respect to ground condition, surface texture and slope. Even the change in average volume of sampled slash, and if there have been changes in the volume estimate of slash after the introduction, was analyzed.

The results indicated that a significant increase in removal of slash was found after the introduction of RMSA. An increase of the measured slash volume has been made from 6.91 m³/ha (2011) to 13.14 m³/ha (2013), given in average values with respect to the total area. The precision in estimates of the volume of slash have generally become lower as the new concept has begun to be used. An increase in slash volume occurred on soils with poor driving conditions with respect to the ground condition, surface texture and slope.

Keywords: Slash, Brushing, Forwarding, Biomass, Productivity, Tops and branches, Forest fuel

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. Inledning	6
1.1 Bakgrund	6
1.2 Biobränsle	6
1.3 Markskador	6
1.4 Drivningsmetoder	8
1.5 Terrängbeskrivning	11
1.6 Tidigare forskning	11
1.7 Syfte & mål	11
1.7.1 Frågeställning	11
2. Material/metoder	12
2.1 Datainsamling	12
2.2 Databearbetning	12
2.3 Analyser och statistik	14
3. Resultat	15
3.1 Jämförelser av totalt GROT-uttag mellan den konventionella metoden och RMSA	15
3.2 Jämförelser av uppskattningen av GROT-volymer	16
3.3 Förändring av uttagen volym GROT med avseende på GYL	16
4. Diskussion	20
4.1 Resultat	20
4.2 Litteraturjämförelser	21
4.3 Implementering av resultat och dess begränsningar	22
4.4 Styrkor och svagheter med studien	23
4.5 Framtida studier	24
4.6 Slutsats	24
5. Källförteckning	26
5.1 Litteratur	26
5.2 Internetdokument	27
5.3 Personlig kommunikation	27
5.4 Bilagor	28

1. INLEDNING

1.1 Bakgrund

Den globala efterfrågan på biobränsle ökar kraftigt vilket har lett till en idag ökande exploatering av urskogar för att öka arealen odlingsbar mark. Forskare befarar en framtida konflikt, där industrialiserade länder är beredda att betala mer för bland annat biodrivmedel än vad utvecklingsländer kan betala för livsmedel (*JTI, 2014*).

För att möta den ökande efterfrågan och samtidigt utveckla hållbara drivningsmetoder (metoder för hur skogsmaskiner skall framföras på ett hållbart sätt för både miljö och människa) har allt fler skogsföretag valt att granska sina tillvägagångssätt vid drivning med GROT-uttag. Stora Enso har tack vare engagerade skogsmaskinförare (arbetslag 601) arbetat fram en ny drivningsstandard kallad Rätt Metod Slutavverkning (RMSA). Metoden går ut på att i förväg noga planera för en basväg (huvudväg) där trakten har bäst bärighet, risa denna och minimera all körning med full last utanför denna basväg. Trakter där man tidigare helt valt att avstå från att hämta skogsbränsle på grund av ogynnsamma markförhållanden, blir med dessa nya metoder tillgängliga (*Skogforsk, 2013*).

1.2 Biobränsle

Ökad andel energi från förnyelsebara källor är en av de energipolitiska mål som det läggs stor vikt vid idag. Värdet av att energiförsörjningen skall vara miljövänlig, trygg och erbjudas till rimliga priser betonas särskilt. Bioenergi är en av de källor som berörs av detta (*Energimyndigheten, 2008*). Denna sorts förnyelsebar energi är idag den dominerande energikällan i Sverige, varav mestadelen biobränsle härrör från skog och skogsindustri (*JTI, 2013*).

Då energiproduktionen i ökande omfattning baseras på energikällor som är förnyelsebara, kommer troligtvis framtidens förbrukning av fasta biobränslen att stiga. Då biprodukter från sågverk i dagsläget redan används i stor utsträckning, indikerar mycket att den framtida källan kommer vara avverkningsrester som t.ex. GROT (*Pettersson, 2006*).

1.3 Markskador

Ett ökat uttag av skogsbränslen leder till ökad markpåverkan då antalet transportsträckor i terrängen blir fler och utbudet av trakter med goda markförhållanden blir färre (*Bjarnert, 2010*). Med en ökande efterfrågan tillsammans med ett varmare klimat med milda vintrar som följd (*Naturvårdsverket, 2013*), ställs allt högre krav på de metoder som idag används vid uttag av skogsbränslen. I Sverige återfinns ofta högproduktiva granobjekt på finjordsrika och fuktiga marker, där det föreligger en stor risk för markskador och framtida produktionsförluster (*Eliasson & Wästerlund, 2007*). Dessa marker klassas ofta som vintertrakter i avverkningsplaneringen. De anses alltså olämpliga att avverka på ofrusen mark, detta för att undvika oacceptabla markskador. Ett varmare klimat leder till tjäle under kortare perioder vilket stärker motiven för utvecklad hänsyn i drivningstekniken vid körning i skogsmark (*Eriksson, 2007*).

Definitionerna kring vad en markskada egentligen är skiljer sig, men ofta delas de in i tre typer: kompaktering, markbrott och djupa hjulspår (Froehlich, 1989). Jämförelser har gjorts för skillnader i markpåverkan vid drivning mellan användande av geonät respektive ris på basvägar och stråk. Ett geonät består av en nätkonstruktion, som ska låsa partiklar i jorden och därmed förbättra markens bärighet (SkogForsk, 2005). Detta kan vara en lösning på myrmark, men är olämpligt att använda vid ojämnheter i marktopografin. Geonät väljs dock ofta bort då det inte är ekonomiskt hållbart (Bjarnert, 2010). Ökad markkompaktering är kopplat till ökat antal överfarter, det vill säga punkter där maskinerna passerar flera gånger. Minskad kompaktering kan urskiljas med ökad tjocklek på risbädden i stickvägar (Eliasson & Wästerlund, 2004).

Markkompaktering leder till att rötter får svårare att penetrera marken och leder till att rotsystemet blir ytlig med korta och grova huvudrötter. Detta leder till ett mer instabilt och känsligt träd. För en trakt med måttlig kompaktering av marken tar det cirka 10-15 år innan marken fått tillbaka sina naturliga processer. I vissa extremfall kan det ta upp till 40 år (Larsson, 2003)

Omrörning och inblandning av syre i jorden vid drivning möjliggör en metylering av kvicksilvret som finns i marken d.v.s. det oorganiska kvicksilvret (Hg) i marken binder till ett kolväte (CH₃) och bildar metylkvicksilver (CH₃Hg⁺). Körspåren skapar nya vägar för metylkvicksilvret som då snabbare transporteras ut till vattendrag och sjöars ekosystem, istället för att långsamt filtreras ner i marken (Bishop & Eklöf, 2010). Det är dock inte bara metylkvicksilvret som kan skada den biologiska mångfalden. Det är även vanligt att körskador där grundvattnet är nära markytan medför uttransport av sediment, organiskt material och näringsämnen (Eriksson, 2007).

Enligt Berg (2010) så bedöms, ur ett miljöperspektiv, åtta typer av markskador som allvarliga. Dessa innefattar körskador som: *leder till ökad utförsel av slam till vattendrag och sjöar; ändrar ett vattendrags sträckning; orsakar försumpning eller dämning nära vattendrag; skadar torvmark i anslutning till vattendrag och sjöar; påverkar naturvärden i lämnad hänsyn; försämrar framkomligheten på frekvent använda stigar och leder; försämrar upplevelsevärdet i frekvent använda friluftsområden samt skadar fornlämningar och andra värdefulla kulturlämningar.*

Vad innebär risning?

Att risa, innebär att man använder avverkningsrester såsom GROT i körvägar för att förbättra markens bärighet. Riset läggs ut i svaga partier eller i områden med hög drivningsfrekvens. Utplaceringen av riset utförs av skördaren, men komplettering och påfyllnad av nytt ris kan behöva göras av skotaren. Riset blir därefter otjänligt att sälja som skogsbränsle, då det framförallt blir förorenat när man kör på det. Kostnaden av risningen brukar definieras av den tid den tar för skotaren att förflytta och placera ut riset. Kostnaden är även beroende på hur frekvent risvägen används, då riset slits relativt snabbt och man behöver därför tillföra nytt ris till marktäcket med jämna mellanrum (Staland, 2002).

Vad säger lagen?

Enligt skogsstyrelsens föreskrifter skall ”Skador till följd av skötsel av skog förhindras eller begränsas på mark och vatten”. Gäller gör även följande: ”Vid skötsel av skog ska skadligt näringsläckage och skadlig slamtransport till sjöar och vattendrag förhindras och

vattenkvaliteten bibehållas eller förbättras. Vid användning av bekämpningsmedel, drivmedel eller oljor ska det ske så att skador på miljön förhindras” (Skogsstyrelsen, 2014).

1.4 Drivningsmetoder

Konventionell metod

Skotaren är överlag mer terrängkänslig än skördaren. Detta när man beaktar att skotaren ska kunna gå i samma spår som skördaren med fullt lass. Vilket betyder att skördarförarna måste ha kunskap om vad skotaren klarar av (Persson, 2008). Trots detta så anpassas inte skördarens stråk alltid till den efterföljande skotaren, vilket leder till att skotarföraren senare blir tvungen att köra på orisade vägar där risken för sönderkörning är stor. Skördarföraren lägger ut långa tvärslag på trakten, oftast från ände till ände, vilket gör att skotaren kan bli fullastad längst bort och blir tvungen att upprepa körning på samma stråk flera gånger, vilket även det ökar risken för markskador (Eliasson & Wästerlund, 2004)(Fig. 1).

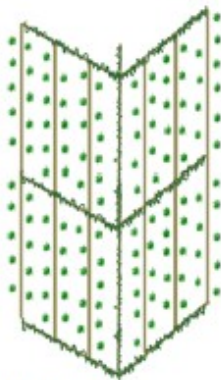
Rätt Metod Slutavverkning

Grundidén är att skördarförarna tar sig tid att planera placering av körstråken, framförallt dragningen av basstråken, innan avverkningen påbörjats (Stora Enso, 2013)(Fig. 1).

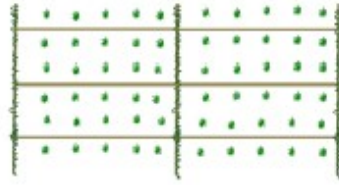
Körningen skall koncentreras till väl risade basstråk och slagen (den väg som skördaren skapar under avverkningen) skall inte blir för långa. Skördaren bör ha koll på den avverkade volymen, så att den inte överstiger skotarens lastkapacitet för varje slag. Detta innebär att man bryter de långa konventionella tvärslagen med risad basväg. Det finns tre olika typmetoder framtagna för att visa hur man kan bryta tvärslagen med risade basvägar vid olika förhållande på en trakt (Fig. 2).

Med RMSA-metoden skall GROT-uttag kunna utföras trots ogynnsamma förhållanden, samtidigt som miljöhänsynen förbättras med en minskad mängd körskador. Körstråken skall inte följa hänsynsytor utan bör gå vinkelrätt mot dem (Stora Enso, 2013).

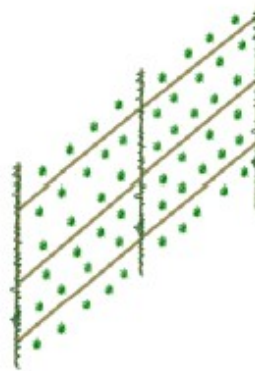
Problemet med körskador är branschgemensamt och en miljöpolicy har upprättats av ett antal företag. Det finns även metoder som liknar RMSA: Sveaskogs ”MMM”, Sydveds ”Spårlös avverkning”, Holmen Skogs ”Spårlös drivning” och Billerud Korsnäs ”Risa Rätt”.



Y-metoden
Kan användas i relativt branta sluttningar, fungerar även på flacka marker.

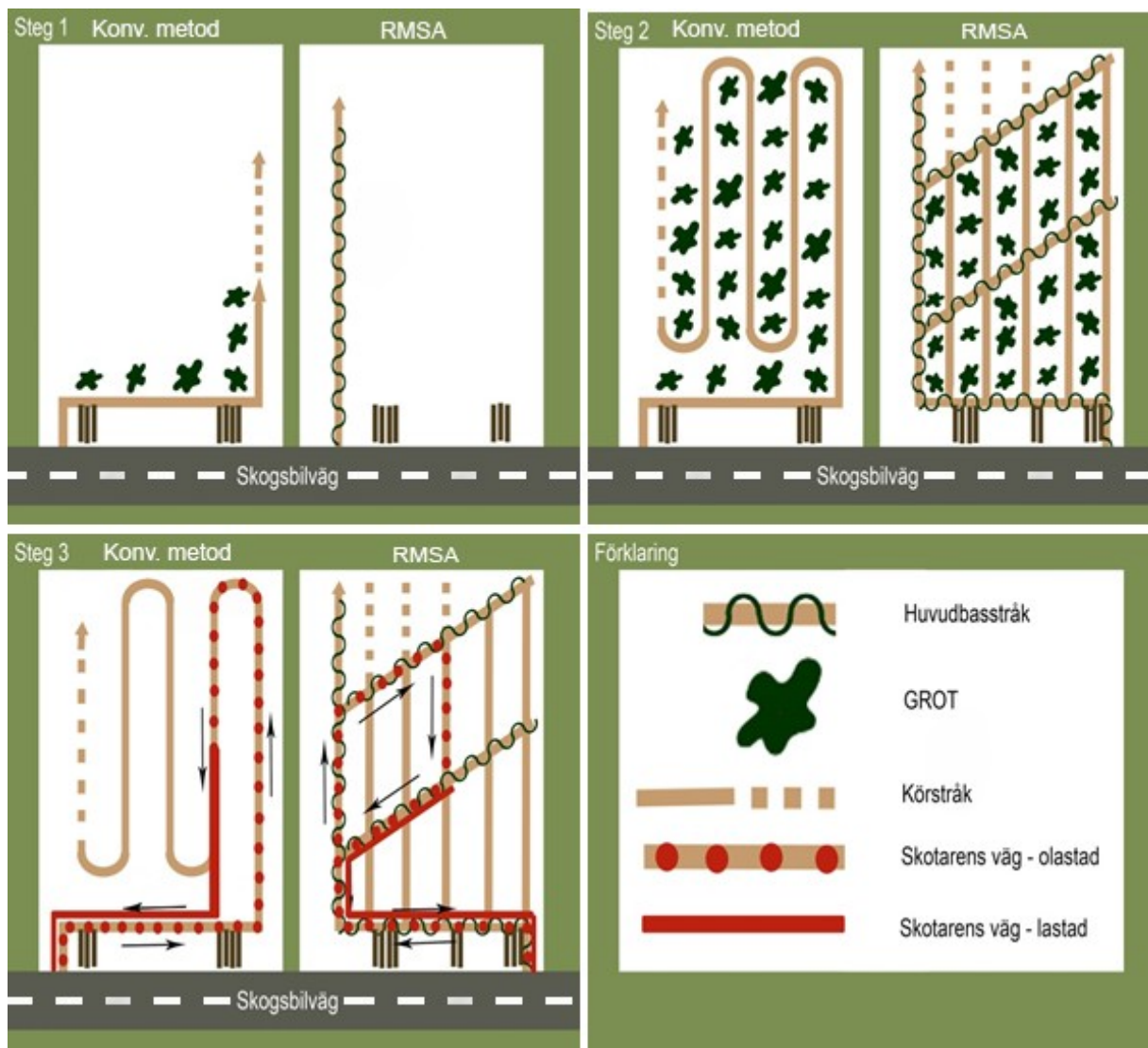


Tvärslagsmetoden
Kan användas på flacka, blöta marker och även i korta sluttningar.



Snedslagsmetoden
Kan användas i fuktiga sluttningar.

Figur 2: Beskrivning av tre olika varianter vid drivning enligt konceptet RMSA (Stora Enso, 2013).
Figure 2: Description of different variants, forwarding with the concept RMSA (Stora Enso, 2013).



Figur 1: Steg 1 Konventionell Metod: Skördaren avverkar traktens ytterkanter för att kontrollera traktgränser och få översikt över traktens utbredning. *RMSA:* Trakten öppnas på det stället där marken har som bäst bärighet. All GROT läggs i vägen, som blir ett väl risat huvudbasstråk och håller bra för många transporter. Steg 2 Konventionell Metod: Skördaren lägger sedan ut långa tvärslag på trakten, oftast från ände till ände. Avverkningen anpassas inte till den kommande skotningen i så hög grad. *RMSA:* Trakten delas av med fler basstråk som också risas extra mycket. De ska bära den fullastade skotaren ut till vägen. GROT tillreds på de mellanliggande körstråken, vars längd anpassas av skördaren för att medföra så lite lastkörning som möjligt (tumregel: en skotarvända timmer per risat slag)(StoraEnso 2013). Steg 3. Konventionell Metod: Skotaren börjar sedan på delar av trakten som är svåra att skota fram från eller längst bak. Strukturen för det fortsatta arbetet sätts i början och därför tar de första lastningarna längst tid. Skotningsvägen blir totalt längre och körningen med skotaren hamnar oftast utanför skördarens risade vägar, även fullastade. Tidsförluster sker när skotaren behöver flytta ris till delar som körs sönder (Persson, 2008). *RMSA:* Skotaren lastar längs de mindre körstråken och körs sedan ut på ett av de risade basstråken så fort den har full last (Stora Enso, 2013).

Figure 1: Step 1. Conventional Method: The harvester harvests the area's outer edges to check the area boundary and overview of the area's sprawl. *RMSA:* The area opens at the place where the land has its best carrying capacity. All slashes are placed in the path, which becomes a main path that keeps well for many shipments. Step 2. Conventional Method: The harvester then puts out long transverse paths, usually from end to end. *RMSA:* The area is divided with more main paths. They will carry the fully loaded forwarder out to the road. Slash is prepared on the intermediate between paths. The paths length is adjusted by the harvester to impose as little load driving as possible (Stora Enso 2013). Step 3. Conventional Method: The forwarder then continues to parts of the area that are difficult to produce from. The structure for future work is built in the beginning and therefore is the initial loading operation time consuming. The forwarder's paths becomes longer in total and usually ends up outside the harvester's paths, even when it's fully loaded. Time losses occur when the forwarder needs to move slash to the parts that lost its carrying capacity and therefore been rutted (Persson, 2008). *RMSA:* The forwarder loads along the smaller paths and then runs out on one of the main paths that lead to the road as soon as it has been fully loaded (Stora Enso, 2013).

1.5 Terrängbeskrivning

Arbetet i skogen påverkas av hur den aktuella terrängen ser ut. De faktorer som brukar används för att beskriva terrängens svårigheter vid drivning är grundförhållande, ytstruktur och lutning (GYL). Varje svårighetsfaktor bedöms i fem klasser (1-5) där bedömningen 1 betyder att förhållandena är tämligen enkla och 5 innebär att det råder svåra förhållanden (*SkogForsk, 1995*).

1.6 Tidigare forskning

Larsson (2014) undersökte hur medelkörsträckan och bränsleförbrukningen hos skotaren påverkades av bytet från konventionell drivning till Stora Ensos RMSA. Försöket utfördes som en jämförande studie där han ställde dessa två metoder mot varandra, i ett försök med två försökslokaler med vardera två parceller på respektive lokal. Studien visade att det finns en möjlighet att sänka medelkörsträckan med i snitt 17,23% med RMSA. Även bränsleförbrukningen sjönk med det nya konceptet (minskning med 8-13%), detta ansågs bero på att medelkörsträckan blev kortare samt att körsträckan på risat underlag ökade. Dock kunde inga slutsatser dras kring huruvida produktiviteten hos skotaren påverkades av drivningskoncepten eller om mer eller mindre mängder GROT-volym skördas med RMSA.

1.7 Syfte & mål

Syftet med denna studie var att analysera skillnader i utfall av GROT-volym på olika typmarker där man nyttjat Stora Ensos drivningsmetod RMSA. Detta genom att analysera och jämföra inmätt volym GROT (m³f/ha) för den konventionella metoden samt RMSA. Aspekter som tas hänsyn till är markens grundförhållanden, lutning, ytstruktur, det totala uttaget av massaved, timmer och brännved samt den inmätta volymen GROT (m³f/ha).

Målet var att ta fram ett underlag till beslutsfattare som t.ex. den enskilde skogsägaren, vid val av drivningskoncept vid planerat GROT-uttag. En analys av konventionell metod samt RMSA, där fokus låg på hur uttaget varierade beträffande ett antal typmarker som skulle efterlikna ett bestånds naturliga utformning, åsyftades hjälpa beslutsfattaren i sitt val av metod.

1.7.1 Frågeställning

- I. Ökar den totala uttagna mängden GROT i genomsnitt efter införandet av RMSA?
- II. Hur ser GROT-uppskattningarna ut från skördare, skotare till den inmätta volymen?
- III. Sker en förändring av uttagen volym GROT, på ett antal olika GYL-definierade marker?

2. MATERIAL/METODER

2.1 Datainsamling

Studien har behandlat data gällande tre arbetslag från Stora Enso (*Tabell 1*). Data har insamlats från tre lag och två perioder innan och efter uppstarten av RMSA. För att underlätta tolkning av data kopplat till de olika arbetslagen har vi kallat dem för: A, B och C.

Tabell 1: De olika arbetslagen och de tidsperioder som studien berör, innan införandet av RMSA (2011) och efter uppstart av RMSA (2013), samt datum för diplomering av lagen i utbildningen av RMSA

Table 1: The 3 different harvesting teams and the periods of the study before and RMSA (2011), also the date of diploma in the education of RMSA (2013) for the different teams

Arbetslag	Tidsperiod före: konv. metod (2011)	Tidsperiod efter: RMSA (2013)	Diplomering
A	20110101-20110530	20130101-20130530	201211
B	20110101-20110530	20130101-20130530	201301
C	20110101-20110530	20130101-20130530	201301

Arbetslagen har varit lokaliserade i mellersta Sverige, kring Gävle, Ockelbo och dalälvsområdet. En viss skillnad i diplomeringstidpunkt finns, då de olika lagen är diplomerade från perioden slutet på 2012 till början på 2013. Två tidshorisonter valdes ut där tidsperioden 2011 är ett "före-läge" innan RMSA infördes och 2013 är ett "efter-läge", där de olika lagen fått utbildning i den nya metodens tillvägagångssätt.

Data för de olika arbetslagen samt perioderna har erhållits i form av: avverkade objekt, med följande sortimentsindelning: TTN - *talltimmer normal*, GTN - *grantimmer normal*, GTK - *grantimmer klen*, LT - *lövtimmer*, BMB - *blandmassaved barr*, LM - *lövmassa* samt BRV - *brännved*. Även data om de olika lagens manuellt uppskattade GROT-volymer (m^3f) från skördaren och skotaren, samt det inmätta värdet har samlats in. Data om för GYL och areal för de aktuella trakterna har även erhållits.

2.2 Databearbetning

Data från de två analysperioderna jämfördes mot varandra, där huvudsakligen den totala inmätta volymen GROT (m^3f) som kvot av uttagen volym (total avverkad volym, barr-, lövmassa, timmer och brännved (m^3sk)) och hektar, för de två olika drivningsmetoderna analyserades. Både det totala uttaget per tidsperiod, samt uttag per period och arbetslag studerades. Detta för att analysera hur det totala GROT-uttaget förhöll sig mot övriga aspekter.

Även bedömningarna av uppskattad GROT-volym studerades. GROT-volymen uppskattas först av skördarföraren, därefter av skotarföraren och blir slutligen inmätt, det är den inmätta volymen GROT som markägaren får betalt för. Granskningen gjordes för att analysera eventuella skillnader i uppskattningsleden mellan de olika metoderna.

Slutligen analyserades hur uttagen volym GROT med avseende på trakternas GYL-bedömning förhöll sig. Två modeller valdes för dela in data i typmarker. Dessa döptes till typmarksmodell 1 & 2. Typmarksmodell 1 tog hänsyn till ett områdes alla tre markfaktorer: GYL, utan att sätta dem i inbördes ordning och sorterade trakterna efter de bedömningar som angivits inom varje

markfaktor (*Tabell 2*). Typmarksmodell 2 behandlade varje markfaktor för sig, rangordnade därefter resultatet vilket gav ett resultat per markfaktor (GYL).

Typmarksmodell 1

Trakter som ansågs ha likartade förhållanden sammanställdes i fyra stycken typmarker. Detta gjordes med avseende på trakternas markförhållanden, där de markerna med bäst bärighet, minst lutning och bäst ytstruktur enligt den givna GYL-kombinationen (klassificering 1-5), sorterades in i grupp 1 och de med sämst markegenskaper hamnade i grupp 4. Modellen tog ej vidare hänsyn till inbördes rangordning av de tre markfaktorerna, utan enbart till den bedömning som var angiven inom varje GYL-kombinationsfaktor (*Tabell 2*). Detta gjordes genom att dela in grupperna beroende på vilka bedömningar som angivits i GYL-kombinationen på nedan angivna vis.

Därefter sorterades de olika trakterna in i grupperna och den inmätta mängden GROT (m³f) med hänseende på GYL, beaktades för de två olika tidsperioderna.

Tabell 2: Indelning av trakter i grupper enligt typmarksmodell 1, beroende på markfaktorernas bedömning där den tresiffriga kombinationen av bedömningen i GYL behandlas (ex. GYL 123 hamnar i grupp 2 då den innehåller en trea, och GYL 122 i grupp 1, då den bara innehåller ettora och tvåora). Detta sker utan upprepningar och indelningen börjar i grupp 1

Table 2: Classification of areas into groups depending on soil factors' assessment where the three-digit combination of assessment in GYL is treated (e.g. GYL 123 ports in group 2 and GYL 122 in group 1). This occurs without repetition and the classification starts in group 1

Grupp	Beskrivning
Grupp 1 – <i>Riktigt bra drivningsförhållanden</i>	Innehåller bara 1,2 i GYL-kombinationen
Grupp 2 – <i>Bra drivningsförhållanden</i>	Innehåller bara 1,2,3 i GYL-kombinationen (exkl. de trakter som faller in i grupp 1)
Grupp 3 – <i>Ok/svåra drivningsförhållanden</i>	Innehåller bara 1,2,3,4 i GYL-kombinationen (exkl. de trakter som faller in i grupp 1 och 2)
Grupp 4 – <i>Mycket svåra drivningsförhållanden</i>	Innehåller 1,2,3,4,5 i GYL-kombinationen (exkl. de trakter som faller in i grupp 1, 2 och 3)

Typmarksmodell 2

Den andra modellen särskilde de tre markfaktorerna och beaktade data för varje enskild faktor; G, Y och L. Modellen där varje trakts inmätta GROT- volym delades upp för varje markfaktor (G, Y, L) och dess bedömningsnummer (1-5). Även de trakter som saknade GYL-uppgifter men hade ett uttag finns med i en egen kolumn. Denna modell utformades för att kunna utföra analyser på en mer specifik nivå än typmarksmodell 1. Med hjälp av modellen kunde man analysera huruvida skillnader finns mellan de två drivningskoncepten (RMSA och konventionell metod) sett till varje enskild markfaktor.

2.3 Analyser och statistik

De två första frågeställningarna rörandes hur det totala GROT-uttaget skiljde sig mellan de två metoderna, samt hur uppskattningarna hade förändrats analyserades genom modeller och tabeller i Microsoft Excel 2010.

Vid granskningen av hur GROT-uttaget med hänseende på GYL-bedömningarna förhöll sig genomfördes ett chi-2-test på typmarksmodell 2 i Minitab på signifikansnivån 95 %. Där jämfördes arealfördelningen på de sex olika bedömningarna, det vill säga även där GYL-uppgifter saknades. Jämförandet gällde de två perioderna före och efter införandet av RMSA för de tre markfaktorererna enskilt (arealfördelningen på bedömningarna för t.ex. lutningen (L) före ställdes mot arealfördelningen efter införandet).

3. RESULTAT

3.1 Jämförelser av totalt GROT-uttag mellan den konventionella metoden och RMSA

Tabell 3: Jämförelse av manuellt inmätt GROT-volym, för konventionell metod (2011) och RMSA (2013)
Table 3: Comparison of slash volumes for the conventional method (2011) and RMSA(2013)

	Konv. metod (2011)	RMSA (2013)
Total volym inmätt GROT	3540 m ³ f	6959 m ³ f
Total avverkad volym*	103042 m ³ f	104893 m ³ f
Total areal brutto**	600,1ha	580,6 ha
Total areal netto***	512,2 ha	529,5 ha
Totalt antal trakter	61st	80 st
Genomsnittlig traktareal brutto	9,8 ha	7,3 ha
Genomsnittlig traktareal netto	8,4 ha	6,6 ha
Barrandel, av tot. avverkad volym	92,43 %	91,91 %
Lövandel, av tot. avverkad volym	6,85 %	7,99 %
Brännvedsandel, av tot. avverkad volym	0,72 %	0,1 %

* Total avverkad volym, barr-, lövmassa, timmer och brännved

** areal inklusive yttergränd, allt ingår i avverkningen

*** areal exklusive vardagshänsyn, impediment etc.

Med avseende på den totala avverkade volymen (barr-, lövmassa, timmer och brännved) har andelen inmätt GROT ökat från användandet av konventionell metod (2011) till efter införandet av RMSA (2013). Även med avseende på den totala avverkade volymen timmer (Tabell 4).

Tabell 4: Total manuellt inmätt GROT-volym (%) med avseende på: total avverkad volym, total avverkad volym timmer

Table 4: Total manually measured volume of slash (%) with respect to: the total harvested volume and the total volume felled timber

Total inmätt GROT-volym (%) med avseende på:	Konv. metod (2011)	RMSA (2013)
Total avverkad volym*	3,44	6,63
Total avverkad volym timmer	4,79	9,23

* Total avverkad volym, barr-, lövmassa, timmer och brännved

Andelen inmätt GROT-volym/ha har även ökat från användandet av konventionell metod (2011) till efter införandet av RMSA (2013) (Tabell 5) med avseende på brutto- och netto arealen (inmätt volym GROT/hektar).

Tabell 5: Total manuellt inmätt GROT-volymer/hektar med avseende på: total areal netto samt total areal brutto
Table 5: Total manually measured volume of slash with respect to: total area (net) and total area (gross)

Total inmätt GROT-volymer/hektar (m ³ f/ha) med avseende på:		
	Konv. metod (2011)	RMSA (2013)
Areal brutto*	5,9	11,99
Areal netto**	6,91	13,14

*areal inklusive yttergränd, allt ingår i avverkningen

** areal exklusive vardagshänsyn, impediment osv

3.2 Jämförelser av uppskattningen av GROT-volymer

Den totala inmätta volymen GROT har nästintill dubblats med RMSA jämfört med den konventionella metoden, för alla arbetslag utom för lag A (Tabell 6). En negativ trend uppdagades med avseende på de uppskattade volymerna från det att de skördats till att de blivit inmätta, efter införandet av RMSA.

Tabell 6: Bedömning av volym GROT (m³f/ha) som skördats, skotats och blivit inmätt för de två metoderna
Table 6: The assessment of the volume of slash that have been harvested, forwarded and measured

Arbetslag	Metod/år	Skördat*	Skotat**	Inmätt***
A	Konv. metod (2011)	15,3	11,8	14,1
	RMSA (2013)	20,4	19,5	5,0
B	Konv. metod (2011)	4,9	0	0
	RMSA (2013)	70,8	17,6	23,3
C	Konv. metod (2011)	5,1	4,8	5,2
	RMSA (2013)	19,3	15,0	14,6
Medel	Konv. metod (2011)	8,9	5,9	6,9
	RMSA (2013)	35,7	17,8	13,1

*Inmätt i form av manuell uppskattning av skördarföraren (subjektivt)

**Inmätt i form av manuell uppskattning av skotarföraren (subjektivt)

***Inmätt av VMF (Virkesmätnings föreningen)

3.3 Förändring av uttagen volym GROT med avseende på GYL

Typmarksmodell 1

Med hjälp av typmarksmodell 1 kan vi se hur uttagen av inmätta GROT-volymer har ökat respektive minskat i de fyra grupperna (Tabell 2). Under 2011 (konventionell metod) har mängden inmätt GROT-volymer (m³f/ha) främst hämtats ur Grupp 1 (Tabell 7) både sett till det totala uttaget samt arbetslagens uttag för sig. Sett till 2013 (RMSA) (Tabell 7) så ligger tyngdpunkten även där i Grupp 1, med de enligt GYL-definierat bättre markerna. Detta

samtidigt som det inmätta GROT-uttaget har ökat i Grupp 2 och 3 tillsammans med ett ökat totalt uttag. Ett större uttag per hektar har skett på sämre mark under 2013 (RMSA).

Tabell 7: Fördelning av inmätt GROT-volym/hektar (m^3f/ha) (netto) över de 4 typmarksgrupper som bestämts i utifrån GYL för den konventionella metoden (2011) samt för RMSA (2013) (Tabell 2)

Table 7: The distribution of measured volume of slash/hectare (m^3f/ha) (net) over the 4 groups that have been set in depended on different factors of GYL for the conventional method (2011) and for RMSA (2013) (Table 2)

Arbetslag	Grupp 1	Grupp 2	Grupp 3	Grupp 4
Konv. Metod (2011)				
A	24,1	12,9	1,9	0
B	0	0	0	0
C	45,5	0	0	0
Medel	18,4	2,2	1,3	0
RMSA (2013)				
A	0	6,8	0	0
B	49,6	11,4	32,1	0
C	38	15,4	7,1	0
Medel	29,4	9,9	8,8	0

Sett till det procentuella uttagen under 2011 (konventionell metod) har volymen inmätt GROT-volym främst skördats inom Grupp 1 (Tabell 8) både sett till medeluttaget och arbetslagens enskilda uttag för sig. Uttag förekommer även i Grupp 2 och 3 för maskinlag A. När man sedan ser till den GROT-volym som mäts in under 2013 (RMSA) ligger även här tyngdpunkten i Grupp 1 (Tabell 8) men ökade uttag har skett inom grupperna 2 och 3. Ett större volymuttag har skett på sämre marker (enligt GYL definierat) under 2013, efter införandet av RMSA.

Tabell 8: Fördelning av inmätt GROT/Totalt inmätt GROT ($6582m^3f$) (%) över de 4 typmarksgrupper som bestämts utifrån GYL för konventionell metod (2011) samt för RMSA (2013)(Tabell 2)

Table 8: The distribution of measured volume of slash/the total measured volume of slash (m^3f) (%) over the 4 groups that have been set depended on different factors of GYL for conventional method (2011) and for RMSA (2013)(Table 2)

Arbetslag	Grupp 1	Grupp 2	Grupp 3	Grupp 4
Konv. Metod (2011)				
A	78,6	16,4	4,9	0
B	0	0	0	0
C	100	0	0	0
Totalt	83,3	12,8	3,8	0
RMSA (2013)				
A	0	100	0	0
B	57,8	28,9	13,3	0
C	27,6	53,9	18,6	0
Totalt	38,5	49	12,5	0

Typmarksmodell 2

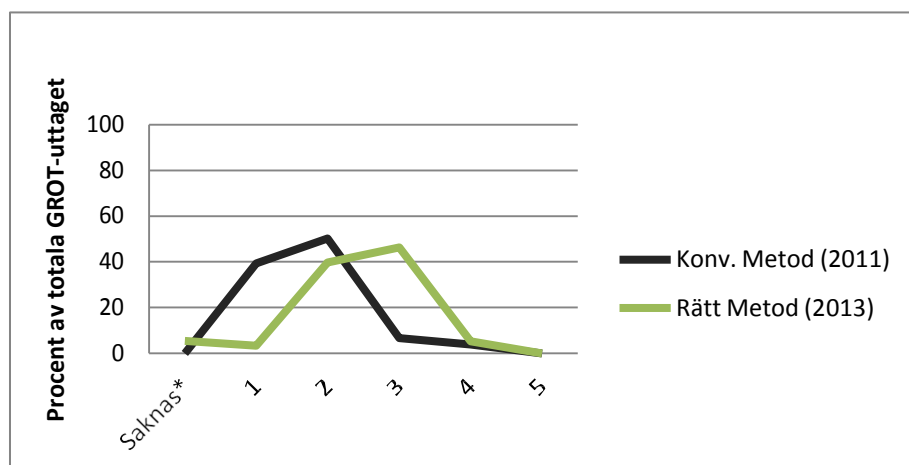
Med hjälp av typmarksmodell 2 kan GROT-uttagen under bedömningsskalan 1-5 för G, Y och L analyseras hur dessa har förändrats från perioden 2011 (konventionell metod) till perioden 2013 (RMSA). För första perioden med konventionell metod (2011) är tyngdpunkten av de inmätta GROT-volymerna inhämtade från marker med G=2, L=2 och Y=1 (Tabell 9). För perioden 2013 (RMSA) (Tabell 9) ligger tyngdpunkten i grundförhållande=3, lutning=2 och ytstruktur=2. Detta visar att en högre volym GROT har inhämtats på GYL-bedömda, sämre marker. Ser man till hur den procentuella förändringen på de olika markerna ser ut så har (Fig. 3-5) dels uttag skett på nya, sämre grundförhållandeklasser samt att en total ökning skett på sämre mark generellt även när det gäller lutning och ytstruktur. Körningen i minitab visar att skillnad i arealfördelningen över bedömningsområdena för G, Y och L är statistisk säkerställt för signifikansnivån 95 % (Bilaga 3).

Tabell 9: Fördelning av volymen GROT (m³/hektar) (netto) i de olika bedömningsklasserna som beskrivs för den konventionella metoden (2011) samt RMSA (2013)

Table 9: The distribution of slash volume/hectare (net) for the different groups for the conventional method (2011) and for RMSA (2013)

	Saknas*	1	2	3	4	5
Konv. Metod (2011)						
G	0	20,27	7,96	2,48	1,62	0
Y	0	12,71	0	0	0	0
L	0	36,43	5,06	3,04	0	0
RMSA (2013)						
G	16,57	8,82	29,44	10,33	4,91	0
Y	16,57	8,96	18,40	0	35,83	0
L	16,57	2,79	20,81	5,16	31,18	0

*GYL-uppgifter saknas för trakten

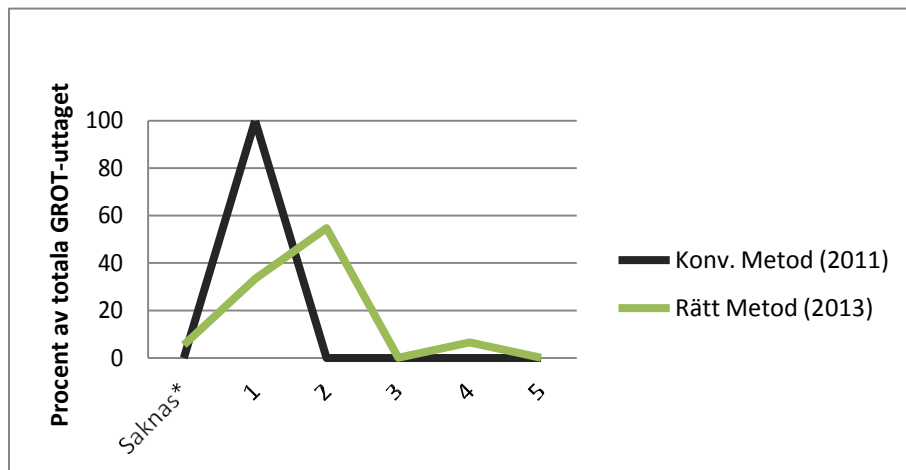


Figur 1: Procentuell fördelning av det totala inmätta GROT-uttaget för konventionell metod (2011) och RMSA (2013) i de olika bedömningsklasserna, med avseende på grundförhållande.

Figure 3: Percentage distribution of total measured slash part, for the conventional method (2011) and RMSA

(2013) with respect to ground condition.

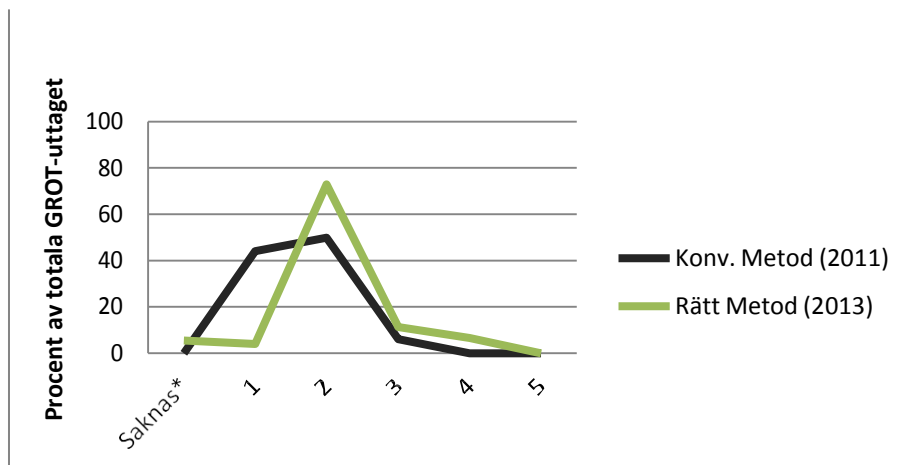
*GYL-uppgifter saknas för trakten



Figur 2: Procentuell fördelning av det totala inmätta GROT-uttaget för konventionell metod (2011) och RMSA (2013) i de olika bedömningsklasserna, med avseende på ytstruktur.

Figure 4: Percentage distribution of total measured slash part, for the conventional method (2011) and RMSA (2013) with respect to surface structure.

*GYL-uppgifter saknas för trakten



Figur 3: Procentuell fördelning av det totala inmätta GROT-uttaget för konventionell metod (2011) och RMSA (2013) i de olika bedömningsklasserna, med avseende på lutning.

Figure 5: Percentage distribution of total measured slash part, for the conventional method (2011) and RMSA (2013) with respect to slope.

*GYL-uppgifter saknas för trakten

4. DISKUSSION

4.1 Resultat

Ökar den totala uttagna mängden GROT i genomsnitt efter införandet av RMSA?

Analyserna visar att volymen inmätt GROT överlag har ökat efter införandet av RMSA. När den procentuella skillnaden mellan uttagen volym GROT och total avverkad volym timmer analyserades, uppstod en procentkvot mellan dessa två. Detta beror rimligtvis på att under studien valdes att behålla trakter där man endast tar ut fröträd i beräkningarna. Från en trakt med endast fröträdsavverkning tas ej GROT ut, vilket kan resultera att siffrorna för GROT-uttag jämfört med total avverkad volym timmer blir små, då antalet trakter med fröträd kan anses som många. Dock ansågs det viktigt att dessa ur GROT synpunkt ej användbara poster, fanns med i studien då de representerar ett verkligt skogsbruk vilket på intet sätt förskönar studien och dess ändamål.

Stora Enso ser en förändring i deras sätt att välja vilka trakter som GROT-uttag ska göras på. Under den konventionella metoden bestämdes att antingen så tas GROT ut från trakten, eller inte. Med RMSA är flexibiliteten större, delar av en trakt kan beaktas och därmed få ett högre uttag av GROT från lämpliga områden, jämfört med konventionell metod då 100 % av trakten hade varit uttagsgrundande. De anser sig ha lämnat on/off-tänket som tidigare har funnits gällande GROT-uttag. Ytterligare en aspekt att ha i åtanke gällande resultatet är att Stora Enso genom RMSA synliggjort från vilka trakter man kan skörda GROT, tidigare har planerare och skogstjänstemän haft ett synsätt där man enbart kan hämta GROT från högproduktiva marker med högt graninslag (*Hanaaes, 2014*).

Hur såg GROT-uppskattningarna ut från skördare, skotare till den inmätta volymen?

De GROT-volymer som uppskattats av skördaren, skotaren och sedan blivit inmätta har en negativ trend (*Tabell 6*). De data som erhålls från skördaren och skotaren är uppskattningar d.v.s. det finns utrymme för både under- och överskattningar. Det är troligt att en del av riset inte skotas från de högar som skördaren tillrett. När skotaren sedan lagt upp GROT i hög vid väg kan man räkna med en annan bulkvolym (luftighet). Under förflyttnings- och flisningsfaserna kan även en del spill uppstå, framförallt om det förflyttas efter flisning och ej flisas direkt i container. Det som sedan mäts in är GROT-flis i m³s eller ton, omkalkylering tillbaka till m³f kan även det vara en felkälla. Varför en minskning i det uppskattade värdet efter införandet av RMSA har noterats, är dock oklart.

De erhållna GROT-volymer (m³f) över vilka volymer som skördats och skotats är manuellt behandlade och därmed subjektivt bedömda, och dessutom utförda av ett flertal olika individer blir den mänskliga faktorn en ofrånkomlig felkälla, vilket har medfört att ingen vidare analys har utförts rörande det momentet av arbetsgången.

Skedde en förändring av uttagen volym GROT, på ett antal olika GYL-definierade marker?

Sista frågeställningen besvarades med hjälp av de två typmarksmodellerna.

Typmarksmodell 1

Då risken för subjektiva data bedömdes som stor, bestämdes att en modell skulle utformas på så vis att den ej tog hänsyn till inbördes rangordning eller till våra personliga åsikter om

markfaktorernas påverkan på drivningen. Utformningen av typmarksmodell 1 där uppdelningen beror på huruvida markfaktorernas sammansättning ser ut, resulterade i en opartisk bedömning som tog hänsyn till varje enskild markfaktor. Resultatet torde därav kunna bedömmas som tillförlitligt och objektivt framarbetat.

Vid resultatsammanställningen för typmarksmodell 1, lades ingen vidare hänsyn vid det faktum att volymen inmätt GROT skiljde sig mellan de två tidsperioderna, (från 3540m³f vid konventionell metod (2011) och 6582m³f vid RMSA (2013)) då resultatet presenterades i procentandelar och m³f/ha ansågs huruvida det totala uttaget GROT skiljde sig irrelevant vid frågeställningen.

Typmarksmodell 2

En andra typmarksmodell skapades främst för att minimera risken för selektivitet, men även för att få ett mer specifikt resultat. Modellen gav ett ytterst detaljerat och överskådligt material, men också trippletter av data på grund av att varje trakts uttagna volym GROT behandlades tre gånger. Anledningen till att modellen framarbetades var för att möjliggöra för beslutsfattaren att fokusera på valda delar, exempelvis grundförhållanden för varje period eller arbetslag under en period. Förhoppningsvis är denna modell till hjälp för den private skogsägaren i sitt val av drivningsmetod. Om denne känner sina skogsområden med relationen: bra grundförhållanden, stenigt, eller brant och därmed kan analysera utfallet av denna studie med sin egen skogs markegenskaper i fokus, utan att för den delen behöva ha exakta GYL-data för varje trakt.

Som underlag för tolkning av resultaten för typmarksmodell 2 gjordes ett chi-2-test i Minitab på arealfördelningen som gav en statistisk säkerställdhet i skillnad på signifikansnivån 95 %. Signifikans i de skillnader som uppmärksammats och senare redovisas i avsnittet resultat är problematiska att hantera i ett sådant test, då det rör sig om medeltal. Därför genomfördes denna analys på hektar/bedömning av G, Y och L.

4.2 Litteraturjämförelser

Då tidigare forskning inom ämnet har varit ytterst begränsad, blir således en diskussion kring huruvida resultatet i denna studie relaterar till övriga studier både liten och tämligen svår. Den studie där en jämförelsefaktor kan ses som aktuell, är Larsson (2014). Samma koncept analyserades, men med fokus på medelkörsträcka samt bränsleförbrukning. I analysen uppdagades att båda testade variabler sänktes med konceptet RMSA. Ett ökat GROT-uttag tillsammans med en kortare medelkörsträcka samt en mindre bränsleförbrukning torde ge ett än mer ekonomiskt lönsamt resultat för aktuell markägare, än det som uppdagats i enbart denna studie. Larsson (2014) kunde däremot inte dra några slutsatser kring huruvida produktiviteten hos skotaren förändrades, vilket hade föranlett ett bredare diskussionsunderlag. Dessutom har en annan tidsperiod legat till grund för analysen, då fältstudier utfördes under en begränsad period på hösten.

Information i form av uppföljning eller liknande om hur förekomsten av markskador förändrats i och med införandet av metoden saknas. Men markskadorna kan ändå antas minska med RMSA. Detta då ökad kompaktering är kopplat till ökat antal överfarter, det vill säga punkter där maskinerna passerar flera gånger. Minskad kompaktering kan urskiljas med ökad tjocklek på risbädden i stickvägar (Eliasson & Wästerlund, 2004). RMSA ger ökad fokus på väl risade basstråk och planering för minskad körning med fullt lastad skotare på vägar som inte risats.

4.3 Implementering av resultat och dess begränsningar

Ett möjligt alternativ på hur studiens resultat i praktiken kan implementeras är som ett hjälpmedel vid val av drivningskoncept på slutavverkningstrakter utifrån rådande GYL för t.ex. den enskilde skogsägare som är intresserad av ett GROT-uttag (Tabell 10).

Tabell 10: De GYL-bedömningar som markerats med "x" kan anses vara lämpliga för GROT-uttag vid drivning enligt de två metoderna RMSA och Konventionell Metod

Table 10: The GYL estimates marked with an "x" may be appropriate for removal of slash for RMSA and Conventional method

Bedömningsfaktor	Bedömning*				
	1	2	3	4	5
Konventionell metod					
G	x	x	-	-	-
Y	x	-	-	-	-
L	x	x	-	-	-
RMSA					
G	x	x	x	x	-
Y	x	x	-	x	-
L	x	x	x	x	-

*x=har ett uttag större än 5m³/ha under denna studie (Tabell 9)

Implementering av metoden torde vara möjlig för bland annat skogsägarföreningar, som inte själva har framarbetat ett liknande arbetssätt. Då resultatet från denna studie visar att ett högre GROT-uttag är möjligt, vilket torde vara motiverat även för de privata skogsägarna via skogsägarföreningar.

Då studien är begränsad till en viss del av Sverige, finns inga indikationer från resultatet i aktuell studie på hur väl metoden kan tillämpas i övriga Sverige. Den aktuella studielokalen är förlagd i mellersta Sverige och sett till markers produktivitet över landet, torde resultatet vara mer applicerbart i södra delarna av landet, snarare än norra – där produktiviteten och därmed mängden uttagbart GROT är avsevärt mycket mindre. Detta finns dock inga analyser kring, och resultatet som sådant bör tolkas med studielokalens position i åtanke.

Även att ta i beaktning är studiens analyserade tidshorisont, från januari-maj. Inga studier finns kring huruvida metoderna skiljer sig under resterande delar av året.

Sammanlagt har studien behandlat data från 141st trakter med en total areal på 1 180,7 ha (Tabell 3). GYL-angivelserna på dessa trakter har varierat. 31 olika kombinationer har registrerats, av 243 möjliga. Således finns flera GYL-kombinationer och marker som studien ej har analyserat, vilket leder till viss begränsning av implementering av resultatet. Dock bör

tilläggas att dessa 31 observationer torde kunna klassas som normalt förekommande, då inga extremvärden förekommer.

4.4 Styrkor och svagheter med studien

Då tidsperioden ligger under våren, hade det ur analysynpunkt varit intressant att analysera huruvida differenserna sett ut om tidsperioderna hade sträckt sig över en längre horisont, eller om andra årstidsfrekvenser hade funnits med.

Ytterligare en begränsning har varit det faktum att datamaterialet efter införandet av RMSA, har varit mer väldokumenterat både till antal samt beskrivning än innan utförandet. En annan limitation i materialet har funnits genomgående under 2013 års tidsperiod (med RMSA); om uppgifter om GYL saknas, så har även en trend uppdagats där brutto- och nettoarealens uppgifter i 86 % av trakterna klassas som lika stora. Något som skiljer sig distinkt vid 2011 års tidshorisont (med konventionell metod), där en trend har uppmärksamats, där netto- och bruttoarealen i majoritet skiljer sig från varandra när GYL inte är angivet, där 80 % av trakterna ej är klassade som lika stora i avseende på brutto- och nettoareal.

Även att ta i beaktning att det allmänna förhållningssättet kan ha ändrats under den studerade tidshorisonten. Lagar och policys om bland annat energipolitiska mål har stiftats, och en välkänd reklamvåg för markskonande GROT-uttagsmetoder har svept över landet. Detta kan ha bidragit till att en allmän större vilja att ta ut GROT har bildats i den senare delen av studien, vilket kan ha påverkat studiens resultat.

Något som kan nämnas som en ”felkälla” är att ett ökat fokus på GROT-uttag (som i detta fall) borde rimligtvis leda till ett ökat uttag. Vilket resultat i denna studie talar för. Det som menas med detta är att ”det ena, leder till det andra”. Även ökat intresse för förnyelsebara källor gör att GROT- uttagen går i denna riktning. Därför hade det varit intressant att se till något annat företags utveckling under samma tidsperiod, där inget specifikt projekt genomförts. Där man enbart analyserar hur omvärldsfaktorerna har spelat in på mängden uttagen GROT från 2011 till 2013.

Då RMSA kräver att en noggrann planering av trakten utförs innan skördarens avverkningsarbete påbörjas, skulle denna extra tid som planeringen innebär kunna medföra en lägre produktivitet. Men troligtvis innebär den gemensamma tillvägagångsstandard som framarbetas att arbetslagen kompenserar för denna extra tidsåtgång, genom en effektiviserad och gemensamt definierad arbetsgång.

Risken för felkällor och subjektivitet finns då datamaterial stundvis har varit bristfälligt, och då arbetslag samt tidshorisont har valts ut av Stora Enso själva. Samt då få andra liknande studier finns att tillgå.

Ett tillförlitligt resultat tordes ha erhållits med avseende på de analyserade trakterna då inga större avvikelser med avseende på skogliga faktorer såsom de totala arealerna, GYL, den totala uttagna volymen virke samt trädslagsfördelning har förekommit (*Tabell 3*).

Att två olika modeller för indelning av GYL-angivelser framarbetades, bidrog till ett mer objektiva resultat där risken för tillfälligheter och felaktigheter minskade. Typmarksmodell 1, gav en opartisk indelning av marken, där resultatet kunde härledas till markfaktorer utan att de

behövde rangordnas sinsemellan. Typmarksmodell 2 ger betraktaren en möjlighet att själv välja vilka markfaktorer som ska analyseras utifrån egna preferenser.

Tre arbetslag valdes ut för studien då detta ansågs lämpligt med avseende på tidsbegränsning och hantering av data. Samtidigt som tre lag ger ökad spridning och har mindre risk för felkällor än om ett eller två arbetslag valts ut. De tre arbetslagen hade en viss skillnad i diplomeringsstidpunkt. Detta är inget som tagits vidare hänsyn till, utan de har betraktats ha likartade förutsättningar. En viss skillnad i vana av det nya konceptet kan ha funnits. Dock ansågs det inverka till så liten grad, att det kunde förkastas.

4.5 Framtida studier

Något som saknats i denna studie är markskadeaspekten. RMSA propagerar för minimerade markskador, men inga faktiska studier har analyserat hur skillnaderna mellan de två metoderna ser ut. En granskning av de faktiska markskadorna hade kompletterat aktuell studie.

Liknande studier kan även vara av intresse där man framförallt utvecklar studierna genom att studera fler arbetslag, fler trakter samt under en längre tidshorisont som täcker flera årstidsvariationer. Även att parallellt utföra en analys av konventionell metod i samma tidsperiod.

Även en granskning av GROT-uttaget med avseende på trädslagsfördelning och bonitet hade varit intressant i en framtida studie.

4.6 Slutsats

Studien visar att:

- I. Den totala uttagna mängden GROT ökar i genomsnitt med 196,6% efter införandet av RMSA. Detta är koncentrerat till Stora Ensos försökslokaler och den analyserade tidsperioden. Dock visar studien att ett genomsnittligt GROT-uttag på $13,14\text{m}^3\text{f/ha}$ (areal netto) är möjlig med RMSA, vilket är betydligt högre än med konventionell metod som i studien låg på $6,91\text{m}^3\text{f/ha}$ (areal netto).

Grovt räknat får man ut $0,5\text{m}^3\text{f}$ GROT per 1m^3 stamvirke (*Skogforsk, 2011*). Detta stärker de inmätta GROT-volymer som studien behandlat och ett GROT-uttag på i genomsnitt $13\text{m}^3\text{f/ha}$ med RMSA kan därför ses som realistiskt.
- II. GROT-uppskattningarna från skördare, skotare till den inmätta volymen har blivit sämre i och med införandet av RMSA. Med konventionell metod ligger differensen mellan de GROT-volymer som uppskattats av skördarföraren och de volymer som sedan blivit inmätta, d.v.s. de som markägaren får betalt för, på $2\text{m}^3\text{f/ha}$. Med RMSA ligger differensen på $22,6\text{m}^3\text{f/ha}$.
- III. En förändring av uttagen volym GROT, på ett antal olika GYL-definierade marker sker. Studien indikerar att uttagen ökar främst med avseende på grundförhållande och lutning i klasserna 3 och 4 (*Tabell 10*).

Konventionell metod lämpar sig bäst på marker med klassning 1 och 2, medan RMSA är lämpligt att använda i klasserna 1-4. Detta indikerar att på nationell nivå kan GROT hämtas med RMSA på ett större antal trakter, och är därmed lämpligt på mer arealer.

Rätt Metod Slutavverkning är ett bättre alternativ med avseende på GROT-uttag och torde ur markskadesynpunkt ge mindre körskador än den konventionella metoden vid slutavverkning.

5. KÄLLFÖRTECKNING

5.1 Litteratur

Berg, R. m.fl. (2010). *Förslag till en gemensam policy angående körskador på skogsmark för svenskt skogsbruk*. Skogforsk, Arbetsrapport 731. Uppsala Science Park. ISSN 1404-305X.

Berg, S. (1992). *Terrängtypschema för skogsarbete*. SkogforskHandledning, Uppsala.

Bishop, K. & Eklöf, K. (2010). *Kvicksilver, metallernas transformer*. Sveriges Radio P1, Vetandets värld. 2010-02-26 11:00

Bjarnert, J. (2010). *Reducering av markskador vid GROT-skotning*. SLU Institutionen för skoglig resurshushållning, Umeå. Arbetsrapport 279.

Eliasson, L. & Wästerlund, I. (2004). *Riståktens betydelse för markskador - Etapp1*. SLU Institutionen för Skogsskötsel, Umeå. Stencil.

Energimyndigheten. (2008). *Energiindikatorer. Uppföljning av Sveriges energipolitiska mål*. Tema: Förnybar energi.

Eriksson, H. (2007). *Svenskt skogsbruk möter klimatförändringar*. Jönköping: Skogsstyrelsens förlag. ISSN 1100-0295.

Froehlich, H.A. (1989). *Soil damage, Tree growth, and mechanization of forest operations. Proceedings of the seminar on the impact of mechanization of forest operations to the soil*. Louvain-la-Neuve, Belgium. S 77-82

Johansson, S. (2013). *Tema körskador, forskning för framtidens skogsbruk*. Skogforsk. Vision 2013:1. S 10-13. ISSN 2000-8988.

Larsson, J. (2014). *Jämförelse av skotningsavstånd och bränsleförbrukning vid skotning med två olika drivningskoncept: "Rätt metod" och konventionell metod*. Manuscript. Inst. för skoglig biomaterial och teknologi. Sveriges Lantbruksuniversitet.

Larsson, K. (2003). *Körskador i gallring- en studie av 21 drabbade objekt i södra Sverige*. Sveriges Lantbruksuniversitet. Alnarp. Examensarbete nr 40.

Persson, P.-E. (2008). *Arbete i avverkningslag: grundläggande kunskaper. Del 1, tredje upplagan*. Mora. CO Print i EU.

Persson, P.-E. (2008). *Arbete i avverkningslag: praktisk produktion. Del 2, tredje upplagan*. Mora. CO Print i EU.

Pettersson, M. (2006). *Grotskotning - Driftuppföljning och tidsstudie*. SLU/Energidalen i Sollefteå AB, Umeå.

Staland, F. & Larsson, K. (2002). *Bra planering och rätt teknik minskar risken för markskador*. Skogforsk. Resultat nr 4. ISSN 1103-4173

Skogsstyrelsen. (2014). Skogsvårdslagstiftningen, *Skogsstyrelsens föreskrifter och allmänna råd*. Mark och Vatten, SVL 2010:930. Jönköping: Skogsstyrelsens förlag.

5.2 Internetdokument

JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik. (2014). *Biobränsle vår största energikälla* [Online]

Tillgänglig:

[http://www.bioenergiportalen.se/?p=1416&m=1656&page=biobransle_-_br var storsta energikalla](http://www.bioenergiportalen.se/?p=1416&m=1656&page=biobransle_-_br_var_storsta_energikalla) [2014-02-27]

JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik. (2013). *Bioenergianvändningen ökar kraftigt* [Online]

Tillgänglig:

[http://www.bioenergiportalen.se/?p=5719&m=1387&page=bioenergianvandningen i sverige](http://www.bioenergiportalen.se/?p=5719&m=1387&page=bioenergianvandningen_i_sverige) [2014-04-07]

Naturvårdsverket. (2014). *Världen blir varmare*. [Online]

Tillgänglig:

<http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Klimat/Varlden-bli-vmare/> [2014-02-27]

SkogForsk (2005). Kunskap Direkt – *Drift och Underhåll - Mattor och geonät*. [Online]

Tillgänglig: <http://www.skogforsk.se/KunskapDirekt/Drift-och-underhall/16681/> [2014-03-21]

Skogforsk (2011). Kunskap Direkt - *Hur mycket grot? - från trädvolym till energi* [Online]

Tillgänglig:

<http://www.skogforsk.se/sv/KunskapDirekt/skogsbransle/Grenar-och-toppar/Avverkningsplanering/Hur-mycket-grot/> [2014-04-23]

Stora Enso Skog (2013). *Rätt Metod Slutavverkning (RMSA)* RIU 2013-11-07. Bursk Martin, 2013-10-30. [Online]

Tillgänglig:

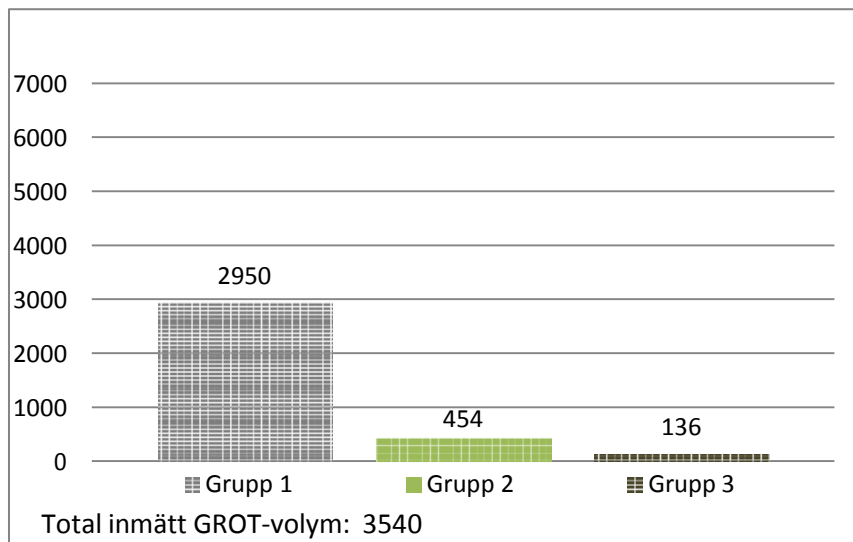
<https://www.skogforsk.se/PageFiles/75073/17%20Vegard%20Haanaes%20R%C3%A4tt%20Metod%20SA.pdf> [2014-03-18]

5.3 Personlig kommunikation

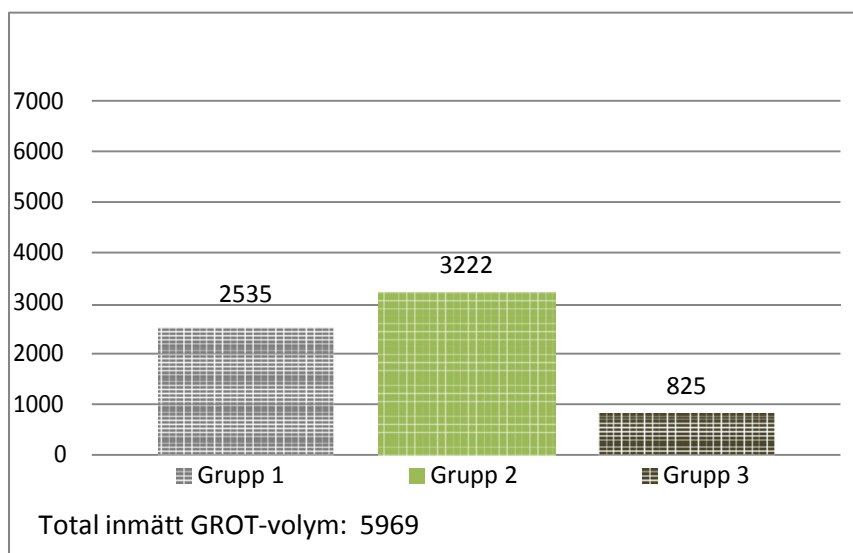
Haanaes, Vegard. Sektionschef Drivning, Falun. Stora Enso Skog. April 2014

5.4 Bilagor

Sammanställning, typmarksmetod 1.



Bilaga 1: Sammanställning totalt uttagen GROT 2011
Appendix 1: Summary SLASH part in total 2011



Bilaga 2: Sammanställning totalt uttagen GROT 2013
Appendix 2: Summary SLASH part in total 2013

Bilaga 3

Chi-Square Test: G1; G2

Expected counts are printed below observed counts
Chi-Square contributions are printed below expected counts

	G1	G2	Total
1	30	23	53
	26,02	26,98	
	0,610	0,588	
2	69	26	95
	46,63	48,37	
	10,728	10,343	
3	222	94	316
	155,12	160,88	
	28,839	27,805	
4	96	312	408
	200,28	207,72	
	54,293	52,347	
5	84	75	159
	78,05	80,95	
	0,454	0,437	
6	10	0	10
	4,91	5,09	
	5,281	5,091	
Total	511	530	1041

Chi-Sq = 196,817; DF = 5; P-Value = 0,000
1 cells with expected counts less than 5.

Chi-Square Test: L1; L2

Expected counts are printed below observed counts
Chi-Square contributions are printed below expected counts

	L1	L2	Total
1	30	23	53
	26,04	26,96	
	0,601	0,581	
2	43	97	140
	68,79	71,21	
	9,671	9,343	
3	349	244	593
	291,39	301,61	
	11,391	11,005	
4	71	152	223
	109,58	113,42	
	13,582	13,121	
5	20	15	35
	17,20	17,80	
	0,456	0,441	
Total	513	531	1044

Chi-Sq = 70,191; DF = 4; P-Value = 0,000

Chi-Square Test: Y1; Y2

Expected counts are printed below observed counts
Chi-Square contributions are printed below expected counts

	Y1	Y2	Total
1	30	23	53
	26,07	26,93	
	0,593	0,574	
2	279	259	538
	264,62	273,38	
	0,782	0,757	
3	123	207	330
	162,31	167,69	
	9,521	9,215	
4	81	28	109
	53,61	55,39	
	13,992	13,543	
5	0	13	13
	6,39	6,61	
	6,394	6,189	
Total	513	530	1043

Chi-Sq = 61,560; DF = 4; P-Value = 0,000