

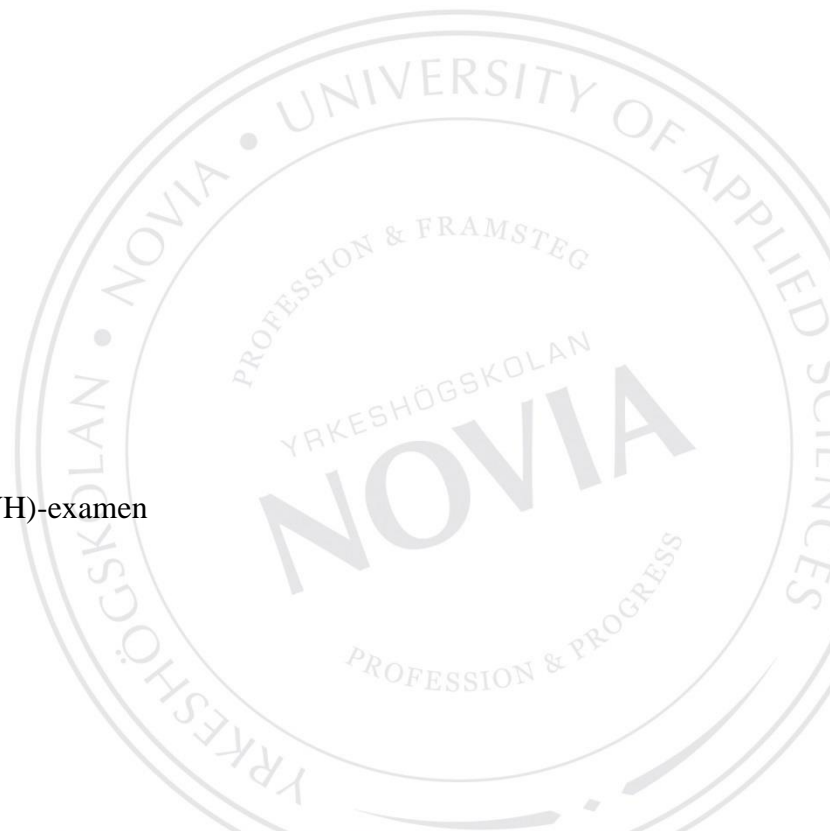
EXAMENSARBETE

Skogsenergitransport

En jämförelse av fordonskombinationers transportkapacitet

Torleif Blomqvist

Examensarbete för Skogsbruksingenjör (YH)-examen
Utbildningsprogrammet för Skogsbruk
Raseborg 2014



EXAMENSARBETE

Författare: Torleif Blomqvist

Utbildningsprogram och ort: Skogsbruk, Raseborg

Inriktning/alternativ/Fördjupning:

Handledare: Kaj Hällfors

Titel: Skogsenergitransport. En jämförelse av fordonskombinationers transportkapacitet

Datum 21.5.2014

Sidantal 30

Bilagor

Abstrakt

Examensarbetet behandlar bearbetning och transport av kvistade slånor från energigallringsobjektens landsvägslager till lagerterminaler eller den slutliga användningsplatsen, dvs. värme- och energiverk. Undersökningen omfattar även en jämförelse av transportresursernas tomvikter och lastningskapaciteter. De transportresurser som jämförts är virkesbil, grotbil samt flisbil. Materialet för undersökningen härstammar från tiden före ändringen av förordningen som trädde i kraft 1.10.2013. Före oktober 2013 var transportresursernas totalvikt 60 ton. Utöver detta undersöktes fukthaltens inverkan på skogsbränslets energiinnehåll.

I undersökningen samlades viktuppgifter från olika lastrapporter från Stora Ensos databas. De bilar som användes i undersökningen valdes slumpmässigt ut genom utlottning bland de virkesbilar som under perioden juni-augusti 2013 besökt anläggningarna vid Heinola, Anjalankoski och Sunila. Av skogsflisbilarna valdes alla som under juni-augusti kört till fabriken i Heinola. Fukthaltens inverkan på energiinnehållet grundar sig i sin tur på en fallstudie och presenteras i en tabell.

Undersökningsresultatet visar att virkesbilen har den största transportkapaciteten av de olika transportmedlen. Flisbilen kommer på andra plats i undersökningen, medan grotbilens resultat var sämst då dess tomvikt med lastbilskran har det högsta värdet. Fallstudien av fukthaltens inverkan på energiinnehållet visar att ju högre fukthalt det finns, desto mindre energimängd kan transporteras.

Språk: svenska Nyckelord: fordonskombinationer, lastningskapacitet, energimängd

BACHELOR'S THESIS

Author: Torleif Blomqvist

Degree Programme: Forestry, Raseborg

Specialization:

Supervisor: Kaj Hällfors

Title: Wood Energy Transport. A Comparison of the Carrying Capacity of Combined Vehicles / Skogsenergitransport. En jämförelse av fordonskombinationers transportkapacitet

Date 21 May 2014

Number of pages 30

Appendices

Summary

The thesis deals with the processing and transport of delimbed energy wood from the road stock of energy thinning objects to terminals or the final usage location (heat and power plants). The compared transport resources are timber trucks, wood chip trucks and trucks transporting logging residue. The survey also includes a comparison of the unladen weights and loading capacities of these transport resources. The data of the survey originates from before the renewed decree came into force in October 2013. Prior to that, the overall weight of transport resources was 60 tons. In addition to this, the impact of moisture content on forest fuel energy was examined. A case study is presented in a table.

Data was gathered from different weight load reports in Stora Enso's database. The vehicles used in the survey were decided by drawing lots among the timber trucks that visited the mills at Heinola, Anjalankoski and Sunila during the period of June to August 2013. All wood chip trucks running to the mill in Heinola during the same period were selected.

The survey results show that the timber truck has the highest transport capacity of the different means of transport. The wood chip truck comes second in the survey, while the performance of trucks transporting logging residue was the worst since its unladen weight with the truck crane had the highest value. The case study of moisture effect on the energy content shows that the higher the moisture content is, the less amount of energy can be transported.

Language: Swedish

Key words: vehicle combinations, loading capacity, amount of energy

Innehållsförteckning

1 Inledning.....	1
1.1 Syfte.....	3
1.2 Disposition.....	3
1.3 Begreppsdefinitioner.....	4
2 Användning av förnybara energikällor.....	5
3 Energived.....	6
3.1 Stamved.....	6
3.2 Grot	7
3.3 Stubbar	8
4 Vägtransporter av skogsenergi	9
4.1. Transport och lagstiftning	9
4.2 Transportstyrning.....	10
4.3 Flishugg/Mobilkross och flisbil	11
4.4 Virkesbil	12
4.5 Grotbil	13
5 Metoder	14
6 Resultat	15
6.1 Transportkapacitet	15
6.1.1 Virkesbilarnas vikter	16
6.1.2 Flisbilarnas vikter.....	17
6.1.3 Grotbilarnas vikter.....	18
6.1.4 Jämförelse av lastförmågan	20
6.2 Energimängd	21
6.2.1 Beräkning av energimängd.....	21
7 Kritisk granskning och diskussion	24
Källförteckning	27

1 Inledning

Europeiska kommissionen har satt upp ett mål, som för Finlands del innebär att år 2020 skall 38 % av den energi som produceras härstamma från förnybara energikällor (Arbets- och näringsministeriet 2013, s. 13) . Regeringen i Finland har år 2013 uppdaterat sin energi- och klimatstrategi för att uppnå EU:s mål för år 2020 (Arbets- och näringsministeriet, s. 13). En ökad användning av förnybara energikällor motverkar klimatförändringen samt åstadkommer ökade sysselsättningsmöjligheter (Työ- ja elinkeinoministeriö 2010, s. 15-16). Förnybara energikällor utgörs av bl.a. trä, vind och vatten (Motiva 2014).

Grot från förnyelseavverkningsobjekt samt klenvirke från gallringsobjekt är en del av de träbaserade energikällorna från skogen. Från industriprocesserna får man träenergi i form av lut i samband med framställning av cellulosa samt sågspån och bark från sågarna. Träenergin används som skogsflis vid produktion av värme och elektricitet samt som träbiomassa vid framställning av olja, för trafik och uppvärmning. Den träbaserade oljan skall i framtiden allt mera ersätta användningen av fossila bränslen för att minska koldioxidutsläpp (Jord- och skogsbruksministeriet 2012).

År 2012 använde man över 8 miljoner m³ skogsflis i värme- och energiverk och mindre fastigheter. Flisning vid bilväglager och flistransport var det allmännaste sättet att leverera skogsflis till förbränning. Användningen av skogsflis i värme- och energiverk har ökat i vårt land under hela 2000-talet. (Sandström 2013, dia 3, 13,15).

Problemen med skogsenergitransporterna är förknippade med fukthalten i skogsbränslet. Högre fukthalt innebär mindre energiinnehåll i råvaran. Värme- och energiverken betalar dock för megawattimmar. Ett annat problem fukten för med sig är att transportfordonens lastkapacitet minskar när fukthaltprocenten stiger. Transportfordonens totalmassa ställer fordringar på hur mycket lasten totalt får väga.

Inom skogsbruket får man råvaran för skogsfliset från förnyelseavverknings- och gallringsobjekt. Från förnyelseavverkningarna får man grot, stubbar och massaved. Massaved för produktion av skogsflis är vedbitar, vilka inte uppfyller fordringarna för

industriprocesserna. Från energivedsgallringarna får man trädbränsle i form av kvistade och okvistade helträd eller kvistade energislanor.

Det förekommer flisning eller krossning av helträd, kvistade träd, kvistade slanor och grot vid bilvägslagerplatsen samt transport av helträd, kvistade träd, kvistade slanor, grot och stubbar till lagerterminal eller värme- och energiverk. Man väljer transportfordon enligt i vilket format, (skogsflis eller obehandlat), skogsbränslet levereras från bilvägslaget till terminal eller direkt för förbränning. Flisning eller krossning av slanorna vid bilvägslager är det allmännaste sättet att producera skogsflis av klenved. Slanorna inberäknas till gruppen klenved och flisningens eller krossningens andel inom denna grupp uppgick år 2012 i vårt land till knappa 70 % (Sandström M. 2013, dia 13).

Finska staten understöder enligt gällande lag ett hållbart skogsbruk med olika stödformer. Beträffande gallringar beviljas det stöd för tillvaratagande av energived enligt ansökningar förutsatt att skogsobjektet uppfyller de krav vilka uppställts för beviljande av stöd (Skogscentralen 2013).

Stora Enso Metsä är ett skogsbolag som håller på med virkesanskaffning i Finland. Anskaffning av energived är en del av denna verksamhet. Detta stöder målen för att minska kolfotavtrycket och användningen av fossila bränslen, t.ex. olja. (Stora Enso Metsä 2014).

Jag arbetade några år för knappa tio år sedan vid Stora Enso Metsä i Södra-Finlands anskaffningsregion med koordinering av skogsenergitransporter. Det finns olika sortiment av skogsenergi som transporteras, t.ex. skogsflis, grot, stubbar eller slanor. Val av transportmedel sker enligt i vilket format, dvs. behandlat eller obehandlat, skogsbränslet transporteras från bilvägslagerplatserna till användningsplatsen eller lagerterminalen.

1.1 Syfte

Den kvantitativa undersökningen går ut på att inom logistikkedjan studera bearbetning och transport av kvistade slanor från energigallringsobjektens bilväglager till den slutliga användningsplatsen, värme- och energiverk eller lagerterminaler.

Det görs även en jämförelse av transportresursernas tomvikter och lastningskapacitet. Utöver detta undersöks fuktens variation och inverkan på skogsbränslets energiinnehåll. Mitt antagande är att ju mer fukt det finns, desto mindre energimängd kan transporteras.

Genom att jämföra de olika transportresurserna för kvistade slanor med varandra vill jag få reda på vilken resurs som klarar av att transportera mest skogsenergi. Det är ju även allmänt känt att fukthalten inverkar på energimängden som kan transporteras och därför har jag även valt att konkret undersöka fukthaltens inverkan i mitt examensarbete, eftersom den är av stor betydelse vid transporten.

1.2 Disposition

I detta examensarbete kommer jag först att allmänt ta upp vad förnybara energikällor egentligen är samt analysera totalförbrukningen av energi i vårt land. Därefter kommer jag att behandla skogsenergin och berätta om energivedsgallring, grot samt stubbar. I det fjärde kapitlet går jag närmare in på transporten och behandlar lagstiftningen på området och transportstyrningen. Jag beskriver även i tur och ordning de tre olika transportresurserna som kan användas för transport av kvistade slanor, d.v.s. flishugg/mobilkross och flisbil, virkesbil samt grotbil. I det femte kapitlet beskriver jag vilka metoder jag använt mig av för att göra undersökningen. I det sjätte kapitlet jämför jag transportkapaciteterna för de tre olika transportresurserna. Dessutom har jag räknat ut skogsbränslets energiinnehåll enligt varierande fukthalt i veden. Sist men inte minst kommer jag därefter att kritiskt granska och diskutera de slutsatser jag kommit fram till i detta examensarbete.

1.3 Begreppsdefinitioner

I denna undersökning förekommer definitioner och förklaringar som allmänt används inom skogssektorn. En del av definitionerna och förklaringarna har jag tagit från Tapios publikation ”Råd i god skogsvård, Uttag och produktion av energived” (Äijälä O., m.fl. (red). 2010, s. 51).

Bioenergi *energi av biomassa* (Äijälä O., m.fl. (red). 2010, s. 51).

Energived *trädbränsle som inte haft annan användning, som t.ex. grot, stubbar och gallringsvirke* (Äijälä O., m.fl. (red). 2010, s. 51).

Flis *biomassa av träd som sönderdelats mekaniskt. Bitarna av avlånga till formen och vanligen 5-50 mm långa* (Äijälä O., m.fl. (red). 2010, s. 51).

Gagnvirke *virke som till mått och kvalitet lämpar sig som råvara för skogs- och träförädlingsindustrin och som inte direkt används för energiproduktion* (Äijälä O., m.fl. (red). 2010, s. 51).

Grot *är en biprodukt vid avverkningar. Som grot räknas toppar, grenar, barr och löv. Som grot räknas också små träd som blir kvar på avverkningsytan (träd som förhandsröjs)* (Äijälä O., m.fl. (red). 2010, s. 51).

Helträd *(okvistat träd) fällt okvistat träd. rötterna inte medräknade* (Äijälä O., m.fl. (red). 2010, s. 51).

Kross *framställs genom att krossa träd eller delar av träd på maskinell väg. Krosset har varierande bitstorlek och form* (Äijälä O., m.fl. (red). 2010, s. 51).

Skogsbränsle *trädbränsle som inte haft annan användning, som t.ex. grot, stubbar och gallringsvirke* (Äijälä O., m.fl. (red). 2010, s. 51).

Trädbränsle *biomassa från trädråvara som inte genomgått kemisk process* (Äijälä O., m.fl. (red). 2010, s. 51).

Kemera Finska statens ekonomiska stöd till privata skogsägares skogsvårds- och skogsförbättrings arbeten, vilka är olönsamma. (Skogscentralen 2013)

Torr-rådensitet Absoluta torra vedens massa delat med rå volym kg/m³ (Alakangas 2005 s.14)

2 Användning av förnybara energikällor

Totalt använde man i Finland år 2012 1,372 miljoner terajoule energi, vilket är knappa 7 % mindre än år 2010. Andelen förnybar energi inom energiproduktionen har ökat under de senaste fem åren. Den mest betydande energikällan år 2012 var träbränslen och dess andel utgjorde nästan en fjärdedel av den totala energiförbrukningen. Nästan lika stor var oljans andel. Jämfört med föregående år 2011 hade vattenkraften ökat mest (med nästan 35%) och användning av torv hade minskat med en fjärdedel. Detta framgår även ur tabell 1 som visar den förverkligade totala energiförbrukningen för åren 2008-2012 samt den preliminära noteringen för år 2013. (Statistikcentralen 2014)

Tabell 1. Förverkligad total energiförbrukning mellan åren 2008 -2012 samt en preliminär notering för år 2013. (Statistikcentralen 2014)

Totalförbrukning av energi

	2008	2009	2010	2011	2012	2013*	Årsförändring, %						
	petajoule (PJ)						%	2008	2009	2010	2011	2012	2013*
Träbränslen	306	270	322	317	332	324	24,2	1,2	-11,7	19,0	-1,5	4,6	-2,3
Olja	348	335	353	336	325	314	23,4	-3,7	-3,6	5,3	-5,0	-3,3	-3,2
Kärnenergi	241	247	239	243	241	248	18,5	-2,0	2,5	-3,1	1,7	-0,9	2,9
Kol	142	152	189	148	125	147	10,9	-25,8	7,0	24,4	-21,5	-15,6	17,3
Naturgas	151	135	149	130	115	107	8,0	2,2	-10,7	10,5	-12,5	-11,6	-6,9
Nettoimport av elektricitet	46	44	38	50	63	57	4,2	1,7	-5,4	-13,1	31,9	25,9	-9,9
Torv	82	72	95	85	65	49	3,6	-20,4	-11,8	31,4	-10,2	-23,5	-25,2
Vattenkraft	61	45	46	44	60	46	3,4	20,9	-25,6	1,4	-3,6	35,7	-23,7
Vindkraft	1	1	1	2	2	3	0,2	38,3	6,2	6,4	63,6	2,7	57,2
Övriga energikällor	30	32	36	36	45	48	3,6	19,3	6,9	10,4	1,3	23,6	6,6
Totalt	1 407	1 333	1 467	1 391	1 372	1 341	100	-4,4	-5,3	10,0	-5,2	-1,4	-2,2
Förnybara energikällor ¹⁾ , %	27,5	25,7	27,1	28,4	31,6	31,0							

1) Innehåller bl.a. träbränslen, vatten- och vindkraft och den biologiskt nedbrytbara delen av återvinningsbränslen
* preliminär uppgift

3 Energived

Energived är trädbränsle som man får från gallrings- och förnyelseavverkningar. Drivningen av energived från unga gallringsskogar ger helträd, kvistade helträd och slanor. Genom integrerad avverkning får man gagnvirke och energived.

3.1 Stamved

Uttag av helträd förkommer i unga skogar där stammarna är klena. När stammarnas brösthöjdsdiameter understiger 10 centimeter är det lönsammare att ta ut helträd (Metla, 2011). Vid helträdsuttag eftersträvar man att lämna cirka 30 % av groten kvar på avverkningsobjektet för att säkerställa näringsbalansen på det avverkade området. Man försöker få groten att bli kvar jämt över hela avverkningsområdet genom att t.ex. vid flerträdshantering kvista stammarna. Kvistningen av stammarna medför att näringsämnen som finns i kvistar och barr blir kvar i skogen (Äijälä O., m.fl. (red). 2010, s. 25). När det finns risk för att det blir störningar i näringsbalansen lönar det sig att kvista stammarna (Äijälä O., m.fl. (red). 2010, s. 16).

I samband med energigallring kan skogsägaren via skogscentralen ansöka om Kemeras energistöd för uttag av energived. Stöd utbetalas i de fall de uppställda fordringar uppfylls, t.ex. om minst 20 m³ energived tas ut från det avverkade området (Skogscentralen 2013)

I energigallringsobjekt där brösthöjdsdiametern (d.v.s. 1,3 m) på stammarna är 12 cm är avverkningskostnaderna för energislanor cirka en tiondedel dyrare än avverkning av helträd . När stammarnas brösthöjdsdiameter minskar blir det billigare att avverka helträd. (Heikkilä 2005, s. 19). När brösthöjdsdiametern överstiger 10 cm blir det lönsammare att genom integrerad avverkning ta ut gagnvirke och slanor (Metla 2011). Detta framgår i följande diagram (diagram 1) där drivningskostnaderna vid uttag av helträd och slanor jämförs med varandra enligt varierande brösthöjdsdiameter..

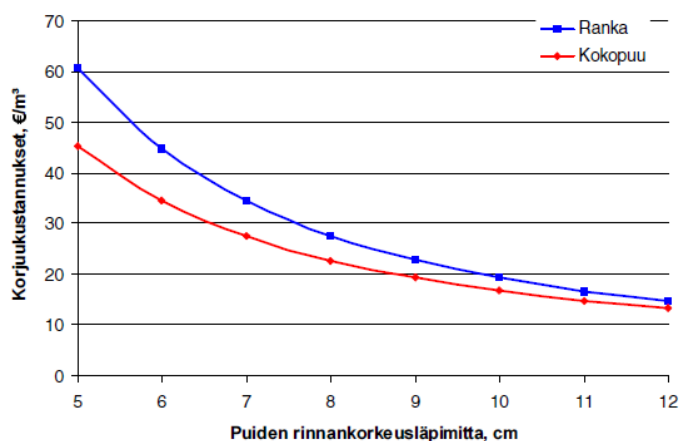


Diagram 1. Jämförelse av drivningskostnaderna vid uttag av helträd och slanor. (Heikkilä, 2005 , s. 19)



Bild 1. En trave med kvistade helträd är täckt med s.k. täckpapper (Foto Torleif Blomqvist)

3.2 Grot

De avverkade trädens toppar, grenar, barr och löv utgör grot från förnyelseavverkningsobjekten. I samband med avverkningen strävar avverkningsmaskinens chaufför efter att bilda högar av grot på hela avverkningsområdet. Groten får helst torka en tid före man kör ut den till bilväglagerplatsen. Torkningen inverkar positivt på den kommande flisens kvalitet. Ifall man kör groten till lagerplatsen direkt efter avverkningen, lämnar man 30 % av groten kvar på avverkningsområdet och strävar till att den blir jämt fördelat. Uttag

av grot och stubbar bör undvikas på marktyper som är sämre än torr mo (Bild 2). (Äijälä O., m.fl. (red). 2010, s. 28)

Val av objekt för uttag av grot och stubbrytning		
Ja = lämpliga Nej = inte lämpliga	Grot	Stubbar
Torra moar och moar som är bördigare än dessa samt motsvarande torvmarker	ja	ja
Karga moar och lavmoar samt motsvarande torvmarker	nej	nej
Platser med berg, stenblock och mycket stenar	nej	nej
Grundvattenområden, klass 1-2	ja	nej

Undantag:

- Om träd på förnyelseytan är angripna av rotröta, rekommenderar vi stubbrytning på alla ståndorter på momarker med undantag av lavmoar.
- I granskogar som lider av borbrist kan man ta ut grot och stubbar om man samtidigt säkerställer näringsbalansen genom att tillföra bor.

Bild 2. Kriterier för uttag av grot och stubbar (Äijälä O., m.fl. (red). 2010, s. 27).

3.3 Stubbar

Stubbrytning gör man på förnyelseavverkningsområden med beaktande av de begränsningar som marktypen för med sig (Bild 2). Begränsningar förekommer även kring värdefulla livsmiljöer och levande träd runt vilka man lämnar ett tillräckligt brett område orört. Stubbrytningen har en positiv inverkan på områden som drabbats av rotröta i tall- och granbestånd, då man avlägsnar stubbar som angripits av rötsvampen (Äijälä O., m.fl. (red). 2010, s. 31-32).

Stubbrytningen utförs med en grävmaskin som har ett specialaggregat kopplat till lyftkranen. På marknaden finns aggregat vilka fungerar på olika sätt. Stubbarna kan klyvas, klippas eller lyftas upp hela beroende på aggregatet som används.



Bild 3. Stubbrytningsaggregat med hydraulisk giljotin (Foto: Tervolan Konepaja, 2014)

4 Vägtransporter av skogsenergi

4.1. Transport och lagstiftning

Statsrådet utfärdade i juni 2013 en förordning 407/2013 angående tunga transportfordons vikt- och måttfordringar. Förordningen trädde i kraft 1.10.2013 och innebär att fordonskombinationens lasthöjd ökar från 420 centimeter till 440 centimeter. Fordonskombinationens totalvikt, vilken varit 60 ton före 1.10.2013, kan vara ända upp till 76 ton, beroende på vilka förändringar man gör på fordonskombinationen. Genom att öka antalet axlar på underredet kan man transportera tyngre laster. (Statsrådet, 2013)

Efter att företagaren gjort en förändringsbesiktning är det tillåtet att köra en 7-axlad fordonskombination som har en totalvikt på 64 ton. Förändringsbesiktningen är i kraft till år 2018 vilket innebär att företagaren får tilläggstid att göra nyinvesteringar. (Statsrådet, 2013)

4.2 Transportstyrning

Inom Stora Enso Metsä sköter man transportstyrningen via dataprogram. Alla de enskilda virkespartiernas information finns i ett operativt lagersystem. Genom att välja olika sökparametrar kan man få fram det innehåll man vill ha från systemet.

De enskilda lagerplatserna längs bilvägarna har alla registerats med egna identifikationskoder. Dessa koder innehåller kartkoordinater och textinformation, t.ex. säljarens namn, vägnamn och svängplatsens beskaffenhet.

Skogsenergin behandlas i lagerbokföringen som ett virkessortiment på samma sätt som gagnvirket, vilket används inom industriprocesserna. För varje virkessortiment har det registrerats vilken anläggning eller terminal sortimentet är tillverkat för. Med skogsenergipartiernas virkessortimentkoder kan man sortera och välja det som skall transporteras. Virkessortimentkoderna inom energived är uppdelade i grot, stubb, grövre barrenergived, barr- löv- och blandlövsenergived. Dessutom finns det ännu ytterligare en uppdelning av skogsenergipartierna, vilka lämpar sig antingen för virkes- och grotbilstransport eller för flisning/krossning och flistransport. Av energivedssortimenten lämpar sig kvistade energislanor för virkesbilstransport.

Transportorder skickas till transportfordonen via en server. Varje fordon är utrustat med en datamaskin till vilken ett telefonmodem är kopplat. På datamaskinens hårddiskiva har man installerat ett program som kan behandla informationen. Från fordonen skickar man sedan tillbaka till skogssystemet information beträffande lastens vikt och volym. Dessa uppgifter är grunden för utbetalning av utförd transport.

Under den tid denna undersökning gjordes har man lanserat ett nytt nätbaserat körprogram, vilket innebär att man från transportfordonet loggar in sig på en nätadress. Detta underlättar åtkomligheten av transportorder och virkespartiuppgifter för företagaren och chaufförerna då man nu kan komma åt uppgifterna från vilken datamaskin som helst som är kopplad till nätet.

4.3 Flishugg/Mobilkross och flisbil

Produktionen av skogsflis sker med en flishugg som är monterad på ett lastbilsunderrede. Flisbilarna, som granskas i denna undersökning, är fordonskombinationer, vilka har 3 olika separata lastcontainers. Varje lastcontainer fylls en i taget med skogsflis. Den tomma containern kopplas på dragbilen och körs bredvid flishuggen. Via en transportör styrs det färdiga skogsfliset in i containern.

När containern är fylld med flis kör man till lastväxlarplatsen där släpvagnen med två tomma containers befinner sig. Man växlar om genom att dra ner en tom container på marken från släpvagnen och flytta den fulla containern på släpvagnen med en specialtillverkad lastkrok. Den tomma containern som finns på marken dras sedan upp på dragbilen.

När man transporterat den fullastade fordonskombinationen till värmeverket, töms en container i taget genom att innehållet töms ut i en silo eller direkt på ett asfalterat område.

Vid produktion av skogsflis från klenved vid bilvägslager var flisning eller krossning år 2012 den överlägset mest använda produktionsmetoden. Dess andel var nästan 70 % av alla de metoder som användes vid produktionen av skogsflis från klenved (Sandström 2013, dia 14).



Bild 4. Skogsflisproduktion. Flishuggens skogsflis styrs in i en container. (Foto Metsäteho Oy, 2011)

Kombinationen av mobilkross och flisbil är inte lika allmänt använt vid produktion av skogsflis vid bilvägslager som flisning. Mobilkrossen är en separat enhet som krossar veden till flis och har en annan teknik att bearbeta råvaran än flishuggen. Den är inte lika känslig för orenheter i skogsbränslet och därför kan man producera flis av stubbar, grot, helträäd, slanor och massaved. Mobilkrossen är allmännare vid lagerterminaler på grund av sin tyngd och storlek.



Bild 5. Mobilkross vid en lagerterminal. (Foto Torleif Blomqvist)

4.4 Virkesbil

Virkesbilen består av en dragbil med tre axlar och en släpvagn med fyra axlar. På dragbilen och släpvagnen har man installerat lastbankar för att kunna transportera vedbitar av varierande längd. Till dragbilen kopplar man en lastbilskran med vilken chauffören lastar och lossar virkesbilens last. Lastbilskranen kan ibland lämnas kvar på lagerplatsen och det medför att kranens motsvarande vikt kan ersättas med virke, vilket i sin tur

möjliggör transporter med ännu större last. Detta är möjligt i sådana fall då lasten lossas på mottagningsplatsen av en truck.

Genom att öka antalet axlar på dragbilen och släpvagnen kan man efter omregistrering transportera tyngre laster. Förordningen om höjning av fordonskombinationens totalvikt trädde ju som jag tidigare nämnt i kraft 1.10.2013 och den gäller alla tunga fordonstransporter.



Bild 6. En 7-axlad virkesbil. (Foto Torleif Blomqvist)

4.5 Grotbil

Grotbilen har lastutrymmen med slutna sidor vilka är byggda på en 3-axlad dragbil och en 4-axlad släpvagn. Lastbilskranen är kopplad till dragbilen hela tiden när lastandet och lossandet av lasten sker med lastbilskranen.



Bild 7. Grotbil (Metla, Metsätieteen aikakauskirja 2/2011, s. 110)

5 Metoder

Från Stora Ensos databas har jag samlat viktuppgifter från olika lastrapporter, vilka registrerats vid Stora Ensos fabrikers mottagningsstationer. Fordonens last- och tomvikter har registrerats med helbilsvågar vid Heinola, Anjalankoski, Sunila och Kaukopää fabriker. Jag valde slumpmässigt de bilar som kom med i undersökningen. Alla virkesbilar vilka besökt de tidigare nämnda anläggningar juni – augusti 2013 var med i dragningen. Varje bils identitetsnummer antecknades på en lapp och lapparna placerades i olika lådor med anläggningarnas namn. Från Heinola och Sunila valdes fem virkesbilar per anläggning och från Anjalankoski sju virkesbilar. Mätresultaten för virkesbil utan lastbilskran togs med i undersökningen.

Av flisbilarna valdes alla vilka under tidsperioden juni – augusti 2013 kört till fabriken i Heinola där även ett värmekraftverk finns. Grotbilarnas mätresultat har registrerats från december 2009 till augusti 2011 i Heinola och Kaukopää och dessa resultat använder jag mig av i denna undersökning. Nyare mätresultat för grotbilarna finns ej att tillgå.

I en exceltabell registrerades mätresultaten av de enskilda fordonens viktuppgifter. Totalt registrerades 232 virkesbillass, 340 flisbillass och 496 grotbillass.

För de tre olika transportresurserna har jag gjort upp tabeller över deras vikter enligt de viktresultat som registrerats vid Stora Ensos fabrikers mottagningsstationer. Beträffande virkesbilarna är det vikterna som registrerats vid cellulosafabrikerna i Heinola och Sunila samt pappersfabriken i Anjalankoski som använts. Flisbilarnas vikter är från cellulosafabriken i Heinola och grotbilarnas vikter från cellulosafabrikerna i Heinola och Kaukopää. Jag kommer i mitt arbete att räkna ut standardavvikelseerna för de tabeller jag gjort upp samt belysa de olika fordonens tomvikter med tydliga grafer. Därefter kommer jag att jämföra lastkapaciteten för de olika transportfordonen utgående från fordonens tomvikter.

De mätresultat som fungerar som beräkningsgrund för denna undersökning grundar sig på viktuppgifter från helbilsvågar vid Stora Ensos produktionsanläggningar i Anjalankoski, Heinola, Sunila och Kaukopää. Mätresultaten är registrerade före 1.10.2013 då det tunga fordonets högsta tillåtna totalvikt var 60 ton.

Jag kommer även att presentera en tabell som visar hur skogsbränslets energiinnehåll varierar enligt olika fukthaltprocenter. I ett diagram kan även energiinnehållets variation enligt olika fukthalt iakttas.

6 Resultat

6.1 Transportkapacitet

I detta kapitel analyseras transportresurserna enligt den lastvikt de olika resurserna lagligt kan transportera. I denna undersökning har de beaktade mätresultaten blivit registrerade före ändringen av förordningen för höjning av tillåten totalvikt för tyngre fordonstransporter, vilken trädde i kraft 1.10.2013. Före 1.10.2013 var den högsta tillåtna totalvikten för 7-axlade fordonskombinationer 60 ton (Statsrådets förordning om ändring av förordningen om användning av fordon på väg, 23§ c).

6.1.1 Virkesbilarnas vikter

Virkesbilarnas viktresultat har registrerats vid Stora Ensos fabriker i Heinola, Anjalankoski och Sunila. Vid varje fabriks mottagningsstation finns det en helbilsvåg med vilken man registrerar varje transportfordons last. Lastens vikt utgörs av differensen av lastad och tom fordonskombination. Vid fabrikena använder man vågresultaten för att omvandla ton till kubikmeter (m³). Kubikmeter använder man vid lagerbokföring för att registrera vilken mängd virke som mottagits till anläggningen.

Enligt mätresultaten väger en tom virkesbil (dragbil +släpvagn) cirka 19500 kg. I mätresultaten har inte skilt beaktats faktorer som inverkar på viktresultaten så som vilket material lastbankarna är tillverkade av eller vilket boggie-system man har på dragbilen.

När man transporterar energislanor till värme- och energiverk samt terminaler, lossar chauffören lasten med bilens egen lastbilskran. Lastbilskranen väger 3,5 ton enligt Metsäalan ammattilehtis webbsidor och detta beaktas senare vid uträkningen av virkesbilens tomvikt.

Tabell 2. Virkesbilarnas tomvikter, dragbil och släpvagn utan lastbilskran. Brutto kg är summan av antalet lass multiplicerat med bilens totalvikt som fullastad.

Virkesbil	Brutto kg	Tara kg	Netto kg	Antal lass,	Virkesbil,kg
1	743140	227360	515780	12	18947
2	2380540	767680	1612860	39	19684
3	191380	59300	132080	3	19767
4	934920	298160	636760	15	19877
5	1053220	331820	721400	17	19519
6	822520	253140	569380	13	19472
7	1562460	480080	1082380	25	19203
8	2198000	696820	1501180	36	19356
9	434760	132200	302560	7	18886
10	311620	97000	214620	5	19400
11	745820	230740	515080	12	19228
12	633760	197360	436400	10	19736
13	567020	178160	388860	9	19796
14	307720	96400	211320	5	19280
15	563380	168380	395000	9	18709
16	506520	158300	348220	8	19788
17	436840	139780	297060	7	19969
Sammanlagt		4512680		232	19451

Uträkning av standardavvikelse enligt räkneformeln

$$s = \sqrt{\sum(x-m)^2 / (n-1)}$$

Standardavvikelse = 0,14

Nedan (diagram 2) kan man se variationerna bland de utvalda fordonen. Tomvikten understiger 20 ton.

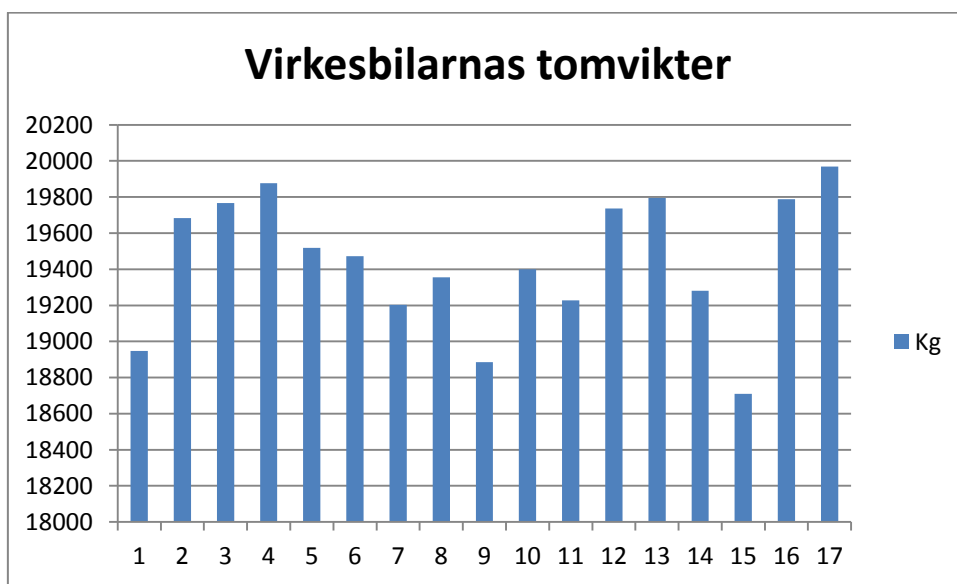


Diagram 2. Virkesbilarnas tomvikter utan lastbilskran.

6.1.2 Flisbilarnas vikter

Flisbilarnas viktresultat har registrerats vid Stora Enso cellulosafabrik i Heinola. Vid fabriken mottagningsstation finns det en helbilsvåg med vilken man registrerar varje transportfordons last. Lastens vikt utgörs av differensen mellan lastad och tom fordonskombination. Enligt mätresultaten (tabell 3) väger en tom flisbilskombination (d.v.s. dragbil + släpvagn) i medeltal 27000 kg.

Tabell 3. Flisbilarnas tomvikter. Brutto kg är summan av antalet lass multiplicerat med bilens totalvikt som fullastad.

Flisbil	Brutto kg	Tara kg	Netto kg	Antal lass,	Flisbil,kg
1	9688880	4439120	5249760	162	27402
2	3942000	1721380	2220620	67	25692
3	2868500	1329220	1539280	49	27127
4	2488640	1145160	1343480	41	27931
5	1300480	541180	759300	21	25770
Sammanlagt		9176060		340	26988

Uträkning av standardavvikelse enligt räkneformeln

$$s = \sqrt{\sum(x-m)^2 / (n-1)}$$

Standardavvikelse = 1,01

Nedan (diagram 3) kan man se variationerna bland de utvalda fordonen. Tomvikten överstiger 25,5 ton.

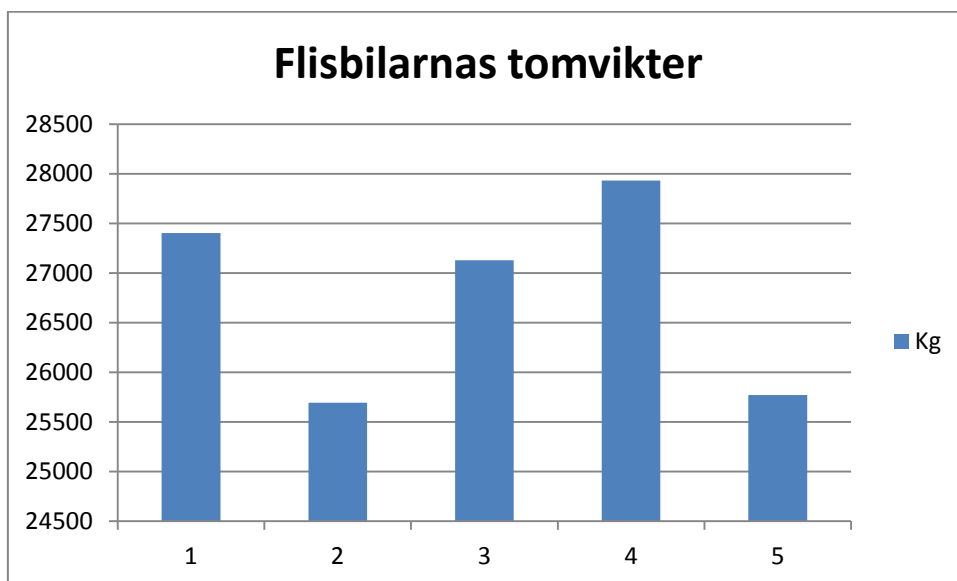


Diagram 3. Flisbilarnas tomvikter.

6.1.3 Grotbilarnas vikter

Grotbilarnas viktresultat har registrerats vid Stora Ensos cellulosafabriker i Heinola och Kaukopää. Med helbilsvågen vid fabriken mottagningsstation vägs och registreras varje

transportfordons last. Lastens vikt utgörs av differensen mellan lastad och tom fordonskombination.

Enligt mätresultaten väger grotbilen (d.v.s. dragbil + släpvagn) i medeltal cirka 29900 kg. Grotbilen har lastbilskranen kopplad till dragbilen och dess tyngd är medräknad i bilkombinationens tomvikt.

Tabell 4. Grotbilarnas tomvikter. Brutto kg är summan av antalet lass multiplicerat med bilens totalvikt som fullastad.

Grotbil	Brutto kg	Tara kg	Netto kg	Antal lass,	Grotbil,kg
1	2350000	1352900	997100	44	30748
2	18371020	9747000	8624020	328	29716
3	1019700	494000	525700	18	27444
4	5 218 400	3 218 760	1 999 640	106	30366
Sammanlagt		14812660		496	29864

Uträkning av standardavvikelse enligt räkneformeln

$$s = \sqrt{\sum(x-m)^2 / (n-1)}$$

Standardavvikelse = 2,19

Variationen i grotbilarnas tomvikter framkommer nedan (tabell 4). Tomvikten överstiger 27 ton.

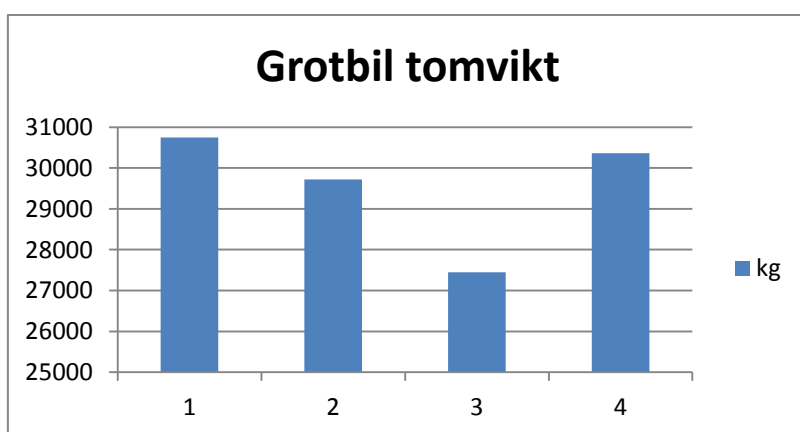


Diagram 4. Grotbilarnas tomvikter inkluderat lastbilskranens vikt.

6.1.4 Jämförelse av lastförmågan

Vid jämförelse av de olika transportresurserna kan man konstatera att virkesbilen är den lättaste transportkombinationen. Lastbilskranens vikt 3,5 ton (Metsäalan ammattilehti 2013) är tillsatt till tomvikten (Diagram 5). Vid skogsenergitransporten sker lastandet och lossandet av lasten med lastbilskranen vid värmeverken och terminalerna. Lastbilskranens vikt bör därför beaktas vid beräkning av virkesbilens tomvikt.

Virkesbilens tomvikt är således 23 ton, emedan flisbilens tomvikt är 27 ton och grotbilens 29,9 ton. Detta framgår även ur grafen jag gjort upp nedan. Då den högsta tillåtna totalvikten enligt lag före 1.10.2013 var 60 ton, utgör lastkapaciteten för virkesbilens del 37 ton. Lastkapaciteten för virkesbilen är således överlägset högre jämfört med flisbilens och grotbilens lastkapaciteter, vilka utgör 33 respektive 30,1 ton. Flisbilen har den näst största lastkapaciteten, medan grotbilen har den sämsta transportkapaciteten.

Efter ändringen av förordningen 407/2013 som trädde i kraft 1.10.2013 kan ju fordonskombinationens totalvikt, som jag tidigare nämnt, vara ända upp 76 ton beroende på de förändringar man gör på fordonskombinationen. De värden jag räknat med har dock noterats före 1.10.2013 och därför har jag inte här beaktat lagförändringen utan istället räknat ut lastkapaciteterna enligt gällande lag då vikterna registrerats. Nuförtiden är det dock möjligt att öka på lastens vikt genom att öka antalet axlar, vilket inverkar höjande på tomvikten.

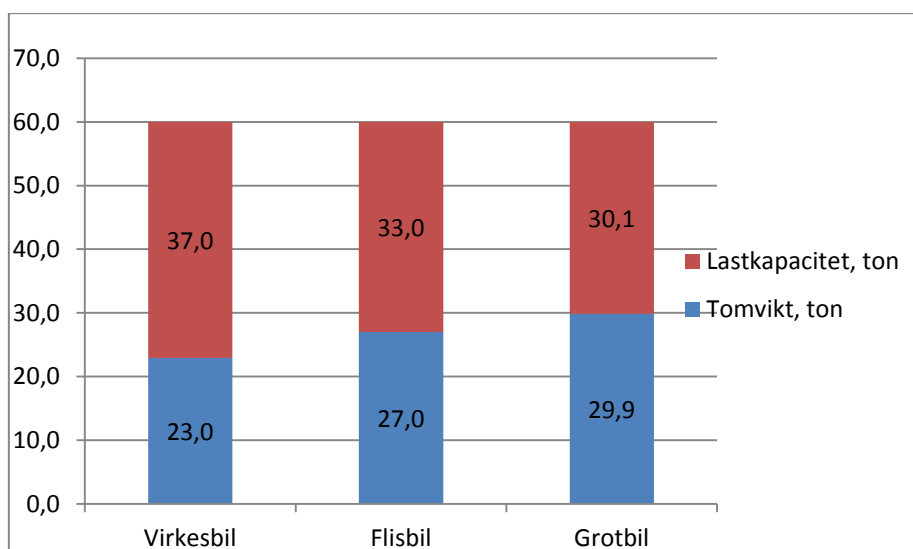


Diagram 5. Jämförelse av transportfordonens tomvikt och lastkapacitet. Beräknat enligt högsta tillåtna totalvikt 60 ton, före 1.10.2013.

6.2 Energimängd

Skogsbränslets energiinnehåll (MWh) har betydelse för leverantören, eftersom energiinnehållet i de flesta fall utgör betalningsgrund för levererat skogsbränsle. Därmed är det viktigt för leverantören att försöka skapa förhållanden vid bilvägslaget vilka förbättrar torkningsprocessen av energiveden. Olika aktörer har utgivit direktiv över detaljer som skall beaktas vid lagring av energived. Vid lagringen vid bilvägslager av t.ex. grot, helträd och slanor använder man ofta täckpapper som man drar över travarna. Pappret inverkar positivt på torkningsprocessen. Dessutom inverkar placeringen av högarna vid lagerplatsen på torkningsprocessen. Högar på öppna platser torkar bättre. Tillsammans ger pappret och placering av högen över 15 % torrare skogsbränsle (Hillebrand 2009 s 5-6).

Som jag tidigare nämnt är ett av mina mål att undersöka fukthaltens variation och inverkan på energimängden. Jag antar att ju mer fukt, desto mindre energimängd kan transporteras. Det sägs ju och anses allmänt vara känt att fukten inverkar på energimängden och jag bestämde mig för att rent konkret undersöka ifall detta verkligen stämmer. Till nästa kommer jag därför att beräkna energimängden som kan transporteras vid olika fukthalter för att ta reda på hur fukten inverkar på energimängden och därmed även direkt på lastens värde i euro.

6.2.1 Beräkning av energimängd

Grunden för uträkning av energiinnehållet (MWh) i skogsbränslet utgörs av vedens fukthaltprocent. För att mäta fukthalten utförs en provtagning av skogsflislasset vid förbrukningsplatsen. Flisbilens chaufför tar ett prov av flislasset genom att fylla ett kärl med flis och provets storlek varierar mellan 30 och 400 gram per prov beroende på flisbitens storlek och mätnoggrannhet (Alakangas 2005 s.27).

Analysen av flisens fukthalt grundar sig på ISO 589-metoden, vilken gäller för bränsleleveranser Finland. Man väger flisprovets vikt i gram och därefter utförs en torkningsprocess där vattnet avlägsnas från provet. Sedan väger och noterar man flisprovets vikt igen för att få reda på vattnets vikt.

Skogsbränslets fukthalt M_{ar} räknas ut enligt följande kalkyl: (Alakangas 2005 s.27)

$$M_{ar} = [(m_1 - m_2) / m_1] * 100$$

m_1 = vikten av vått prov (g)

m_2 = vikten av torrt prov (g) (Alakangas 2005 s.27)

Skogsbränslets effektiva värmevärde (MJ/kg), räknas ut enligt följande kalkyl:

$$Q_{net,ar} = Q_{net,d} * ((100 - M_{ar}) / 100) - 0,02441 * M_{ar}$$

$Q_{net,ar}$ = Bränslets effektiva värmevärde (MJ/kg)

$Q_{net,d}$ = Effektivt värmevärde i torrs substans (MJ/kg)

M_{ar} = Fukthalt -%

0,02441 är den värmemängd som behövs för att bilda vattenånga (25°C)
(Alakangas, 2005 s. 29)

Lassets energiinnehåll MWh/lass räknas ut enligt följande kalkyl:

$$W = Q_{net,ar} / 3,6 * m$$

$Q_{net,ar} / 3,6$ = förändring av effektiva värmevärdet (MJ/kg) till enhet

MWh/ton

m = levererade bränslets massa (ton) (Alakangas, 2005 s. 30)

Vikten (kg/m³) har räknats enligt följande kalkyl:

$$\text{Torrs substans} * [100 / (100 - \text{fukthalt}\%)]$$

Uträkningen nedan (tabell 5) visar hur varierande fukthalt inverkar på energimängden. Vid uträkningen har följande värden beaktats, vilka till stor del baserar sig på tidigare utförda undersökningar:

- Energipris för skogsflis vid användningsplatsen 19,12 €/MWh (Bioenergiapörssi 9.4.2014)
- Torrådensitet, tall 385 kg/m³ (Lindblad, J., m.fl. Energiapuun mittaus 2013 s.14)
- Effektivt värmevärde för tall torrs substans 19,31 MJ/kg (Alakangas 2005, s. 61)
- Last 45 m³ (Karttunen K., m.fl.2010, s. 100)
- Flismängd 113 lös-m³ (1 lös-m³= 0,4 m³) (Alakangas 2005, s. 51)

Tabell 5. Långtradarlasten på 45 fastkubikmeter har varierande värde vid värmeverket beroende på vedens fuktighet.

Energipris, €/MWh	19,12
Effektivt värmevärde för tall i torrs substans, MJ/kg	19,31
Torrådensitet, kg/m ³	385
Last, m ³	45
Flismängd, lös-m ³	113

Fukthalt %	Effektivt värmevärde MJ/kg	Vikt kg/m ³	Energi MWh/ton	Energi MWh/m ³	Vikt ton/lass	Energi MWh/lass	Lastens värde Euro
25	14	513	3,85	1,98	23,1	89,0	1702
30	13	550	3,55	1,95	24,8	87,9	1681
35	12	592	3,25	1,92	26,7	86,6	1656
40	11	642	2,95	1,89	28,9	85,1	1627
45	10	700	2,65	1,85	31,5	83,3	1593
50	8	770	2,34	1,80	34,7	81,2	1552
55	7	856	2,04	1,75	38,5	78,6	1502
60	6	963	1,74	1,67	43,3	75,3	1440
65	5	1100	1,44	1,58	49,5	71,1	1360

Fukthalten i slanorna varierar mellan 40 och 55 % (Pienpuun tuotanto p.1.8.) beroende på vilka metoder man gjort vid lagringen vid bilvägslagret. Ur diagram 6 kan man avläsa att ju högre fukthalt flisen har, desto mindre är energiinnehållet (MWh).

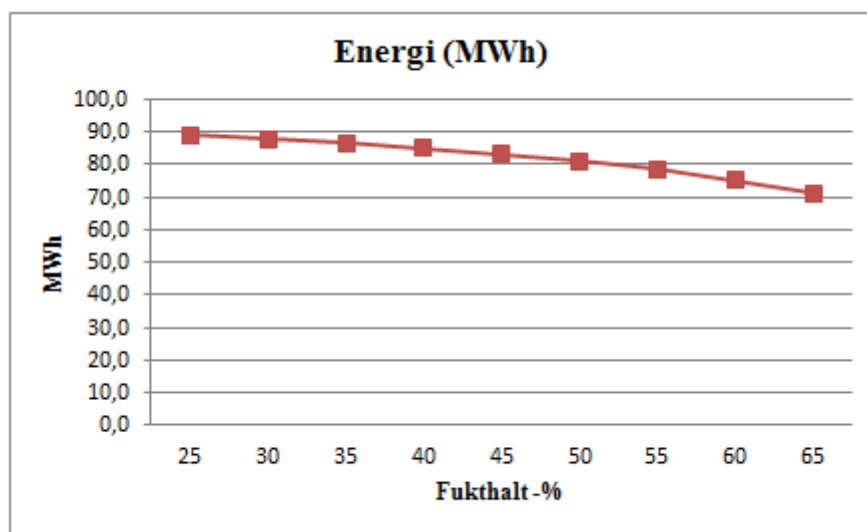


Diagram 6. Fukthalten inverkar på energiinnehållet.

7 Kritisk granskning och diskussion

Syftet med detta examensarbete var att jämföra de olika transportresursernas lastförmåga för transport av kvistade slanor för att ta reda på vilket transportmedel som är effektivast. Utöver detta ville jag även undersöka fukthaltens inverkan på transportkapaciteten genom att testa på vilket sätt högre fukthalt inverkar på energimängden. Allmänt sägs det ju vara så, men jag ville rent konkret testa ifall det verkligen stämmer.

De olika transportresursernas transportkapaciteter räknade jag slumpmässigt ut utgående från de viktresultat som registrerats vid Stora Ensos fabrikers mottagningsstationer i Heinola, Anjalankoski och Sunila för virkesbilarnas del medan jag beträffande flisbilarnas lastkapaciteter använde mig av vikterna registrerade vid cellulosafabriken i Heinola. Grotbilarnas vikter är registrerade vid cellulosafabrikerna Heinola och Kaukopää. Jag räknade även ut standardavvikelsen för de tabellvärden jag tagit upp samt gjorde upp diagram för att tydligare illustrera tomvikterna. Utgående från tomvikterna räknade jag sedan ut lastkapaciteten för de olika transportresurserna före lagändringen som trädde i kraft 1.10.2013, d.v.s. enligt den högsta tillåtna totalvikten på 60 ton. Enligt de uträkningar jag utförde kom jag fram till att virkesbilen har den största transportkapaciteten av de tre transportmedlen för transport av kvistade slanor. Utgående från min kvantitativa

undersökning kan jag således dra den slutsatsen att virkesbilen är det mest kostnadseffektiva alternativet. Idag gäller detta dock inte längre då den nya förordningen trädde i kraft 1.10.2013. Nuförtiden kan ju fordonskombinationens totalvikt vara ända upp till 76 ton beroende på vilka förändringar man gör på fordonskombinationen. Lastens vikt kan således ökas genom att man ökar på antalet axlar. I detta arbete använde jag mig trots allt av den förordning som gällde före 1.10, eftersom viktuppgifterna från fabrikena var från tiden före förordningen trätt i kraft.

De viktuppgifter jag använt mig av består dock av avrundade värden och detta utgör ju en svaghet då inte alla decimaler är med i uträkningarna. De olika vikterna vid de tre fabrikena är inte heller jämförbara sinsemellan då de är mätta med olika vågar. Utöver detta måste man ju alltid räkna med en liten felmarginal då vågar aldrig ger de exakt rätta värdena och mätfel dessutom kan förekomma.

För att få noggrannare resultat av transportresursernas transportkapacitet skulle man ha kunnat använda sig av alla virkesbilars viktresultat som registrerats vid Stora Ensos fabrikers mottagningsstationer i Heinola, Sunila och Anjalankoski under tiden juni - augusti 2013. Fastän det i min undersökning kom fram att virkesbilen är den mest effektiva alternativet så kunde resultatet ha blivit ett annat till virkesbilarnas fördel ifall jag hade använt mig av ett större data.

För att undersöka fukthaltens variation och inverkan på transportkapaciteten räknade jag ut energimängden för tallens energislanor vid olika fukthalter. Jag räknade ut energin i form av megawattimmar per lass vid de olika fukthaltprocenterna och tog därefter även reda på fukthaltens inverkan på lastens värde i euro. Utgående från resultaten ritade jag sedan upp en graf för att belysa hur fukthalten inverkar på energimängden och det visade sig att det existerar ett negativt samband mellan de båda faktorerna. Ju högre fukthalten var desto mindre energimängd kunde transporteras. Således visade det sig att mitt antagande var sann. Det allmänna påståendet om fukthaltens inverkan på energimängden stämmer därmed, vilket mina uträkningar bevisar. Då denna energimängdskalkyl, som jag har använt mig av, används allmänt i Finland så torde detta vara vetenskapligt bevisat. Uträkningarna av energimängd varierar enligt effektivt värmevärde i torrsubstans, torrådensitet och fukthaltprocent, beroende på trädslag. I denna undersökning räknades energiinnehållet för tall från energigallringar.

Under undersökningens gång väcktes tanken om att det skulle vara intressant att göra en jämförelse av transportkapaciteten för olika fordonskombinationer efter förordningen som trädde i kraft 1.10.2013. I och med förändringen är det möjligt att transportera större laster genom att göra förändringar på fordonskombinationerna. Det skulle därför vara intressant att utreda på vilket sätt transportkapaciteten ändrats för kvistade slanor efter att den nya förordningen trätt ikraft. De kvistade slanorna eller flisen väger dock så pass litet (kg/m³) att fastän fordonet skulle vara fullastat så antar jag att lastutrymmet begränsar möjligheten att uppnå maximalvikten på 76 ton. Fukt inverkar dock även här på lastens vikt, men som det kommit fram i denna undersökning så är det inte lönsamt att transportera skogsbränsle med höga fukthalter. Detta skulle således kunna vara temat för ett kommande slutarbete för någon annans del i framtiden.

Källförteckning

Alakangas, E. 2000. *Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia*. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, VTT tiedotteita 2045.

<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2000/T2045.pdf> (Hämtad 15.3.2014)

Arbets- och näringsministeriet.2013. *Nationell energi- och klimatstrategi. Statsrådets redogörelse till riksdagen den 20 mars 2013*.

[https://www.tem.fi/files/36731/Energia-
_ja_ilmastostrategia_2013_RUOTSINKIELINEN.pdf](https://www.tem.fi/files/36731/Energia-ja_ilmastostrategia_2013_RUOTSINKIELINEN.pdf) (Hämtad 15.3.2014)

Bioenergiaporssi. 2014. *Hakkeen ja metsäenergian hintatieto*.

[http://www.bioenergiaporssi.fi/k%C3%A4sitteet-ja-laskurit/hakkeen-ja-
mets%C3%A4energian-hintatietoa](http://www.bioenergiaporssi.fi/k%C3%A4sitteet-ja-laskurit/hakkeen-ja-mets%C3%A4energian-hintatietoa) (Hämtad 16.4.2014)

Finlex.2013.407/2013 *Statsrådets förordning om ändring av förordningen om användning av fordon på väg*.

[http://www.finlex.fi/sv/laki/alkup/2013/20130407?search%5Btype%5D=pika&search%5B
pika%5D=407%2F2013](http://www.finlex.fi/sv/laki/alkup/2013/20130407?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=407%2F2013) (Hämtad 17.3.2014)

Heikkilä, J. m.fl. 2005. *Karsitun energiapuun korjuuvaihtoehdot ja kustannustekijät*. Metlan työraportteja 10.

<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2005/mwp010.pdf> (Hämtad 17.3.2014)

Hillebrand, K.2009.*Energiapuun kuivaus ja varastointi- yhteenveto aikaisemmin tehdyistä tutkimuksista*. VTT. Tutkimusraportti VTT-R-07261-09.

<http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2009/VTT-R-07261-09.pdf> (Hämtad 17.3.2014)

Jord-och skogsbruksministeriet.2012. *Att bromsa upp klimatförändringar.*

http://www.mmm.fi/sv/index/amnesomraden/klimatforandring_energi/klimatforandring_be_kampning.html (Hämtad 2.3.2014)

Karttunen, K. Föhr, J & Ranta, T. 2010. *ENERGIAPUUTA ETELÄ-SAVOSTA. Teknillinen tiedekunta. LUT-Tutkimusraportti 7.*

<http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/66283/isbn%209789522650238.pdf?sequence=1> (Hämtad 1.3.2014)

Laitila, J., Leinonen, A, Flyktman, M., Virkkunen, M. & Asikainen, A.2010 *Metsähakkeen hankinta- ja toimituslogistiikan haasteet ja kehittämistarpeet. VTT Tiedotteita – Research Notes 2564.*

<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2010/T2564.pdf> (Hämtad 1.3.2014)

Laitila, J. ja Väättäin, K. 2011. Metsätieteen aikakauskirja. *Kokopuun ja rangan autokuljetus ja haketustuottavuus.*

<http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff11/ff112107.pdf> (Hämtad 2.3.2014)

Lindblad, J., Äijälä, O., Koistinen, A. 2013.*Energiapuun mittaussopas.* Tapio ja Metla.

<http://www.metla.fi/julkaisut/isbn/978-952-5694-28-4/energiapuun-mittausopas-2013.pdf>
(Hämtad 15.4.2014)

Metla.2011. *Puut hakkeeksi oksineen vai karsittuna?*

<http://www.metla.fi/uutiskirje/bio/2011-03/uutinen1.html> (Hämtad 15.3.2014)

Metsäalan ammattilehti.2013. *Puutavaraauton kuormatilan koko ja kuormatilarave vaikeaa hahmottaa.puu76.*

<http://www.ammattilehti.fi/uutiset.html?a100=5619> (Hämtad 1.4.2014)

Motiva. 2014. *Energi som förnyas.*

http://www.motiva.fi/files/8541/Energi_som_fornyas_2014.pdf (Hämtad 18.2.2014)

Pienpuun tuotanto – ja käyttö energiaksi. 1.8. *Hankkeen laatuluokitukset ja määritelmiä polttoaineille.*

<http://www2.amk.fi/mater/luonnonvara/Bioenergia/pienpuuntuotanto/1/1.8.htm> (Hämtad 16.4.2014)

Sandström, M. 2013. *Metsähakkeen tuotantoketjut Suomessa vuonna 2012.*Metsäteho

http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Tuloskalvosarja/Tuloskalvosarja_2013_04_Metsa_hakkeen_tuotantoketjut_2012_ms.pdf (Hämtad 2.4.2014)

Skogscentralen. 2013. *Stöd för uttag av energived.*

<http://www.skogscentralen.fi/asiointi-ja-lomakkeet/energiapuutuet> (Hämtad 2.4.2014)

Statistikcentralen. 2014. *Energi.*

http://www.stat.fi/tup/suoluk/suoluk_energia_sv.html#totalforbrukning

(Hämtad 2.4.2014)

Statsrådet.2013. *Statsrådets förordning- om ändring av förordningen om användning av fordon på väg.*

http://www.lvm.fi/c/document_library/get_file?folderId=2460607&name=DLFE-20057.pdf &title=Statsrådets förordning om ändring av förordningen om användning av fordon på väg. (Hämtad 2.4.2014)

Stora Enso Metsä.2014. *Energiapuun hankinta.*

<http://www.storaensometsa.fi/palvelut/energiapuu-hankinta/> (Hämtad 2.4.2014)

Tervolan Konepaja.2014. *Pallari KHM-14.0*

http://www.tervolankonepaja.fi/File/Pallari%20KHM-140/PALLARI_KHM_140_ruotsi.pdf

(Hämtad 10.4.2014)

Työ- ja elinkeinoministeriö.2010. *Bioenergia 2020 - Arvioita kasvusta, työllisyydestä ja osaamisesta.*

http://www.tem.fi/files/25900/TEM_6_2010.pdf (Hämta 15.3.2014)

Äijälä, O., Kuusinen, M. & Koistinen, A. (red) 2010. *Råd i god skogsvård: Uttag och produktion av energived.* Skogsbrukets utvecklingscentral TAPIO.

Äijälä, O., Koistinen, A., Sved J., Vanhatalo K. & Väisänen P. (toim.) 2014. *Hyvän metsänhoidon suositukset-METSÄNHOITO.* Metsätalouden kehittämiskeskus, Tapion julkaisuja.