

Prissättning av energived

Kostnadsstrukturen vid hantering av helträd och kvistad energived

Daniel Jansson

Examensarbete för Skogsbruksingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för Skogsbruk och miljö

Raseborg 2015



EXAMENSARBETE

Författare: Daniel Jansson

Utbildningsprogram och ort: UP för skogsbruk, Raseborg

Inriktningsalternativ: Skogsbruk

Handledare: Robert Lindholm

Titel: Prissättning av energived – Kostnadsstrukturen vid hantering av energived

Datum 13.03.2015

Sidantal 23

Sammanfattning

Examensarbetet behandlar hur kostnadsstrukturen ser ut i samband med energivedsdrivning av kvistad energived och helträdsuttag. Undersökningen är kopplad geografiskt till Skogsvårdsföreningen Österbottens norra team, d.v.s. från Karleby till Nykarleby. Resultatet beaktar även försäljningspriset som Skogsvårdsföreningen Österbotten får för energiveden och hur mycket Skogsvårdsföreningen Österbotten kan betala åt markägaren efter att alla kostnader är avdragna.

De uppgifter som jag använt mig av är hämtade från Skogsvårdsföreningen Österbottens interna datasystem. Uppgifterna innehöll drivningskostnader för kvistad energived och helträdsuttag från åren 2013 – 2014 samt fjärtransportkostnader och kostnader för flisning. Även fukthalt och värmevärde på levererad flis fanns att tillgå.

Resultatet tyder på att kostnaderna för att driva helträd och att tillverka flis utav den är höga. Detta leder till att betalningsförmågan är klart lägre än för kvistad energived. För kvistad energived ur klena gallringar är drivningskostnaden högre än vid helträdsdrivning, men eftersom Skogsvårdsföreningen får leverera kvistad energived till terminal så tillkommer ingen flisningskostnad som gör att fjärtransportkostnaden hålls på en rimlig nivå. Betalningsförmågan mot skogsägaren för kvistad energived ur klena gallringar är cirka tre gånger högre än för helträd.

Språk: Svenska Nyckelord: Energived, helträd, kvistad energived, drivning, fjärtransport, flisning, fukthalt

BACHELOR´S THESIS

Author: Daniel Jansson

Degree Programme: Forestry and Enviromental Planning, Raseborg

Specialization: Forestry

Supervisor: Robert Lindholm

Title: Pricing of energy wood – Cost structure of handling energy wood

Date 13 March 2015

Number of pages 23

Summary

This Bachelor´s thesis describes the cost structure when dealing with delimbed energy wood and non-delimbed energy wood. The investigation is linked geographically to the Forest Management Association, team northern Ostrobothnia (from Karleby to Nykarleby). The result also takes into account the sales price that the Forest Management Association Ostrobothnia gets for the energy wood and how much the association can pay the land owner after all costs have been deducted.

Data from the internal computer system of the Management Association in Ostrobothnia has been used. The data contains the harvesting costs for delimbed energy wood and non-delimbed energy wood as well as the remote transport costs and the chipping costs. The moisture content and the calorific value of wood chips that have been delivered can also be found in the data.

The result suggests that the handling costs of non-delimbed wood and its chipping are high. This leads to the fact that the ability to pay is clearly lower than for delimbed energy wood. For delimbed energy wood from first thinning the driving costs are higher than for the non-delimbed energy wood. The affordability are about three times better for delimbed energy wood than for non-delimbed energy wood.

Language: Swedish Keywords: Energywood, non-delimbed energy wood, delimbed energy wood, driving, remote transport, chipping, moisture

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
2	Syfte.....	2
3	Förnybar energi	3
3.1	Uttag av grot	4
3.2	Helträdsuttag	5
3.3	Mätning av energived	7
4	Lagring av färskt virke	8
4.1	Alternativ till borttransport av virke	9
5	Transport av energived	10
5.1	Kvistad energived	10
5.2	Grot/helträd	10
6	Energimängd.....	11
6.1	Fuktens betydelse för bränslets värmevärde	12
7	Metoder.....	13
8	Resultat	14
8.1	Drivningskostnader	14
8.2	Fjarrtransport	15
8.3	Fukthaltens betydelse för energimängden	17
8.4	Betalningsförmåga	19
9	Kritisk granskning och diskussion.....	20
	Källförteckning.....	22
	Bilagor	

1 Inledning

De internationella klimatförhandlingarna har som mål att stabilisera utsläppen av koldioxid som beror på den mänskliga inverkan. Vid dessa förhandlingar agerar Finland som medlem av Europeiska unionen och i enlighet med EU:s klimatpolitiska linjer. (Arbets- och näringsministeriet 2013, s. 10). Finland har förbundit sig till att år 2020 skall minst 38 % av energin som vi förbrukar vara producerad utav förnybara energikällor (Arbets- och näringsministeriet 2013, s. 13).

Finland använder sig av många olika energikällor. Vi använder oss bl.a. utav kärnkraft, naturgas, olja, kol, torv, vattenkraft och träbränslen för att producera energi. (Motiva, s. 3). I Finland har vi rikligt med träbränslen som kan förädlas till energi. Trä är ett förnybart material som även har många goda effekter på den lokala och nationella ekonomin. Den minskar på importbehovet samtidigt som arbetstillfällena och försörjningsberedskapen ökar. (Motiva, s. 4). Det allra kostnadseffektivaste sättet att öka andelen förnybar energi i Finland är att öka användningen av biomassa från skogen. Vid skogsskötsel och avverkningar uppstår stora mängder biomassa som inte duger som råvara till virkesförädling. Grot och stubbar krossas till flis och kan eldas tillsammans med övriga biprodukter som uppstår vid virkesförädling såsom bark, sågspån och svartlut. Vid förbränning av dessa produkter kan man producera värme och elektricitet. För att effektivt minska koldioxidutsläppen skall vi eftersträva att ersätta kol med träflis vid värme-, - och elproduktion. (Motiva, s. 7).

Skogsvårdsföreningen Österbotten driver och vidareförmedlar energived i stor skala åt ett antal olika värme-, - och elproducenter. Utmaningarna med energiveden är många. Energiveden får inte konkurrera med massaved som kan vidareförädlas längre än bara till värme och el. Energiveden kommer främst ur klena första gallringar där plantskogsskötseln på något sätt har försumrats och beståndet lider av för hög stamtäthet. Dessa bestånd har en låg medelstamvolym vilket innebär att drivningen blir mycket kostsam. Även från kalavverkningar tar skogsvårdsföreningen goten tillvara. I Österbotten finns det rikligt med torvmarker som kräver iståndsättningsdikning för att hålla vattenhushållningen i skick. När diken skall iståndsättas så är de ofta igenväxta av skog. Oftast avverkas då dikeslinjerna med grävmaskin utrustad med giljotin som inte kvistar virket. Ett problem med helträden är att den är utrymmeskrävande vilket betyder att det är dyrt att transportera den till ett avlägg eller terminal när transportkapaciteten inte kan utnyttjas till fullo.

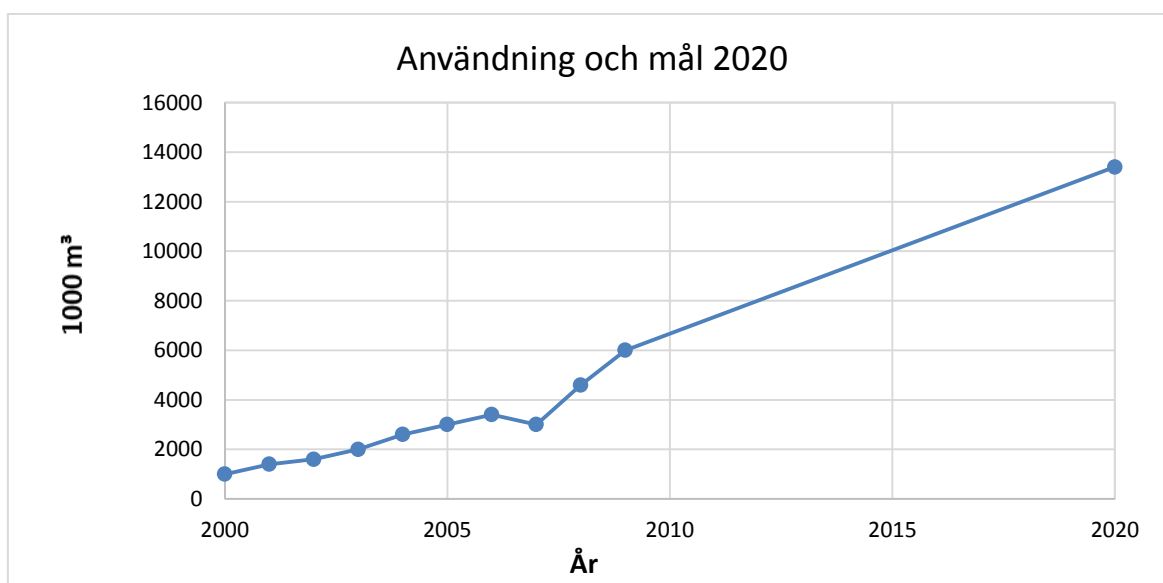
2 Syfte

Syfte med denna undersökning är att utreda totala kostnader för drivning och hantering av två olika energivedslag, kvistad energived och helträdsuttag d.v.s. okvistad energived. Skogsvårdsföreningen Österbotten levererar idag största delen av energiveden till terminal åt en värmeproducent som betalar för levererad kubikmeter men även åt andra som betalar enligt värmevärde. På grund av praktiska skäl i fjärrtransporten så levereras idag endast kvistad energived till terminal och helträden flisas vid avlägget och körs med containerbil åt en annan köpare. Den centrala uppgiften för detta examensarbete är att göra upp en kostnadskalkyl för de olika energivedslagen. Med hjälp av dessa kalkyler och material skall Österbottens Skogsvårdsförening få en översikt av hur mycket det kostar att få fram råvaran till köparen och vad är den slutliga betalningsförmågan gentemot skogsägaren.

Skogsvårdsföreningen Österbotten verkar i hela svenska Österbotten, men detta arbete gäller endast norra teamets område som sträcker sig från Nykarleby i söder till Karleby i norr.

3 Förnybar energi

Finland har förbundet sig att år 2020 skall åtminstone 38 % av den totala energiförbrukningen härstamma från förnybar energi, detta för att minska på koldioxidutsläppen och således bromsa upp klimatuppvärmningen. Produktion och uttag av skogsbränslen är en del av de förnybara energikällor som bidrar till att bromsa upp klimatförändringen. Genom att använda mera träbaserad energi så minskar vi användningen av fossilt bränsle och utsläppen av koldioxid i atmosfären. Vid förbränning av fossila bränslen, dvs. naturgas, olja och kol frigörs koldioxid till atmosfären som har varit lagrad i berggrunden i flera miljoner år men vid förbränning av trä frigörs däremot endast så mycket koldioxid som trädet har bundit i sig under dess livstid. (Äijälä O., m.fl. 2010, s.8).



Figur 1. Användning av skogsbränslen åren 2000 – 2009 och målet 2020 för förnybar energi (Äijälä O., m.fl.2010, s.7).

I tabell 1 kan man se att i Finland finns ett stort antal bibränslepannor, totalt ca 228 000 stycken som är under 1 MWh. Överlägset största delen av dessa pannor är vedpannor som eldas med brännved, följande är flispannor, pelletspannor och pannor anpassade för torvbränning och åkerbiomassa.

Tabell 1. Antalet bibränslepannor i Finland 2013 (Motiva. 2014).

	Biobränsle pannor st.				Åker- biomassa	Totalt
	Brännved	Flis	Pellets	Torv		
Egnahemshus	171 900	29 000	17 200	3 100	700	221 900
Radhus		700	400			1 100
Höghus		200	100			300
Övrigt		4500	600	100		5 200
	171 900	34 400	18 300	3 200	700	228 500

3.1 Uttag av grot

Drivning av energived kan ske på flera olika sätt. Det allmännaste sättet är att man vid slutavverkning tar tillvara grenar och toppar d.v.s. grot. Vid tillvaratagande av grot kvistas stamveden så att kvistar och toppar lämnas i högar bredvid körstråken så att groten inte trampas ner i marken vid skotningen. (Egnell G. 2009, s. 23-25). Uttag av grot minskar tillgången på näringsämnen, speciellt om groten ännu är färsk och barmmassan är kvar. Vid uttag av grot rekommenderas att groten skall få torka och barra av sig på ytan åtminstone två veckor i maj-juni och under sensommaren minst fyra veckor. Tas färsk grot ändå bort från avverkningsytan så rekommenderas att 30 % av groten lämnas kvar. Lider beståndet av borbrist och man utför grot och stubbrytning så skall man säkerställa näringsbalansen genom att gödsla med bor. (Äijälä O., m.fl. 2014 s. 109-110). För att säkerställa att tillräckligt med grot blir kvar på avverkningsytan när temperaturen är över nollsträcket så kan man kvista vart femte träd utanför grothopen. Avverkning i sträng köld leder vanligtvis till att kvistar och toppar knäcks vilket gör att en tillräckligt stor mängd med hyggesrester lämnar kvar på avverkningsytan. Dessutom skall alltid rester från förhandsröjningen, botten av grothögarna samt grot som använts som markförstärkning lämnas kvar på ytan. (Äijälä O., m.fl. 2010 s. 28-29). Flyttning av groten till bärande väg kan ske på flera olika sätt, det vanligaste sättet är att man med skotare kör riset i lösvikt till avlägget. Ett annat relativt vanligt sätt är att man kommer med en skild maskin till

avverkningsytan som kan bunta ihop groten till balar och sedan flyttas till bärande väg med en vanlig skotare. (Egnell G. 2009, s. 23-25).

Tabell 2. Val av objekt för uttag av grot och stubbrytning (Äijälä O., m.fl. 2014 s. 110).

Uttag av grot och stubbar Ja = Lämpligt Nej= Inte lämpligt	Uttag av grot	Stubbrytning
Torr mo och bördigare mineraljordar samt motsvarande torvmark	ja	nej
Karg mo och lavmo samt motsvarande torvmark	nej	nej
Platser med berg i dagen, stenblock och mycket stenar samt branta sluttningar	nej	nej
Grundvattenområde klass 1 och 2	ja	nej
Undantag: · På rotrötedrabbade förnyelseytor är stubbrytning ett bra alternativ på alla ståndorter med mineraljord med undantag av lavmo · I granskogar som lider av borbrist kan du ta ut grot och stubbar om du säkerställer näringsbalansen genom borgödsling		

3.2 Helträdsuttag

Med helträdsuttag menas att man vid avverkning tar hela träd tillvara, d.v.s. stamveden toppen och kvistarna (Egnell G. 2009, s. 26). Rekommendationer på passande objekt för uttag av helträd och grot kan man se i tabell 2. Uttag av hela trän i tall- och lövträdsdominerade skogar lämpar sig bäst när bördigheten är minst torr mo eller motsvarande torvmark. Vid uttag av helträd i granbestånd som lider av borbrist skall näringsbalansen säkerställas genom att gödsla med bor. (Äijälä O., m.fl. 2010 s. 16-17). Vanligtvis sker helträdsuttag i bestånd som gallras första gången. Genom att låta utföra en integrerad avverkning, dvs. att ta gagnvirket som uppfyller massadimension till massaved och resten av stammen till energived så kan man öka avverkningens lönsamhet. Om energived tas ut delvis eller helt okvistad så gäller samma begränsningar som vid uttag av helträd. Uttag av helträd lämpar sig inte på karga marker dvs. karg mo, lavmo samt motsvarande torvmark och moskogar som är grandominerade där andelen gran är mer än 75 % av stamantalet. Vid uttag av helträd gäller samma rekommendationer som vid uttag av grot. För att minimera näringsbortförseeln som finns i barren så kan man låta helträden torka på ytan så att barren och löven faller av och förblir i skogen. (Äijälä O., m.fl. 2014 s. 112-113).

Skogsvårdsföreningen Österbotten avverkar relativt mycket i form av helträdsuttag. Enligt

Lundqvist (personlig kommunikation, 28.8.2014) sker helträdsuttag uteslutande från torvmarker som skall iståndsättnings dikas och från åkerkanter. Avverkningen sker med hjälp av en grävmaskin utrustad med ett aggregat som endast klipper (figur 2) av och lägger ner trädet på marken i högar. Huvudorsakerna varför de använder sig utav denna metod är att:

- Klippning med grävmaskin har en lägre kostnad per kubikmeter än skördar avverkning. Stamstorlekarna varierar kraftigt och många av stammarna är så klena att de blir för dyra att avverka på annat sätt än genom klippning.
- Marktrycket är lägre med grävmaskin än med vanlig avverkningsmaskin vilket möjliggör att klippningen kan utföras även under våta somrar och skotning av virket när det har frusit på.
- Om snötäcket är så tjockt att inte torvmarken har frusit tillräckligt så kan man genom att köra och klippa med grävmaskin uppnå att snötäcket packas till och marken fryser tillräckligt för att senare kunna bära skotare.



Figur 2. Avverkning med grävmaskin utrustad med giljotin. (Foto: Daniel Jansson)

3.3 Mätning av energived

När skördaren avverkar så kan man mäta virkesvolymen i varje stam som kvistas och kapas. Diametern på stammen mäts med kvistknivarna eller med matarhjulen som drar trädet genom aggregatet. Längdmätningen sker från ett skilt mätjul som vilar mot stammen eller från matarhjulen som drar trädstammen genom aggregatet. Skördarchauffören ser i datorskärmen längden och diameter den aktuella stammen har och kan på så sätt aptera den enligt önskade mått. (Sveaskog, u.å. s.2-3).

Enligt Lundqvist (personlig kommunikation, 28.8.2014) är fastställandet av virkesvolymen vid avverkning med grävmaskin som är utrustad med giljotin enklast om man använder sig utav skotarens kranvåg. Med hjälp av kranvågsmätning så får man fram råvikten för virket som sedan kan omvandlas till fastvolym, förutsatt att man vet när virket har avvekats och när virket blir vägt. Vikten i virket som skotaren väger har olika densitet beroende på när virket är avverkat och hur länge det har torkat. För att man skall kunna beräkna hur många kubikmeter virke utifrån vikten så kan man använda sig tabeller som skogsforskningsinstitutet Metla och skogsbrukets utvecklingscentral Tapio utvecklat. (Lindblad J., m.fl. 2013, s. 9-10). Från tabell 3 kan man se hur densiteten påverkas av avverkningstidpunkt och lagringstid. För att läsa av tabellen måste man veta tiden från att virket har blivit avverkat tills virket blir vägt. T.ex. är virket avverkat 1.4 och lagringstiden är kortare än 30 dagar så är viktcoefficienten 900 kg per kubikmeter. Blir dock förvaringstiden för samma parti längre än 30 dagar men kortare 55 dagar så blir viktcoefficienten 800 kg per kubikmeter. Genom att räkna antalet dagar virket har förvarats och förflytta sig så som pilarna visar så kan man läsa av viktcoefficienten från raden längst till höger. (Lindblad J., m.fl. 2013, s. 13).

Tabell 3. Färskdensitet i blandad energived i Södra Finland och Österbotten (Lindblad J., m.fl. 2013, s. 13).

Viktklass	Fukthalt %	Tidsperiod				Rådensitet kg/m ³
		1.4 - 30.4	1.5 - 15.8	16.8 - 30.9	1.10 - 31.3	
1	> 55	Färskt med snö och is				1000
2	50-55	Färskt, 30 d.↓	Färskt, 10 d.↓	Färskt, 30 d.↓	Färskt	900
3	45-49	≥ 30 d.	→ 25 d. ↓	≥ 30 d.	≥ 30 d.	800
4	40-44	-	→ 30 d. ↓	30 d. ↑	30 d. ↑	730
5	< 40	-	≥ 65d.	30 d. ↑	-	650

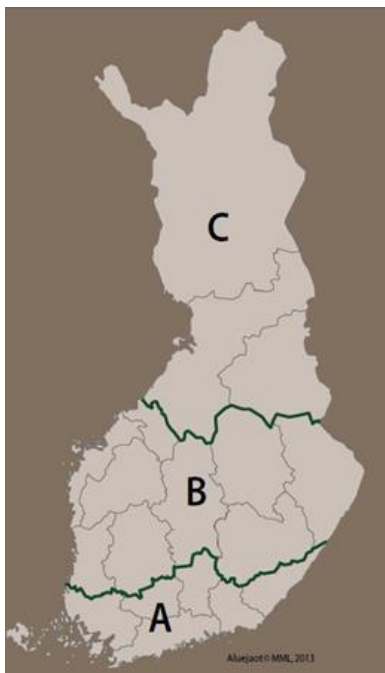
Kranvågar på skotare och lastbilar är automatvågar och lyder därför under virkesmätninglagen. Vid viktmätning får skillnaden mellan mätresultatet och referensvärdet inte överskrida den största tillåtna avvikelsen som presenteras i tabell 3. (Thesslund O., 2014, s. 21).

Tabell 4. Största tillåtna avvikelsen vid kranvågsmätning (Thesslund O., 2014, s. 21).

Mätmetod	Mätpartiets vikt, ton			
	10-30	30-50	50-100	<100
	Största tillåtna avvikelse, %			
Kranvågar	8%	7%	6%	4%

4 Lagring av färskt virke

Finland är uppdelat i tre regioner: A, B och C (figur 3). För att minska angrepp av skadeinsekter på växande skog skall barrvirke som har avverkats mellan tiden 1 september och 31 maj transporteras bort enligt tabell 5. Samma begränsning gäller även t.ex. om en storm har fällt mer än tio kubikmeter per hektar granvirke eller tjugo kubikmeter per hektar tallvirke. Inom region A skall även granvirke som avverkats under tiden juni - augusti transporteras bort från avlägget eller avverkningsplatsen inom 30 dagar (Finlands skogscentral, 2014). Enligt Erikslund (personlig kommunikation, 17.4.2015) skall virke som är avverkat juni - augusti i region A transporteras bort inom 30 dagar på grund av det varmare klimatet än i övriga landet, det varmare vädret möjliggör att andra generationens insekter kan föröka sig i det färska virket. Bestämmelserna om borttransport av virke gäller alla travar med gagnvirke eller energived där var över halva volymen utgörs av barrvirke med en medel stubbdiameter över 10 cm (Äijälä O., m.fl. 2014 s.59).



Figur 3. Regionerna i Finland (Äijälä O., m.fl. 2014 s.59).

Tabell 5. Tidsfrist för borttransport varierar enligt geografiskt läge (Finlands skogscentral, 2014).

	Tall	Gran
Region A	1 juli	15 juli
Region B	1 juli	24 juli
Region C	15 juli	15 augusti

4.1 Alternativ till borttransport av virke

Om borttransport av virke som är avverkat under vinterhalvåret, dvs. från första september till sista maj inte kan arrangeras av någon orsak så finns en rad olika alternativ man kan göra för att inte bryta mot lagen (Äijälä O., m.fl. 2014 s.59):

- Täck virket med täckpapper eller presenning.
- Bevattna virket.
- Transportera bort travens övre lager inom utsatt tid.
- Barka, - eller bekämpa virket med ett godkänt växtskyddsmedel.
- Täck in barrträdstraven med ett lager lövvirke.

- Täck in traven med ett lager av klen tällvirke som saknar skorp bark och har en medel stubb diameter under 10 cm.

5 Transport av energived

Skogsvårdsföreningen använder sig av ett datorprogram som heter silva data. Alla nyckelentreprenörer har installerat programmet i sina maskiner och kan på så vis ta emot drivningsinstruktioner och fjärrtransportinstruktioner digitalt. Fjärrtransportörerna kan med hjälp av olika parametrar sälla fram i programmet önskade travar. Parametrarna gäller t.ex. transportduglighet såsom menföre, sommar, - eller vintertid. Är det möjligt att svänga med full kombination eller måste man hämta virket med endast dragbil? Måste vägen plogas vintertid? Och förstås sortiment, virkesmängd, destination och skogsägare. När traven är borttransporterad så kvitterar chauffören att lagerplatsen är tömd och då flyttas i ifrågavarande arbete till kategorin utförd.

5.1 Kvistad energived

Rundvirke, dvs. timmer, massaved och kvistad energived transporteras med virkesbil. Vid transport av timmer och massaved så är det oftast största tillåtna vikten som begränsar hur mycket virke virkesbilen kan lasta. Virkesbilarna som skogsvårdsföreningen använder sig av har åtta axlar med högsta tillåtna vikt 68 ton. Vid transport av kvistad energived som i regel är klenare virke med en toppdiameter på minimi 4 cm så är inte totalvikten en begränsning utan det är lastutrymmet som blir fullt. Eftersom bitarna är klenare så blir fastvolym procenten lägre vilket leder till att det finns mera luft med i lasset och på så sätt färre fastkubikmeter på lasset. (Hautanen, personlig kommunikation, 16.1.2015).

5.2 Grot/helträd

Skogsvårdsföreningen anlitar en entreprenör som flisar och transporterar grot och helträds energived från avläggen direkt till biobränsleanvändaren. Detta beror delvist på att transportkostnaderna hålls på en rimlig nivå, tillgången till en bra entreprenörer med god lokalkännedom och att köparen av energiveden ger ett högre pris om den blir levererad som färdig flisad. Entreprenören använder sig utav en svensk tillverkad trumhugg av märket Bruks som är monterad på en treaxlad lastbil med tandemdrift. Fördelen med att använda sig av en lastbil som bas maskin istället för en traktor är många, t.ex. förflyttning

långa sträckor går snabbt vilket bidrar till att hålla ner taxorna. Flis huggen som är monterad på en lastbil kan ha en separat motor för lastbilen och en som driver huggen vilket betyder att man kan ha en stor och stark motor som ger huggen kraft och på så vis klarar den av att flisa stora mängder under en kort tid (figur 4). Lastbilen som transporterar flisen är en sjuaxlad kombination med totalvikt på max 64 ton. Lastbilen är utrustad med en flakväxlare som gör att han kan växla mellan olika flak eller containrar. På kombinationen ryms totalt tre containrar, en på bilen och två på kärnan som har en totalvolym på 117 kubikmeter.



Figur 4. Flisning av helträd vid väggkant. (Foto: Daniel Jansson)

6 Energimängd

Energiutbytet ur trä flisen påverkas främst av fuktigheten, bitstorleken och träets täthet. Fukten påverkar alltid energiutbytet från flisen men speciellt i mindre anläggningar spelar bitstorleken en betydande roll. Lämplig bitstorlek är oftast mellan 30 – 40 mm. Fina bitar och stickor försvårar framföringen av flisen till brännhuvudet eftersom de kan fastna i

mataranordningen. Färskt virke har oftast en fukthalt på 40 – 60 %. Att trä bränslet är så torrt som möjligt och har ett högt energiinnehåll är viktigt för hela kedjan inom skogsbränslen. Träets effektiva värmevärde ligger mellan 5,1 – 5,6 kWh/kg torrt trä beroende på träets täthet. (Motiva. 2013).

6.1 Fuktens betydelse för bränslets värmevärde

Många träbränsleanvändare har energiinnehållet (MWh) som grund för betalning åt leverantören. Detta sporrar leverantörerna att leverera så torrt material som möjligt. För träbränsleleverantörerna gäller det att redan vid väggkant skapa förutsättningar som gör att virket kan torka. Enligt undersökning så kan man genom att täcka energiveden och förvara den på en öppen plats öka värmevärdet med 6 – 15 procentenheter. (Hillebrand K. 2009 s.4 – 7). För att kunna beräkna hur mycket bränsle man kan få ur det levererade bränslet vid en viss fukthalt så behöver man få reda på dess fukthalt. Genom att ta ett prov av flisen, väga provpartiet och sen torka i ugn på $105 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ tills viktminskningen har upphört så får man fram torra materialets vikt. (Alakangas E. 2000 s. 27). Fukthalten, energivärde och levererad energimängd i materialet räknar man på följande vis (Alakangas, 2005 s. 27-32)

Fukthalt:

$$M_{ar} = (m_1 - m_2) / m_1 * 100 \%$$

$$M_{ar} = \text{fukthalt}$$

$$m_1 = \text{fuktiga materialets vikt (g)}$$

$$m_2 = \text{torra materialets vikt (g)}$$

Värmevärde i levererat bränsle:

$$Q_{net, ar} = Q_{net, d} * (100 - M_{ar}) / 100 - 0,02443 * M_{ar}$$

$$Q_{net, ar} = \text{bränslets värmevärde (MJ/kg)}$$

$$Q_{net, d} = \text{torrsubstansens effektiva värmevärde (MJ/kg) (Tabell 4)}$$

$$M_{ar} = \text{bränslets fukthalt (\%)}$$

0,02443 (MJ/kg) = den värmemängd som går åt för att bilda vattenånga (+25°C)

Levererad energimängd:

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

$Q_{\text{net, ar}} / 3,6$ = omvandling från MJ/kg till MWh/ton

m = vägd massa (ton)

Tabell 6. Effektivt värmevärde MJ/kg per torrsvikt i de vanligaste trädelarna (Alakangas E. 2000 s. 43).

	Tall	Gran	Glasbjörk	Gråal	Asp
Trämateriäl	19,99	19,3	18,64	18,87	18,81
Bark	20,3	19,6	21,03	21,69	19,2
Grot utan barr/löv	20,09	19,41	19,33	19,74	18,96
Löv/barr	21,04	19,19	19,36	20,37	19,85
Grot	20,33	19,33			

7 Metoder

För att kunna beräkna hur mycket man kan betala åt skogsägaren så behöver man förstå kostnadsstrukturen, hur stora kostnaderna är för kvistad energived och för helträdsuttag och vilka priser man får av köparen för den levererade varan. Största kostnaden för kvistad energived kommer från själva drivningen, dvs. avverkning och skotning av virket till avlägget. Följande stora kostnad är fjärrtransport till terminal där ägandet övergår till köparen. Övriga kostnader kan vara snöplogning, grusning och sladdning av vägen för att få virket borttransporterat. Färskt virke transporteras till terminal där ägandet övergår och virket blir täckt för att det skall torka bättre. Denna kostnad behöver jag inte beakta i mina kalkyler eftersom det är köparen som står för denna kostnad.

Även vid uttag av helträd är kostnaden för drivningen den största utgiftsposten. Vid uttag av helträd bestäms den avverkade kubikmängden med hjälp av kranvågen på skotaren och entreprenörerna får i sin tur betalt enligt avverkade kubikmeter och för skotning. Eftersom köparen av helträden kräver att man levererar en flisad vara så måste

Skogsvårdsföreningen anlita en flisentreprenör som flisar och transporterar flisen till köparen.

Entreprenörstaxor och skogsvårdsföreningen försäljningspriser baserar sig på verkliga enhetspriser, men eftersom taxor och priser är konfidentiella uppgifter så kommer jag att använda mig utav index för att kunna jämföra kostnaderna i kedjan för hantering av de olika energivedssortimenten. I dagsläget levereras all flisad vara under sommarmånaderna juli, augusti och september när flisen är som torrast. Till mitt förfogande har jag all data som finns att tillgå i Skogsvårdsföreningen register. Registrets data som jag använt mig av baserar sig på entreprenörstaxor och försäljningspriser som gällde för Österbottens Skogsvårdsföreningens norra team åren 2013 – 2014.

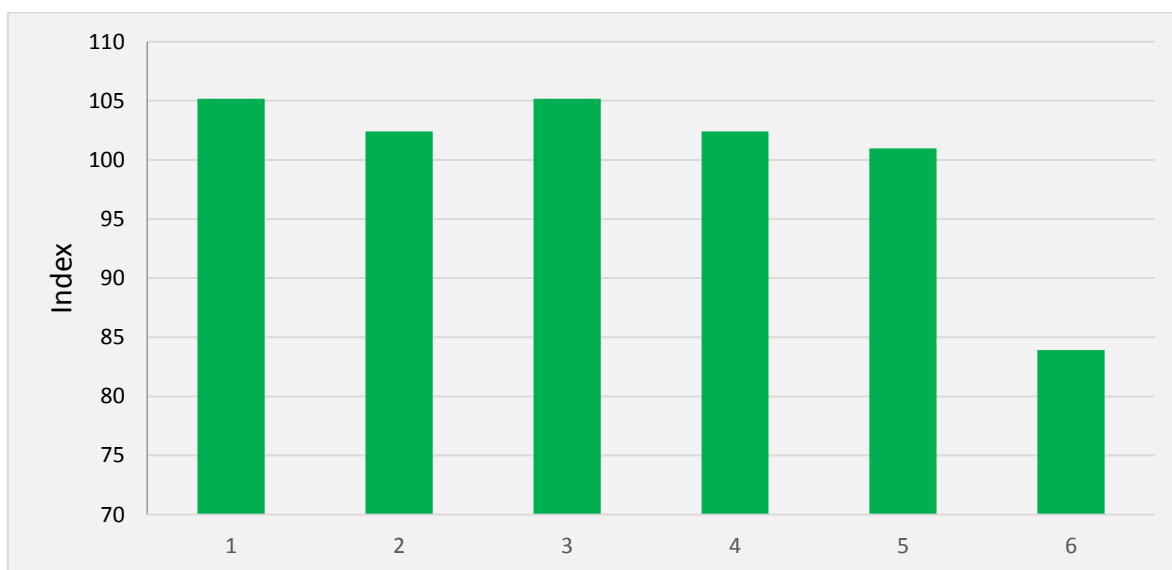
8 Resultat

Kvistad energived kommer till stor del från förstagallringar. I dessa gallringar är medelstamsvolymen väldigt låg vilket betyder att det tar länge för entreprenören att avverka en kubikmeter. Detta i sin tur betyder att taxan för en avverkad kubikmeter blir väldigt hög. För att förenkla beräkningarna så kommer jag att använda en medelstamvolymer som är 60 liter och sträckan för skotningen är 200 meter. Dessa uppgifter baserar sig på gallringsuppdrag som Skogsvårdsföreningen Österbotten har utförda under åren 2013 och 2014. Vid helträdsavverkning har Skogsvårdsföreningen Österbotten en fast taxa för klippningen och en skild taxa för skotning som baserar sig på skotningsavståndet till avlägg. Helträdsmetoden används mestadels vid avverkning av dikeslinjer som skall iståndsättnings dikas. Dessa avverkningar är nästan alltid långt ifrån virkesavlägget vilket betyder att sträckan för skotaren blir väldigt lång. För att i beräkningen kunna fastslå en medelkostnad för drivningen av helträd så använder jag mig av 500 meter som var medelskotningssträckan åren 2013 och 2014.

8.1 Drivningskostnader

Drivningskostnader är kostnader som uppstår när man avverkar och transporterar virket till en lager plats dit var det är möjligt att komma med timmerbil eller flistugg och containerbil. Skogsvårdsföreningen Österbottens norra team har till sitt förfogande fem entreprenörer som driver virke med traditionell skördare och skotare. Ur figur 5 kan man se hur taxorna varierar mellan entreprenörerna. Entreprenör 6 i figur 5 är en som använder sig utav grävmaskin utrustad med giljotin, taxan innehåller även skotning. Denna

drivningskedja avverkar endast helträd. Som index 100 är ett medelpris mellan alla virkesdrivnings entreprenörer. Enhetspriset för skotning av helträd är högre än skotning av rundvirke, men om drivningssträckan ökar eller sjunker så stiger/sjunker taxan för varje 100 meter per kubikmeter virke lika mycket för både skotning av helträd som för rundvirke. Entreprenörer 1 – 5 står för drivning av kvistad energived då medelstam volymen är 60 liter och skotningssträckan max 200 meter. Entreprenör 6 är klippning och skotning med en körsträcka på 500 meter (figur 5).



Figur 5. Variationer i drivningskostnader mellan olika entreprenörer.

8.2 Fjärrtransport

Skogsvårdsföreningen Österbotten har anlitat en entreprenör som använder sig av åtta axlade timmerbilar med högsta tillåtna massa på 68 ton. Virkesbilarna väger utan last cirka 16,5 ton och släpvagnarna cirka 8 ton. Det betyder att man kan lasta på kombinationen cirka 43,5 ton virke. Transporterar man färskt virke så kommer man relativt lätt upp till den maximala totalvikten, men har virket börjat torka så är det inte högsta tillåtna massan som blir begränsningen för hur mycket virke som ryms på kombinationen utan då blir det mera utrymmesbrist.

Helträden som är okvistade går inte att transportera med en vanlig timmerbil. För att kunna transportera helträd så krävs det lite annorlunda fordonskombinationer. Med hjälp av en containerbil är det möjligt att transportera helträden, men eftersom kvistarna finns kvar på trädstammarna så blir det till att man transporterar mestadels luft. Detta leder till att transporten blir dyr för varje flyttad kubikmeter, utöver denna kostnad tillkommer även ett

prisavdrag om köparen skall stå för flisningen. Därför har Skogsvårdsföreningen Österbotten beslutat att all okvistad energived flisas vid avlägget och transporteras sedan vidare med containerbil till en köpare.

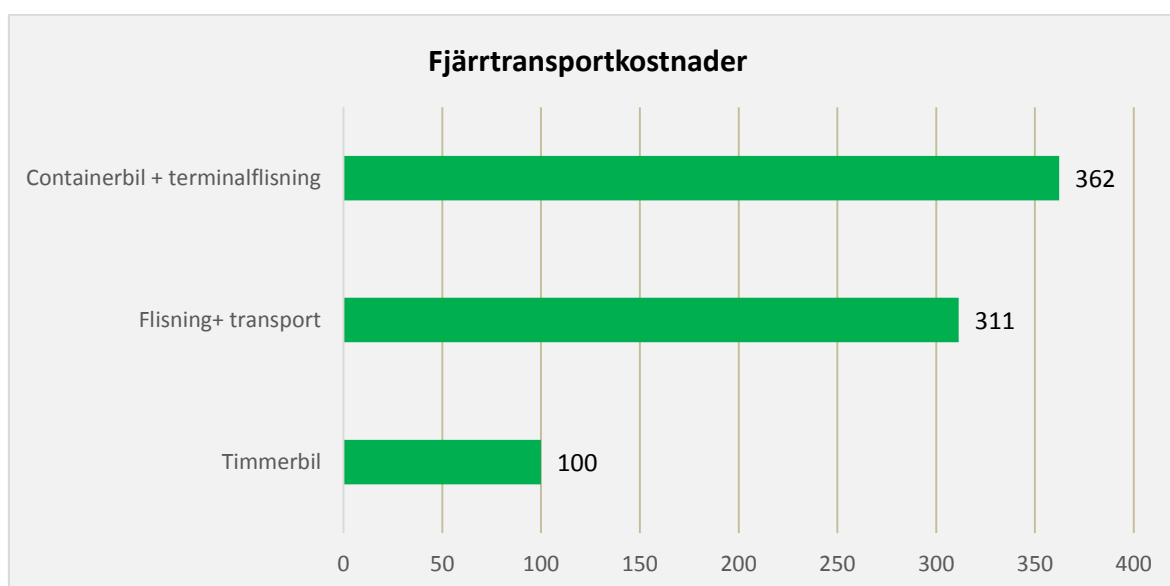


Figur 6. Lossning av kvistad energived vid terminal. (Foto: Daniel Jansson)



Figur 7. Transport av flis sker med hjälp av lastbil och container. (Foto: Daniel Jansson)

Från figur 8 kan man se hur stora kostnaderna blir för att transportera samma mängd helträd som kvistad energived med timmerbil. För att kunna åskådliggöra prisvariationen i fjärtransporten så har jag satt index 100 för timmerbil som jämförelsetal. Ur figur 8 kan man se att transport av helträd med containerbil + terminalflisning är cirka 3,5 gånger dyrare per transporterad kubikmeter jämfört med kvistad energived som är transporterad med timmerbil. Flisning vid avlägget + transport av flis är cirka 3 gånger dyrare per transporterad kubikmeter än med timmerbil. Med containerbil + terminalflisning menas att helträden transporteras till köparen och Skogsvårdsföreningen betalar en avgift för att köparen flisar virket.

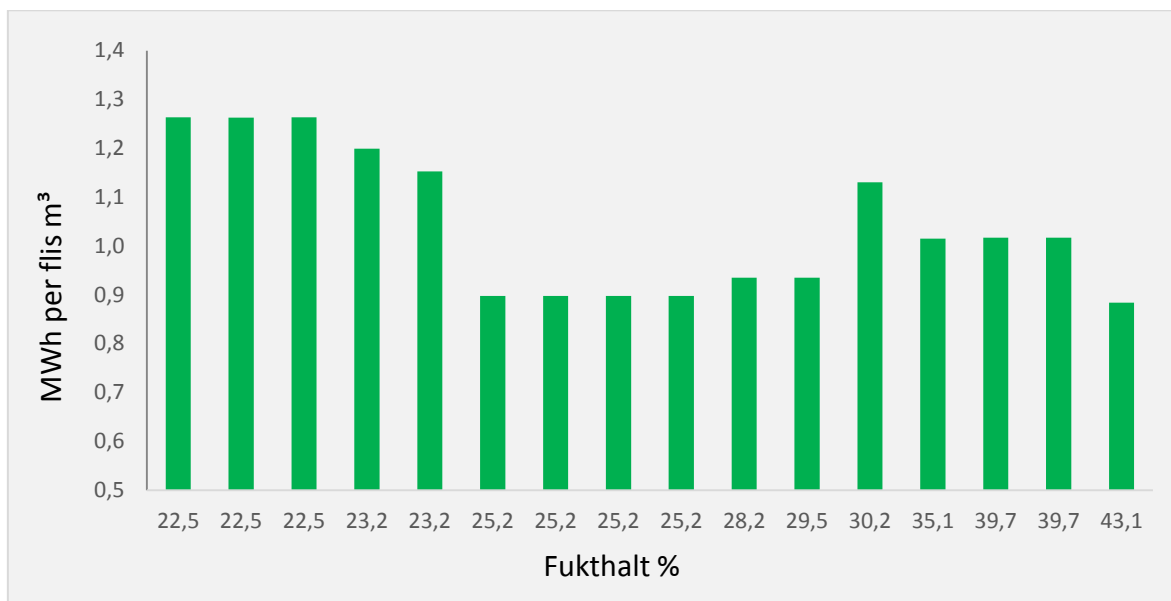


Figur 8. Från tabellen kan man se hur mycket dyrare det är att transportera helträd än kvistad energived som går att transportera med vanlig timmerbil.

8.3 Fukthaltens betydelse för energimängden

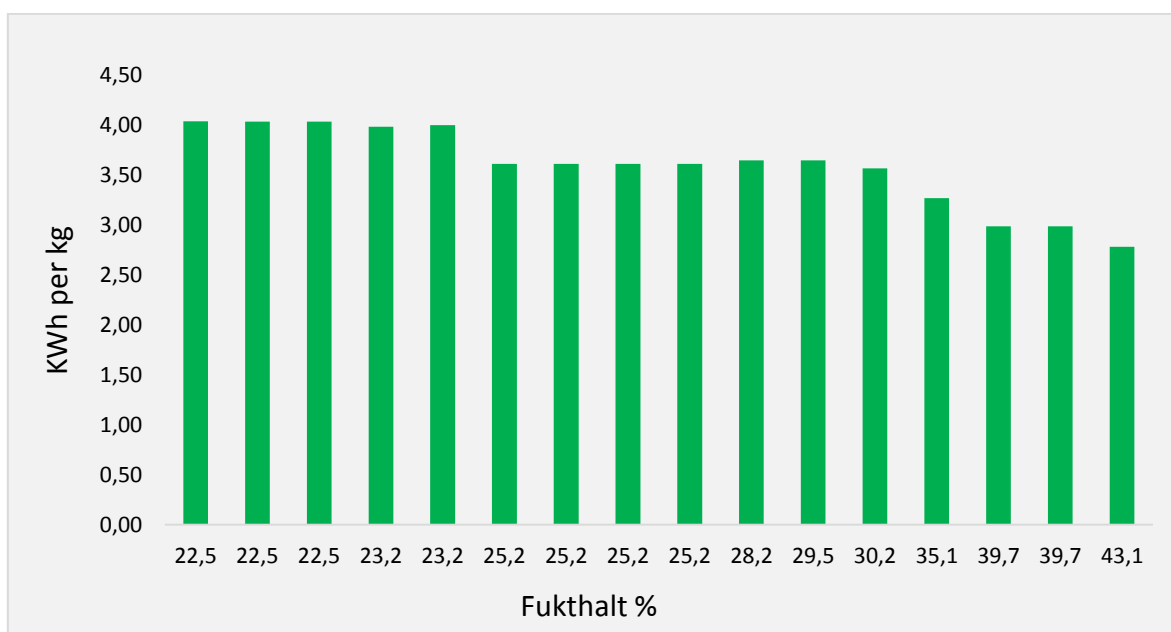
Figur 9 visar hur fuktens betydelse avspeglar sig i hur många megawatt man får ur trä bränslet. Ur figuren kan man även tyda att fastän virket har en fukthalt på 30,2 % så har det ändå gett flera kilowattimmar än det som t.ex. är 25,2 % fukthalt. Detta beror troligen på att den fuktigare flisen är från ett ställe där var det har varit mycket björk, vilket är ett tungt trädslag och gör att det blir fler kilogram per flisad kubikmeter (Skogforsk. 2013). Siffrorna som har använts i diagrammet är tagna ur Skogsvårdsföreningens datorsystem och fuktighetsanalysen baserar sig på det som köparen gör på varje inkört lass. Alla lass är

inkörda i september månad efter att torkningen har upphört och förrän åter fuktningen av energiveden har påbörjats.



Figur 9. Fukthaltens betydelse för energiutbytet per flis kubikmeter. Standardavvikelsen är 0,14 MWh per flis kubikmeter.

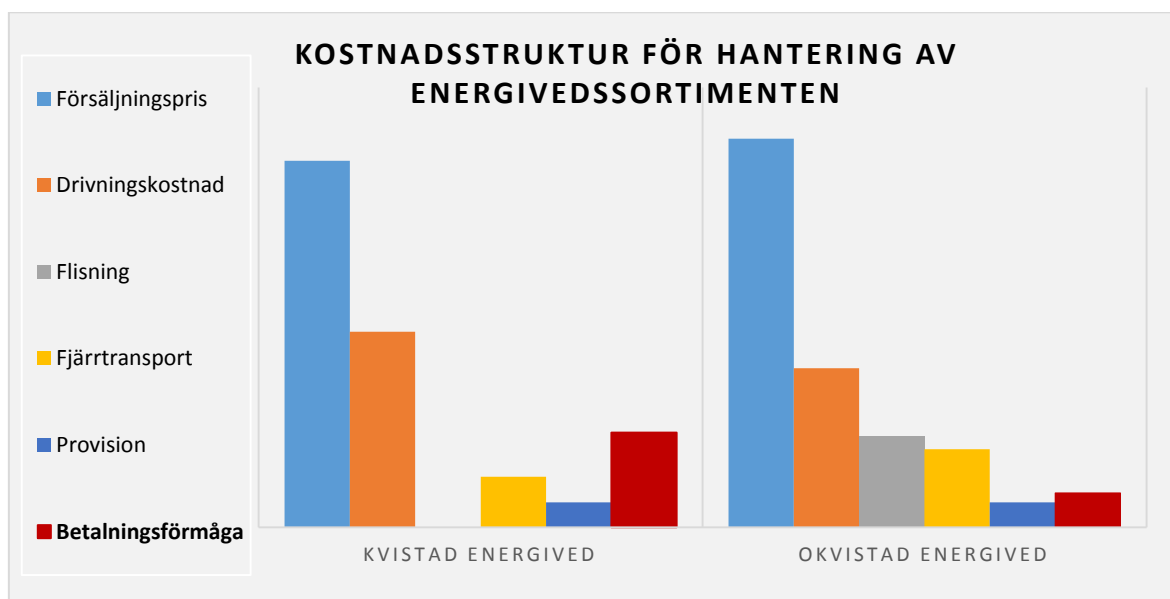
Figur 10 baserar sig på samma data som figur 9, skillnaden är att här ser man hur antalet KWh per kilogram påverkas när fukthalten i virket stiger.



Figur 10. Fuktens betydelse för energiutbytet (KWh) per kilogram.

8.4 Betalningsförmåga

Det som gör att betalningsförmågan åt skogsägaren för helträd försämras kraftigt jämfört med den kvistade energiveden är kostnaden för flisningen och fjärtransport. Drivningskostnaden är däremot mindre för helträden än för kvistad energived. Från stapeln ”betalningsförmåga” i diagram 4 kan man se att Skogsvårdsföreningen Österbottens betalningsförmåga åt skogsägaren är endast ca en tredjedel jämfört med vad de kan betala för kvistad energived. Av priset som Skogsvårdsföreningen Österbotten får för helträden när den levereras som färdig flisad så kan endast nio procent betalas åt skogsägaren, de resterande 91 procentarna av försäljningspriset går åt till olika kostnader. När kvistat klenvirke drivs ur klena första gallringsskogar så kan Skogsvårdsföreningen Österbotten betala 26 procent eller cirka en fjärde del av försäljningspriset åt skogsägaren, resten består utav olika kostnader.



Figur 10. Kostnadsfördelningen för hantering av respektive energivedssortimenten.

9 Kritisk granskning och diskussion

Att kostnaderna för drivning och uppbearbetning av helträd till flis är totalt sett väldigt dyrt är ingen direkt överraskning. Maskinerna som krävs för att förädla helträden till flis är dyra och produktiviteten relativt låg. Själva drivningen av helträden tror jag är väldigt svårt att få utfört till ett lägre enhetspris än vad det nu är. Flisningen skulle vara billigare per kubikmeter om den skulle kunna utföras på en terminal med en större maskin, men då krävs det att helträden blir transporterade till terminal med containerbil och det igen skapar en alldeles för stor kostnad per kubikmeter. Transport av flis med containerbil är dyrare än transportera rundvirke med timmerbil. En av orsakerna till det är att det tar längre tid att fylla en containerbil med flis än vad det tar för en timmerbil att lasta rundvirke med egen kran. Det kan även vara så att det är större konkurrens mellan timmerbils entreprenörer och på så vis är även enhetspriserna mera pressade.

På helträdssidan hålls kostnaderna ganska stabila eftersom där är det alltid samma kostnad oberoende om stammarna är grova eller klena. Man skulle förstås kunna tro att om lång och grov skog blir avverkad med giljotin så är produktionen hög, men så är det inte alltid. Orsaken till det är att när träden blir cirka sex meter eller längre så skall de klippas av i mitten och detta tar tid, vilket då sänker produktionshastigheten. Det som påverkar drivningskostnaden är även hur långt virket skall transporteras i skogen, men den ökningen eller sänkningen i taxan är även så liten så att i det stora hela har den inte en så stor betydelse. Lagringen av helträden har då en betydande roll för slutresultatet, virket skall alltid lagras på ett sådant sätt och ställe så att vind och sol når traven för att uppnå bästa möjliga torkningsresultat. Även leveranstiden spelar en stor roll. Om man kan leverera allt när det är som torrast i slutet av sommaren så kan man undvika kostnaden med att täcka traven, men skall man leverera vintertid så är det ekonomiskt betydande att traven är täckt för att den inte skall innehålla snö och is.

Hantering av kvistad energived är ganska annorlunda än helträdshanteringen. Där är det drivningskostnaden som påverkaren slutpriset mest. Kalkylen gäller endast klen energivirke ur tidiga gallringar. När medelstamvolymen är så låg som 60 liter och transportsträckan 200 meter lång så är drivningskostnaden hög. Drivningskostnaden för kvistad energived sjunker snabbt när medelstamvolymen ökar. Detta beror på att det går snabbare för chauffören att avverka en kubikmeter när medelstamvolymen är högre. Fjärrtransportkostnaden är den samma oberoende av drivningskostnader och medelstamvolymen så den förändras inte. Det har även betydelse att virket blir lagrat på en

sådan plats så att timmerbilschaufförerna kan köra till avlägget med bil och släp, så att inte släpvagnen behöver lämnas och att man måste lasta över från bil till släpvagn. Detta tar lång tid och ökar fjärtransportkostnaderna.

Källförteckning

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 11.11.2014)

Motiva (u.å.). Energi som förnyas

http://www.motiva.fi/files/8541/Energi_som_fornyas_2014.pdf (Hämtad 18.11.2014)

Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vahnatalo, K. & Väisänen, P. (red.) 2014. Råd i god skogsvård – SKOGSVÅRD. Skogsbrukets utvecklingscentral Tapio

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

Egnell, G. 2009

Skogsskötselserien: Skogsbränsle.

[http://www.skogsstyrelsen.se/Global/PUBLIKATIONER/Skogsskotselserien/PDF/17-
Skogsbransle.pdf](http://www.skogsstyrelsen.se/Global/PUBLIKATIONER/Skogsskotselserien/PDF/17-Skogsbransle.pdf) (Hämtad 21.11.2014)

Finlands skogscentral. 2014

Att utnyttja skog: Egenkontroll

<http://www.skogscentralen.fi/egenkontroll#.VIMa7aOFSUk> (Hämtad 12.12.2014)

Sveaskog. u.å

Virkesmätning med skördare: Ny teknik som ger dig snabbare betalt

[http://www.sveaskog.se/Documents/Trycksaker/Produkter%20och%20tj%C3%A4nster/Vi
rkesm%C3%A4tning%20med%20sk%C3%B6rdare.pdf](http://www.sveaskog.se/Documents/Trycksaker/Produkter%20och%20tj%C3%A4nster/Virkesm%C3%A4tning%20med%20sk%C3%B6rdare.pdf) (Hämtad 12.12.2014)

Nordström, M., Möller, J. 2013. Kalibrering av skördarens mätsystem – En kartläggning av nuläge och utvecklingsbehov

<http://www.skogforsk.se/contentassets/25240015c95f436cbf034856b7660075/kalibrering-av-skordarens-matsystem--en-kartlaggning-av-nulage-och-utvecklingsbehov-hela.pdf>

(Hämtad 12.12.2014)

Thesslund, O. 2014

Ny lag om mätning av virke

http://tapahtumat.ahjoon.fi/eTaika_Tiedostot/2/TapahtumanTiedostot/2280/Den%20nya%20Ovirkesm%C3%A4tningslagen_Thesslund.pdf (Hämtad 12.12.2014)

Motiva. 2014

Asiantuntija energian ja materiaalien tehokassa käytössä

http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/tehokkaasti_puulla/biokattiloiden_maara_suomessa (Hämtad 13.12.2014)

Hillebrand, K. 2009

Energiapuun kuivaus ja varastointi. Yhteenvedo aikaisemmin tehdyistä tutkimuksista

<http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2009/VTT-R-07261-09.pdf> (Hämtad 1.2.2015)

Alakangas, E. 2000

Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia

<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2000/T2045.pdf> (Hämtad 13.2.2015)

Skogforsk. 2013

Densitet

<http://www.kunskapdirekt.se/sv/KunskapDirekt/Adellov/Virkets-avsattning-och-anvandning/Virkesegenskaper/Densitet/> (Hämtad 13.2.2015)

Lindblad, J., Äijälä, O., Koistinen, A. 2013. Energiapuun mittaussopas

<http://www.metla.fi/julkaisut/isbn/978-952-5694-28-4/energiapuun-mittausopas-2013.pdf> (Hämtad 11.3.2015)

