



Examensarbeten

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

2008:20

Fukthalt i GROT - påverkande faktorer

Moisture content in logging residues - affecting factors



John Erlandsson

I denna rapport redovisas ett examensarbete utfört vid Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Skogsvetenskapliga fakulteten, SLU. Arbetet har handledats och granskats av handledaren, och godkänts av examinator. För rapportens slutliga innehåll är dock författaren ensam ansvarig.

This report presents an MSc thesis at the Department of Forest Ecology and Management, Faculty of Forest Sciences, SLU. The work has been supervised and reviewed by the supervisor, and been approved by the examiner. However, the author is the sole responsible for the content.

Förord

Sortimentet GROT har i skogsbranschen fått ett ökat anseende och ämnet diskuteras flitigt i dagsläget när de fossila bränslena skall ersättas med förnyelsebara bränslen. Därför tyckte jag att det kändes intressant att fördjupa mig mer inom ämnet och skriva ett examensarbete om GROT. Förkortningen GROT (grenar och toppar) skrivs i fortsättningen som *grot* i uppsatsen

Jag kontaktade Åsa Öhman som är chef för skogsbränslehanteringen på Naturbränsle i Enköping. Naturbränsle är ett dotterbolag till skogsägarföreningen Mellanskog och ett antal privata sågverk. Åsa gav ett förslag om att jag skulle undersöka varför fukthalten varierar i de flisade vältor som Naturbränsle levererar till värmeverken. Förslaget lät bra och med Naturbränsle som uppdragsgivare och finansiär sattes examensarbetet igång.

Under arbetet har många personer varit mig till stor hjälp. Jag vill särskilt nämna min handledare på Naturbränsle, Åsa Öhman, min handledare på SLU, Erik Walfridsson universitetslektor vid institutionen för skogens ekologi och skötsel. Under fältarbetet hade jag stor hjälp av Ola Larsson som är inköpare av grot på Naturbränsle, Nicklas Fogdestam, inspektor på Mellanskog virkesområde Västmanland, samt Håkan Axelsson, chef för Mellanskogs virkesområde Södermanland. De tre sistnämnda underlättade mitt fältarbete genom att tillhandahålla kartor och annan nödvändig fakta om de objekt som jag undersökte.

Tack!

Sammanfattning

Studien är gjord på uppdrag av bibränsleföretaget Naturbränsle. Företaget hanterar årligen ca 750 000 m³s grotflis över ett stort område, från Östergötland i söder till Härjedalen i norr. Inom det området är ett 50-tal olika värmeverk kunder. När Naturbränsle levererar flis till värmeverken varierar fukthalten från 30 % upp till 60 %. Syftet med studien är att med hjälp av insamlad data från 38 grotvältor undersöka om det går att urskilja någon eller några faktorer i hantering och lagring som påverkar fukthalten i flisen mer än andra. Målet är att kunna styra hanteringen och lagringen så att groten får en låg och jämn fukthalt och därmed ett högre energiinnehåll. I fält undersöktes om vältan varit placerad så att den blivit vind- och solexponerad, samt om placeringen gjort att avrinning av vatten varit möjlig eller inte. De entreprenörer som utfört skotningen av groten har intervjuats rörande vad de anser är viktigt i hanteringen av grot. För att undersöka om nederbörd vid värtläggningen påverkar fukthalten har data från SMHI kopplats till respektive skotningstidpunkt. Även skotnings- och flisningstidpunktens påverkan på fukthalten i flisen har undersökts. Flisning har skett under höst och vinter, men skotning har skett under hela året. När vältorna flisades och levererades till värmeverken mättes fukthalten vid värmeverket. Fukthalten kunde då kopplas till respektive vältor och dess insamlade data. För att undersöka om de olika variablerna hade ett samband med fukthalten gjordes först en korrelationsanalys och därefter en regressionsanalys.

Enligt resultatet påverkades fukthalten mest av de parametrar som är årstidsanknutna. Grot påverkas av årstiderna genom att den torkar mellan april-augusti, därefter återfuktas den under hösten och på vintern sker varken återfuktning eller torkning. Det finns ett samband mellan skotningsmånad och fukthalt. Resultatet visade att det går att bevara låga fukthalter från grot som skotats samman under torra och varma årstider som vår och sommar. Sommarskotad grot som är torr vid värtläggning var den som gav lägst fukthalt vid flisning och inmätning på vintern. Det verkar även som om flisningstidpunkt hade betydelse för fukthalten i flisen, vilket är ganska naturligt med tanke på årstidernas påverkan på groten.

Nyckelord: Fukthalt, påverkande faktorer, skotningstidpunkt, flisningstidpunkt.

Summary

This study was carried out at the request of the bio energy company Naturbränsle. The company handles annually 750 000 m³ of chips from logging residues from a large area, from Östergötland in the south to Härjedalen in the north. In that area, about 50 bio fuel plants are customers. When Naturbränsle deliver chips from logging residues to their customers, the moisture content varies from 30 % to 60 %. The aim of the study was to sort out the affecting factors on the moisture content in the chips during handling and storage processes. The data was collected from 38 objects. The objective was to be able to steer handling and storage processes to get a homogeneous and low level of moisture content in the chips. This leads to a higher energy level in the chips. The entrepreneurs that forwarded the logging residues were interviewed. In the interview they gave their opinion on what they think is important when handling logging residues. It has been examined if precipitation during the time logging residues were forwarded to be storied affects the moisture content in the chips. Data from SMHI was connected to the occasion when the logging residues were forwarded and put together to be storied in a covered pile. It has been examined if the point of time when the forwarding and chipping was performed had an effect on the moisture content in the chips from logging residues. The moisture content was measured in the bio fuel plants when the chips were delivered. When the moisture content had been measured it was connected with the data that were collected from the field work and the data from SMHI. To examine which of the variables that had the highest affection on the moisture content correlation- and regression analyses were made.

The result indicated that the factors which affected the moisture content the most were those that are season related, such as point of time when the forwarding and chipping is performed. Logging residues were affected by the seasons in the way that they dried between April-August, and then they increased in moisture content in the autumn. During winter the moisture content neither increased nor decreased. According to the result it is possible to preserve low moisture content from dry seasons such as spring and summer.

Keywords: Moisture content, affecting factors, point of time for forwarding and chipping.

Innehållsförteckning

Förord.....	2
Sammanfattning	3
Summary	4
1. Inledning	6
1.1 Bakgrund.....	6
1.1.1 Fukthalt	7
1.1.2 Substansförlust.....	7
1.1.3 Värmevärde.....	7
1.1.4 Askhalt	9
1.1.5 Finfraktion.....	9
1.1.6 Lagring	9
1.1.7 Vältans placering	10
1.1.8 Skotningstidpunkt	10
1.1.9 Flisningstidpunkt.....	10
1.1.10 Nederbörd vid risskotning.....	12
1.1.11 Löv och barrvältor.....	13
1.2 Syfte och mål	14
2. Material och metoder	14
2.1 Påverkande faktorer	14
2.2 Analys av samband	16
3. Resultat	17
3.1 Samband mellan skotningsmånad och fukthalt vid inmätning	17
3.2 Flisningstidpunkt.....	18
3.3 Kombination av skotningsmånad och flisningsmånad	18
3.4 Vältans placering, sol och vindexponering	19
3.5 Nederbörd vid risskotning.....	19
3.6 Intervju med entreprenörer	19
4. Diskussion.....	20
4.1 Rekommendationer	22
4.2 Felkällor	22
5. Referenser	24
Bilagor.....	25
Bilaga 1. Variabler	25
Bilaga 2. Data från SMHI	26
Bilaga 3. Korrelation mellan fukthalt och övriga parametrar	27
Bilaga 4. Kombinationer av flisnings- och skotningsmånad	28
Bilaga 5. Regressionsanalys.....	30

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Idag visar marknaden för biobränsle verkligen en uppåtgående trend och skogsbolagen investerar i att vidareutveckla hanteringen av grot. Denna uppsats är ett resultat av en studie som är gjord på uppdrag av bioenergiföretaget Naturbränsle i Enköping. Företaget ägs av Mellanskog och privata sågverk. Naturbränsle hanterar årligen ca 750 000 m³s grotflis över ett stort område, från Östergötland i söder till Härjedalen i norr. Inom det området är ett 50-tal olika värmeverk kunder. När Naturbränsle levererar grotflis till värmeverken sker inte betalningen efter hur stor volym som levereras, utan betalning sker först efter att flisen är förbränd och energivärdet är uppmätt. Detta beror på att grotflisen innehåller vatten och föroreningar som värmeverken inte vill betala för. Grotflis betalas därför efter MWh som kan utvinnas. Naturbränsle vill alltså se till att deras material innehåller så många MWh/m³s som möjligt när det levereras. Det som påverkar energiinnehållet i grotflisen är framförallt fukthalten (Gärdenäs, 1989). Fukthalten i flisen beror på hur groten hanterats och lagrats samt under vilka väderförhållanden detta har skett. Hanteringen består förenklat av en grotanpassad avverkning, risskotning och därefter lagring i täckta vältor. En grotanpassad avverkning innebär att skördaren kvistar träden så att grenar och toppar från träden läggs i en hög, vilket underlättar skotningen av groten. Efter lagringen flisas groten och transporteras till terminal eller direkt till värmeverket. I denna hanteringskedja finns självklart en hel del faktorer som kan påverka den slutliga fukthalten i flisen.

I Sverige utgjorde andelen förnyelsebara energiresurser 26 % av den totala energitillförseln år 2004. Användningen av oljeprodukter har minskat med 40 % sedan 1970. Att landets energiförsörjning består av 26 % förnyelsebara resurser är klart över genomsnittet vid en jämförelse med omvärlden. Biobränsle kan delas in i olika grupper som alla har gemensamt att de består av biologiskt material (www.bioenergiportalen.se, 2008). Grupperna delas in i är:

- Trädbränslen (ved, bark, spån och energiskog)
- Avlutar (restprodukter från pappersmassatillverkning)
- Stråbränslen (halm och energigräs)
- Avfall
- Torv

Till trädbränsle räknas alla biobränslen där träd eller delar av träd är utgångsmaterial och där ingen kemisk omvandling har skett. Trädbränslen kan bestå av skogsbränsle, energiskog eller återvunnet trädbränsle. Skogsbränsle är trädbränsle som inte haft någon tidigare användning. Hit räknas bränsle producerat av småved, grenar och toppar (GROT), barr samt stubbar.

Även bränslen från skogsindustrins avfall och biprodukter räknas hit, t.ex. bark, flis, och sågspån. Den del som kommer direkt från skogen kallas primärt skogsbränsle (Lehtikangas, 1998). Vid lagring av skogsbränsle förändras materialet p.g.a. olika kemiska-, fysikaliska- och mikrobiella processer. Dessa processer påverkar flisets kvalitet och för att mäta kvaliteten används punkterna nedan (Thörnkvist, 1983):

- Fukthalt
- Substansförlust
- Värmevärde
- Askhalt
- Finfraktion

1.1.1 Fukthalt

Trädbränslen består i färskt tillstånd av fukt, brännbar substans och aska. I nyavverkade träd är fukthalten omkring 50 %. Fukthalten definieras som vattenmängdens procentuella andel av materialets råa massa. Fukthalten är inte konstant under året i det växande trädet utan varierar med årstider och växtplats. Denna variation märks tydligast hos lövträd. När lövträdet inte växer, dvs. när det är invintrat är fukthalten relativt konstant. Vid lövsprickningen är fukthalten som högst, över 50 %. Vartefter tillväxten pågår sjunker fukthalten för att vara som lägst, ca 35 %, strax innan lövfällningen på hösten. Hos barrträd är fukthalten omkring 50 % hela året men den kan sjunka under vårvintern om transpirationen i trädet sätter igång men marken fortfarande är frusen (Lehtikangas, 1989).

1.1.2 Substansförlust

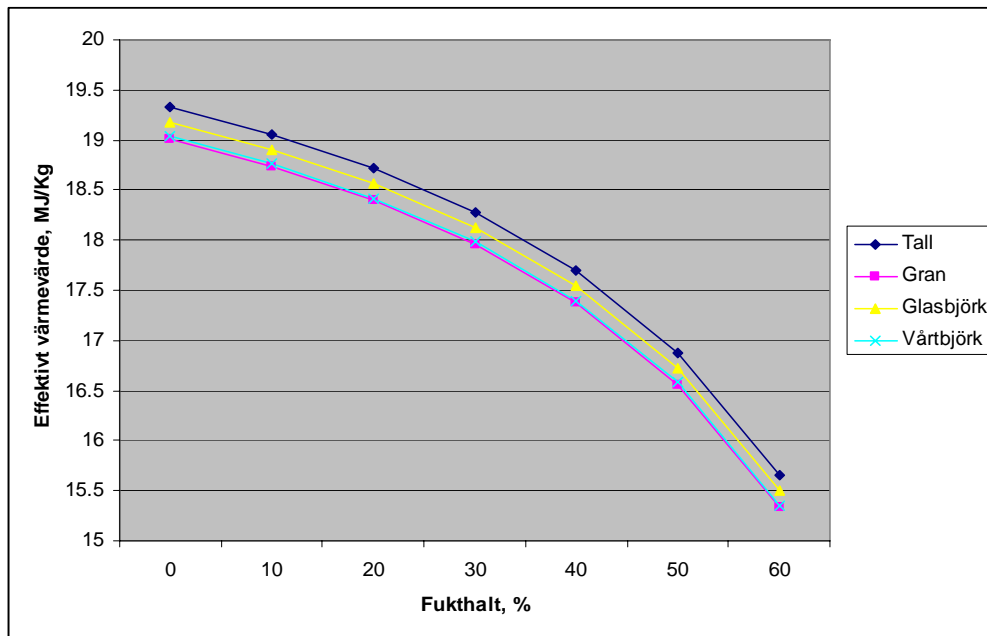
I skogsbränsle är substansförlusten ett mått på mängden brännbart material som gått förlorat under lagringsperioden. Substansförlusten kan delas upp i två kategorier. Den ena beror på hanteringen av skogsbränslet. Vid skotning, flisning och transport förloras en viss del av bränslet. Den andra orsaken till substansförlust är att mikroorganismer bryter ned skogsbränslet (Lehtikangas, 1991).

1.1.3 Värmevärde

Skogsbränslen innehåller en viss mängd energi och för att få ett mått på denna energimängd används begreppet värmevärde. Värmevärdet beskriver den mängd energi som kan utvinnas från bränslet vid förbränning. Det finns två typer av värmevärde, kalorimetriskt- och effektivt värmevärde. Det kalorimetriska värmevärdet är den teoretiska värmemängd som kan utvinnas under förutsättning att all fukt i rökgaserna kondenserar till vätska igen efter förbränningen (www.bioenergiportalen.se, 2008). Den exakta definitionen enligt Nylinder & Törnmarck, (1986) är; den värmemängd som utvecklas vid fullständig förbränning av ett kg torr ved under konstant tryck. För att få konstant tryck sker förbränningen i en sluten behållare, en bombkalorimeter. En del av den energi som tillförs för att förbränna materialet går åt till att förångas det vatten som finns i materialet. Eftersom kalorimetern är sluten kan inte vattenångan försvinna, utan kyls ned till samma temperatur som innan förbränningen startade. I kalorimetern är det möjligt att mäta den energi som gick åt till att förångas vattnet. Det man mäter med en kalorimeter är alltså bränslets totala värmevärde, det s.k. kalorimetriska värmevärdet.

När man talar om skogsbränslens energiinnehåll vid förbränning är det oftast det effektiva värmevärdet som används istället för kalorimetriskt värmevärde. Effektivt värmevärde är det kalorimetriska värmevärdet minus den energi som binds i vattenånga i rökgaserna. I en anläggning som inte kan kondensera rökgaserna vid förbränning av skogsbränslet försvinner den energin ut genom skorstenen. Enheten för det effektiva energivärdet är antingen energivärde per torrsubstans, t.ex. MJ/kg TS (TS=Torrsubstans). För fuktigt bränsle används MJ/kg eller MWh/ton (www.bioenergiportalen.se, 2008). Värmevärdet varierar i trädets olika delar och även mellan trädslag.

Fukthalten har en stark korrelation med det effektiva värmevärdet enligt figur 1. När fukthalten stiger i flisen minskar det effektiva värmevärdet allt snabbare. Om flisen från en grotvälta med en fukthalt på 35 % får torka ner till 20 % så ökar det effektiva värmevärdet med 5 %. Om partiet istället skulle ha haft 65 % fukthalt från början och sedan torka till 50 % skulle det effektiva värmevärdet öka med 15 %. I båda fallen har fukthalten sänkts med 15 %, men energivärdet har på marginalen ökat väsentligt mer i det material som var fuktigast från början. Nettoenergin blir alltså mindre om bränslet är fuktigt eftersom det går åt energi att förångas det vatten som finns i bränslet (Lehtikangas, 1998).



Figur 1. Effektiva värmevärden i MJ/kg TS (torrsubstans) som funktion av fukthalt (Ringman 1996).

Det effektiva värmevärdet varierar även inom trädets komponenter; stamved, bark, grenar och barr.

Tabell 1. Effektivt värmevärde Mj/kg torrsubstans i olika delar av trädets (Lehtikangas 1998).

	Tall	Gran	Björk
Stamved	19.3	18.8	18.8
Bark	19.8	18.7	20.5
Grenar	20.5	19.8	19.8
Barr	21.1	20.0	-

1.1.4 Askhalt

Skogsbränsle innehåller alltid en viss mängd mineraler p.g.a. trädets näringsupptag. Vid förbränning blir dessa mineraler kvar i form av aska. Förutom den naturligt förekommande askhalten finns även en annan form av aska, föroreningsaska. Denna uppstår av att grus och andra föroreningar följer med från hanteringen av skogsbränslet. Det är dock viktigt att poängtera att även askhalten i bränslet påverkar det effektiva värmevärdet. En hög askhalt gör att det blir kvar en del av bränslet som inte förbränns och därför minskar det effektiva värmevärdet (www.bioenergiportalen.se, 2008). Det är även bevisat att en hög fukthalt leder till en ökad askhalt (Gärdenäs, 1989). Detta beror enligt Lehtikangas (1998) på att fuktig grot binder små partiklar av sand och andra föroreningar som vid förbränning leder till ökad askhalt. Gärdenäs (1989) har med sina studier även kunnat visa att välter med hög andel gran ger en hög askhalt.

1.1.5 Finfraktion

Små kvistar och barr som går under benämningen finfraktion är något som påverkar fukthalten och därmed kvaliteten på flisen. Därför bör detta avskiljas från groten redan vid vältlagningen. Det finns flera anledningar till att finfraktionen bör avskiljas och en av dem är att finfraktionen återfuktas väldigt lätt under höst och vinter, framförallt barr. Nylinder och Thörnqvist (1980) kunde genom sina studier visa att finfraktionen vintertid kan ha upp till 30 % högre fukthalt än motsvarande stamvedskomponent. För att minska andelen finfraktion är skakning av materialet innan det läggs i välta en bra metod (Jirjis m.fl., 1989). Om risskotningen sker direkt efter avverkning då riset är grönt följer en stor mängd barr med in i välta och därmed ökar andelen finfraktion i materialet. Om riset istället får torka på hygget minskar andelen barr som följer med in i välta och därmed blir andelen finfraktion lägre. Avbarrningen på ris som ligger på hygge är som störst under våren fram till juli, under denna period kan hälften av det totala barravfallet ske (Flinkman, m.fl. 1986).

1.1.6 Lagring

Vid lagring av grot sätter svampar och andra mikroorganismer igång en nedbrytning av materialet. Detta innebär substansförluster, d.v.s. torrsubstansen minskar. När torrsubstansen minskar blir andelen brännbart material mindre och därmed påverkas värmevärdet negativt. Beroende på hur lagringen av grot sker så kan den få ett högre värmevärde efter lagringen jämfört med innan lagringen. Att värmevärdet ökar trots substansförluster beror på att materialet torkar i välta. När avverkningsresterna flisas är

det en fördel om det innehåller mindre vatten. En låg fukthalt innebär att det krävs mindre energitillförsel för att vattnet skall förångas vid förbränning och därmed ökar det effektiva värmevärdet (Ringman, 1996). Trots substansförluster vid lagringen så kompenserar vinsten av att torka materialet detta. Dessutom beror ofta substansförlusten på att cellulosa brutits ned. Andelen lignin, som är betydligt mer energirikt, utgör då procentuellt sett en större del (Lehtikangas, 1989). Grot lagras i vältor efter en avverkning för att sedan flisas och förse värmeverken med flis under hela året, framförallt under vintermånaderna. Problemet är att lagringen sker utomhus nära avverkningstrakten. Detta gör att lagringsförhållandena är svåra att kontrollera när det gäller påverkan från yttre faktorer som väder och vind.

1.1.7 Vältans placering

Jirjis m.fl. (1989). visar i sin studie att vältor som är orienterade med nord-sydlig riktning har en lägre fukthalt eftersom de då fångar upp den dominerande västvinden. Detta samband kunde dock inte styrkas av Lehtikangas & Jirjis (1995), vars studie också handlade om sambandet mellan vältans placering och fukthalt. Vid uppläggning av vältan så menar Brunberg, m.fl. (1994) att det är bra att lägga några grövre delar underst i vältan och på så vis minska risken för att vältan tar upp fukt från marken.

1.1.8 Skotningstidpunkt

En studie har gjorts av Jirjis m.fl. (1989) där bl.a. sambandet mellan vältläggningsmånad och fukthalt undersöktes. Studien visade ett svagt samband mellan vältläggningsmånad och fukthalt. Fukthalten i tabell 2 är medelfukthalten från olika vältor med samma skotningsmånad. Standardavvikelsen var ganska hög vilket antogs bero på att vädret vid uppläggningstillfället varierade. Det gjordes dock inga mätningar på om det gick att se någon korrelation mellan nederbörd vid skotningen och fukthalten vid flisningstillfället åtta månader senare.

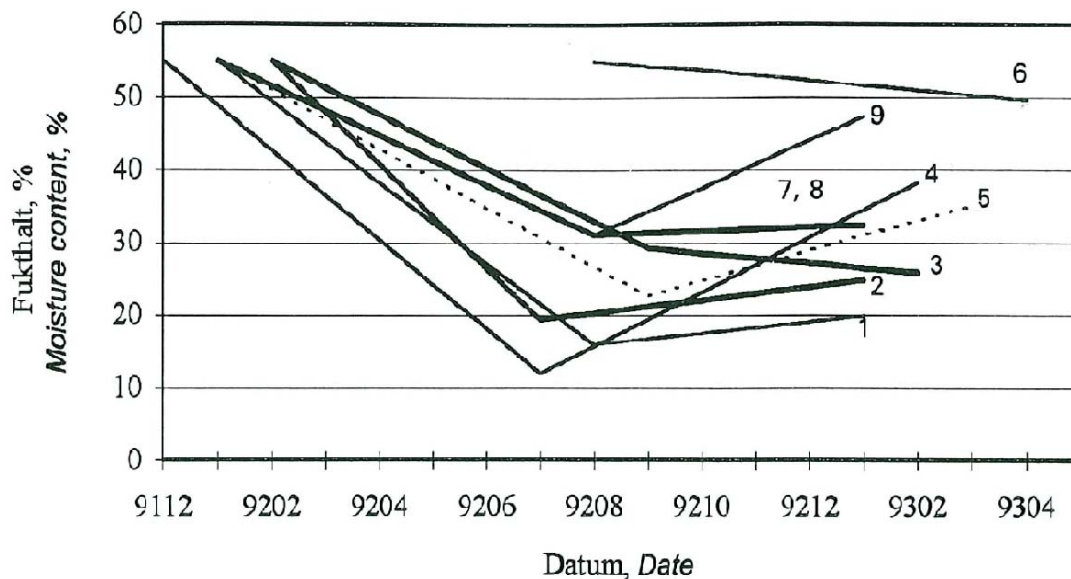
Tabell 2. Fukthalt i avverkningsrester efter sex till åtta månaders lagring. Förhållandena vid flisning, januari-mars var mycket likartade (Jirjis m.fl. 1998).

Vältläggningsmånad	Fukthalt
Juli	39.1
Augusti	40.5
September	42.4

1.1.9 Flisningstidpunkt

Årstiden påverkar fukthalten i vältlagrad grot, därför påverkas fukthalten av tidpunkten på året som groten flisas. Lehtikangas och Jirjis (1995) kunde i sin studie med täckta vältor finna ett samband mellan fukthalt och årstid enligt figur 2. Groten kom från avverkningar gjorda vintertid, därefter fick den ligga i hyggeshögar fram till sommaren då de skotades ihop till vältor. En vältor skotades dock samman direkt efter avverkningen på vintern. Därefter gjordes mätningar av fukthalten av vältorna under olika tidpunkter på året. Den första mätningen gjordes första sommaren då medelfukthalten för samtliga vältor var under 30 %. Groten hade då torkat från ca 50 % eftersom det är den fukthalt som färskavverkningsrester har. Den vältor (nr 4 i figuren) som skotades samman på vintern direkt efter avverkning hade också en låg fukthalt på sommaren. Detta visar att

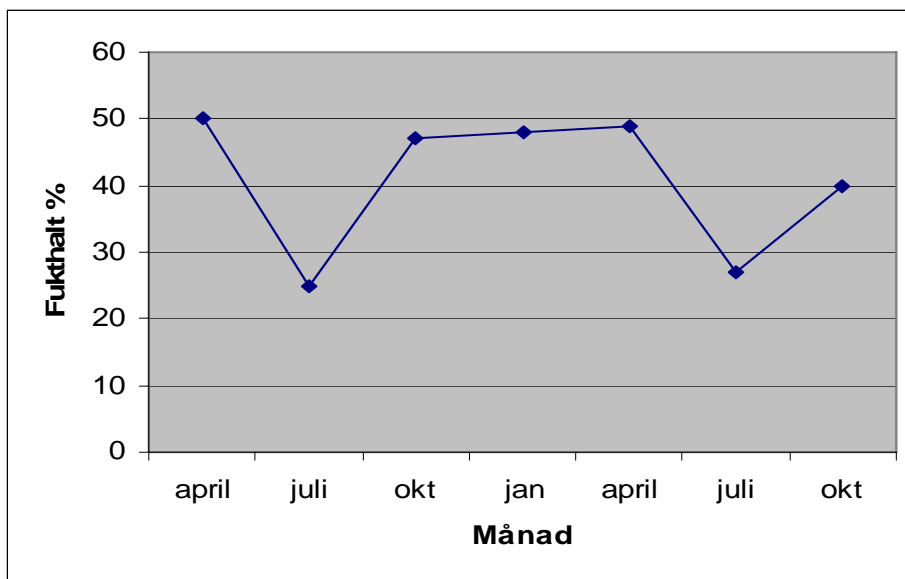
den torkat likvärdigt även fast den groten torkat i en stor vältta och de andra i små högar på hygget. Det intressanta med den välttan som skotades direkt efter avverkning var att den återfuktades snabbast av alla vältor på hösten. Detta berodde förmodligen på att den innehöll en hög andel finfraktion eftersom den groten skotades till vältta direkt efter avverkning och därmed följer alla barr med in i välttan. En hög andel finfraktion gör att välttan återfuktas lättare under hösten. Under hösten uppmättes en tydlig ökning av fukthalten i samtliga vältor, fukthalten var ca 50 %. En annan vältta (nr 6 i figuren) som avvek i förhållande till de andra var en som bestod av grot från en avverkning gjord i augusti. Groten skotades samman till vältta direkt efter avverkningen och fukthalten mättes sedan i april. Någon förändring av fukthalten hade inte skett. Denna vältta låg i samma område som behandlats som merparten av de andra i försöket, d.v.s. vinteravverkat och skotat till vältta på sommaren. Skillnaden i fukthalt mellan den som avverkats och skotats i augusti och de som avverkats på vintern och skotats samman på sommaren var ca 15 %. De som vinteravverkats och skotats till vältta på sommaren hade alltså 15 % lägre fukthalt.



Figur 2. Fukthaltsutveckling i vältorna under lagringstiden (Lehtikangas & Jirjis 1995).

1.1.10 Nederbörd vid risskotning

Flinkman m.fl. (1986) gjorde en undersökning av hur grothögar påverkades av omgivningen när de ligger på hygget. Det som studerades var hur fukthalten varierade och hur barravfallet fortlöpte under försöksperioden. Materialet var vinteravverkat och perioden som det undersöktes var från maj-november. När fukthalten mättes i högarna visade försöket att väderleken vid kontrolltillfället hade stor påverkan. Regnväder omedelbart före och under kontrollen ökade fukthalten betydligt. Däremot räckte det med att det var uppehåll några dagar före kontrollen för att det skulle bli en rejäl sänkning i fukthalten i högarna på hygget. Försöket visade att högarna i maj hade en medelfukthalt på ca 40 %, därefter sjönk fukthalten till ca 24 % under juni och juli. Under sensommaren och hösten ökade fukthalten igen till ca 40-50 %. Under vintermånaderna hände inte mycket med högarna. Även Thörnqvist (1984) visade att fukthalten i hyggeshögar är starkt korrelerad med årstiden.

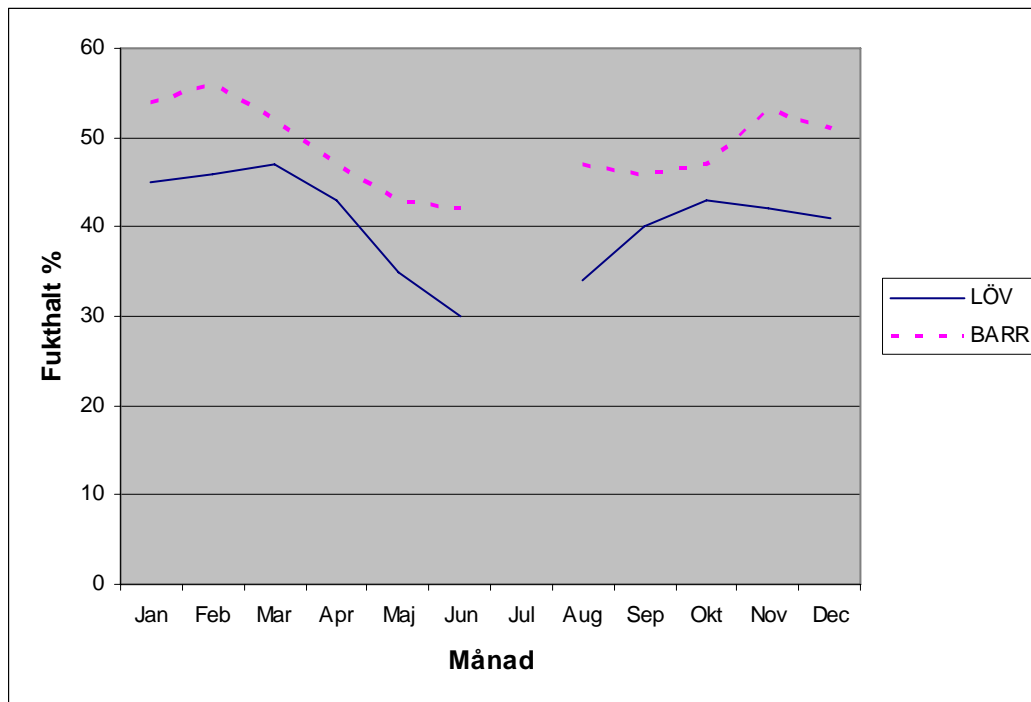


Figur 3. Variationen i fukthalt i hyggeshögar vid olika revisionstillfällen (Thörnqvist 1989).

1.1.11 Löv och barrvältor

Gärdenäs (1989) har skrivit en rapport där bl.a. löv – och barrvältor jämförts. I denna studie var vältorna inte täckta. Generellt betyder en täckning av vältor en sänkning med 8-10 % i fukthalt jämfört med vältor som inte är täckta (Jirjis, m.fl. 1989). Figur 4 visar att det finns en klar skillnad mellan löv och barr. Data saknas för juli månad.

Avverkningsresterna från barr visar en högre fukthalt över hela året. Värdena i figuren visar medelvärden, kring dessa värden förekom en spridning och för löv uppmättes det högsta faktiska värdet i februari, 56.1 %. Det lägsta värdet för löv uppmättes i juni, 24.8 %. För barr uppmättes det högsta värdet i februari, 64.5 %. Lägsta värdet för barr uppmättes i juni, 24.9 %. För både barr och löv fanns en klar negativ koppling med töperioder veckorna innan flisning. I de prov där fukthalten översteg 60 % hade 15-30 cm snö töat undan (Gärdenäs, 1989).



Figur 4. Fukthaltens variation över året från avverkningsrester av både löv och barr som lagrats i vältor. Data saknas för juli (Gärdenäs 1989).

1.2 Syfte och mål

Studien är gjord på uppdrag av Naturbränsle och tanken är att mina undersökningar ska komplettera tidigare kunskaper. När Naturbränsle levererar flis till värmeverken varierar fukthalten från 30 % upp till 60 %. Syftet med studien är att med hjälp av insamlad data från 38 objekt se om det går att urskilja någon eller några faktorer i hantering och lagring som påverkar fukthalten i flisen mer än andra. Eventuella samband mellan dessa faktorer skall analyseras. Med kunskap om vilka dessa faktorer är, så är målet att kunna styra hanteringen och lagringen så att groten får en låg och jämn fukthalt och därmed ett högre energiinnehåll.

2. Material och metoder

För att få kunskap om ämnet och vad som gjorts tidigare inleddes arbetet med litteraturstudier. Litteraturstudien bestod av tidigare publicerat material inom ämnesområdet.

2.1 Påverkande faktorer

För att kunna urskilja vad som kan tänkas påverka fukthalten i den flisade groten valdes i samråd med Åsa Öhman på Naturbränsle följande faktorer ut för denna studie:

- Vältans placering, rinner vattnet till eller från vältan
- Vältans placering i förhållande till vinden
- Vältans placering i förhållande till solen
- Skotningsmånad (värtläggningmånad)
- Tid i vältan, d.v.s. tiden mellan skotningsmånad och flisningsmånad
- Flisningsmånad (inmätningmånad)
- Nederbörd vid skotningsmånad
- Grovlek på groten

Efter att dessa faktorer sorterats ut som möjliga påverkande faktorer på fukthalten inleddes fältarbetet. Varje vältan har ett virkesordernummer, ett id, som den tilldelats när den skotats samman. När undersökningen av vältorna gjordes i fält kopplades insamlade data till detta id för att kunna göra en uppföljning av vältan. När vältan senare flisats i skogen och levererats till värmeverket har en fukthalt uppmätts av värmeverket. Fukthalten blir då uppmätt i direkt anslutning till flisningstillfället eftersom flisen levereras till värmeverken direkt efter flisning. När fukthalten uppmätts kunde den kopplas till det insamlade data från respektive objekt. Därefter har eventuella korrelationer mellan insamlade data och fukthalt analyserats. Fältarbetet gjordes i Naturbränsles södra region Mälardalen. Under fältperioden undersöktes 72 vältor i Uppland, Västmanland och Södermanland. Av dessa vältor kunde endast 38 användas eftersom det inte gick att få skotningstidpunkt och väderdata till alla vältor. Groten i studien kommer ifrån grotpassade avverkningar och vid värtläggningen har alla vältor täckts med fiberarmerad papp. Groten som flisats under perioden oktober 2006-april 2007 är skotad vid olika årstider och har legat i vältan olika länge, från 0,5 månader ända upp till 17 månader

I fält undersöktes vältorna enligt följande punkter:

- Vältans placering i terrängen undersöktes. Är vältan placerad högt/lågt, d.v.s. om vattnet kan rinna ifrån vältan eller om det rinner till vältan.
- Vältans långsida i förhållande till den förhärskande vindriktningen noterades. Det som eftersträvades var att långsidan var riktad mot den förhärskande vindriktningen som är sydvästlig vind.
- För att uppskatta om vältan varit beskuggad eller solexponerad mättes avståndet till närmast stående skog. Om vältan legat längre än en trädlängd bort från närmast stående skog antogs det att den var solexponerad.
- För att få data om nederbörd vid skotning så kontaktades SMHI. Från 20 st. väderstationer har dygnsnederbörd i mm kunnat kopplas till respektive skotningstidpunkt av de olika objekten, se bilaga 2. För att undersöka nederbördens påverkan före och vid skotningstillfället togs nederbördsmängden från fyra dygn före och under skotningsdagen med. Till många av objekten var det möjligt att koppla flera stationers nederbördsmätningar till skotningstillfället. Väderuppgifter vid skotningstillfället från entreprenörer har kompletterat och bekräftat det som uppmätts vid stationerna.
- Andelen grovt material uppskattades för att se om det kunde leda till att vältan genomluftas och därmed ge minskad fukthalt. En ram med måtten 1*1 m placerades med jämna mellanrum i varierande höjd. I ramen räknades antalet ändar som var över respektive under 10 cm i diameter.
- Fukthalten mättes av de värmeverk som Naturbränsle levererade grotflisen till. Det mesta av flisen från de undersökta vältorna levererades till Eskilstuna men även värmeverken i Arboga, Strängnäs och Enköping var kunder. Flisen levererades i containers som rymde ca 40 m³s. Eftersom fukthalten är den avgörande faktorn för hur högt energivärde som flisen kan ge vid förbränning, mättes fukthalten när partiet kom in till värmeverket. För att få en spridning i provtagningarna togs de på tre slumpmässigt valda platser i containern, dock alltid på 20 cm djup.

De entreprenörer som utförde skotningen av groten intervjuades. Frågan som ställdes var vad de ansåg vara viktigt i hanteringen av grot vid skotning och vältläggning.

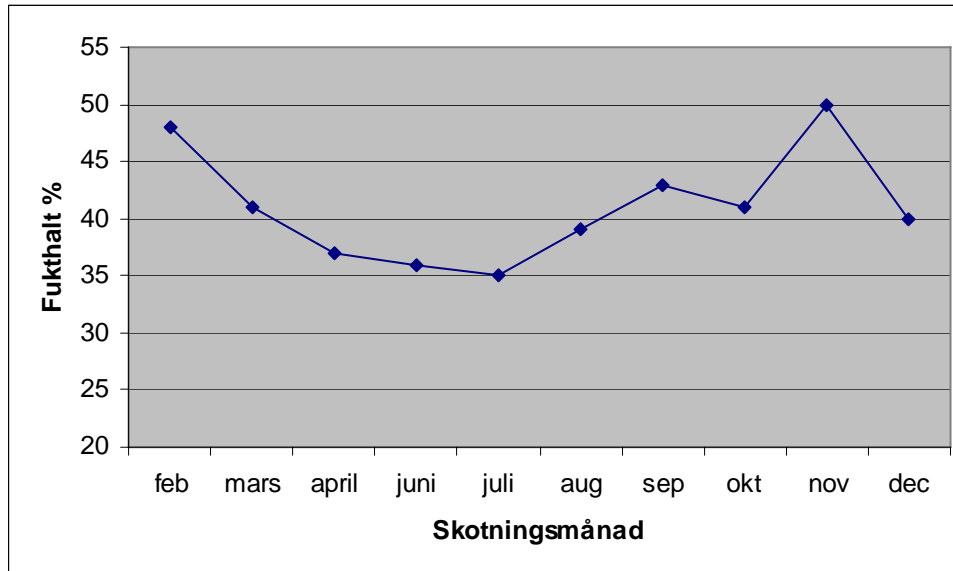
2.2 Analys av samband

När all data om vältorna var insamlad sammanställdes den i ett Excelark enligt bilaga 1. När vältorna flisats och levererats till värmeverken kunde fukthalten mätas. Fukthalten kunde då kopplas till respektive vältor och dess insamlade data. För att undersöka om de olika variablerna hade ett samband med fukthalten gjordes först en korrelationsanalys och därefter en regressionsanalys med de variabler som visade samband från korrelationsanalysen. I korrelationsanalysen (bilaga 3) framgick vilka oberoende variabler som visade samband med den beroende variabeln fukthalt. Det framgick även vilka av de oberoende variablerna som korrelerade med varandra och på så vis kunde antingen den ena variabeln tas bort eller också slås ihop med den som den korrelerade med. De variabler som valdes ut var de som hade ett p-värde nära 0.05, eftersom den då antogs ha signifikans i ett 95 % -igt konfidensintervall. Därefter gjordes en beskrivning av de olika kombinationerna enligt bilaga 4. När de variabler som visade korrelation med fukthalten var utsorterade gjordes en regressionsanalys (bilaga 5) med olika kombinationer av oberoende variabler för att se om några variabler tillsammans kunde beskriva fukthalten på ett bra sätt. Programmet som användes för analyserna var Minitab. Eftersom programmet inte kan koppla namnet på en skotningsmånad till en fukthalt så gjordes indikatorvariabler. Indikatorvariabeln indikerar 1 om riset är skotat i den månad som det gäller, annars 0. Vältor med samma förutsättning med avseende på skotningstidpunkt och flisningstidpunkt delades in i klasser. Klasserna anpassades till återfuktungs- och torkningsperioder som är styrda av årstiderna. T.ex. bildade de som var skotade under torkningsperioden april-juli en klass.

3. Resultat

Vältorna har flisats under perioden oktober 2006 – april 2007. De analyser som gjorts beskrivs nedan.

3.1 Samband mellan skotningsmånad och fukthalt vid inmätning

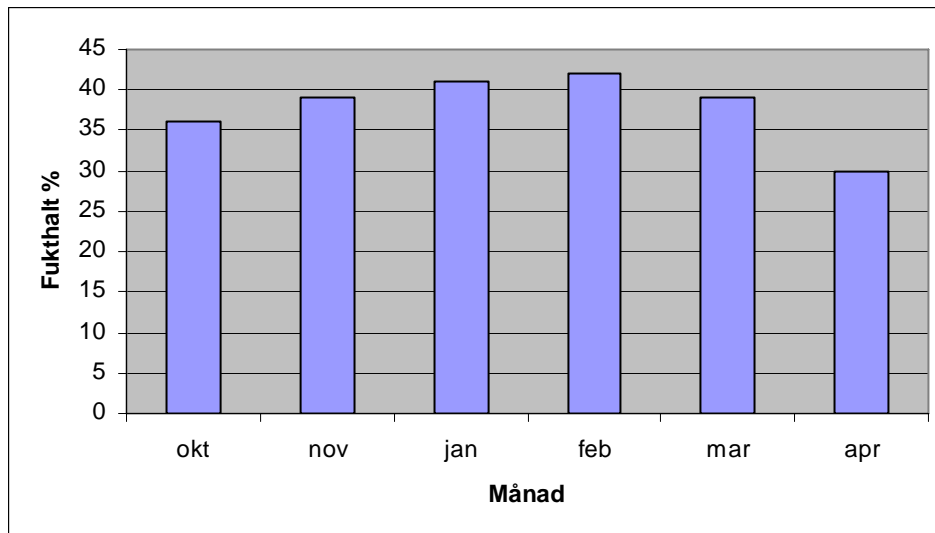


Figur 5. Skotningsmånadens påverkan på fukthalten. Fukthalten på y-axeln är flisens fukthalt vid inmätning vid värmeverket. Skotningsmånad är den månad som groten skotats till välta. Alla vältor är flisade och fukthaltsmätta under vinterhalvåret.

Av de inmäta objekten fanns inga som var skotade under januari eller maj (Figur 5). Kurvan i figuren består av data från 38 olika objekt. Bortsett från medelfukthalten från de objekt som skotats under december följer fukthalten en relativt tydlig trend. Figuren visar att sommarskotad grot har låg fukthalt vid flisningstillfället på vintern. Under hösten sker en återfuktning som börjar redan under augusti och sedan under vintermånaderna är fukthalten hög, kring 50 %. Torkningen börjar redan i slutet av mars när luften börjar bli varm och den pågår sedan under sommaren fram till slutet av juli då återfuktningen startar igen.

3.2 Flisningstidpunkt

Alla objekten i undersökningen är flisade under perioden oktober till april.



Figur 6. Fukthaltens koppling till olika flisningsmånader.

Fukthalten var högst i de vältor som flisades i februari (Figur 6) och lägst i april. Den första flisades i oktober 2006 och den sista flisades i april 2007.

3.3 Kombination av skotningsmånad och flisningsmånad

För att undersöka om både vältläggningsmånad och flisningsmånad har en påverkan på fukthalten analyserades olika kombinationer av de två parametrarna.

Tabell 3. Kombinationer av flisningsperiod och skotningsperiod kopplat till fukthalt.

Skotningsperiod	Flisningsperiod	Fukthalt	Standardavvikelse
jan-mars	okt-nov	34	-
jan-mars	jan-mars	44.5	7.5
jan-mars	Alla	43.5	7.7
april-juli	okt-nov	32.5	3.4
april-juli	jan-mars	37.4	5.2
april-juli	Alla	36	5.2
aug-dec	okt-nov	39.7	4.7
aug-dec	jan-mars	45	6
aug-dec	Alla	42	5.8
Alla	okt-nov	37	5.3
Alla	jan-mars	41.8	7

Den lägsta fukthalten, 32.5 %, erhöles om groten skotades till vältor i perioden april-juli och om flisningen sker i oktober-november (Tabell 3). Den högsta fukthalten, 45 %, uppmättes om skotningen sker i perioden augusti-december och om flisningen skedde i januari-mars. Även skotning i januari-mars och flisning januari-mars gav en hög fukthalt, 44.5 %.

Regressionsanalysen visade att den kombination som hade högst signifikans när det gäller att beskriva fukthalten med de oberoende variablerna var enligt modellen nedan.

Variansen i de data kring det linjära sambandet som regressionen beskrev var 5.78

% -enheter:

Fukthalt = 39.5 - 6.56 Skotning Apr-Juli + 4.89 Flisning Jan-Mar

3.4 Vältans placering, sol och vindexponering

Resultaten visade att det inte gick att finna något samband mellan fukthalt och om vältan varit placerad högt eller lågt, d.v.s. om möjlighet till vattenavrinning finns eller inte. P-värdet från korrelationsanalysen var klart över 0.05 vilket medförde att den variabeln inte var signifikant.

3.5 Nederbörd vid risskotning

De objekt som skotades under förhållanden då det var nederbörd antingen under skotningen eller inom en fyradagarsperiod före skotningen hade medelfukthalten 41.7 % med en standardavvikelse på 8.7 % -enheter. De objekt som vältlades under förhållanden då det var uppehåll vid skotningstillfället och även uppehåll fyra dagar innan skotning hade medelfukthalten 41.2 % med en standardavvikelse på 5.9 %-enheter. Skillnaden mellan de objekt som skotats under nederbörd och de som skotats då det var uppehåll var närmast obefintlig. Korrelationsanalysen visade inte heller någon korrelation mellan väderlek vid skotningstillfället och fukthalt i flisen.

3.6 Intervju med entreprenörer

Efter att ha pratat med de entreprenörer som skotat riset på de objekt som undersökts har samtliga påtalat hur viktig grotanpassningen är från skördaren och att rundvirkeskotaren inte kör i högarna som skördaren lagt upp. I mitt material uppmättes den absolut högsta fukthalten, 60 %, från ett objekt som inte var grotanpassat överhuvudtaget. Eftersom alla andra objekt var grotanpassade togs inte detta objekt med i studien. En annan sak som togs upp var att hyggen som inte är förröjda inför slutavverkningen medför att föroreningar följer med i groten eftersom rottryckta träd följer med i riset. De rottryckta träden för med jord och stenar in i vältan och ökar föroreningshalten i flisen vilket leder till en ökad askhalt vid förbränningen av flisen. Dessutom är det risk att stenar följer med in i vältan som vid flisningen förstör flisningsutrustningen.

4. Diskussion

Efter att ha studerat detta ämne och läst en hel del litteratur om grothantering inser jag att det är komplext ämne. Det är många faktorer att ta hänsyn till när man ska undersöka vad som påverkar fukthalten i flisen. Skogen avverkas under hela året, dock med en minskning under sommaren. Avverkningsresterna ligger olika länge på hygget och skotas ihop antingen som grönt eller brunt ris. Eftersom avverkningen sker året om sker även risskotning under hela året under varierande årstider och omständigheter. Alla dessa omständigheter är svåra att fånga in när en analys över vad som påverkar fukthalten ska göras. Lagringstiden i vältor varierade mellan 0.5-17 månader. Det gick inte att se något samband mellan lagringstid och fukthalt vid flisningstillfället. Detta beror förmodligen på att det snarare är tidpunkten för skotning och flisning och inte lagringstiden i vältor som är avgörande för fukthalten.

Det som påverkar fukthalten mest av de data som jag samlat in är de som är årstidsanknutna. I resultaten kan man se att det finns ett samband mellan skotningsmånad och fukthalt. Detta samband fann även Jirjis m.fl. (1989). Resultatet visar att det går att bevara låga fukthalter från grot som skotats samman under torra och varma årstider som vår och sommar. Eftersom grotens fukthalt vid inmätningen verkar ha påverkats av skotningsmånaden verkar det som om grotten i min undersökning har skotats samman till vältor efter att grotten legat på hygget ett tag innan skotning. På så vis påverkas grotten av årstiden genom att antingen torka eller återfuktas innan den skotats samman till en vältor. Det verkar även finnas ett samband mellan flisningstillfälle och fukthalt vilket även kan styrkas i tidigare litteratur, se figur 2. I min undersökning är de flesta vältorna flisade under perioden oktober-mars vilket enligt Thörnqvist (1989) är en återfuktningssperiod. Återfuktningssperioden inleds under sensommaren och som pågår under hösten och en bit in på vintern. I januari-mars varken återfuktas eller torkas materialet utan ligger på en stabil nivå. Det sker alltså en återfuktning under tiden augusti-december, därefter händer inte så mycket under perioden januari-mars. I april startar torkningen av materialet och pågår fram till juli. Eftersom väderleksförhållandena är relativt lika under flisningsperioden borde alla vältor som är flisade under perioden oktober till mars uppvisa ett samband om flisningsmånaden har stor betydelse, t.ex. att alla objekt som är flisade under denna period har en hög fukthalt. Så är inte fallet vilket skulle kunna betyda att flisningsmånad inte har störst betydelse för fukthalten utan att det som tidigare bevisats snarare är vältläggningssmånad som har störst betydelse. Eftersom flisningen bara skett under vinterhalvåret är materialet för begränsat för att göra en bra analys över om flisningstidpunkten har påverkan. Några få vältor flisades i april då torkningen börjar och de vältorna visade en lägre fukthalt. Detta tyder på att även flisningstillfället har betydelse för fukthalten. Däremot så är det en relativt stor spridning i fukthalten (29-54 %) på de objekt som är flisade under perioden oktober-mars. Om det bara skulle vara flisningstidpunkten som styrde fukthalten i flisen borde inte spridningen vara så stor under denna period, eftersom årstidsförhållandena är lika för alla vältor i perioden. Alltså är det någon annan variabel som har en större betydelse. I denna studie verkar det vara skotningsmånaden som har störst påverkan på fukthalten. Eftersom skotningsmånaden har betydelse för fukthalten vid flisningstillfället under vinterhalvåret så är utgångsläget viktigt. Sommarskotad grot som är torr vid vältläggning är den som ger lägst fukthalt vid flisning och inmätning på vintern. Om utgångsläget är viktigt är det märkligt att variabeln

nederbörd vid välrläggningen inte visade någon korrelation med fukthalten. Tabell 3 visar olika kombinationer av skotningsperiod och flisningsperiod. Kombinationen för att få en låg fukthalt är att skota ihop riset i april-juli då riset är torrt och flisa i perioden oktober-november. Anledningen till att denna flisningsperiod är bäst torde vara att det är under första halvan av återfuktningensperioden. D.v.s. ju tidigare flisning under vinterhalvåret desto lägre fukthalt.

Modellen från regressionsanalysen:

Fukthalt = 39.5 - 6.56 Skotning Apr-Juli + 4.89 Flisning Jan-Mar

Fukthalten beskrivs så att om villkoret att skotning sker under perioden april-maj uppfylls så sjunker fukthalten med 6.56 % -enheter. Om villkoret att flisning sker under perioden januari-mars uppfylls så ökar fukthalten med 4.89 % -enheter. Denna modell är ingen exakt modell som kan användas som en slags universalmodell för att beskriva fukthalten i grotflis. Men den ger en fingervisning om att det är de årstidsbundna faktorerna som påverkar fukthalten mest. Modellen är inte ett uttryck för den lägsta fukthalten utan den består av de oberoende variabler som beskriver fukthalten bäst utifrån de data som finns insamlat. Om fukthalten ska uppskattas är denna modell bäst.

I intervjuerna med entreprenörerna framgick det att grotanpassningen från skördaren var viktig för att risskotaren ska kunna hantera groten effektivt. Likaså påtalades det att det är viktigt att inte virkesskotaren kör i högarna och trycker ner riset i marken när virket skotas. Problemet är nog att det är flera aktörer i kedjan som hanterar groten och i många fall är de helt oberoende av varandra. Skördarföraren har egentligen inget incitament att göra en bra grotanpassning för att underlätta grothanteringen för risskotaren.

Problemet med lagringen av grot är att den sker ute i skogen vid en bilväg eller på ett hygge under okontrollerade förhållanden. Yttre förhållanden som väder, vind och temperaturväxlingar tillåts påverka groten och dess slutliga kvalitet. För att få ett mer kontrollerat lagringssätt är ett alternativ att flisa groten i slutet av sommaren innan återfuktningen då groten oftast håller en jämn och låg fukthalt. Den flisade groten transporteras sedan in till terminal och lagras som flis under tak och mer kontrollerade förhållanden fram tills dess flisen efterfrågas av värmeverken. Detta sätt att hantera groten skulle även vara bättre rent drivningsmässigt. Med de milda vintrar som vi haft har det varit många vältor som inte varit möjliga att flisa p.g.a. dålig bärighet för flismaskinen och lastbilen som ska transportera flisen. Detta har lett till att det varit svårt att få tag i groten när den som mest behövs, d.v.s. under vintermånaderna. Om flisningen istället sker på sensommaren är drivningsförhållandena oftast bättre, torrt med bra bärighet för maskinerna. Rent teoretiskt är det kanske ett bra alternativ men det finns en del nackdelar praktiskt. Markberedning och plantering av hyggena skulle bli förskjutna en växtsäsong när högarna ligger i vägen på hygget. Det skulle krävas enorma terminaler för att lagra all flis som flisats under sensommaren och som sedan ska försörja värmeverken i stort sett ett helt år. En annan nackdel med att lagra flis i högar är att fukthalten blir väldigt ojämn i flisstakar. De centrala delarna av stacken får genom värmeutvecklingen väldigt låg fukthalt medan de yttre delarna får en mycket hög fukthalt. Skillnaden kan vara från 10 % i centrum till 65 % i de yttre delarna av stacken (Jirjis,

m.fl. 1989). Dessutom är det inte optimalt logistiskt eftersom det krävs en extra transport när flisen först ska till terminal för lagring och sedan till värmeverken. Hur hantering och lagring av grot kommer att ske i framtiden är oklart. Det är dock klart att för att kunna styra fukthalten i grotflis krävs mer kontrollerade lagringssätt för att minska årstidernas påverkan på fukthalten.

4.1 Rekommendationer

Om en så låg fukthalt som möjligt eftersträvas bör:

Hyggeshögarna torka och barra av på hygget innan de skotas till välta. Om avverkningen skett vintertid bör högarna ligga till åtminstone fram till juli. Detta p.g.a. att då har mer än hälften av det totala barravfallet skett och högarna har torkat tillräckligt (Flinkman, m.fl. 1986). Genom att stor del av barrmassan har fallit av så minskas mängden finfraktion i vältan och därmed minskas även återfuktningen av vältan under höst och vinter. Om skotningen sker i slutet av sommaren har materialet goda förutsättningar att hålla en bra kvalitet under vinterhalvåret då det behövs som mest.

Enligt Lehtikangas (1998) är det bra att vid vältläggningen lägga några grövre toppar underst för att hindra att markfukten stiger upp i vältan. Vältans orientering bör läggas så att den är vind- och solexponerad om det är möjligt. Någon effekt av sol och vind har inte kunnat härledas till fukthalten i denna undersökning och det råder delade meningar om denna effekt även i tidigare litteratur. Sunt förnuft säger att det i alla fall inte borde vara en nackdel men att det absolut inte är något som är helt avgörande för fukthalten.

4.2 Felkällor

Bedömningen av grovleken på grotten i vältans framkant var i vissa fall svårbedömd. I ramen som placerades på vältans framkant var det ibland svårt att räkna antalet ändar över respektive under 10 cm. Detta p.g.a. att i framförallt vältor med hög andel gran i så skymde små grenar ändarna. Därför togs denna variabel inte med i undersökningen. Det hade varit intressant att ta med tiden som grotten legat på hygget innan det skotats samman till vältor. Riset har alltså tillåtits avbarra och torka olika länge på hygget innan det blivit skotat till välta. Detta är viktigt att veta eftersom andelen finfraktion (barr och småkvistar) i grotten avgörs av hur länge högarna ligger på hygget under den period som riset torkar, d.v.s. april-juli. Om riset under denna period ligger på hygget och barren lossnar eller om det skotas till välta direkt efter avverkning har en stor betydelse för hur mycket finfraktion som förs in i vältan. En välta med hög andel finfraktion återfuktas lättare under höst och vinter än en välta med låg andel finfraktion.

Eftersom det inte är mer än 38 objekt som ingår i undersökningen blir det svårt att hitta optimala beskrivningar av fukthalten genom regressionsanalys. Det är t.ex. inte möjligt att göra långa kombinationer av de oberoende variablerna för att finna den optimala funktionen som beskriver fukthalten bäst. En kombination som t.ex. ”skotat i april-juli, flisat oktober-november och legat så att vind- och solexponerad” går inte att jämföra med ett objekt som har samma kombination som inte är vind- och solexponerad. Detta p.g.a. att det finns för få objekt som har den kombinationen och för få objekt som inte har den

kombinationen för att det ska bli statistiskt relevant att jämföra dessa två kombinationer. Samtidigt kanske det inte är av värde att överanalysera och försöka hitta optimala kombinationer med många variabler när det verkar som om det är årstidsanknutna variabler som är helt avgörande.

5. Referenser

Brunberg, B., Frohm, S., Nordén, B., Persson, J. & Wigren, C. 1994. Projekt skogsbränsleteknik – slutrapport. Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut, Uppsala. Redogörelse nr. 5

Flinkman, M., Fredriksson, H., Thörnqvist T. 1986. Barravfall hos hyggesrester som funktion av sommarexponeringens torkeffekt. Institutionen för virkeslära, SLU. Uppsala. Rapport nr 174.

Gärdenäs, S. 1989. Kvalitetsvariationer i avverkningsrester – Södra Sverige. Institutionen för virkeslära. Rapport 209.

Jirjis, R., Gärdenäs, S., Hedman, G. 1989. Lagring i täckta vältor – Avverkningsrester från barrträd. Institutionen för virkeslära uppsats nr 167.

Lehtikangas, P. 1998. Lagringshandbok för trädbränslen. Institutionen för virkeslära, SLU. Uppsala.

Lehtikangas, P. 1991. Del 1: Avverkningsrester i hyggeshögar - avbarrning och bränslekvalitet. Institutionen för virkeslära, SLU. Uppsala. Rapport nr 223.

Lehtikangas, P. & Jirjis, R. 1995. Hyggesrester i täckta vältor – Nederbördens inverkan på bränslekvaliteten. Institutionen för virkeslära. Uppsala. Uppsats 173.

Nylinder, M. & Thörnqvist, T. 1980. Lagring av grenar och toppar i olika fraktioner. Institutionen för virkeslära, SLU. Uppsala. Rapport nr 113.

Nylinder, M. & Törnmarck, J. 1986. Mätning av bränsleflis, spån och bark. Institutionen för virkeslära, SLU. Uppsala. Rapport nr 173.

Ringman, M. 1996. Trädbränslesortiment, definitioner och egenskaper. SLU, Institutionen för virkeslära. Rapport nr 250.

Thörnqvist, T. 1984. Hyggesresternas förändring på hygget under två vegetationsperioder. Institutionen för virkeslära, SLU. Uppsala. Rapport nr 150.

Thörnqvist, T. 1983. Bränsleflisens förändring under ett års lagring. SLU, Institutionen för virkeslära. Rapport nr 148.

<http://www.bioenergiportalen.se> 2006-11-09

Bilagor

Bilaga 1. Variabler

Placering	Solexponering	Vindexponering	Skotning	Flisning	Nrb vid skotning & 4 dgr före	Fukthalt, %
Torrt	Ja	Ja	060321	2007-01-30	Ingen nrb	32
Torrt	Ja	Ja	060202	2007-04-18	Ingen nrb	34
Torrt	Ja	Ja	Apr, 2006	2007-01-27	Ingen nrb	38
Torrt	Nej	Nej	Aug, 2006	2007-03-30	Ingen nrb	39
Torrt	Ja	Ja	060102	2007-04-02	Snö på högarna	30
Torrt	Ja	Nej	060220	2007-01-22	Ingen nrb	48
Fuktigt	Nej	Nej	060321	2007-02-05	Snö i högarna	48
Fuktigt	Ja	Nej	060904	2007-03-19	Ingen nrb	35
Torrt	Ja	Nej	051129	2007-01-16	Blötsnö	50
Torrt	Ja	Ja	Aug, 2006	2007-01-17	Ingen nrb	39
Torrt	Ja	Ja	051020	2007-02-13	Ingen nrb	47
Fuktigt	Nej	Nej	050928	2007-03-08	Nrb	47
Fuktigt	Ja	Ja	060225	2007-03-05	Ej data	48
Torrt	Ja	Ja	050926	2007-03-08	Nrb	61
Fuktigt	Nej	Nej	050925	2006-11-13	Ingen nrb	45
Fuktigt	Ja	Ja	060628	2007-03-05	Ingen nrb	48
Torrt	Nej	Nej	060229	2007-03-05	Snö i högarna	54
Torrt	Ja	Ja	Dec, -05	2006-10-09	Nrb	47
Torrt	Ja	Ja	Dec, -05	2006-10-20	Saknar väderdata	37
Fuktigt	Nej	Nej	Mar, -06	2006-10-25	Ingen nrb	34
Fuktigt	Nej	Nej	Okt, -05	2006-10-17	Saknar väderdata	36
Torrt	Ja	Ja	060718	2007-01-29	Ingen nrb	39
Torrt	Nej	Nej	060831	2007-01-31	Ingen nrb	50
Torrt	Nej	Nej	060304	2007-01-30	Nrb	45
Torrt	Ja	Ja	060621	2007-02-08	Nrb	33
Torrt	Nej	Nej	060210	2007-02-16	Nrb	51
Fuktigt	Ja	Ja	060418	2007-02-02	Nrb	38
Torrt	Ja	Nej	060312	2007-02-06	Nrb	48
Torrt	Ja	Ja	060920	2006-10-05	Ingen nrb	36
Torrt	Ja	Ja	060405	2007-02-28	Ingen nrb	43
Torrt	Ja	Nej	060719	2007-02-23	Nrb	38
Fuktigt	Nej	Nej	060713	2006-10-10	Ingen nrb	29
Torrt	Ja	Ja	060624	2007-02-08	Nrb	33
Torrt	Ja	Ja	060627	2007-02-09	Nrb	33
Torrt	Ja	Ja	060607	2006-10-10	Ingen nrb	31
Torrt	Nej	Nej	060225	2007-01-04	Nrb	37
Torrt	Ja	Nej	060404	2006-11-20	Nrb	33
Torrt	Nej	Nej	051205	2006-11-16	Nrb	36
Torrt	Nej	Nej	060607	2006-11-07	Ingen nrb	37

Bilaga 2. Data från SMHI

Väderstationer

Exempel på stationsdata

Station	nr	x	y	
Västvalla	9525	658845	148900	ESKILSTUNA
Valla	9600	654419	153232	2005 2006
Frändesta	9601	654366	156182	0901 1031
Näshulta	9611	656383	152693	x 593867 y 164647
Eklången	9614	656867	155353	DATUM PRR (mm)
Västermo	9617	657263	151598	20050901 -1.0
Eskilstuna	9623	658525	153730	20050902 -1.0
Strängnäs-Vansö	9624	658666	156428	20050903 -1.0
Kolbäck	9633	660297	152528	20050904 -1.0
Lisjö	9642	662018	151426	20050905 -1.0
Skultuna	9644	662170	153534	20050906 -1.0
Fjärdhundra	9646	662790	156227	20050907 2.5
Sala	9655	664305	154770	20050908 -1.0
Åkers Styckebruk	9715	657066	157300	20050909 -1.0
Hacksta	9735	660442	157033	20050910 -1.0
Arlanda	9739	661740	161906	20050911 -1.0
Uppsala	9752	663902	160180	20050912 -1.0
Vittinge	9754	664295	156816	20050913 0.6
Rimbo	9844	662813	164306	20050914 0.0
Vällnora	9857	665122	164176	20050915 0.7
				20050916 -1.0
				20050917 -1.0
				20050918 0.0
				Osv...

Exempel på väderdata i dygnsnederbörd vid skotningstillfället (markerat) och fyra dagar före skotning.

Objektsnr: 79629717	20060226	3.3	20060226	1.2	20060226	0.5
	20060227	1.8	20060227	1.8	20060227	1.4
Skotning: 20060302- 20060307	20060228	1.5	20060228	1.2	20060228	1.2
	20060301	1.7	20060301	1.6	20060301	2.1
Stationer: Sala Fjärdhundra Skultuna	20060302	1.5	20060302	1.2	20060302	2.4
	20060303	3.8	20060303	3.5	20060303	6.6
	20060304	6.2	20060304	7.0	20060304	7.2
	20060305	10.6	20060305	5.3	20060305	4.2
	20060306	-1.0	20060306	0.7	20060306	0.3
	20060307	-1.0	20060307	-1.0	20060307	-1.0

Bilaga 3. Korrelation mellan fukthalt och övriga parametrar

Correlations: Fukthalt; Torr placeri; Solexponerin; Vindexponeri; ...

Torr placeri	Fukthalt	Torr placeri	Solexponerin	Vindexponeri
	0.012			
	0.943			
Solexponerin	-0.213	0.411		
	0.199	0.010		
Vindexponeri	-0.288	0.328	0.725	
	0.080	0.045	0.000	
Skotn. Jan-M	0.309	0.118	-0.234	-0.257
	0.059	0.481	0.157	0.119
Skotn. Apr-J	-0.474	0.085	0.357	0.368
	0.003	0.613	0.028	0.023
Skotn. Aug-D	0.186	-0.199	-0.139	-0.129
	0.263	0.231	0.405	0.441
FLISNING JAN	0.339	0.237	0.303	0.191
	0.038	0.152	0.065	0.251
FLISNING OKT	-0.339	-0.237	-0.303	-0.191
	0.038	0.152	0.065	0.251
Tid i välta,	0.483	-0.102	-0.181	-0.187
	0.002	0.543	0.276	0.260
Skotn. Apr-J	Skotn. Jan-M	Skotn. Apr-J	Skotn. Aug-D	FLISNING JAN
	-0.487			
	0.002			
Skotn. Aug-D	-0.460	-0.551		
	0.004	0.000		
FLISNING JAN	0.309	0.049	-0.345	
	0.059	0.768	0.034	
FLISNING OKT	-0.309	-0.049	0.345	-1.000
	0.059	0.768	0.034	*
Tid i välta,	0.254	-0.410	0.174	0.231
	0.124	0.011	0.296	0.163
Tid i välta,	FLISNING OKT			
	-0.231			
	0.163			

Cell Contents: Pearson correlation

Bilaga 4. Kombinationer av flisnings- och skotningsmånad

Eftersom det var skäl att tro att både skotningsmånad och flisningsmånad påverkar fukthalten så gjordes kombinationer av de två parametrarna och kopplades sedan till fukthalten.

Tabulated statistics: Skotpkt; FLISNING JAN-MAR

Rows: Skotpkt	Columns: FLISNING JAN-MAR			0=flisat i okt-nov 1= flisat i jan-mar
	0	1	All	
1	34.00	44.50	43.55	1= skotning jan-mars
	*	7.487	7.776	
	1	10	11	
	1	10	11	
2	32.50	37.40	36.00	2=skotning april-juli
	3.416	5.232	5.189	
	4	10	14	
	4	10	14	
3	39.71	44.67	42.00	3=skotning aug-dec
	4.680	6.218	5.802	
	7	6	13	
	7	6	13	
All	36.83	41.81	40.24	
	5.289	7.099	6.918	
	12	26	38	
	12	26	38	

Cell Contents: Fukthalt : Mean
Fukthalt : Standard deviation
Fukthalt : Nonmissing
Count

Förklaring

1. Skotat i jan-mars, flisat okt-nov: Fukthalt 34 %
Stdavv -
Antal 1

1. Skotat i jan-mars, flisat i jan-mars: Medelfukthalt 44.5%
Stdavv 7.5
Antal 10

1. Skotat i jan-mars, alla flisningstidpunkter: Medelfukthalt 43.5
Stdavv 7.7
Antal 11st

2. Skotat i april-juli och flisat okt-nov:	Medelfukthalt	32,5 %
	Std.avv	3,41 %
	Antal i klassen	4 st
2. Skotat i april-juli, flisat jan-mars:	Medelvärde	37,4 %
	Stdavv	5,23
	Antal i klassen	10 st
2. Skotat i april-juli, alla flisningstidpunkter	Medelvärde	36%
	Stdavv	5.18
	Antal i klassen	14 st
3. Skotat aug-dec, flisning okt-nov:	Medelfukthalt	39.7 %
	Stdavv	4.7
	Antal i klassen	7st
3. Skotat aug-dec, flisning jan-mars.	Medelfukthalt	45
	Stdavv	6
	Antal i klassen	6st
3. Skotat aug-dec: alla flisningstidpunkter	Medelfukthalt	42 %
	Stdavv	5.8
	Antal	13st
4. Alla skotningsmånader, flisning okt-nov	Medelfukthalt	37%
	Stdavv	5.3
	Antal i klassen	12
4. Alla skotningsmånader: flisning jan-mars	medelfukthalt	41.8%
	Stdavv	7
	Antal i klassen	26st

Bilaga 5. Regressionsanalys

Regression Analysis: Fukthalt versus Skotn. Apr-Juli; FLISNING JAN-MAR

The regression equation is

Fukthalt = 39.5 - 6.56 Skotn. Apr-Juli + 4.89 FLISNING JAN-MAR

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	39.514	2.003	19.73	0.000
Skotn. Apr-Juli	-6.557	2.041	-3.21	0.003
FLISNING JAN-MAR	4.886	2.177	2.24	0.032

S = 5.78281 R-Sq = 33.6% R-Sq(adj) = 29.3%

Analysis of
Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	525.06	262.53	7.85	0.002
Residual Error	31	1036.67	33.44		
Total	33	1561.72			

Source	DF	Seq SS
Skotn. Apr-Juli	1	356.64
FLISNING JAN-MAR	1	168.42

Unusual Observations

Obs	Skotn. Apr-Juli	Fukthalt	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
1	0.00	32.270	44.400	1.407	-12.130	-2.16R

R denotes an observation with a large standardized residual.

SENASTE UTGIVNA NUMMER

- 2008:4 Författare: Jenny Sallkvist
Relationer mellan Norske Skog och de privata skogsägarna i Jämtland
- 2008:5 Författare: Emma Sandström
Skötsel av tätortsnära skogliga rekreationsområden. Besökarens upplevelser i norra och södra Sverige
- 2008:6 Författare: Tobias Norrbom
Askgödsling och dess lämplighet i torvmarksskogar tillhörande Sveaskog Förvaltnings AB – en litteraturstudie
- 2008:7 Författare: Camilla Göthesson
Privata skogsägares inställning till frivilliga naturvårdsavsättningar samt kvalitets- och tillväxthöjande skogsskötselåtgärder
- 2008:8 Författare: Sakura Netterling
Tropical rain forest recovery after cyclone and human activity on Savai'i, Samoa – A field study of tree species composition and distribution
- 2008:9 Författare: Håkan Nilsson
Resultat från tre klonförsök med Fågelbär, *Prunus avium* L, i södra Sverige
- 2008:10 Författare: Anna Nylander
Trädslagsinverkan på markvegetationens utveckling i odlingsförsök med tall och contorta
- 2008:11 Författare: Cecilia Persson
Tillväxt och potentiell sågtimmerkvalitet i gallringsmogna jämförelseplanteringar med *Pinus contorta* och *P. sylvestris*
- 2008:12 Författare: Anna Sjöström
Fuktkvotens inverkan på oljeupptag och pigmentinträngning i gran (*Picea abies* L. Karst) och tall (*Pinus sylvestris* L.) vid impregnering med Linotechmetoden.
- 2008:13 Författare: Alexander Ross
Ifrågavarande kronopark skall benämnas Skatan – En skogshistorisk analys av Ekoparken Skatan
- 2008:14 Författare: Hampus Roffey
Fågelbär (*Prunus avium* L.) – Överlevnad, höjduutveckling och skador i unga planteringar på småländska högländet
- 2008:15 Författare: Jenny Andersson
Ekologisk landskapsplan för fastigheten Götebo 1:5
- 2008:16 Författare: Ylva Linnman-Vänglund
How is the distribution of the epiphytic lichen *Usnea longissima* affected by forest structure and logging history within stands?
- 2008:17 Författare: Anna Högdahl
Naturvårdande skötsel (NS) – blir resultatet som man tänkt sig? En fältstudie över föryngring, trädslagsfördelning och död ved 14 år efter åtgärd
- 2008:18 Författare: Ann Österström
Flygbildsanalys av trädskiktets status efter brand. En metodstudie
- 2008:19 Författare: Anna Karlsson
Årstidsdynamik för kvicksilver i ett sötvattensediment

Hela förteckningen på utgivna nummer hittar du på www.seksko.slu.se