

Lagringsplatsens betydelse vid lagring av grot i täckta vältor



Sollefteå april 2010
Magnus Nordenmark, Efokus AB

Förord

Denna studie har varit en del i Efokus AB´s projekt Grot II, ett utvecklingsprojekt för teknik och metoder inom grotverksamheten i Mellannorrland. Projektet har finansierats av EU Strukturfonderna Mål 2, länsstyrelserna i Jämtland och Västernorrland, samt skogs- och energinäringen i regionen.

Studien har genomförts i samarbete med Norrskog och Såtab, där framför allt Anders Lindberg, Peter Erlandsson och Hans Westberg varit delaktiga. Skotning och flisning har utförts av Kougsta Skogsentreprenad AB, Sjäddins Skog & Flis AB och Härnö Skog AB. Mina medarbetare Tomas Widenfalk, Bertil Carlsson och Maria Wennberg, samt projektets styrgruppsordförande professor Iwan Wästerlund, SLU, Umeå, har också på olika sätt bidragit i arbetet.

Tack till er alla!

Sollefteå april 2010

Magnus Nordenmark

Sammanfattning

Målet med denna studie har varit att klarlägga hur stor betydelse lagringsplatsen har, för fukthalten i grot som lagrats i välta, samt att beräkna hur mycket körsträckorna för skotare och flisare kan förlängas för att utnyttja en bättre lagringsplats. Försök har genomförts på två områden i mellannorrland, en vid kusten och en i inlandet, där grot har lagts upp på platser som bedömts som bra, acceptabla och olämpliga. De topografiska, geologiska och vädermässiga förutsättningarna på varje plats har dokumenterats. Groten lades upp sommaren 2009, och flisning med fukthaltsprovtagning gjordes vid två tillfällen under hösten-vintern.

Resultaten visar på vädermässiga skillnader mellan kustområdet och inlandsområdet, men oftast obetydliga skillnader mellan de olika platserna i samma område. Området i inlandet gav tydliga skillnader i fukthalt mellan de olika platserna, medan försöket vid kusten inte visade på några skillnader. Anledningen bedöms vara att de geologiska förutsättningarna har stor betydelse för torkningen, samt att förutsättningarna vid kustområdet generellt var mycket bra.

Studien tyder på att fukthalten kan bli i storleksordningen 5 procentenheter lägre efter några månaders lagring, om en bra lagringsplats väljs istället för en acceptabel. Detta ger ett högre effektivt energiinnehåll och ökad effektivitet i de följande hanteringsstegen. Dessa förbättringar motiverar att riset skotas upp till 250 m extra, eller att risvältan läggs upp till 130 m från väg. Det senare förutsätter dock att körsträckan inte innebär svårigheter för ett fullastat flisningsekipage.

Ett annat resultat i studien är att de olika klimatförutsättningarna för olika delar av mellannorrland bör tas i beaktande vid verksamhetsplaneringen.

Nyckelord: grot, grotvälta, välta, lagringsplats, fukthalt.

Abstract

The aim with this study has been to clarify the importance of the choice of place for storage of loose forest residues in piles, concerning the drying of the material. The aim was also to calculate how long the distances for forwarder and chipper can be extended to choose a better storage place. The experiment has been performed in two areas in the counties of Västernorrland and Jämtland in Sweden. One area was located by the coast and the other in the inland. By each area forest residues has been stored at three different places, which have been estimated as good, middle good and poor from the prevailing viewpoint of drying conditions. The topographical, geological and weather related conditions for each place have been registered. The residues were laid up in piles during the summer 2009. Chipping and moisture content analysis has been made at two occasions during the following autumn and winter.

The result shows that the weather was different between the two areas, but there were insignificant differences between the places within the same area. At the inland area, there were significant differences in moisture content between the storage places, but at the coast area, there were no significant differences between the places. The reason is expected to be that the geological conditions are important for the drying, and the all the places by the coast showed to have rather good drying conditions.

The study indicates that the moisture content may be in the order of 5 percent units lower if a good storage place is used instead of a middle good. This gives higher efficient energy content and benefits in the following handling steps, comparable to the cost of 250 m extended forwarding distance or 130 m extended transport distance for the chipper. The latter do assume that the way is adapted to a full loaded chipping vehicle.

Another result of the study is that the different climate conditions in different parts of the area may be taken in account while planning of the forest residue management.

Key words: forest residues, forest residue piles, storage place, moisture content.

Inledning	5
Bakgrund	5
Mål	5
Genomförande	6
Litteraturstudie	6
Försöket	7
Lagringsplatserna	7
Data från avverkningarna	9
Resultat	10
Uppmätta väderdata	10
Fukthaltsförändringar	12
Slutsatser och diskussion	14
Vilka egenskaper gör att en lagringsplats är bra?	15
Hur långt är det lönsamt att köra för skotare och flisare, för att välja en bättre lagringsplats?	15
Rekommendationer	17
Referenser	18
Bilaga 1. Beräkningar	19

Inledning

Bakgrund

I de flesta grothanteringssystem ingår "lagring av grot i välta" som ett led i kedjan från skog till slutanvändare. Denna lagringstid kan vara av varierande längd, och under olika perioder på året.

Generellt är det önskvärt att bränslet håller så låg fukthalt som möjligt. Detta ger ett större energiutbyte, och dessutom en effektivare hantering. Därför bör tiden i välta utnyttjas till torkning.

Det finns en omfattande dokumentation kring lagring av grot i välta¹²³⁴, och många faktorer har betydelse för hur mycket riset torkar i vältan. Vädret är en viktig faktor som inte kan påverkas i det enskilda fallet. Däremot kan strategin i hanteringen anpassas till det förväntade vädret, som i viss mån kan förutsägas utifrån tidigare statistik. Riset kan skyddas mot nederbörd genom täckning med t.ex. papp. Vältans placering är en annan faktor som rimligen påverkar hur mycket riset hinner torka. Bör t ex. vältan orienteras så att den ligger vinkelrät mot förhärskande vindriktning? Hur mycket bättre torkning ger en solig, öppen och högt belägen lagringsplats jämfört med skugga, lä och lågläge? Hur stor betydelse har markens förmåga att dränera bort ytvatten? Hur stor inverkan på torkningseffekten dessa olika faktorer har kan utredas ytterligare.

Att välja en bättre lagringsplats kan dock innebära längre körsträckor för både skotare och flisare.

Mål

Målet med studien var att undersöka om skillnader i fukthalt uppstår vid olika val av lagringsplatser för grot i täckta vältor, samt att avgöra vad dessa skillnader beror på. Med utgångspunkt från resultaten har maximal förlängning av körsträckor för skotare och flisare för att utnyttja en bättre lagringsplats beräknats.

Resultatet kan användas som underlag för beslut om hur lagringsplatser för grot i vältor ska väljas.

¹ Nylinder &Thörnqvist, 1980

² Jirjis et al. 1989

³ Lehtikangas & Jirjis, 1995

⁴ Erlandsson 2008)

Genomförande

Litteraturstudie

Det finns ett flertal tidigare studier kring lagring av grot. I rapporten "Lagring av grenar och toppar i olika fraktioner"⁵ konstateras att finfraktionerna i en vält, vilka till största delen utgörs av barr, är känsligast för fukthaltsvariationer. Efter återfuktning kan de vintertid hålla upp till 30% högre fukthalt än motsvarande stamvedskomponent.

I rapporten "Lagring i täckta vältor – Avverkningsrester från barrträd"⁶ konstateras att lagring i täckta vältor ger goda möjligheter att bevara sommarens låga fukthalter till vintern. Vältlagring är också ur mikrosvampsynpunkt en bra lagringsmetod. Vidare påpekas att det lokala klimatet har stor betydelse för hanteringen. Vid nederbördsrika platser måste den varma delen av sommaren utnyttjas effektivt, medan det finns ett mycket större spelrum i områden med torra och varma somrar.

I rapporten "Hyggesrester i täckta vältor - Nederbörds mängdens inverkan på bränslekvaliteten"⁷ konstateras ett samband mellan nederbörds mängd och fukthaltsförändringen i vältan under lagringstiden. Sambandet gäller både under sommaren när riset i vältan torkar, och under hösten när det återfuktas. Speciellt i nederbördsrika områden är det dock viktigt att vältan täcks ordentligt så att regnvatten och smältande snö rinner av. I studien har inget samband mellan torkning och vältans placering på hygget kunnat konstateras, men det har heller inte varit studiens syfte att undersöka detta.

I examensarbetet "Fukthalt i grot - påverkande faktorer"⁸ jämförs inmätta fukthalter från 38 grotvältor, med ett flertal lagringsfaktorer. Faktorerna är:

- Vältans placering, rinner vattnet till eller från vältan
- Vältans placering i förhållande till vinden
- Vältans placering i förhållande till solen
- Skotningsmånad (vältläggningsmånad)
- Tid i vält, dvs. tiden mellan skotningsmånad och flisningsmånad
- Flisningsmånad (inmättningsmånad)
- Nederbörd vid skotningsmånad

Följande samband lyfte Erlandsson fram:

- Skotningsmånad, där sommarskotad grot ger lägre slutlig fukthalt efter flisningen, än grot som var skotad övriga tider på året.
- Flisningsmånad, där flisning under februari gav högst fukthalt. Skillnaderna var dock relativt små.
- Kombination av skotningsmånad och flisningsmånad, där riset var torrast om det legat i vält under sommaren samt flisats tidigt på hösten.

Några samband med vältans placering kunde inte påvisas i Erlandssons studie, och inte heller med nederbörden vid skotningsmånaden.

⁵ Nylinder & Thörnqvist, 1980

⁶ Jirjis et al. 1989

⁷ Lehtikangas & Jirjis, 1995

⁸ Erlandsson 2008

Försöket

Försöket genomfördes vid en avverkning i Brynje utanför Östersund och en i Häggdånger utanför Härnösand. Båda objekt hade avverkat året innan. På respektive område valdes tre lagringsplatser ut, en med bra förutsättningar för torkning, en med acceptabla förutsättningar och en olämplig. Totalt användes således sex lagringsplatser. De yttre förutsättningarna på de olika lagringsplatserna dokumenterades.

Riset skotades ihop till vältor under sommaren 2009. I Brynje skedde skotningen 20090612 och i Häggdånger 20090707. Planen var att lägga två vältor om 4 skotarlass, ca 36 ton, på varje lagringsplats. Vid försöket i Brynje räckte riset dock bara till en vältor på acceptabla platsen och en på den bra. Vältorna täcktes med täckpapp av typen "Walki Wrap". I samband med uppläggningsen togs fukthaltsprover på riset. Provmaterial togs ut med motorsåg från ett flertal ställen från respektive vältor, och sammanställdes till ett samlingsprov per vältor. Representativitet avseende trädslag och materialets grovlek eftersträvades i provtagningen.

Vid varje lagringsplats placerades en väderstation⁹ ut. Varje timme under försöksperioden loggades följande parametrar:

- Temperatur
- Luftfuktighet
- Vindstyrka
- Vindriktning
- Nederbörd

Under hösten 2009 (20091022 i Brynje och 20090901 i Häggdånger) flisades en vältor från varje plats, utom från den bra platsen och den acceptabla platsen i Brynje där halva vältorna flisades. Två eller tre fukthaltsprover togs från flisen från respektive vältor. Representativitet avseende styckestorlek och ursprunglig plats i vältan eftersträvades i provtagningen.

Under vintern 09/10 (20100126 i Brynje och 20091125 i Häggdånger) flisades den andra vältan från varje plats, utom från den bra platsen och den acceptabla platsen i Brynje där de återstående halva vältorna flisades. Två till fyra fukthaltsprover togs från flisen från respektive vältor. Representativitet avseende styckestorlek och ursprunglig plats i vältan eftersträvades i provtagningen.

Flisningen har i samtliga fall gjorts med hugg av typen Bruks 805.2 STC, monterad på skotare.

Lagringsplatserna

Försöksområdet i Brynje låg på en mindre förnygringsavverkning. Området ligger ca 325 möh, och lutar generellt svagt mot öster. Den olämpliga platsen låg på områdets nordöstra nedre del, mellan en skogskant och ett mindre myrdrag. Synligt ytvatten fanns under hela barmarkssäsongen. Marken var plan och bevuxen med bredbladigt gräs. Jordarten bedömdes som mjällig, eventuellt lerig, morän. På denna plats lades två vältor i riktning SO-NV.

Den acceptabla platsen låg på plan mark på hyggets västra del. Platsen låg öppet från alla håll, och utan synligt ytvatten. Marken liknade den olämpliga platsen, med mjällig morän. Vegetationen var av dominerad av bredbladigt gräs. På denna plats lades en vältor i riktning SO-NV.

⁹ Väderstation av typen Clas Ohlsson art nr 36-3242.

Den bra platsen låg på en ås på hyggets södra del. Skogskanter fanns på ca 100 m avstånd i sydöst och sydväst. Platsen var torr under barmarkssäsongen. Marken bestod av osvallad sandig-grusig morän, dvs. en grövre jordart än de på andra platserna. Vegetationen var dominerad av smalbladigt gräs. På denna plats lades en vältor i riktning Ö-V.

Försöksområdet i Häggdånger låg på en relativt stor föryngringsavverkning. Området ligger ca 100 möh, och sluttar relativt brant i riktning sydost. Sluttningen ligger öppet mot Bottenhavet, och avståndet till kusten är ca 3 km. Den olämpliga platsen låg intill en skogbevuxen myrkant, på hyggets sydöstra och lägsta del. Marken bestod av svallgrus med inslag av rundade stenar som täcks av ett ca 20 cm vattenhållande torvlager. Stående ytvatten var synligt under hela barmarkssäsongen, även vid uppläggningstillfället då det var torra.

Den acceptabla platsen låg på en avsats ungefär mitt i sluttningen. Platsens karaktär är berg i dagen eller ett tunt täcke av humus. Mellan de uppstickande bergklackarna finns områden med fuktigare partier med ett tjockare täcke av humus. Jordarten är grusig med relativt mycket finmaterial. Påverkan av ytvatten bedöms som liten

Den bra platsen låg nästan högst uppe på hygget, men alldeles nedanför en väg. Markförhållandena är i stort sett lika som på mellanplatsen, men exponeringen för vind bedöms som större och påverkan av ytvatten bedöms som obefintlig.

På samtliga platser i detta område lades två vältor, totalt 6 vältor. Alla vältor låg i riktning SO-NV.

Det finns generella klimatskillnader mellan de båda områdena, och statistik över detta finns tillgängligt via SMHI¹⁰. Kustområdet har normalt sett en högre årsmedeltemperatur och större antal soltimmar. Medelvinden skiljer inte markant. Den genomsnittliga årsnederbörds-mängden är något högre i kustområdet, men mer intressant är nederbördens fördelning över året. Här har kusten en lägre nederbörd under perioden maj-augusti, och högre under resten av året. Kusten borde därför ha bättre torkningsförhållanden än inlandet sommartid. När det gäller återfuktning under hösten och vintern, talar klimatförhållandena för att den borde vara mer omfattande i kustområdet.

¹⁰ <http://www.smhi.se/klimatdata>

Data från avverkningarna

Området i Brynje avverkades under juli 2008, och riset hade således legat på hygget i 11 månader innan skotning. Trädslagssammansättningen i inmätt rundvirke var 58 % gran, 39 % tall och 3 % löv. Totalt mättes ca 280 m³fub/ha rundvirke in, och den inmätta mängden grot var 19 råton/ha, med medelfukthalten 33 %.

Området i Häggdånger avverkades i augusti-september 2008. Trädslagssammansättningen i inmätt rundvirke var 70 % gran, 18 % tall och 12 % löv. Totalt mättes 228 m³fub/ha rundvirke in, och den inmätta mängden grot var 18 råton/ha, med medelfukthalten 25 %.

De skogliga förutsättningarna på de båda områdena kan betraktas som tillräckligt likartade för att jämförelser mellan dem ska vara relevanta.

Resultat

Uppmätta väderdata

De loggade värdena från väderstationerna har samlats in och bearbetats statistiskt. För faktorerna nederbörd, temperatur och luftfuktighet har det inte uppmätts någon signifikant skillnad mellan de olika lagringsplatserna i respektive område, vare sig för medelvärden eller standardavvikelser. Däremot är det stor skillnad mellan områdena. Uppdelningen i perioder har gjorts med hänsyn till att få så stort jämförelsematerial som möjligt. Statistiken från perioden 11/6-13/8 i Brynje finns ej att tillgå i digital form, varför ytterligare studier på detta material inte gjorts. Mätutrustningen har endast registrerat nederbörd i form av regn. Ingen snö hade fallit i Häggdånger under försöksperioden, medan det låg ca 0,5 m lös snö vid sista flisningstillfället i Brynje. Mätvärden från den bra platsen i Brynje saknas för tiden 25/11-26/1.

Tabell 1. *Nederbörd i form av regn (mm)*

Period	Häggdånger	Brynje
11/6-13/8	-	193
7/7-13/8	126	-
14/8-30/9	89	170
1/10-24/11	170	80
25/11-26/1	-	13
Totalt	385	456

Den totala nederbörden har visserligen varit högre i Brynje under denna period. Som helhet stämmer de uppmätta värdena med bilden att kusten har lägre nederbörd sommartid jämfört med inlandet, och högre under höst och tidig vinter.

Tabell 2. *Medeltemperatur (°C)*

Period	Häggdånger	Brynje
11/6-13/8	-	15
7/7-13/8	16,6	-
14/8-30/9	13,5	11
1/10-24/11	3,4	0,7
25/11-26/1	-	-10

Även här stämmer mönstret med vad som kan förväntas enligt SMHI:s klimatdata, dvs. att medeltemperaturen generellt sett varit högre i kustområdet.

Tabell 3. *Medelvärde relativ luftfuktighet (%)*

Period	Häggdånger	Brynje
11/6-13/8	-	73
7/7-13/8	81	-
14/8-30/9	81	81
1/10-24/11	89	91
25/11-26/1	-	88

Inga större skillnader i luftfuktigheten kunde noteras.

Vindförhållanden skiljer sig även åt mellan de olika platserna i samma område. De redovisas därför för alla platser.

Tabell 4. Vindförhållanden

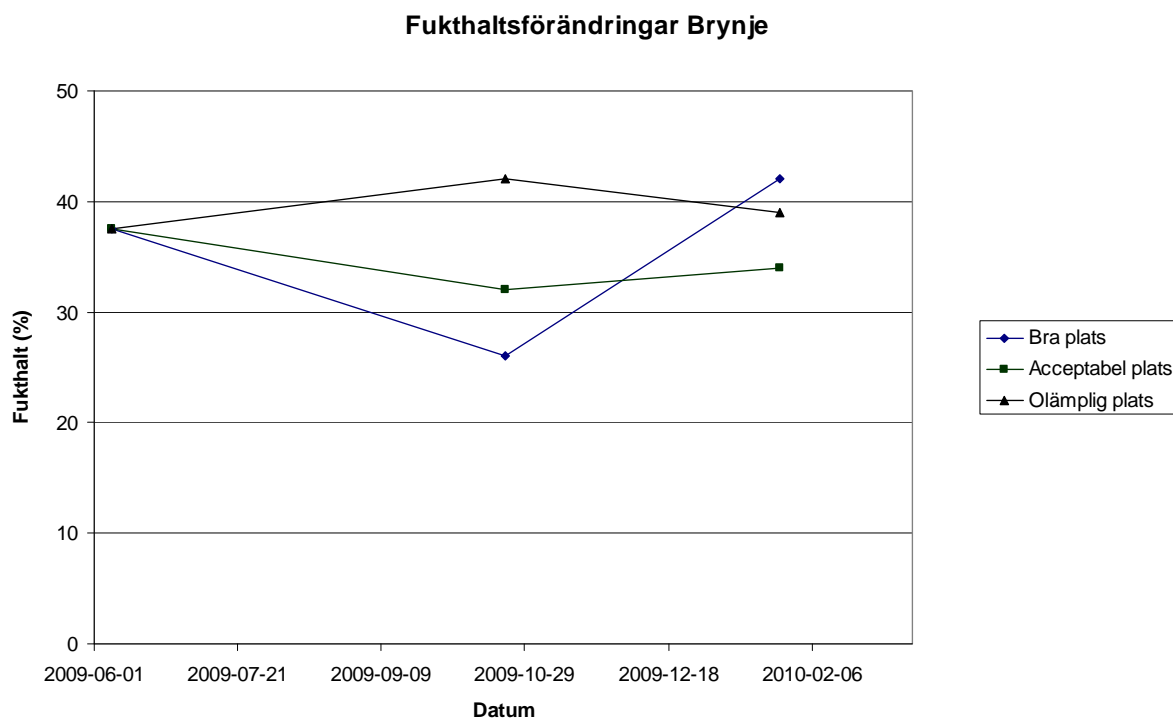
	Period	Häggdånger			Brynje		
		Bra plats	Acceptabel plats	Olämplig plats	Bra plats	Acceptabel plats	Olämplig plats
Förhärskande vindriktning		N	N	Saknas	S	S	S
Medelvind (m/s)	11/6-13/8				0,90	1,25	0,75
	7/7-13/8	1,5	1,3	1,1			
	14/8-30/9	1,4	1,3	1,3	1,1	1,4	1,2
	1/10-24/11	1,5	1,5	1,7	Saknas	0,7	0,8
	25/11 -				Saknas	0,5	0,3

I Häggdånger är de uppmätta vindförhållandena i stort sett som förväntats. Generellt sett sammanfaller medelvindstyrkan med vältornas placering i terrängen. Enligt SMHI¹¹ är den förhärskande vindriktningen i området nordvästlig, men med tanke på topografin är en dominans av nordliga vindar inte oväntad. Att vindstyrkorna i Häggdånger är större än i Brynje är också vad som kan förväntas enligt topografin. I Brynje har det inte varit samma entydiga skillnad mellan de tre lagringsplasterna. Detta beror sannolikt på att den dominerande vindriktningen under försöket varit sydlig, vilket medförde att den bra lagringsplatsen som låg högst hamnade i lä. Att den dominerande vindriktningen i detta område är sydlig är ovanligt förekommande enligt klimatstatistiken.

¹¹ METEOROLOGI Nr 138/2009 "Sveriges vindklimat 1901-2008", SMHI

Fukthaltsförändringar

Vid försöket i Brynje var materialets fukthalt i genomsnitt 37,5 % när det lades upp i vältor i början av juni 2009. Någon skillnad mellan de olika vältorna kunde inte noteras vid uppläggnen. Förändringarna under lagringstiden, med provtagningsstidpunkterna 091022 och 100126 visas i figur 1.



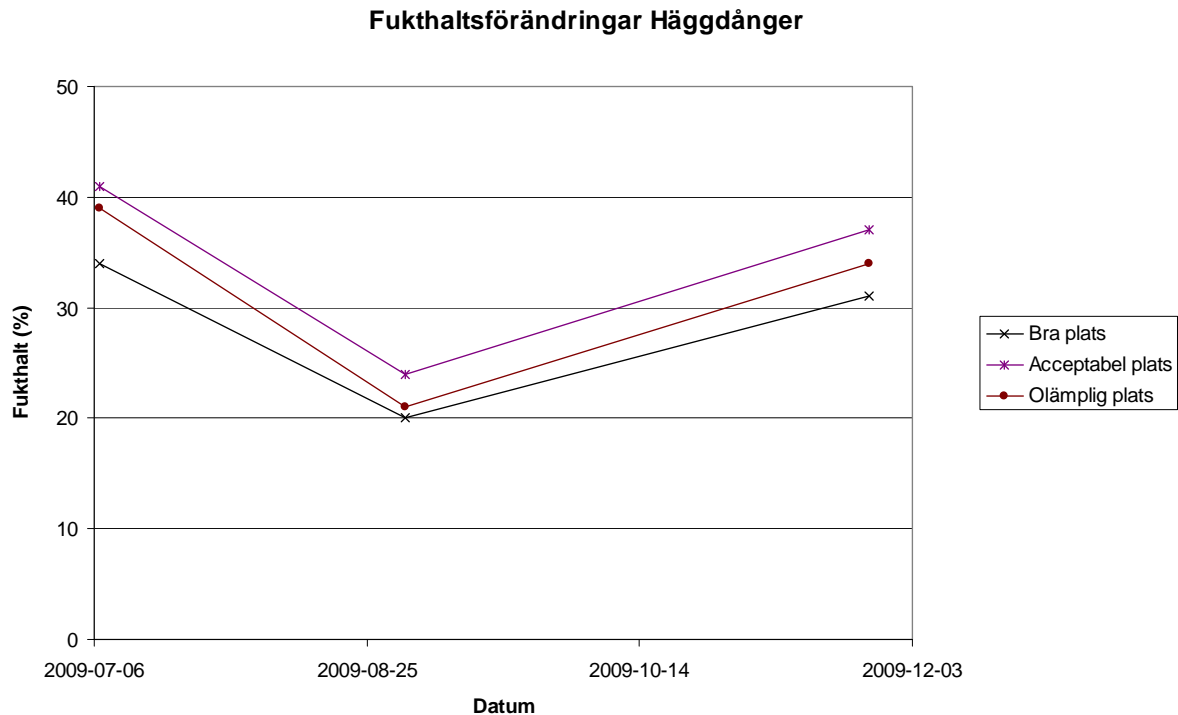
Figur 1. Fukthaltsförändringar vid försöket i Brynje

Som framgår av diagrammet hade materialet vid den första provtagningen torkat ned till 26 % fukthalt på den bra platsen och till 32 % på den acceptabla platsen, medan fukthalten ökat till 42 % på den olämpliga platsen. Vid andra provtagningen var fukthalterna 42 % för den bra platsen, 34 % för den acceptabla platsen och 39 % för den olämpliga platsen.

När leveranserna från detta objekt sedan mättes in hos mottagaren uppmättes fukthalterna till 32 % vid första provtagningsstidpunkten och till 33 % vid den andra. Vid inmätningen var materialet från de olika lagringsplatserna inte separerat.

En jämförelse mellan de egna mätningarna och de inmätta fukthalterna, tyder på att den första mätningen på den olämpliga platsen och den andra mätningen på den bra platsen är felaktiga. Bortsett från dessa två mätvärden finns en tendens att den bra läggplatsen givit torrast material och den olämpliga platsen har givit högst fukthalter. Skillnaden kan uppskattas till ca 5 procentenheter mellan den olämpliga och den acceptabla platsen, och ytterligare ca 5 procentenheter mellan den acceptabla platsen och den bra platsen.

Vid försöket i Häggdånger skedde uppläggnen i vältor i början av juli. Här varierade fukthalterna mellan platserna redan vid uppläggnen, 34 % i vältorna på den bra platsen, 41 % på den acceptabla platsen och 39 % på den olämpliga platsen. Förändringarna under lagringstiden, med provtagningstidpunkterna 090901 och 091125 visas i figur 2.



Figur 2. Fukthaltsförändringar vid försöket i Häggdånger

Av diagrammet framgår att i detta försök har materialet i samtliga vältor uppträtt likartat, oavsett lagringsplats. De skillnader i fukthalt som fanns vid uppläggnen har i stort sett bibehållits. I diagrammet framgår tydligt hur materialet torkat ned mot 20 % fukthalt under sensommaren, och återfuktats under hösten. De uppmätta fukthalterna stämmer väl med resultatet vid inmätningen av leveranserna från detta objekt hos mottagaren, där medelfukthalten var 24 % vid första mättillfället och 35 % vid andra tillfället. Vid inmätningen var materialet från de olika lagringsplatserna inte separerat. Vid första inmätningen ingick även allt övrigt material från samma objekt.

Slutsatser och diskussion

Den studie som gjorts har haft en begränsad omfattning, och de slutsatser som dragits är relativt grova. Med en mer omfattande studie skulle det vara möjligt att nå mer precisa resultat, men det finns också många svårigheter med studier av detta slag. T ex. varierar vädret från år till år, och det finns inga lagringsplatser som har exakt samma förutsättningar. En annan aspekt är vilka väderfaktorer som egentligen är av betydelse. I denna studie har faktorerna studerats en och en, och endast medelvärden och standardavvikelser. Det kan även vara kombinationer av faktorerna som har störst betydelse, såsom hur lång tid det varit hög temperatur OCH stark vind vinkelrät mot vältan, hur länge det varit hög luftfuktighet eller nederbörd OCH stark vind vinkelrät mot vältan etc. Att peka ut sådana faktorer skulle kräva ett omfattande arbete.

Den första frågan som bör ställas är varför det är skillnad på lagringsplatserna i Brynje men inte i Häggdånger. De uppmätta väderbetingelserna ger ingen förklaring till skillnaderna. Den förklaring som då återstår är att det är markens egenskaper orsakat skillnaden. I Häggdånger var det, bortsett från det tunna humusskiktet på den olämpliga platsen, små skillnader i markförhållandena. I Brynje däremot, var det betydligt större skillnader mellan platserna ur marksynpunkt. Denna studie tyder därmed på att markförhållandena är viktiga för risets torkning i vältan.

I Häggdånger var dessutom de generella väderförhållandena bättre än i Brynje, vilket kan ha gjort det mindre viktigt att välja en bra lagringsplats. Fukthalterna från Häggdånger kan utan tvekan anses som tillfredsställande oavsett lagringsplats. Detta trots att både sensommaren och hösten hade varit ovanligt nederbördsrika.

De beräknade resultaten grundar sig på det stora antal antaganden om kostnader, priser och andra maskinegenskaper som gjorts. Andra värden på maskinernas prestation och kostnader ger naturligtvis förändrade resultat. Beräkningsgången redovisas i bilaga 1, och det går att göra om beräkningarna utifrån egna förutsättningar.

I praktiken blir det sällan så att materialmängderna motsvarar exakta antal lass för flisare och lastbilar. Det kan då diskuteras om de effektiviseringar som beräknats ovan verkligen uppstår, t ex. att vare sig det är 4,8 lass för flisaren eller 4,2 så blir det ju ändå fem vändor. Samma resonemang gäller för lastbilstransporten. I vissa fall kommer dock effektiviseringen att leda till att hela vändor sparas in, dvs. att det blir t ex. 3,8 lass istället för 4,2. Dessa gånger blir besparingen oproportionerligt stor. Slutsatsen blir att på ett enskilt objekt är det inte säkert att vinsterna märks, men när resultatet över en hel verksamhet summeras kommer effektiviseringen att bli som beräknats.

Vilka egenskaper gör att en lagringsplats är bra?

Lagringsplatsen ska i första hand ligga lätt åtkomligt för flisaren, dvs. branta lutningar och mark med dålig bärighet längs flisarens körväg ska undvikas. Störst betydelse för grotens torkning verkar markförhållandena ha, där torr och grovkornig mark som inte håller vatten är att föredra. Ett exempel på lämplig mark är svallad morän, som är vanligt förekommande under högsta kustlinjen, men även kan finnas ovanför. Andra typer av morän kan också vara grov, t ex. om den härstammar från så kallat ruttet berg. Markförhållandena kan avgöras genom att gräva och att titta på vegetationen.

Lingonris, lavar och smalbladiga gräs är indikatorer på lämplig mark, medan blåbär, bredbladiga gräs och mossor tyder på mindre bra mark. Platsen bör naturligtvis också i möjligaste mån vara belägen högt i terrängen, vindutsatt och soligt. Ytterligare en aspekt är att platsen gärna får ligga nedanför ett dike, som därmed skurit av tillförseln av ytvatten.

Hur långt är det lönsamt att köra för skotare och flisare, för att välja en bättre lagringsplats?

Om de extremt gynnsamma torkningsförhållandena i det yttersta kustområdet undantas, tyder studien på att ett bra val av läggplats ger lägre fukthalt än en genomsnittlig. Skillnaden uppskattas till i storleksordningen 5 procentenheter bättre torkning under sommaren, och att denna skillnad bibehålls under höstens återfuktning.

Värdet på en minskning av fukthalten med 5 procentenheter varierar beroende på hur stor fukthalten är, dvs en minskning från 25% till 20% ger ett annat värde än en minskning från 50% till 45%. I nedanstående exempel antas att minskningen sker från 35 % till 30 %. Denna minskning innebär att det effektiva energiinnehållet ökar med ca 1,5 %, och att vikten minskar med 7,5 %. Bränslevärdet har satts till 180 SEK/MWh. Vidare har följande antaganden för maskinerna gjorts:

- Skotare: 9 tons lass, 40 % fukthalt, 50 meter/minut, 1000 SEK/h.
- Flisare: 6 tons lastvikt oavsett fukthalt, 50 meter/minut, 1500 SEK/h, 20 minuter att fylla flisbaljan oavsett fukthalt.

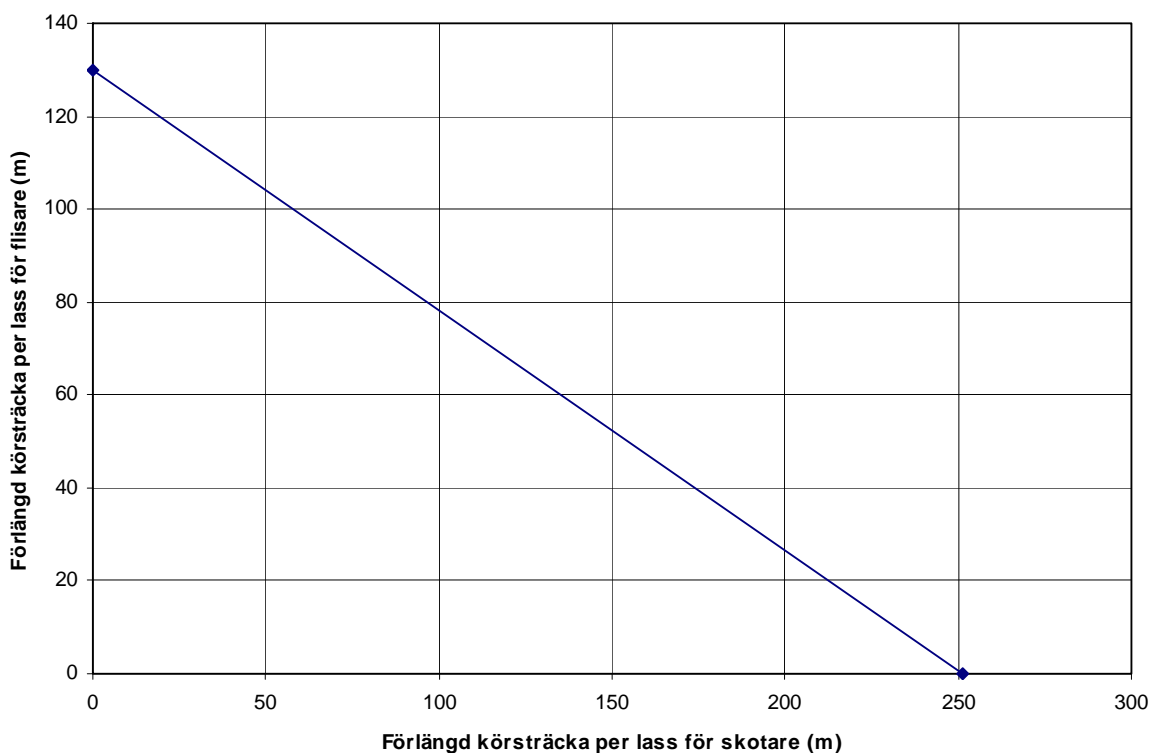
Vägtransportavståndet har valts till 60 km enkel väg. Lastvikten har satts till 33 ton oavsett om fukthalten är 35 eller 30 %, eftersom det är vikten som begränsar lassets storlek. Kostnaden för detta har beräknats till 1560 SEK¹²

En lägre fukthalt leder dels till att kostnaderna för flisning och vägtransport sjunker, eftersom det innebär hantering av mindre vatten. Dessutom ger det ökade effektiva energiinnehållet ett tillkommande värde. Beräkningsgången redovisas i bilaga 1.

Beräkningen har gjorts i enheten SEK/MWh. Ökningen av det effektiva energiinnehållet med 1,5 % har räknats om till ett tillkommande värde på 2,7 SEK/MWh, för att kunna summeras med kostnadsänkningarna. Beräkningen visar att flisningskostnaden sjunker med 2,2 SEK/MWh, och vägtransportkostnaden sjunker med 1,2 SEK/MWh. Totalt blir förbättringen 6,1 SEK/MWh.

¹² Näslund 2006

Maximal förlängning av körsträckor



Figur 3. Maximal förlängning av körsträckor

Figur 3 visar de maximala avstånden det är värt att flytta läggplatsen för att utnyttja ett bättre läge, om detta ger 5 procentenheter lägre fukthalt. Denna skillnad uppnås om en bra lagringsplats utnyttjas, istället för en acceptabel. Linjen i diagrammet visar avståndskombinationer där vinsten med torrare material är lika stor som kostnadsökningen av de förlängda körsträckorna. Avståndskombinationer under linjen i diagrammet ger kostnadsökningar som är mindre än 6,1 SEK/MWh, dvs. det är ekonomiskt fördelaktigt att välja en bra lagringsplats inom dessa avstånd. Avståndskombinationer ovanför linjen ger kostnadsökningar som är större än förbättringarna. Diagrammet ska läsas så att om skotaren kör 250 m extra enkel väg så finns det inget utrymme för förlängd körsträcka kvar för flisaren, dvs. vältan måste läggas vid väg. Om vältan läggs 130 m från väg, finns det inget utrymme för förlängd körsträcka för skotaren. Linjen visar kombinationsmöjligheterna däremellan, t ex. om en bra läggplats finns 50 m på sidan om väg, så är det lönsamt att förlänga skotningsavståndet upp till ca 150 m för att utnyttja denna.

Att välja en bra lagringsplats behöver naturligtvis inte betyda att skotningsavståndet blir längre. Att lägga vältan en bit från vägen kan innebära att skotningsavståndet blir oförändrat, eller till och med kortare. Beräkningar på det senare har inte gjorts, eftersom det är svårt att generalisera förutsättningarna. Teoretiskt bör kurvan fortsätta på samma sätt men med negativa värden på förlängd körsträcka.

Rekommendationer

Med utgångspunkt i litteraturstudien och försöksresultaten görs följande rekommendationer:

- Välj lagringsplatser som ger en så problemfri körsträcka som möjligt för flisningsekipaget. Lagringsplatserna bör även vara torra, där jordarten är sådan att marken inte håller vatten. Svallad morän, annan grov morän eller berg i dagen är lämpliga underlag. Lingon, lavar och smalbladigt gräs tyder också på att platsen är lämplig. Sträva även efter exponering för sol och vind, och att ytvattentillförseln är avskuren.
- Det lönar sig att förlänga körsträckorna för att utnyttja en bättre lagringsplats. Ta den tid som behövs för att rekognosera lagringsplatser. Acceptera förlängningar av körsträckorna enligt figur 3, om det innebär en förbättring av lagringsplatsen som förväntas ge 5 procentenheter lägre fukthalt. Skillnaden visar sig ganska snabbt, så resonemanget gäller om lagringstiden i vältan ska vara några månader eller längre. Figur 3 ska inte tolkas exakt, utan ses som en ungefärlig riktlinje.
- Täck vältorna, och anpassa deras bredd så att täckningen räcker till.¹³
- I möjligaste mån, lägg grovt material och gärna ris av lövträ i botten på vältan så att kontakten med marken begränsas.¹⁴
- Ta hänsyn till klimatförhållandena vid planering av verksamheten. I de mellannorrländska förhållandena talar dessa för att groten i inlandet ska skotas tidigt, eftersom sommarnederbörden är större i inlandet. Nära kusten är det inte lika bråttom att skota riset till vältor. När återfuktningen börjar på hösten talar klimatet för att groten nära kusten ska flisas i tidigt, eftersom den normalt sett kommer att återfuktas mer.

För att uppnå ett ekonomiskt optimalt val av lagringsplatser är det viktigt att den som gör valet har kunskap att avgöra vilka lagringsplatser som är mest lämpade, och kunskap om hur valet påverkar ekonomin i den efterföljande hanteringsstegen. Ersättningsmodellerna bör också vara utformade på ett sådant sätt att ett optimalt val ger positiv återverkan på den egna ekonomin.

¹³ Lehtikangas & Jirjis, 1995

¹⁴ Anon., 2000

Referenser

Rapporter o dyl.

Anon., 2000. *Wood fuels basic information pack*. Bok. Energidalen & Jyväskylä Polytechnic.

Erlandsson John, 2008. *Fukthalt i GROT- Påverkande faktorer*. Examensarbete, SLU Skogsmästarskolan Skinnskatteberg

Jirjis R, Gärdenäs S & Hedman G 1989. *Lagring i täckta vältor – Avverkningsrester från barrträd*. Uppsats nr 0349-8913 ; 167, Inst. För virkeslära, SLU, Uppsala.

Lehtikangas P & Jirjis R, 1995. *Hyggesrester i täckta vältor*. Uppsats nr 0349-8913 ; 173, Inst. För virkeslära, SLU, Uppsala.

Nylinder M & Thörnqvist T. 1980. *Lagring av grenar och toppar i olika fraktioner*. Uppsats nr 0348-4602 ; 11, Inst. För virkeslära, SLU, Uppsala.

Näslund M. 2006. *Vägtransport av lös och buntad grot*. Projektrapport. Energidalen Sollefteå

Wern L & Barring L. 2009. *Sveriges vindklimat 1901-2008*. Meteorologi nr 138/2009, SMHI

Internet

SMHI Klimatstatistik. <http://www.smhi.se/klimatdata>

Bilaga 1. Beräkningar

Indata

Fukthalt vid skotning	40 %
Fukthalt acceptabel plats:	35 %
Fukthalt bra plats:	30 %
Bränslepris:	180 SEK/kWh
Kostnad skotare:	1000 SEK/h
Hastighet skotare:	50 m/min
Lastvikt skotare:	9 ton
Kostnad flisare:	1500 SEK/h
Hastighet flisare:	50 m/min
Lastvikt flisare:	6 ton
Tid att fylla lasset	20 Min
Lastvikt lastbil	33 ton
Lastning och lossn. av bil	21 ¹ SEK/ton
Körning av bil	0,44 ¹ SEK/ton, km
Körsträcka enkel väg	60 km

Formler

$W = 5,34 - 0,06 \times F$ [MWh/ton], där W = effektivt värmevärde och F = fukthalt [%]²
 $W = (5,34 - 0,06 \times F) / ((100 - F) / 100)$ [MWh/ton TS]²

Beräkning

Torrmasa per skotarlass:

$$9 \text{ ton} \times (100 - 40)\% = 5,4 \text{ ton TS}$$

Energimängd per skotarlass när riset torkat till 30%:

$$5,4 \text{ ton TS} \times (5,34 - 0,06 \times 30 / ((100 - 30) / 100)) = 27,3 \text{ MWh}$$

Flisning 6 ton, 35 % fukthalt:

$$\begin{aligned} \text{Energimängd per lass: } & 6 \text{ ton} \times (5,34 - 0,06 \times 35) = 19,4 \text{ MWh} \\ \text{Kostnad per MWh: } & 1500 \text{ SEK} \times 20 \text{ min} / 60 \text{ min/h} / 19,4 \text{ MWh} = 25,7 \text{ SEK/MWh} \end{aligned}$$

¹ Näslund 2006

² Ljungblom 1996

Flisning 6 ton, 30 % fukthalt:

Energimängd per lass: $6 \text{ ton} \times (5,34 - 0,06 \times 30) = 21,2 \text{ MWh}$

Kostnad per MWh: $1500 \text{ SEK} \times 20 \text{ min} / 60 \text{ min/h} / 21,2 \text{ MWh} = 23,5 \text{ SEK/MWh}$

Skillnad i flisningskostnad:

$25,7 - 23,5 = 2,2 \text{ SEK/MWh}$

Vägtransport:

Kostnad för lastbil: $0,44 \text{ SEK/ton, km} \times 33 \text{ ton} \times 60 \text{ km} + 21 \text{ SEK/ton} \times 33$
ton =
= 1560 SEK

Eff. energiinnehåll per lass, 35% fh: $33 \text{ ton} \times (5,34 - 0,06 \times 35) = 106,9 \text{ MWh}$

Transportkostnad per MWh: $1560 \text{ SEK} / 106,9 \text{ MWh} = 14,6 \text{ SEK/MWh}$

Eff. energiinnehåll per lass, 30% fh: $33 \text{ ton} \times (5,34 - 0,06 \times 30) = 116,8 \text{ MWh}$

Transportkostnad per MWh: $1560 \text{ SEK} / 116,8 \text{ MWh} = 13,4 \text{ SEK/MWh}$

Skillnad i vägtransportkostnad: $14,6 - 13,4 = 1,2 \text{ SEK/MWh}$

Värde i ökat energiinnehåll:

$180 \text{ SEK/MWh} \times 1,5 \% = 2,7 \text{ SEK/MWh}$

Total intäktsökning och kostnadsminskning:

$2,2 + 1,2 + 2,7 = 6,1 \text{ SEK/MWh}$

Hur långt kan skotaren köra för 6,1 SEK/MWh?

Kostnad per meter: $1000 \text{ SEK/h} / 50 \text{ m/min} / 60 \text{ min/h} = 0,33 \text{ SEK/m}$

Max. förlängd körstreck: $27,3 \text{ MWh} \times 6,1 \text{ SEK/MWh} / 0,33 \text{ SEK/m} = 505 \text{ m}$

Max. förlängd körstreck enkel väg: $505 \text{ m} / 2 = 202 \text{ m}$

Hur långt kan flisare köra för 6,1 SEK/MWh?

Kostnad per meter: $1500 \text{ SEK/h} / 50 \text{ m/min} / 60 \text{ min/h} = 0,5 \text{ SEK/m}$

Max. förlängd körstreck: $21,2 \text{ MWh} \times 6,1 \text{ SEK/MWh} / 0,5 \text{ SEK/m} = 259 \text{ m}$

Max. förlängd körstreck enkel väg: $259 \text{ m} / 2 = 129 \text{ m}$

Referenser:

Näslund M. 2006. Vägtransport av lös och buntad grot. Projektrapport. Energidalen Sollefteå

Ljungblom L. 1996. Vedpärmen. Novator