SKOGSINDUSTRIELLA PROGRAMMET 762

Barkfraktionens betydelse för emissioner och driftproblem – etapp1

Lennart Säterberg

värmeforsk
VÄRMETEKNISK FORSKNING OCH UTVECKLING

Barkfraktionens betydelse för emissioner och driftproblem

Etapp 1

The influence of bark fraction on emissions and operation

Lennart Säterberg

S1-114

VÄRMEFORSK
101 53 STOCKHOLM · Telefon 08-677 25 80
januari 2002
ISSN 0282-3772

FÖRORD

Jag vill tacka referensgruppen för deras engagemang i projektet:

Robert Jensen	Rottneros Rockhammar AB
Tomas Sjögren	StoraEnso Norrsundet
Juha Tiensuu	Foster Weeler Energia OY

Slutligen vill jag tacka alla kontaktpersoner ute vid bruken, och andra i branschen, som med sina värdefulla synpunkter och kommentarer möjliggjort detta arbete.

Stockholm december 2001

Lennart Säterberg
VÄRMEFORSK

ABSTRACT

The bark fractions have a strong influence on the operation of the bark boiler. The finest and the coarsest fractions causes problems with flue dust, uneven distribution of combustion gases, incomplete combustion and problems in the feeding system. Design and operation of the bark handling equipment can improve the bark fraction.

SAMMANFATTNING

För att minska användningen av olja har skogsindustrin ända sedan man började barka vid fabrik använt bark som bränsle för att producera värme och processånga. Under oljekrisen på 70 - talet tog utvecklingen fart och de flesta skogsindustrier började elda med barken från renseriet. På senare år har intresset för att använda bark och andra biprodukter som bränsle ökat ytterligare, orsaken till detta är nya lagar och regler vilka i praktiken förbjuder deponering av brännbart material.

Barken är inte ett lika homogent bränsle som t.ex. olja och kol. Kvalitén kan skifta en hel del p.g.a. av yttre faktorer som vedsort, årstid, lagringstid mm. Kvalitén påverkas även av barkhanteringen i renseriet.
Bränslets kvalité är viktig vid all förbränning. Det är viktigt att bränslet har en jämn kvalité eftersom man eftersträvar stabila förhållanden vid förbränningen. Det är också viktigt att bränslet passar för pannan.

Denna rapport är ett första steg i ett större arbete för att utreda barkfraktionens betydelse för emissioner och driftproblem. Arbetet har inriktats på att kartlägga barkhantering, barkkvalité och identifiera kopplingar till driftproblem. I det fortsatta arbetet kommer fullskaleförsök med olika fraktioner att utföras i en roster och en fluidbäddspanna.

De driftproblem relaterat till fraktion som identifierats varierar med panntyp. I rosterpannor ger bark med mycket finfraktion problem med höga tryckfall över bränslebädden vilket i sin tur leder till risk för genombränning, stråkbildning och problem med stoft. Grov fraktion ger andra problem som oförbränt i askan och problem med bränsleinmatningen. I fluidbäddpannor ger finfraktion problem i bubblande bäddar då den brinner ovanför bädden vilket kan ge lokalt höga temperaturer, bildning av kväveoxid (NOx) och problem med stoft. Vid grov fraktion kan det vara svår att få en bra omblandning vilket i sin tur leder till ojämn fördelning av primärluft, lokalt höga bäddtemperaturer och stråkbildning.

Driftproblemen visar att det framförallt är de finaste och de grövsta fraktionerna som ställer till med problem. De grövsta fraktionerna kan man krossa medan det är svårt att göra något åt de finaste fraktionerna. För att få en bark med så lite som möjligt av dessa fraktioner är det därför viktigt att inte bearbeta barken mer än nödvändigt. Den metod som används för barkningen har avgörande betydelse men är svår att förändra. Andra åtgärder som kan vidtas är att endast krossa den övergrova fraktionen. Detta kräver en effektiv sållning före kvarn/rivare. Flera av de undersökta bruken har barksåll men de fungerar oftast inte tillräckligt bra. Genom att använda transportband istället för skruvar och blåsmaskiner kan man undvika att barken faller sönder under transport i renseriet och till pannan.

SUMMARY

Ever since the forest industry started to debark the wood at the factory site, bark has been used as a fuel for producing steam and heat for the process. During the oil- crisis in the seventies the interest of using bark as a fuel increased and most of the industries began to invest in bark boilers. The passed few years have seen a further increase in the interest in using bark and other waste products as fuel, due to new rules for deposition of combustible waste.

The homogeneity of bark is not as good as for oil and coal. The quality can vary a lot depending on different factors such as type of wood, season and storage. The quality also depends on how the bark is handled in the plant.

The quality of the fuel is important in all types of combustion. It is important with a uniform quality of the fuel to attain stable conditions for the combustion. It is also important that the fuel is well suited for the boiler where it is used.

This report is the first step in a bigger study to determine the influence of the bark fraction on emissions and the operation of the boiler. The work has been focused on how the bark is handled in the plant, different qualities of bark and on identifying connections to problems in the operation of the boiler. Future work will include full-scale tests of different fuel fractions in both a grate boiler and a fluidised-bed boiler.

The identified operational problems connected to the bark fraction vary depending on the type of boiler.

In grate boilers, bark with a great amount of fine fraction will give rise to problems with large pressure drops over the bed. That in turn can lead to problems with flue dust and uneven distribution of combustion gases in the upper regions of the boiler. Coarse material gives rise to different problems such as incomplete combustion and problems in the feeding system.

In a bubbling fluidised-bed boiler the finest fractions might burn over the fluidised-bed. This will give problem with high local temperatures and dust. Coarse fractions can cause problems in the feeding system, they can also be unmixed in the bed, causing problems with uneven distribution of the primary air, high local bed temperatures and uneven distribution of combustion gases in the upper regions of the boiler.

The operational problems show that the finest and the coarsest fractions causing the problems. The coarsest fractions can be crushed but it's hard to do anything about the finest fractions. To get as less as possible of these fractions it is important to machine the bark as little as possible, only crush the largest fractions and to transport the bark on a belt conveyor instead of a worm conveyor.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1 INLEDNING 1

2 BARKHANTERINGSUTRUSTNING 2
2.1 Barkning 2
2.2 Sållning 3
2.3 Kvarnar/Rivare 3
2.4 Pressar/Torkar 3
2.5 Skruvar och bandtransportörer 4

3 ANALYS 5
3.1 Askhalt 5
3.2 Densitet 5
3.3 Fraktion 6
3.4 Porositet 8
3.5 Torrhalt 11

4 BRUK 13
4.1 Bruk A 13
4.2 Bruk B 15
4.3 Bruk C 16
4.4 Bruk D 17
4.5 Bruk E 19
4.6 Bruk F 21
4.7 Bruk G 22
4.8 Bruk H 24

5 DISKUSSION OCH SLUTSATSER 26
5.1 Diskussion 26
5.2 Slutsatser 28

6 FORTSÄTTNING ETAPP 2 29

7 BETECKNINGSLISTA 30

8 REFERENSER 31

1 INLEDNING

Barken utgör ett yttre skydd för det levande trädet mot angrepp från t.ex. olika insekter och svampar. Barken skyddar naturligtvis även veden i trädet mot uttorkning och för väder och vind.

I skogsindustrin måste barken i de allra flesta fall först avskiljas från veden innan den vidare förädlingen av veden till olika slutprodukter kan ske. Metoderna att skilja barken från stamveden är många, från att barka för hand med barkspade till industriella metoder där stockarna får tumla runt i stora trummor med en diameter på 4 - 6 m och en längd på uppemot 60 m.

Om man antar att 1 m³ ved fub[1] ger 0,37 m³ stjälpt mått bark förstår man att det är betydande mängder bark som på detta sätt frigörs. Den Svenska skogsindustrin förbrukar varje år cirka 60 miljoner kubikmeter fub timmer och rundvirke [1], vid ett grovt överslag enligt ovanstående antagande ger detta en årlig barkmängd om cirka 20 miljoner kubikmeter. Den huvudsakliga användningen för bark är idag som bränsle i skogsindustrins barkpannor och som bränsle i fjärrvärmeverk.

Detta arbete utgör en första av två etapper. Fokus i etapp 1 har varit att kartlägga skillnader i barkkvalité beroende på barkhantering vid olika bruk och försöka koppla det till driften av barkpannorna. I etapp 2 kommer fokus ligga på att undersöka hur olika bränslefraktioner påverkar förbränningen, genom att utföra fullskaleförsök med olika fraktioner i en rosterpanna och en fluidbäddspanna.

Förbränningen i barkpannorna påverkas i mycket hög utsträckning av kvalitén på den bark som används. Fukthalten hos barken men också storleksfördelning d.v.s. fraktion har stor inverkan på hur förbränningen lyckas. I detta uppdrag studeras hur barkkvalitén varierar mellan olika bruk. Avsikten har varit att få med varierande typ av utrustning för att kunna härleda skillnader i barkkvalité till maskinutrustningen.

Totalt har åtta bruk ingått i undersökningen. Vid två av bruken ingår även ett näraliggande sågverk som en del av barkhanteringen. Några av bruken blandar barken med andra bränslen t.ex. sågverksavfall, GROT, RT-flis och slam innan den går till pannan. Anledningarna till detta kan vara flera men de vanligaste är att processen antingen kräver mer energi än vad egna barken kan generera eller att processen ger någon biprodukt som man annars hade blivit tvungen att deponera. Som en följd av nya lagar och regler blir det från årsskiftet 2001/2002 i princip förbjudet att deponera brännbart material.

[1] Fast under bark d.v.s. den volym som upptas av stamveden under bark

2 BARKHANTERINGSUTRUSTNING

Från att ha suttit på stammen till dess barken förbränns i en barkpannan hanteras barken av ett antal maskiner. Stockarna tvättas/tinas, kapas i lämpliga längder. Barken avskiljs från stocken vid barkningen, barken transporteras på transportband och i skruvar, eventuell metall avskiljs innan barken sållas och rivs. För att höja torrhalten på barken används pressar eller torkar. Ofta mellanlagras också barken innan den förbrukas. I detta arbete har avsikten varit att få med varierande typ av utrustning för att kunna härleda skillnader i barkkvalité till maskinutrustningen.

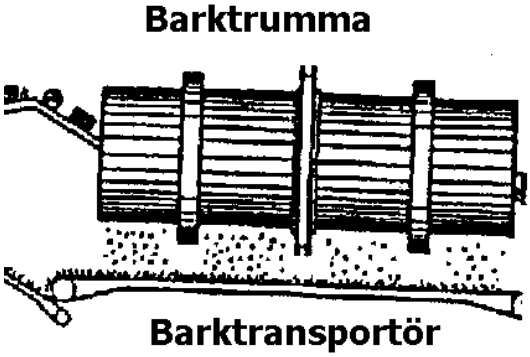
2.1 Barkning

Den utrustning som kanske har den största påverkan på barkens kvalité är den utrustning som används för att barka veden d.v.s. avskilja barken från stammen. Sågverk och mindre bruk använder en metod där en stock i sänder barkas i en enstocksmaskin. Barken skjuvas av från stockarna (Cambiomaskiner) se figur 1.



Figur 1. Enstocksmaskin typ Cambio
One log debarker type Cambio

Större massa- och pappersbruk använder uteslutande barktrummor där veden tumlar runt i stora trummor, barken avskiljs från stockarna genom att dessa gnids mot varandra. Schematisk bild se figur 2. Denna teknik lämpar sig bättre för massa och pappersbruken eftersom den har betydligt högre kapacitet. Samtidigt som stockarna kan behandlas lite mer hårdhänt då de inte skall bli sågade trävaror utan istället huggas upp till flis.



Figur 2. Schematisk bild av trumbarkning
Drum barke

Analysmaterialet i kapitel 3 visar på vissa signifikanta skillnader mellan bark barkad i enstocksmaskin och bark från barktrumma. Genomgående är den bark som barkats i en enstocksmaskin porösare än den som barkats i barktrumma. Den är ofta även torrare eftersom vatten inte ingår på samma sätt som vid trumbarkning.

Vid barkning i trumma påverkas barkningen av bl.a. fyllnadsgraden i trumman, längden på stockarna och om man har gummilyftare eller inte. Gummilyftare är skonsammare mot veden och vedförlusterna minskas. Gummilyftare kräver dock en del underhåll.

2.2 Sållning

Barksållet används för att sålla fram den grövsta fraktionen. Det vanliga är att placera sållet före Rivaren/Kvarnen. Genom att inte riva finfraktionen kan kapacitetsbehovet på Rivaren/Kvarnen minskas då inte hela barkflödet behöver gå över det steget. Sållet har också stor betydelse för att påverka fraktionsfördelningen eftersom det påverkar hur grov den grövsta fraktionen blir.

Den teknik som används för att skilja grovfraktionen från finfraktionen är framförallt skivsåll och skaksåll. Dessa har sina för och nackdelar. Skivsållet t.ex. kan råka ut för en s.k. dykare vilket är långa smala bitar t.ex. pinnar och toppar vars tjocklek är tillräckligt liten för att de skall passera mellan två skivor. För både skaksållet och skivsållet är det viktigt att barken fördelas i ett jämt och tunt lager. Kommer det mycket bark över sållet eller om barken kommer in snedfördelad är risken stor att en betydande del av finfraktionen rider över sållet.

2.3 Kvarnar/Rivare

Från barkningen (enstocksmaskin eller barktrumman) kommer barken i varierande storlek. De största bitarna varierar också med årstid och färskheten hos den barkade veden. På våren är problemen störst, då kan enskilda barkbitar vara upp till 1 - 2 m långa. Stora bitar ger problem i hanteringsutrustning t.ex. transportskruvar och transportband. Även i pannan kan stora bitar ställa till med problem, de kan t.ex. fastna och ge ojämn bränsleinmatning, de kan också ge upphov till ökad andel oförbränt i askan då de kräver längre uppehållstid.

För att undvika överstora bitar krossas barken i en kvarn eller rivare. Ofta är ett såll placerat före kvarnen för att undvika att de fraktioner som redan är tillräckligt fina sönderdelas ytterliggare. Årstiderna påverkar även resultatet från Kvarnen/Rivaren, barken är svårast att sönderdela under våren [2].

2.4 Pressar/Torkar

Det vanligaste är att man pressar fukten ur barken. Att pressa fukten ur barken är mycket mer energieffektivt än att torka bort fukten. Orsaken till detta är vattnets höga ångbildningsvärme. Torkar kan dock med fördel användas om det finns tillgång till någon lämplig spillvärmekälla. Pressar är också begränsade i vilken torrhalt som nås, en torrhalt på drygt 50 % kan betraktas som ett maximum när det gäller pressning av barrbark [3]. Vill man ha högre torrhalter krävs torkning i någon form.

Vid de bruk som ingår i undersökningen används pressar i 3/4 av anläggningarna. Ett bruk har en bränsletork och ett bruk saknar både tork och press. Paradoxalt nog uppmättes den högsta torrhalten vid det bruk som varken pressar eller torkar barken. Det var dock inte direkt i renseribarken utan i en bränsleblandning till pannan som bestod av stora mängder torrt returträ.

2.5 Skruvar och bandtransportörer

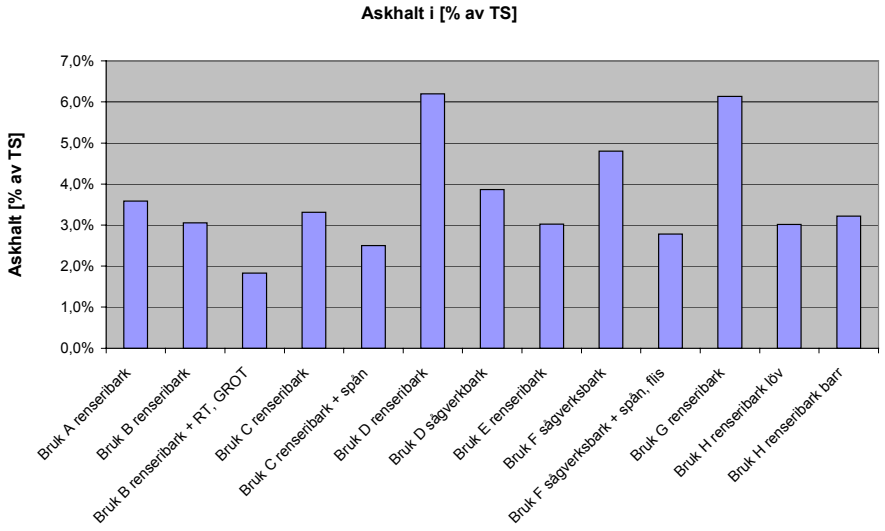
För att transportera barken mellan de olika bearbetningsmaskinerna i renseriet och för transporten till pannhuset används olika former av skruvtransportörer, transportband, blåsledningar och skraptransportörer. Skruvtransportörer används för korta transporter och har fördelen att en viss omblandning och uppluckring sker. Nackdelen med skruvar är att barken kan falla sönder i finfraktion. Transportband och blåsledningar används för längre transporter t.ex. mellan renseri och pannhus. Transportband har fördelen att vara relativt skonsamt för barken.

3 ANALYS

Barkprover från de besökta bruken har analyserats m.a.p. askhalt, fraktion, porositet och torrhalt. Barkhanteringen vid de besökta bruken beskrivs i kapitel 4.

3.1 Askhalt

Askhalten i några av barkproverna har analyserats se figur 3. Askhalten har analyserats som vikt % av TS[2]. Askhalten varierar mellan 1,5 - 6 %. En del av variationen kan säkert tillskrivas barktyp och inblandning av sågverksavfall, returträ och skogsbränsle.



Figur 3. Askhalter i olika barkprover
Ash content in different bark samples

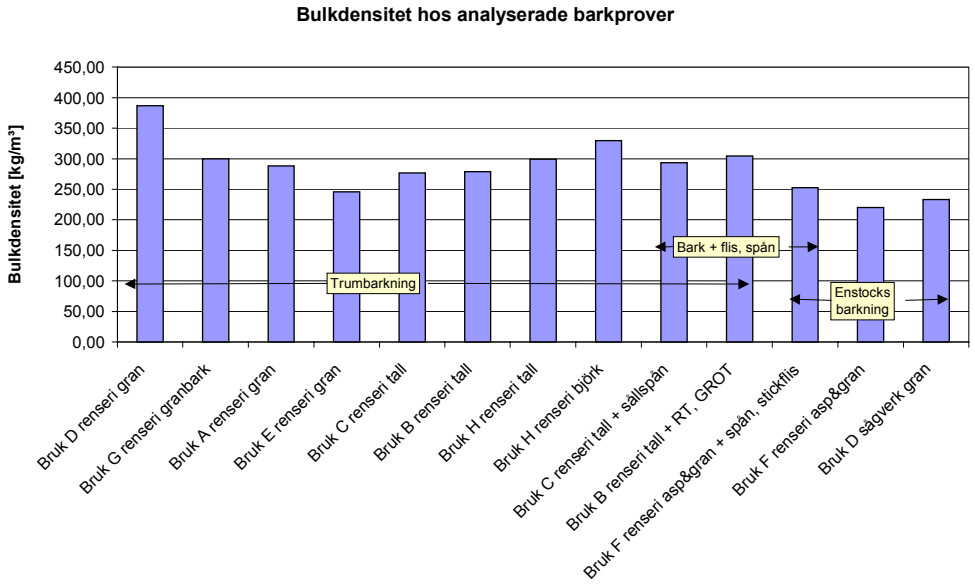
Hur veden behandlats innan den kommer till fabriken har naturligtvis stor betydelse för askhalten. Det som går att påverka vid renseriet är t.ex. tvättning och sköljning av veden innan den barkas och hur den mellanlagras. Mellanlagring kan ge upphov till ökad askhalt om barken utsätts för sand och grus t.ex. lagring på en grusplan eller grus som följer med lastmaskinen.

De barkprover vilka innehöll de högsta askhalterna togs ur barkhögar i mellanlager. Det var i båda fallen osäkert hur länge barken hade lagrats.

3.2 Densitet

Barkens bulkdensitet bestämdes genom att fylla en låda med uppvägd bark och bestämma den bulkvolym barken upptar. Provets volym varierade mellan 50 – 80 liter beroende på prov och mängd. Densiteten mättes på fuktig bark.

[2] Torr substans



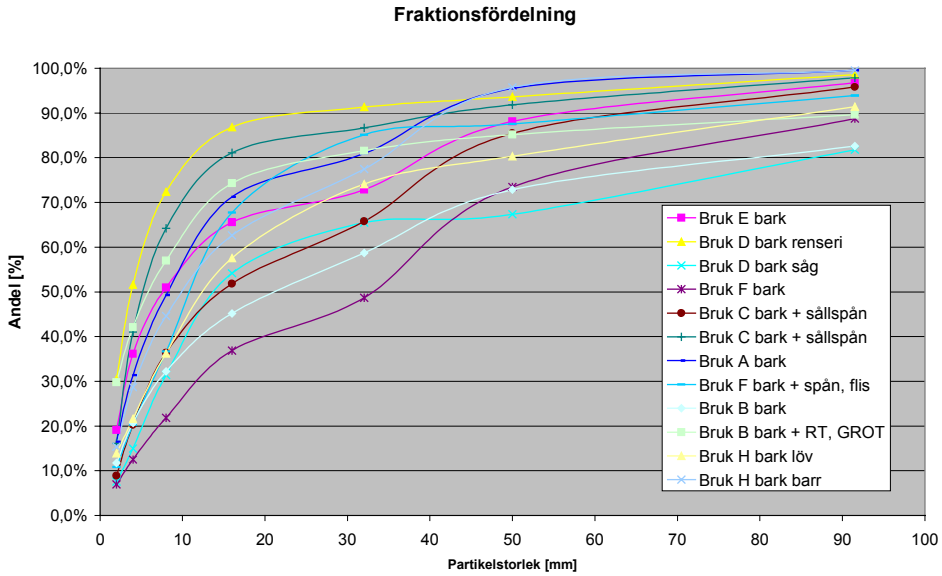
Figur 4. Bulkdensitet hos analyserade barkproverna
Density for analysed bark samples

Bulkdensiteten hos de undersökta barkproverna har varierat från drygt 200 kg/m³ till knappt 400 kg/m³. Barken som barkats i enstocksmaskinerna (sågverksbark) hade lägst densitet. Renseribarken med en torrhalt på 40 % hade en bulkdensitet med något undantag kring 300 kg/m³. För torr löst upplagd barr- och björkbark kan 115 kg/m³ användas som medelvärde [4], vilket omräknat till TS 40 % ger 290 kg/m³. De prover som bestod av blandningar av bark och andra skogsbränslen som spån, flis, GROT mm, visade sig ha något högre densitet än den rena barken i blandningen. En trolig förklaring till detta är att spån och flis innehöll mycket finfraktion som kunde fylla ut en del av tomrummet mellan de större barkbitarna. Blandningarna blev också mindre porösa än den rena barken vilket visas i avsnitt 3.4.

3.3 Fraktion

Barkfraktionen bestämdes genom att ett prov av 500 - 1000 grams vikt av respektive barkkvalité siktades genom ett fraktioneringssåll med kvadratiska öppningar om 91.5, 50.0, 31.5, 16, 8, 4, och 2 mm. Varje fraktion vägdes och den procentuella fördelningen mellan de olika fraktionerna räknades fram. Variationerna i fraktion mellan de olika barkproverna kan studeras i figur 5 och figur 6.

Utifrån figur 5 kan ses att fraktionsfördelningen varierar en del mellan de analyserade barkproverna. Det går också att konstatera att i flera av barkproverna står fraktioner mindre än 16 mm för mer än 50 %. Data för figur 5 se figur 6.

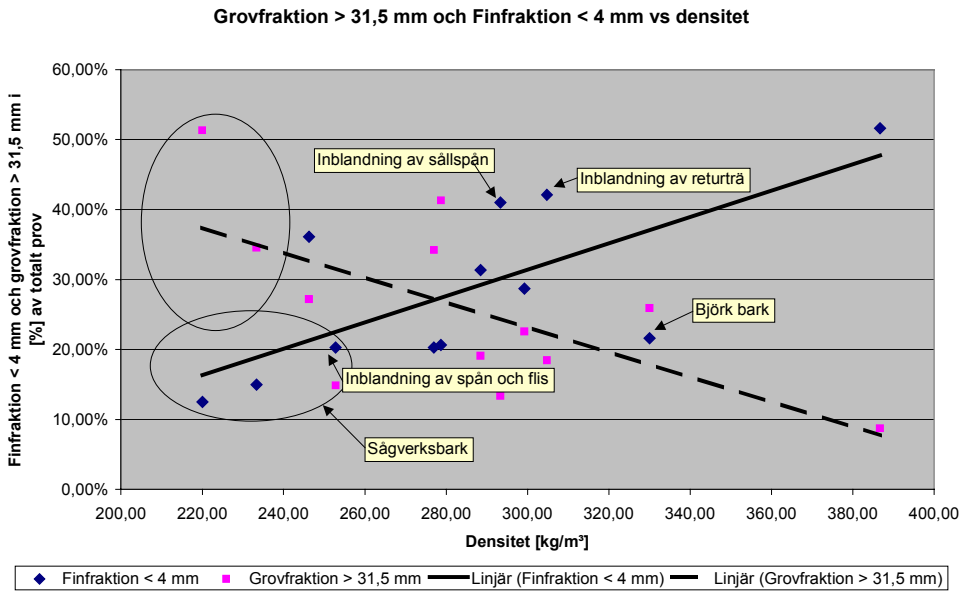


Figur 5. Variation i fraktioner mellan olika barkprover
Variation in fraction distribution for analysed bark samples

	X > 91,5 mm	91,5 > x > 50	50 > x > 31,5	31,5 > x > 16	16 > x > 8	8 > x > 4	4 > x > 2	2 > x
Bruk E	3,2	8,7	15,3	7,3	14,6	14,8	17,0	19,1
Bruk D renseribark	1,5	4,9	2,3	4,4	14,4	20,8	21,2	30,4
Bruk D sågbark	18,2	14,4	1,9	11,3	22,7	16,5	7,4	7,6
Bruk F bark	11,3	15,3	24,8	11,8	15,1	9,3	5,5	7,0
Bruk F bark +spån, flis	6,1	6,4	2,4	17,4	31,1	16,3	9,5	10,8
Bruk C bark	4,2	10,3	19,7	13,9	15,5	16,1	11,4	8,9
Bruk C bark + sållspån	2,2	6,0	5,2	5,5	16,9	23,2	24,9	16,1
Bruk A bark	0,5	4,0	14,6	9,7	21,9	17,9	14,9	16,5
Bruk B bark	17,4	9,7	14,2	13,5	13,0	11,6	8,9	11,8
Bruk B bark + RT, GROT	10,4	4,5	3,6	7,3	17,3	14,9	12,3	29,8
Bruk H björkbark	8,6	11,0	6,2	16,5	21,3	14,6	7,7	13,9
Bruk H tall + björkbark	0,5	3,8	18,3	14,8	18,0	15,9	13,3	15,4

Figur 6. Fraktionsfördelning hos de analyserade proverna
Fraction distribution in analysed bark samples

Utifrån analyserna kan man se en koppling mellan en stor mängd finfraktion och ökande bulkdensitet hos barkprovet, detta indikeras i figur 7. En trolig förklaring till detta är att de finaste fraktionerna fyller ut hålrummet mellan de grövre partiklarna och åstadkommer på så sätt en högre bulkdensitet.

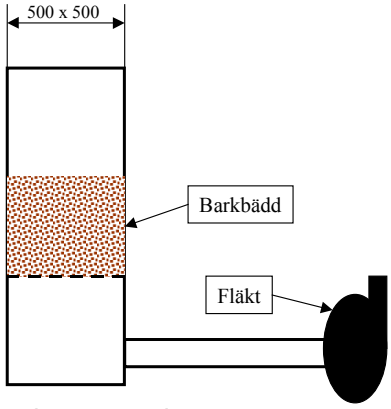


Figur 7. Finfraktion < 4 mm och grovfraktion > 31,5 mm som funktion av barkdensitet
Fraction of pieces < 4 mm and pieces over > 31,5 mm versus bark density

De flesta prover har en övervikt av antingen finfraktion eller grovfraktion. Ett exempel på detta är barken från bruk D där renseribarken har över 50 % finfraktion och såverksbarken har över 50 % grovt. Andelen finfraktion är över 50 % medan grovfraktionen är mindre än 10 %. Något undantag finns t.ex. björkbarken från bruk H. Där är mängden fin och grovfraktion i stort sett lika stora.

3.4 Porositet

Barkens porositet har uppmätts genom att luft har sugits genom en barkbädd (se figur 9) samtidigt som tryckfallet över bädden loggats. Anledningen till att luften sugits ner genom bädden och inte tryckts upp genom bädden är mätteknisk.



Figur 8. Rigg för mätning av barkens porositet
Rig for porosity measurement

Bädden fungerar som en utjämnare av luftflödet vilket underlättar flödesmätningen. Blir tryckfallet stort komprimeras bädden och porositeten minskar. Därför har porositeten bestämts vid ett lågt tryck som inte komprimerar bädden.
Det tryckfall som uppmätts gäller för ett visst luftflöde, lufttemperatur och bäddtjocklek. För att få ett mer jämförbart mått har något som kallas permeabilitetskonstant använts. Permeabilitetskonstanten är ett mått på ett poröst mediums genomsläpplighet för t.ex. gaser. Den kan användas för att beräkna tryckfallet under andra förhållanden än de som rådde vid mätningen i labbet. Konstanten bestämdes med hjälp av Darcy law [5].

$$w = K \cdot \frac{\Delta p_{bädd}}{\eta \cdot l_0}$$

$$w = m/s \; hastighet_tvärsnitt$$

$$K = m^2 \; Permeabilitetskons\tan t$$

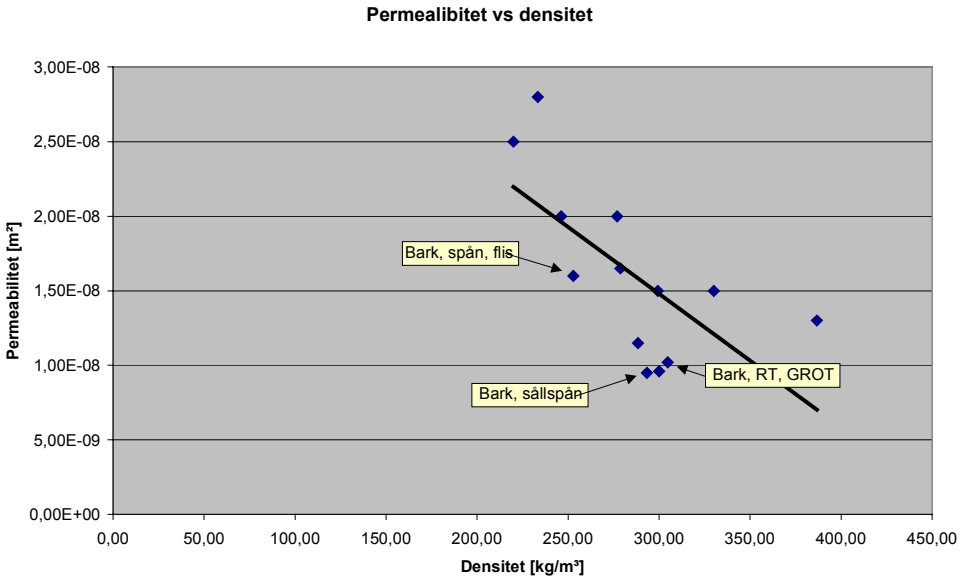
$$\Delta p_{bädd} = Tryckfall_över_bädd$$

$$\Delta p_{bädd} = Tryckfall_bädd$$

$$\eta = Dynamisk_viskositet$$

$$l_0 = Bäddtjocklek$$

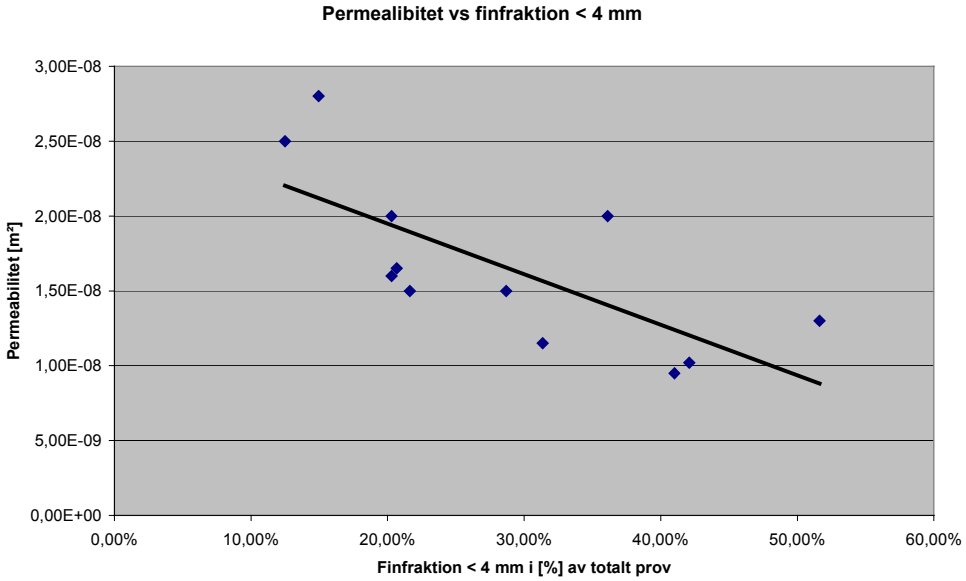
Vid tryckfallsmätningen måste hänsyn tas till tryckfallet i tom testrigg. Motståndet i riggen bestämdes för olika flöden och räknas bort från det totala tryckfallet. Kvar blir tryckfallet över barkbädden.



Figur 9. Permeabilitetskonstant som funktion av bulkdensitet
Permeability versus bark dencity

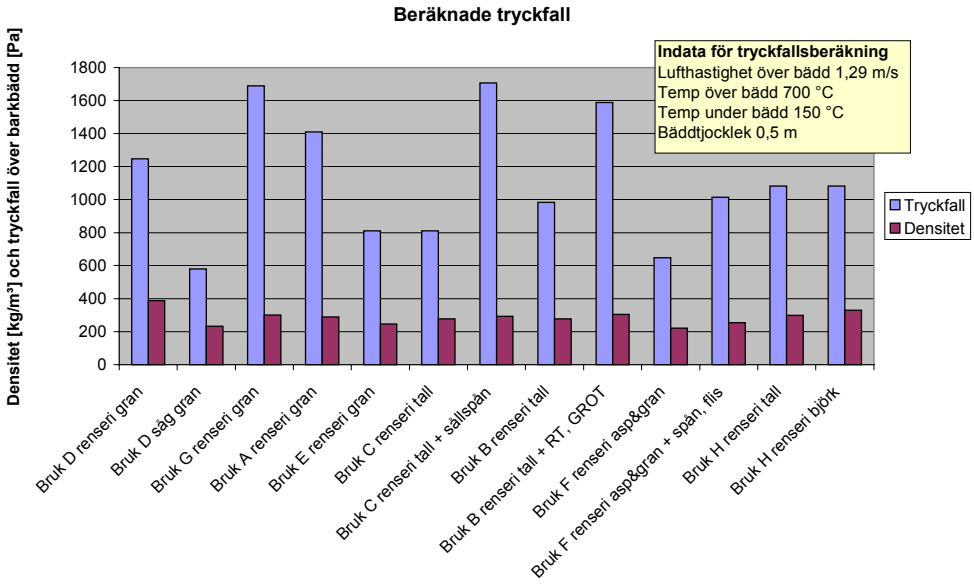
I figur 9 kan man se att värdet på permeabiliteten sjunker med ökande bulkdensitet d.v.s. barkbädden blir tätare med ökande bulkdensitet. Några värden sticker ut t.ex. bark och spånblandningar. De verkar vara tätare än en ren barkbädd vid samma bulkdensitet.

Utifrån fraktionsanalysen kan man även se ett samband mellan sjunkande permeabilitet och ökande finfraktion se figur 10. Detta hänger även ihop med bulkdensiteten se avsnitt 3.3 fraktion.



Figur 10. Permeabilitetskonstant som funktion av finfraktion < 4 mm
Permeability versus fraction < 4 mm

Permeabilitetskonstanten kan användas för att beräkna tryckfallet över en bränslebädd i t.ex. en rosterpanna vid önskat luftflöde, temperatur och bäddtjocklek. I det exempel som här presenteras (se figur 11) har antagits att lufttemperaturen i bädden ökar linjärt från 150°C som är temperaturen på den förvärmda primär luften till 700°C som är gas-temperaturen på ytan av bädden. Bäddtjocklek är satt till 0,5 m luftflödet är satt till 1,29 m³/m²,s vid 700°C.

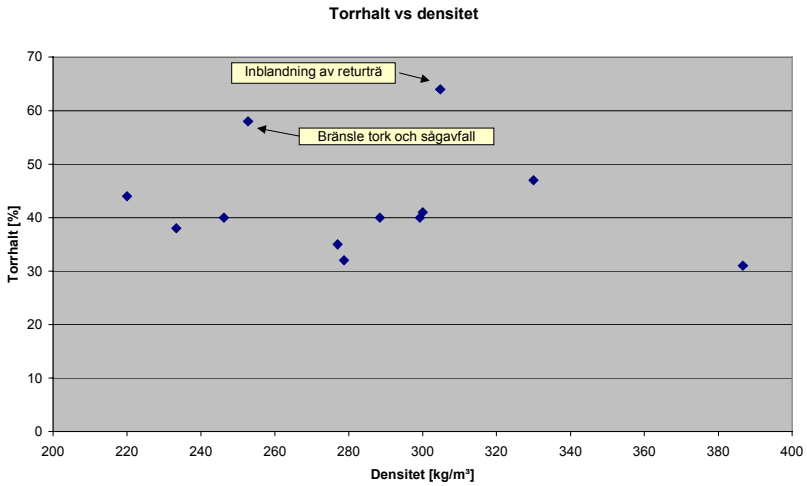


Figur 11. Beräknade tryckfall över bränslebädd vid olika barkprover
Pressure drop over a bed of bark calculated for different bark samples

Antagandet att temperaturen på primärluften skulle öka linjärt genom bädden är inte helt korrekt. Detta räkneexempel visar dock att den praktiska skillnaden kan vara stor mellan de olika barkproverna. Ett högt tryckfall över bädden innebär att primär luften i större utsträckning söker sig till ställen på bädden där den är tunnare. Detta leder i sin tur till ökad risk för kanalbildning, lokal utbränning och stråkbildning i pannans gasfas.

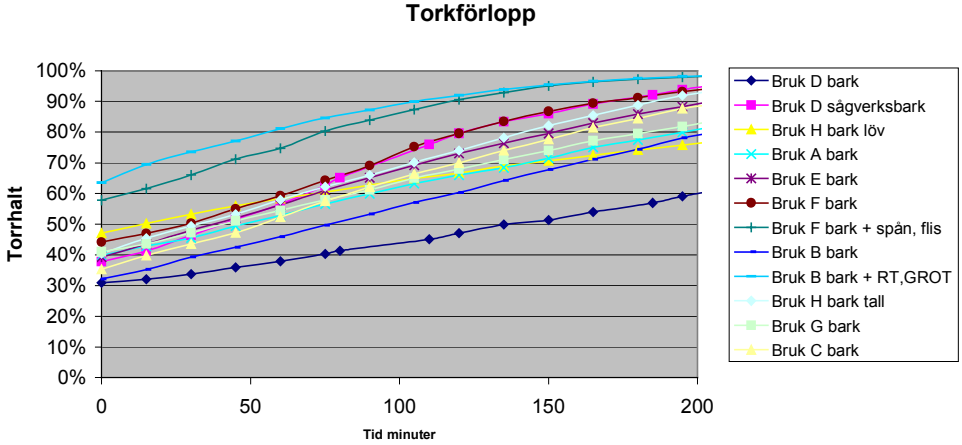
3.5 Torrhalt

Torrhalt och torkningsförloppet har studerats för de olika barkproverna. Torrhalterna varierade mellan 30 - 70 % se figur 12. De högsta torrhalterna uppmättes dock för blandningar av bark och torrt sågverksavfall, rivningsvirke.



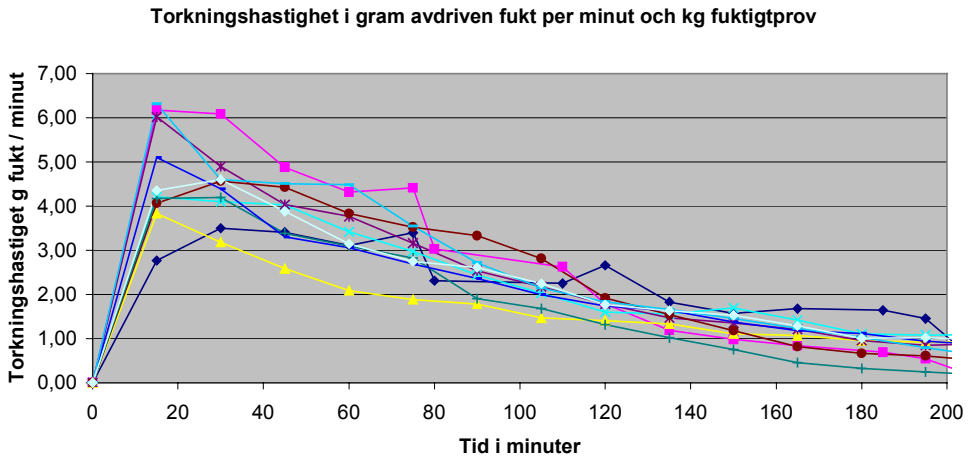
Figur 12. Torrhalt som funktion av bulkdensitet
Dry content versus bark density

Figur 12 visar inte något direkt samband mellan bulkdensitet och fukthalt. Bulkdensiteten verkar vara mer kopplad till fraktionsfördelningen, vilket visats i analyserna av fraktion och porositet se avsnitt 3.3 och 3.4. Barkens torkningshastighet i torkskåp har studerats för att se om det finns något samband mellan torkningsegenskaper och hur barken har behandlats. Barkprovet placerades i ett torkskåp som höll 105°C. Med jämna mellanrum togs provet ut och vägdes se figur 13.



Figur 13. Torkningsförlopp för analyserade barkprover
Drying process for analysed bark samples

För att få en mer jämförbar storhet räknades en torkningshastighet i g/min och kg prov fram se figur 14. Mängden prov har varit lika stor för de olika proverna. Ursprungstorrhalten har dock varierat beroende på den torrhalt barkprovet hade från början.



Figur 14. Torkningshastighet för barkprover
Speed of drying for bark samples

Några säkra slutsatser om torkningsförloppet mellan de olika proverna kunde inte dras. Skillnaderna mellan de olika proverna var för små. Den enda säkra slutsatsen är att torkningshastigheten avtar med stigande torrhalt.

Denna kunskap kan utnyttjas för att optimera torkningen då man blandar bränslen med olika torrhalter. Ett torrare bränsle t.ex. sågverksspill bör inte blandas med den fuktiga barken innan barken torkats till samma torrhalt. Barken får då längre uppehållstid och mer vatten hinner förångas.

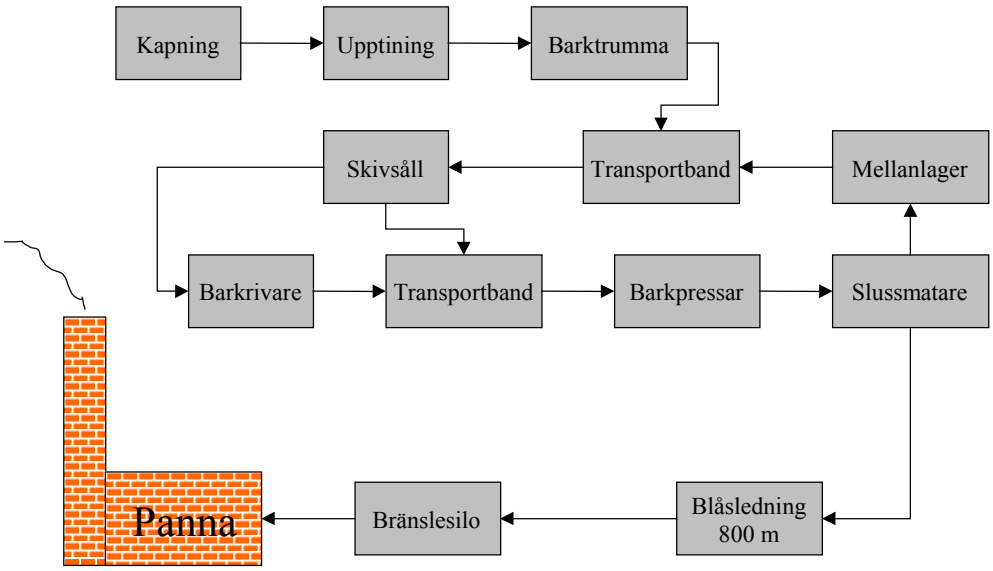
Samma tankesätt kan appliceras vid barkpressning. Visserligen ökar torrhalten med presstiden men pressatflödet är störst i början av presscykeln då barken är som fuktigast. Det lönar sig därför inte att pressa en del av barkflödet till hög torrhalt och låta resten gå förbi pressen.

4 BRUK

Totalt har åtta bruk besökts. Vid besöken har renseriet kartlagts och barkprover tagits. Förutom renseriet inhämtades även erfarenheter från pannans drift m.a.p. barkfraktion.

4.1 Bruk A

Vid bruk A förbrukas årligen 1,1 miljoner m³ ved mätt på fast under bark (fub). Detta gör att årligen frigörs 400 000 m³ bark mätt på löst mått[3]. Barken används som bränsle i brukets barkpanna. Renseriets kapacitet är 185 m³/h ved på fast mått vilket i sin tur ger 68 - 70 m³/h bark löst mått. Barkens flöde se figur 15.



Figur 15. Barkflödet vid bruk A
Flow of bark at plant A

När veden kommit in till renseriet tvättas den, därefter kapas veden med ett mittsnitt för att minska risken för stopp i trumman. Den kapade veden upptinas på ett 70 m långt transportband genom bedysning med varmt vatten. Barkningen sker enligt tumlingsprincipen. Den fallande barken fångas upp på ett transportband under barktrumman. Barken sållas därefter i ett skivsåll, den grova fraktionen uppskattningsvis 60 % av hela flödet går sedan till rivaren. Därefter skruvas barken till tre stycken barkpressar för att höja torrhalten. Efter pressningen skruvas barken till en blåsmaskin för att blåsas ca 800 m upp till en silo uppe vid pannhuset. Vid behov kan barken även blåsas till ett mellanlager bakom renseriet för att användas vid ett senare tillfälle.

Barken från mellanlagret tas in via en barkficka varifrån den sedan transporteras via transportband till sållet för att åter gå genom rivare och barpressar.

[3] Barkens bulkvolym då den är löst packad.

4.1.1 Kapning

Veden som kommer i löpande längder kapas för att inte riskera att fastna på tvären i barktrumman. Spillet från kapningen går tillsammans med tvättvattnet till sedimenteringsanläggningen där det avskiljs från tvättvattnet för att åter ansluta till barkflödet före sållningen.

4.1.2 Upptining

För att det skall vara möjligt att barka veden vintertid måste den först tinas. Detta sker på ett täckt transportband där veden bedysas med vatten som håller en temperatur av 40 - 42 °C. Det spill som följer med vattnet går till sedimenteringsanläggningen där det avskiljs från vattnet för att åter ansluta till barkflödet före sållningen.

4.1.3 Barkning

Barkningen sker enligt tumlingsprincipen i en Waplan trumma. Trumman är 48 m lång och 5 m i diameter och utrustad med gummilyftare. Uppskattad uppehållstid är 20 min. När renseriet körs är det på full kapacitet, vilket är 185 m³/h fub. Barkningsgraden brukar ligga på 99 %.

4.1.4 Sållning

Sållningen sker över ett Reiders skivsåll, avståndet mellan skivorna är konstant genom sållet. En grov uppskattning är att ca 40 % av det totala flödet går igenom sållet som finfraktion resten går vidare till barkrivaren.

4.1.5 Rivare/kvarn

Den övergrova barkfraktion som inte passerar genom sållet sönderdelas i en rivare Rotom 4 (160 kW). Flödet genom rivaren är ca 40 m³/h löst mått, vilket ger en energiinsats på 4 kWh/m³.

4.1.6 Pressning

Barken pressas i kolvpressar COWAN från början av 80 - talet. Man har tre pressar. Presstiden varieras efter behov, med en presstid på 20 sekunder har en press en kapacitet på 20 m³/h.

4.1.7 Blåsning

Barken blåses med en blåsmaskin till pannhuset. Blåsledningen är ca 800 m.

4.1.8 Panna

Barkpannan är en snedrostpanna på 83 m² effekten 50 - 55 ton ånga/h vid bra barkkörning vilket motsvarar ungefär 40 MW. Rostereffekt 0,5 MW/m² rosteryta.

4.1.8.1 Bränslehantering

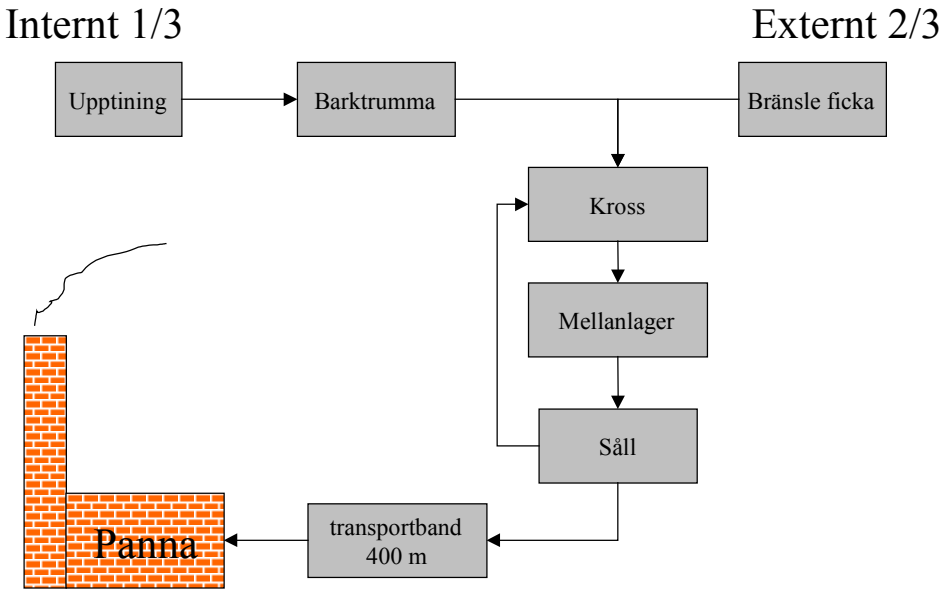
Barken kommer via blåsledningen från renseriet först till en cyklon. Därefter lagras den i en silo vid pannhuset innan den skruvas in till pannan där den fördelas över tre bränsle stup. På våren har man ibland problem med att bark fastnar i cyklonen.

4.1.8.2 Miljödata

Pannan ger låga värden på kväveoxider vilka varierar mellan 20 - 50 mg/MJ.

4.2 Bruk B

Renseriet vid Bruk B har en kapacitet på 290 m³/h fub när man kör barrved. På lövved är kapaciteten lägre 190 m³/h fub. På grund av det stora energibehovet till kartongfabriken har bruket ett underskott av biobränslen och måste därför köpa 2/3 delar av bränslet externt. Det som skiljer bruk B från övriga undersökta bruk är att man inte har någon tork eller några pressar för att höja torrhalten på barken. Det finns dock planer på att låta barken torka på ett plant lager (Econovametoden). Barkens flöde kan ses i figur 16.



Figur 16. Barkflöde vid Bruk B
Flow of bark at plant B

Först tinas veden genom att den sköljs med varmt vatten. Därefter går veden till barktrumman. Den fallande barken går via bandtransportörer till en kross tillsammans med det bränsle som köpts in externt. Den färdiga bränsleblandningen mellanlagras och används efter behov. Föraren av lastmaskinen som lastar bränsle i bränslefickan får information om hur pannan går via några displayer placerade vid bränslefickan. Föraren kan utifrån denna information göra ett aktivt val av bränsleblandning vilket gynnar driften av pannan. Efter bränslefickan går bränsleblandningen till ett såll där den sållas innan den via transportband transporteras till pannhuset. Den övergrova fraktionen går tillbaka till krossen.

4.2.1 Upptining

Veden tinas genom bedysning med vatten som uppvärmts till 45°C.

4.2.2 Barkning

Veden barkas i en Waplan trumma från 86. Trumman är 36 m lång och har en diameter på 5,6 m. Trumman är utrustad med metallyftare. Uppehållstiden för veden i trumman är ungefär 30 min. Barkningsgraden är 99 % och vedförlusterna 1,5 - 2 %.

4.2.3 Kross

Barken från renseriet blandas med det externa bränslet och krossas i en hammarkvarn Svedala Arbro. Märkeffekt 550 kW.

4.2.4 Mellanlager

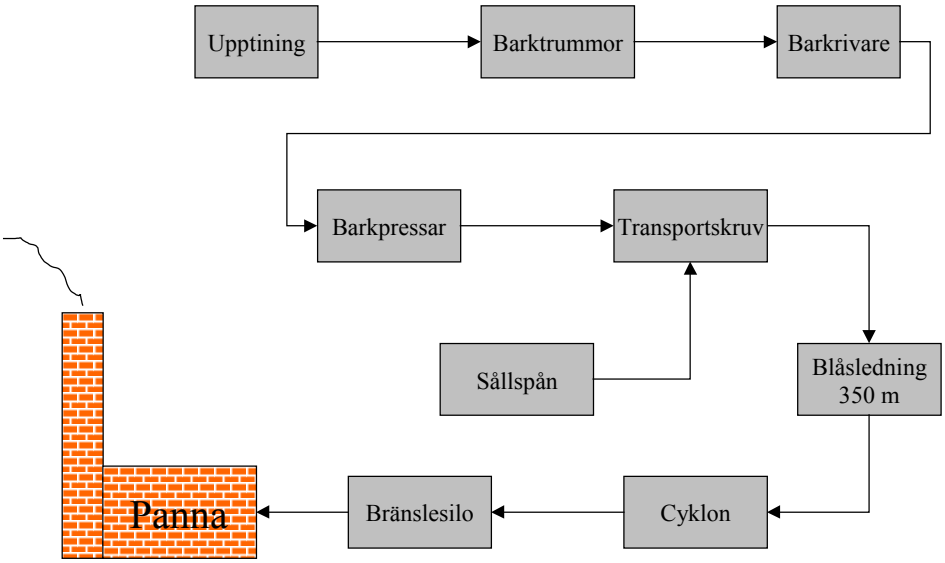
Den färdiga bränsleblandningen mellanlagras på vedgården innan den går via ett ca 400 m långt transportband till pannan.

4.2.5 Panna

Pannan är från begynnelsen en snedrostpanna från Burmeister & Wein. 1997 byggdes den om till bubbelbädd av Kvaerner. Kapaciteten är 150 ton ånga per timme på olja och 110 ton på fastbränsle. Oljeförbrukningen är normalt 5 - 10 m³/dygn men vintertid kan den vara 50 m³/dygn p.g.a. hög fukthalt i fastbränslet.

4.3 Bruk C

Vid bruk C tillverkas kartong. I ett samarbetsprojekt har man uppfört en cirkulerande fluidbäddspanna vilken skall leverera ånga och värme till bruket samt fjärrvärme till samhället. Foster Wheeler har projekterat och uppfört pannan. Pannan befinner sig i skrivande stund i drifttagningsskedet. Andelen externt bränsle kommer att öka jämfört med tidigare. Barkens flöde kan ses i figur 17.



Figur 17. Barkflödet vid bruk C
Flow of bark at plant C

Veden går först till ishuset där den tinas. Efter att ha tinats går veden till två barktrummor för barkning. Barken från barktrummorna går vidare till en kvarn för att krossa övergrova bitar. Efter kvarnen pressas barken i två parallellt placerade barkpressar. Den pressade barken blandas med sållspån från flishanteringen. Sållspånet består till över-

vägande del av finfraktion. Bark och flisblandningen går vidare via en cellmatare till en blåsledning som transporterar barken till pannhuset.

4.3.1 Upptining

Upptiningen sker i det s.k. ishuset. Veden sköljs med vatten som håller en temperatur på 60°C.

4.3.2 Barkning

Barkningen sker i två st. Waplans parallell trummor. Trummorna är utrustade med gummerade lyftare.

4.3.3 Kvarn/rivare

Hela barkflödet går genom en rivare

4.3.4 Pressar

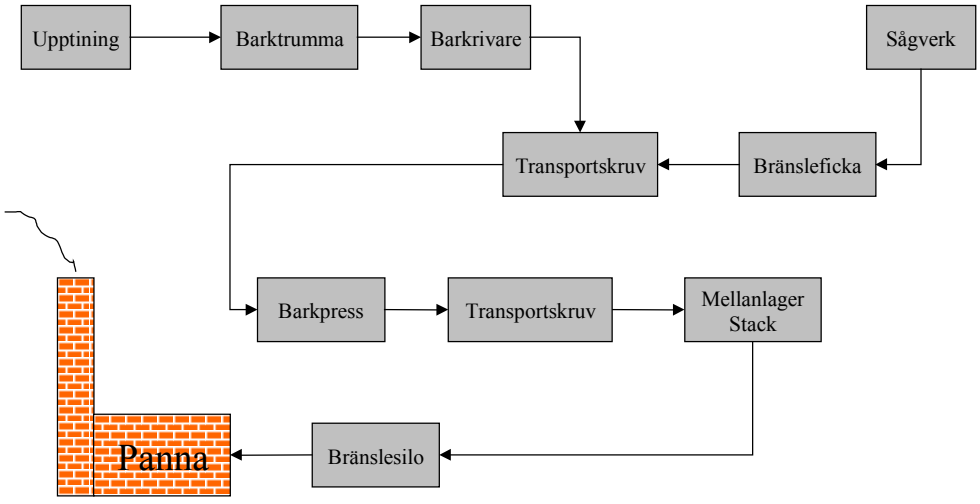
Man har två st. kolvpressar levererade av EIE hösten 2001. Pressarna arbetar parallellt och presstiderna kan varieras från 4 - 30 s beroende på barkflödet.

4.3.5 Panna

Pannan är en cirkulerande fluidbäddspanna med en effekt på 98 MW. Ångdata är 34 kg/s, 480°C, 60 bar. Pannan levererar ånga till en mottrycksturbin och ånga till fabriken. Foster Wheeler OY har levererat pannan. Tillverkningsår 2001.

4.4 Bruk D

Renseriet vid bruk D har en kapacitet på 250 m³/h fub. Det ger ett barkflöde på 100 m³/h bark i löst mått. Man eldar bark från både det egna renseriet och det närliggande sågverket. Barken skiljer sig mellan de två källorna dels genom olika råvara. Färsk ved i sågverket och lagrad importerad granved till massabruket. Dessutom barkas veden olika, i massabruket våtbarkas veden i en barktrumma medan sågverket torrbarkar veden i två enstocksmaskiner. Barkens flöde se figur 18.



Figur 18. Barkflödet vid bruk D
Flow of bark at plant D

Veden i renseriet tinas först genom att bedysas med varmt vatten. Barkningen sker i en barktrumma. Barken går vidare till barkrivaren. Efter rivaren går barken till barkhanteringen vid pannan, där bark från både renseri och sågverk pressas i en trumpress. Efter pressning mellanlagras barken.
Veden vid sågverket barkas först i två st. enstocksmaskiner därefter går den över ett skaksåll. Den grova fraktionen rivs i en rivare. Barken fraktas sedan till barkhanteringen vid pannan för pressning.

4.4.1 Renseriet

Renseriet har en kapacitet på 250 m³/h fub. Omräknat på bark blir det 100 m³/h blöt bark (löst mått).

4.4.1.1 Upptining

Uppehållstid 15 minuter, spritsmängd 12 000 l/min och vattentemperatur 40 °C

4.4.1.2 Barkning

Veden barkas i en tummeltrumma BMH. Trumman har en diameter på 5,3 m och en längd på 30 m. Inga gummilyftare.

4.4.1.3 Metallavskiljning

En elektromagnet avskiljer metalldelar före rivaren

4.4.1.4 Rivare

Barken sönderdelas i en rivare Rotom från 82. Effekten på rivaren är 200 kW kapaciteten vid full effekt är 100 m³/h. Effektinsats 2 kWh/m³.

4.4.2 Sågverket

Sågverket ligger inom samma fabriksområde som massafabriken.

4.4.2.1 Barkning

Veden torrbarkas i två maskiner en Cambio och en Eriksson

4.4.2.2 Sållning

Den fina fraktionen av barken avskiljs med ett skaksåll från GVC Nyland före barkrivaren.

4.4.2.3 Rivare

Den grövsta fraktionen som inte går genom sållet går vidare till en barkrivare modell Rotom från 84 på 200 kW.

4.4.3 Pannan

Pannan är en ombyggd rosterpanna med en max effekt på 55 ton ånga / h vilket motsvarar 46 MW. På enbart bark kan man producera 43 ton ånga / h vilket motsvarar ungefär 35 MW.
Utifrån de drifterfarenheter man har av pannan har man observerat vissa fraktionsrelaterade problem. Då bränslet innehåller mycket grovfraktion uppträder lokalt höga bäddtemperaturer. Orsaken till de höga temperaturerna anses bero på förbränning av kolrester sedan de flyktiga beståndsdelarna avgått. När bränslet inte innehåller den grova

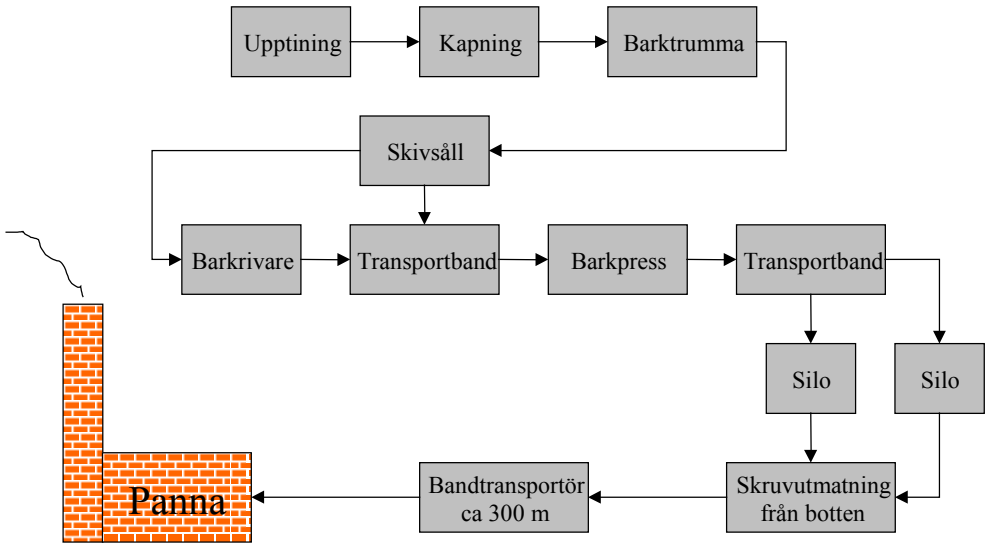
fraktionen blandas kolresten bättre i fluidbädden och de lokala höga temperaturerna undviks.
Normala värden på emissioner som CO och NOx är 311 ppm respektive 73 mg/MJ. Askan fås i huvudsak som flygaska.

4.4.3.1 Pressning

Vid pannan pressas all bark i en trumpress från Saalasti. Pressen är en Bark Master 87, effekt 75 kW. Den pressade barken används antingen direkt i barkpannan eller mellanlagras.

4.5 Bruk E

Bruk E har ett stort energibehov och eldar förutom den egna barken även en stor mängd externa skogsbränslen. Vid bruket finns 5 st. pannor, det mesta av barken eldas i en rosterpanna tillsammans med det externa skogsbränslet. Till renseriet kommer dagligen 3500 - 4000 m³ fub. Barkflödet blir 60 - 65 m³/h. Barkens väg genom renseriet till pannan beskrivs i figur 19.



Figur 19. Barkflödet vid bruk E
Flow of bark at plant E

Endast färsk granved används. Veden tinas genom att spolas med vatten 40°C, detta görs även för att få bort sand och andra föroreningar. Därefter kapas veden med ett mittsnitt och går till barktrumman. Den fallande barken från barktrumman sållas i ett skivsåll och den övergrova fraktionen går genom en barkrivare. Finfraktionen blandas med barken från barkrivaren. Barkflödet går vidare till barkpressarna.

4.5.1 Upptining

Veden tinas genom att den spolas med vatten med en temperatur på 40°C. Samtidigt sköljer man bort föroreningar i form av sand, grus som följer med vedbuntarna.

4.5.2 Kapning

Innan veden går till barktrumman läggs ett mittsnitt på stockarna för att de inte skall kunna hänga sig i trumman. Avfallet från kapen går in i barkflödet efter rivaren.

4.5.3 Barkning

Veden barkas i en tummeltrumma från Waplan. Trumman är 51 m lång och har en diameter på 5,5 m. Den är utrustad med gummilyftare.

4.5.4 Sållning

Barken sållas i ett skivsåll. I första raden är avståndet mellan skivorna tätare, axelavståndet är 40 cm. Uppskattningsvis går 70 % av barkflödet vidare över sållet till rivaren medan återstående 30 % går förbi rivaren.

4.5.5 Rivare/Kvarn

Den övergrova fraktionen rivs i en barkrivare (Rotom 6). Effekten på rivaren är 250 kW. Effektinsatsen blir 5,5 kWh/m³bark. För externt bränsle har man en Rotom 10 med frontmatning.

4.5.6 Pressning

För pressningen av barken används två parallella Saalasti trumpressar. Torrhalten höjs från 30 till 40 %.

4.5.7 Mellanlager

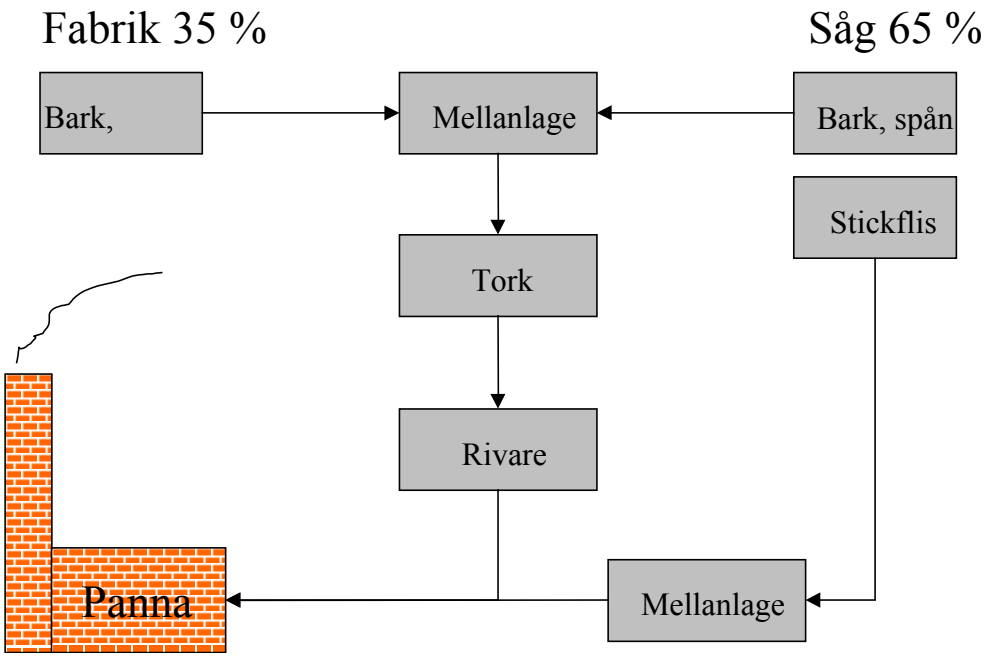
Efter pressningen mellanlagras barken i två st. täckta silos. Utmatningen sker från botten via utmatningsskruvar och vidare med transportband till pannhuset.

4.5.8 Panna

Barken eldas i panna 3. Panna 3 är en snedrostpanna.
Eftersom man till stor del eldar externt skogsbränsle förekommer det att man ibland får en stor andel spån i bränslemixen. Spånet ställer till med problem då bädden blir så tät att den ibland lyfter vilket resulterar i gengassmällar och problem med elfilter.

4.6 Bruk F

Bruk F eldar förutom barken från den egna fabriken även bark, spån och stickflis från det närbelägna sågverket. Fördelningen mellan barken från fabriken och bark, spån, stickflis från sågen är 40 % och 60 %. Årligen förbrukar man ungefär 100 000 m³ löst mått biobränsle i barkpannan. Bränsleflödet till barkpannan beskrivs i figur 20.



Figur 20. Barkflödet vid bruk F
Flow of bark at plant F

Barkningen sker i enstocksmaskiner både vid fabriken och sågverket. Därefter mellanlagras barken. Mellanlagret består av separata högar av olika bark, spån, sållspån och stickflis. Från mellanlagret lastas fuktigt bränsle efter behov i en bränsleficka som förser bränsletorken med material. Efter torken går det torkade bränslet genom en barkrivare. Den torra stickflisen lägger man inte i samma bränsleficka som den fuktiga barken och spånet. Stickflisen läggs istället i en separat som är ansluten direkt till pannan utan att passera tork eller rivare.

4.6.1 Barkning

Barkningen sker både vid fabriken och i sågverket i enstocksmaskiner av fabrikat Cambio.

4.6.2 Mellanlagring

Barken från fabriken och sågen mellanlagras i anslutning till pannhuset. Där lagras även spån och flis från sågverket. Efter behov lastas sedan bränslet i någon av de två bränslefickorna. Den ena bränslefickan matar torken vilket innebär att bränslet kommer till pannan med 1 - 2 timmars fördröjning från det att bränslet lagts i fickan. Den andra bränslefickan står i direkt förbindelse med pannan.

Här finns stora möjligheter att påverka pannan genom att välja bränsle. Den torra stickflisen från sågverket sparas till dess att behov av extra torrt bränsle uppstår. När det behövs läggs stickflisen i den bränsleficka som går direkt till pannan. Detta har fördelen att pannan snabbt får torrt bränsle samtidigt som det fuktiga bränslet i torken får längre uppehållstid och hinner torka längre.

4.6.3 Tork

Den fuktiga barken och spånet torkas med varmluft i en öppen bäddtork. Luften värms till 95°C med spillvärme från sågverkets virkestork. Luftflödet är 60 000[4] nm³/h och uppehållstiden i torken är 1 - 2 timmar. Torrhalten efter tork ligger i snitt på 50 %.

4.6.4 Rivare

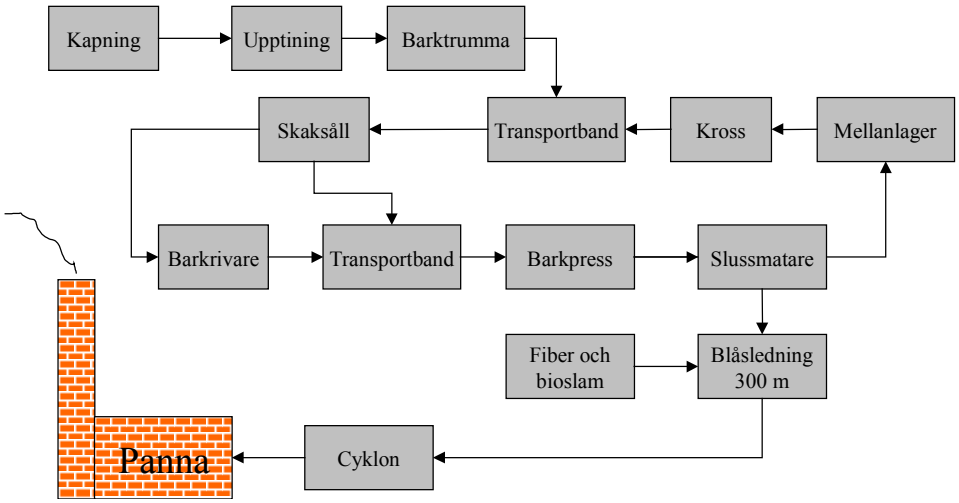
Efter torken passerar barken en barkrivare. Rivaren är levererad av Mekantransport AB och har en effekt på 110 kW. Omräknat på årsförbrukningen av bränsle ger det en effektinsats på 8 kWh per m³ bränsle.

4.6.5 Panna

Pannan är en snedrostpanna på 8 MW. Rosterytan är 13 m² vilket ger en rosterbelastning på 0,6 MW/m². Pannan har blivit ombyggd av ÅPS 1997 och har förutom primär och sekundärluftzon även tertiärluft.
Miljövärdena låg för 1999 i snitt på 74 mgNOx/MJ, 400 mgCO/MJ.

4.7 Bruk G

Vid bruk G tillverkas både slipmassa och sulfitmassa (magnefit). Produktionen ligger på 500 - 550 ton massa per dygn. Om man antar att förhållandet slip/sulfit är 50/50 betyder det ett vedflöde på 70 - 80 m³/h fub. Figur 21 visar barkflödet vid bruk G.



Figur 21. Barkflödet vid bruk G
Flow of bark at plant G

[4] Normalkubikmeter 1,3 kg/m³ vid 0°C

Veden kapas först i 1,5 m längder. Därefter tinas veden på en upptiningstransportör. Barkningen av veden sker i en barktrumma enligt tumlingsprincipen. Barken sållas före barkrivaren för att finfraktionen inte skall behöva rivas. Därefter pressas fin och grovfraktion tillsammans i en barkpress. Innan barken transporteras via en blåsledning till pannhuset, blandar man in avvattnat slam i barken.

4.7.1 Upptining

Veden kapas i längder om 1,5 m för att passa i slipstolarna. Därefter tinas den under 20 - 30 min genom att spritsas med vatten som håller en temperatur av 45°C.

4.7.2 Barkning

Veden barkas i en barktrumma med en längd på 24 m och en diameter på 5,2 m. Trumman är utrustad med gummilyftare. När man barkar Asp ökar vedförlusterna jämfört med barrved.

4.7.3 Sållning

Barken sållas i ett skaksåll den grövsta fraktionen går först till rivare medan finfraktionen går direkt till barkpressen. Hålen i sållet är kvadratiska med 90 mm sida. Då man kör Aspbark går det mesta över sållet.

4.7.4 Rivare/kvarn

Barkens grovfraktion sönderdelas i en Saalasti kvarn. Kvarnen är utrustad med krosstål.

4.7.5 Pressning

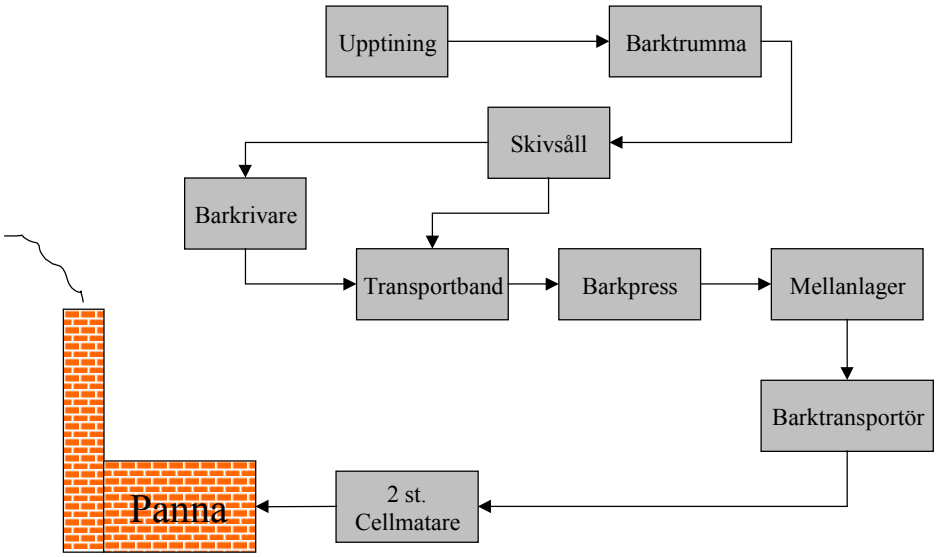
Pressningen sker i en Saalasti trumpress. Torrhalterna efter press brukar ligga på 45 % till 50 % på barr och över 50 % på Asp.

4.7.6 Panna

Pannan är en snedrostpanna på 19 MW.
Med aspbark fungerar pannan bättre än med barrbark uppblandad med slam. Detta beror till stor del naturligtvis på aspbarkens högre torrhalt. Men det beror också på att aspbarken har en grövre fraktion.

4.8 Bruk H

Renseriets kapacitet är 225 m³/h flisad barrved plus 175 m³/h flisad lövved. Totalt 400 m³/h flisad barr och lövved. Detta motsvarar ungefär 160 m³/h fub. Barkens flöde se figur 22.



Figur 22. Barkflödet vid bruk H
Flow of bark at plant H

När veden kommer in i renseriet kommer den buntvis till upptiningen, där sköljs veden med vatten som håller en temperatur av 40°C. Därefter går veden till de två barktrummorna för att barkas. Barken från barktrummorna går över ett skivsåll, den övergrova fraktionen går genom en rivare innan den går till barkpressen medan den fina fraktionen går direkt till pressning. Via ett mellanlager transporteras sedan barken till en silo vid pannhuset. I botten av silon tas barken ut med stokermatare och skruvas sedan med doserskruvar till två cellmatare som förser pannan med bränsle. Pannan är ombyggd från roster till bubbelbädd.

4.8.1 Upptining

Barken tinas under 8 - 9 minuter genom att det översköljs med vatten som håller 40°C. Vattenflödet är ca 600 m³/h vilket behövs med tanke på uppehållstiden.

4.8.2 Barkning

Veden barkas i två barktrummor levererade av Sunds Defibrator. Trummorna har en längd av 60 m och en diameter på 3,8 m. Uppehållstiden i trumman är 20 minuter.

4.8.3 Sållning

Barken sållas i ett skivsåll den grövsta fraktionen går först till rivare innan den går vidare till barkpressen. Finfraktionen går direkt till barkpressen. Vid lövkörning går uppskattningsvis det mesta av flödet över sållet.

4.8.4 Rivare/kvarn

Barkens grovfraktion sönderdelas i en rivare (Rotom 10).

4.8.5 Pressning

Pressningen sker i en Sunds press (MagicChute Barkpress MC 23). Pressen drivs med tre hydraulpumpar normalt krävs bara att en är i drift Märkeffekt 75 kW. Barken faller genom pressen uppifrån och ned. Under passagen av pressen pressas barken upprepade gånger.

4.8.6 Panna

Rosterpanna ombyggd till BFB av Kvaerner 2001. Panneffekt 200 t/h 5,8 Mpa, 450°C omräknat i MW ger det ca 135 MW. Bottenarean är 42 m². Pannan matas med två stup via cellmatare.
Om bränslet har för stor andel finfraktion har man observerat att stoft hänger med upp till överhettarregionen. Värst är fraktionen mellan 3 och 5 mm, p.g.a. att finare fraktioner hinner oxideras innan de når upp till överhettarregionen. Grövre fraktioner hänger inte med gasströmmen upp p.g.a. sin storlek.

5 DISKUSSION OCH SLUTSATSER

5.1 Diskussion

Skogsbränslen som bark är inte lika homogena och jämna i kvalité som t.ex. kol och olja. Detta är ett problem om man vill åstadkomma en god och stabil förbränning. De kvalitetsparametrar som har störst inverkan vid förbränning av bark är variationer i torrhalt och fraktion. Torrhalten är avgörande för värmevärdet vilket indirekt påverkar effekten och stabiliteten i förbränningen. Fraktionen påverkar hur bränslet fungerar i pannan genom att påverka bl.a. fuktavgång, pyrolys, förbränning av kolrest, bränslematning, partiklar och stoft.

Det finns olika typer av barkpannor vilka ställer lite olika krav på barken som bränsle. En rosterpanna t.ex. klarar i allmänhet av grövre fraktioner än vad som är önskvärt i en fluidbädd. En fluidbäddpanna klarar däremot i de flesta fall av att elda bark med lägre torrhalt.

Drifterfarenheterna från bruken i undersökningen pekar i princip på två olika problemställningar som härrör till bränslefraktionen. Det är framförallt de grövsta och de finaste fraktionerna som ställer till med problem.

I rosterpannor förekommer problem med att bränslebädden är tät d.v.s. låg porositet. Detta ger högt tryckfall över bädden och ojämn luftfördelning. Primärluften söker sig till de ställen där tryckfallet är lägst d.v.s. där bädden är tunnast vilket minskar luftflödet till de partier som har mycket bränsle och tvärt om. Detta ger ojämn förbränning av bränslet. Vissa partier förbränns tidigt medan andra kommer att förbrännas sent på rostret, vilket ökar andelen oförbränt i askan och ger stråkbildning i pannans gasfas. I vissa fall kan tryckfallet över bädden bli så stort att bädden lyfter. De analyser som utförts i detta arbete visar att de bränsleblandningar som är täta och har låg porositet också innehåller mycket finfraktion. I en rosterpanna har hela bränsleflödet samma uppehållstid. De grova fraktionerna kräver längre uppehållstid än de fina för att hinna förbrännas. Är fraktionen tillräckligt grov kommer det att ge upphov till ökad andel oförbränt i askan. Övergrova fraktioner kan även ge upphov till problem med bränsleinmatningen genom att bitar hänger sig och fastnar.

När det gäller fluidbäddar har även de problem relaterat till finfraktion. Fluidbäddens förmåga att ge en jämn och kontrollerad förbränningstemperatur förutsätter att bränslet förgasas och oxideras i och inte utanför bädden. I en bubblande bädd förgasas bränslet i bädden samtidigt som det mesta av förbränningen också sker i bädden, slutförbränningen sker dock ovanför bädden vid sekundär- tertiärluftsregistret. I en bubbelbädd kan det vara problem att blanda in finfraktionen i bädden. Finfraktionen kommer då att oxideras ovanför bädden, vilket kan ge upphov till ökad NOx-bildning p.g.a. lokalt hög temperatur. Vid vissa finfraktioner kan problem med medryckning uppkomma. Medryckning innebär att bränslepartiklar dras med av gasflödet i pannan innan de oxiderats. Detta ger bl.a. problem med beläggningar på värmeöverförande ytor t.ex. överhettare, igensättning av elfilter, ökad andel oförbränt i flygaskan. Ett annat

problem är de största fraktionerna. Dessa kan vara svåra att få ordentligt omblandade i bädden. Kunde man konstatera att dålig omblandning av bränsle orsakar ojämnheter i bäddens stökiometri. Skulle det kunna förklara ojämn temperaturfördelning och stråkbildning i pannans gasfas. Om bränslet är grovt eller har en ofördelaktig form d.v.s. avviker mycket från en ren sfärisk form t.ex. stickor uppstår lätt inmatningsproblem. Detta leder i sin tur till att bränsleflödet kommer att variera.

Önskemålet för de båda panntyperna verkar vara en bark med endast den optimala fraktionen d.v.s. inget material mindre eller större än den optimala fraktionen. Det gäller med andra ord att försöka styra renseriet så att de finaste och de grövsta fraktionerna i möjligaste mån kan undvikas.

Barkens utseende och fraktion varierar mellan de undersökta bruken. Detta beror både på faktorer i de undersökta renserierna och yttre faktorer som påverkar vedens kvalité innan den kommer till renseriet t.ex. vilken ved som används, var den har växt, vilken årstid den avverkats, hur den har lagrats o.s.v.

Trots alla yttre påverkande faktorer är det möjligt att dra vissa slutsatser utifrån det undersökta materialet. De steg som påverkar utseendet och fraktionen mest är vilken metod som använts vid själva barkningen och därefter hur hanteringen med såll och rivare har lösts.

Genomgående verkar barkning i enstocksmaskiner (Cambio) ge en bark med grövre fraktion jämfört med trumbarkning. Detta syns tydligt i analyserna trots att den bark som analyserats har passerat processteg som kvarnar/rivare, pressar mm. vilket borde jämna ut effekter från barkningen. Att byta barkningsmetod för att påverka barkfraktionen kan inte ses som något alternativ eftersom valet av metod styrs av krav på kapacitet och vad veden skall användas till. Vid trumbarkning kan man dock påverka barkningen med hur full man kör trumman, längden på veden eller genom att montera gummilyftare.

Sållningen och bearbetningen i kvarnen/rivaren styr också fraktionsfördelningen. Med dessa processteg försöker man jämna ut fraktionsfördelningen. Sållet har till uppgift att hindra materialet i de fraktioner som inte är överstora från att krossas ytterligare i kvarnen/rivaren. Kvarnen/rivaren krävs för att förhindra att överstora fraktioner ställer till med problem vid förbränningen och i hanteringsutrustningen. För att sållningen på skivsåll och skaksåll skall lyckas måste barken matas in i ett jämt och tunt lager. I verkligheten är detta ofta inte fallet, barken kommer in ojämnt och det mesta av finfraktionen rider över sållet och hamnar i kvarnen/rivaren där det riskerar att bli ännu finare.

5.2 Slutsatser

De slutsatser som kan dras utifrån det undersökta materialet är framförallt att optimal fraktionsfördelning på barken för en panna är en bark som endast innehåller den fraktion som fungerar bäst för den aktuella pannan. Vilken fraktion som önskas varierar naturligtvis från panna till panna. Genomgående önskas dock inte de finaste och de grövsta fraktionerna. Utifrån det undersökta materialet kan man även se att fraktionsfördelningen på den bark som lämnar renseriet går att påverka genom val och drift av barkhanteringsutrustningen i renseriet.

Materialet visar också att barkningen påverkar fraktionsfördelningen mest samtidigt som det är det processteg som är svårast att förändra. Det som kan göras på barkningen är att undvika att bearbeta barken mer än nödvändigt t.ex. finna optimal fyllnadsgrad i trumman, ta hänsyn till årstidsvariationer. Ett processteg som kan vara lättare att göra något åt är sållningen. Sållet bör ha tillräcklig kapacitet för att kunna sålla bort finfraktionen före rivaren. Vid många av de undersökta bruken klarade inte sållet att skilja den övergrova fraktionen från finfraktionen. Det är också viktigt att kvarnen/rivaren hålls i bra skick för att kunna krossa den övergrova fraktionen. Mellanlagring ger både fördelar och nackdelar. Fördelarna är framförallt ökad flexibilitet, renseriet behöver inte ta hänsyn till huruvida pannan behöver bränsle eller inte. Det ökar också möjligheterna att välja bränsle till pannan efter behov. Nackdelen är framförallt risk för försämrad barkkvalité p.g.a. nedbrytning och nedsmutsning. Hanteringen mellan de olika processtegen i renseriet och i pannhuset påverkar också barkkvalitén. Genom att använda transportband istället för skruvar och blåsledningar kan man undvika att barken faller sönder i finfraktion p.g.a. hanteringen mellan de olika processtegen.

6 FORTSÄTTNING ETAPP 2

Detta arbete är tänkt att följas upp av en andra etapp. I etapp 2 kommer fullskaleförsök med olika bränslefraktioner att göras vid en rosterpanna och en fluidbäddpanna. Målet med försöken är att mer i detalj undersöka fraktionsfördelningens betydelse för emissioner och driftproblem. Förutom driftdatainsamling kommer följande mätningar att utföras. Kartering i eldstad med sugpyrometer, påslagsmätning med beläggningssond, stoftmätning, kameraövervakning med eldstadskamera.

Eftersom inte bara bark används som bränsle vid skogsindustrins barkpannor vill vi inte begränsa försöken till endast bark. Förutom ren bark kommer även försök att göras på blandningar av bark spån, flis och slam av olika slag.

De bruk som föreslås i etapp 2 är rosterpannan vid Rockhammars Bruk och fluidbäddspannan vid Norrsundets Bruk.

Både Rockhammars bruk och Norrsundets bruk har fördelen av att ha ett sågverk i närheten, från vilket man använder bark, spån och spillflis i barkpannan. Man har därför tillgång till bränsle av varierande fraktion. Vid båda bruken finns det därför stora möjligheter att före försöken ta fram särskilda bränslemixar genom sållning och blandning av olika fraktioner.

7 BETECKNINGSLISTA

fub	Fast Under Bark
GROT	Grenar Rötter Och Toppar
RT-flis	Retur Trä (rivningsvirke)
TS	Torr Substans
OFA	Over Fire Air (lufttillförsel ovanför eldstaden)
NOx	Nitrogen Oxide

8 REFERENSER

[1] Granvik. M. Biobränsle från skogsindustrin. SVEBIO. 8/98
[2] Fredriksson. G. ROTOM, personlig kommunikation, oktober 2001
[3] Askaner. A. Chalmers tekniska högskola. Inst. För Kemisk apparatteknik. examensarbete, 1976
[4] Johansson. B. Skogsindustrins Utbildning. Y-201 Ved, flis och bark. sid. 171
[5] I. E. IDELCHIK, HANDBOOK OF HYDRAULIC RESISTANCE sid 394.

Värmeforsk är ett organ för industrisamverkan inom värmeteknisk forskning och utveckling. Forskningsprogrammet är tillämpningsinriktat och fokuseras på energi- och processindustrierna behov och problem.

Bakom Värmeforsk står följande huvudmän:

- Elforsk
- Svenska Fjärrvärmeföreningen
- Skogsindustrin
- Övrig industri

VÄRMEFORSK SAMARBETAR MED STATENS ENERGIMYNDIGHET



VÄRMEFORSK SERVICE AB
101 53 Stockholm
Tel 08-677 25 80
Fax 08-677 25 35
www.varmeforsk.se

Beställning av trycksaker
Fax 08-677 25 35