Det skogsindustriella programmet 1090

Effektivare energi- resursanvändning

Syntes av det skogsindustriella programmet

Carl Mattsson

värmeforsk
VÄRMETEKNISK FORSKNING OCH UTVECKLING

Effektivare energi- och resursanvändning

Syntes av det
skogsindustriella programmet

The Forest Industry Program

Synthesis

Carl Mattsson

S5-601

VÄRMEFORSK Service AB
101 53 STOCKHOLM · Tel 08-677 25 80
FEBRUARI 2008
ISSN 1653-1248

Abstract

Den svenska skogsindustrin har arbetat med energirelaterade frågor tillsammans med Värmeforsk i ett särskilt skogsindustriellt program sedan 1997. Det har lett till en betydande kunskapsuppbyggnad inom olika områden till nytta för branschens företag. Avsikten med denna rapport är att redovisa kunskapsläget inom olika fokusområden och beskriva den nytta som genererats i verksamheten samt indikera centrala framtidsfrågor för programmet.

Omfattande satsningar har gjorts på miljörelaterade frågeställningar vilket stärkt branschen när det gäller att möta ökade krav på utsläpp från branschens förbränningsanläggningar och hantering av slam. Betydande insatser har gjorts på ett framgångsrikt sätt för att stärka kunskapen inom kemikalieåtervinningens olika steg vid kemisk massaproduktion avseende bränsle, korrosion, drift etc.

Åtgärder för att effektivisera processteg och återvinna värme/ånga har skapat förutsättningar för ökad elproduktion och förädling av biobränsle för internt och externt bruk. Steg har tagits mot att öka förädlingen av restprodukter till råvaror som kan avyttras externt. Den kunskap som byggts upp har skapat goda förutsättningar för att möta framtida utmaningar såsom fortsatt energieffektivisering genom bl.a. processlutningar, skärpta miljökrav, utveckling av biodrivmedel och bioraffinering.

Sammanfattning

Värmeforsk bedriver sedan 1997 ett särskilt program med inriktning på skogsindustriella problemställningar med energirelevans. Det har omfattat drygt 70 projekt sedan starten. Denna syntesrapport behandlar gjorda satsningar med vissa utblickar mot andra program i första hand inom ramen för Värmeforsk.

Syftet är att beskriva kunskapsuppbyggnaden inom olika områden, vad denna bidragit till för branschen samt att peka på framtida problemområden. Syntesen har gjorts utifrån en analys av ett antal fokusområden och kan sammanfattas:

- **Slam** – Förbränning i barkpannan är fortfarande huvudalternativet för behandling. Metoder för att öka torrhalten som torkning och avvattning inför förbränning har analyserats utan någon tydlig slutsats. Materialåtervinning från t.ex. svärtslam är ett utvecklingsområde som omfattar även processteknisk utveckling men som ligger utanför det Skogsindustriella programmet.

- **Bark** – Barkfraktionernas betydelse vid förbränningen har klarlagts. Olika sätt att öka effektiviteten vid torkning av bark har prövats och slutsatsen är att valet av metod är beroende av brukets specifika förhållanden.

- **Barkpannan** – Omfattande kunskap har byggts upp om förbränning av skogsindustriella bränslen (bark, slam etc.) på effektivast möjliga sätt med låga utsläpp. Anläggningstekniken har utvecklats liksom kunskap om modernisering av äldre utrustningar vilket kan leda till betydande besparingar genom förlängd livslängd.

- **Sodahuset** – Väsentliga insatser har gjorts för att möta allt mer skärpta utsläppskrav bl.a. vid dimensionering av framtida anläggningar. Detsamma gäller vid drift av befintliga anläggningar och frågor som sotning/sotningsinterval, sprickdetektering och materialval i överhettare. En modell för fördelning av NO_X avgifterna har också utvecklats. Anläggningsägarna har fått värdefull kunskap inom relevanta områden.

- **Indunstningen** – Problem med inkruster och korrosion har studerats vilket gett konkret information till anläggningsägare om relevanta driftfrågor. Möjligheterna att rena metanol från det kondensat som erhålls efter indunstningen har översiktligt belyst vilket skapar ett underlag för fortsatta analyser.

- **Mesaugnen** – Satsningarna som har gjorts ger anläggningsägarna ökade kunskaper om driftfrågor såsom problem med ringbildning och korrosion liksom möjligheterna att konvertera ugnen till användningen av olika biobränslen. Användningen av överskottsånga för släckning av kalk har också belysts och kan resultera i effektivitetsvinster**.**

- **Tallolja** – Gjorda satsningar har skapat förståelse för betydelsen av olika driftparametrar och hur dessa kan optimeras. Det skapar förutsättningar för ökad produktion av tallolja för såväl internt som externt bruk.

- **Energieffektivitet i processer** – Kunskap om energiåtgången i torkcylindrarna vid höga G-krafter har framgångsrikt byggts upp. För närvarande är projekt under avslutning som har lovande förutsättningar för att skapa en kunskapsbas avseende tillverkning av CTMP från gran och asp, förbehandling av flis kombinerad med enzymatisk modifikation av den förbehandlade flisen i TMP- produktion och utveckling av energiåtervinning i raffineringssystem med låg massakoncentration. Det är dock ännu för tidigt att dra några slutsatser från de genomförda studierna.

- **Systemfrågor och övrig energieffektivisering** – Återvinningen av våtluft med värmepumpteknik visar lovande potential. Detsamma gäller utvecklingen av spiralfäktar för användning vid stora luftflöden vilka ger ökad effektivitet. Kunskap har framgångsrikt byggts upp om möjligheter till effektivisering av elanvändningen i samverkan med det sk. PFE-programmet. Ett exempel är den beräkningsmetod för pumpdimensionering som tagits fram. Detsamma gäller användningen av sk. ”Pinch” – teknologi för att skapa systemeffektiviseringar.

<u>Sammanfattande kommentarer</u>

De insatser som gjorts har skapat förutsättningar för branschen att möta dels skärpta utsläppskrav vid förbränning, dels de nya regelverken vid hantering av restprodukter. Den kunskap som byggts upp runt förädling av industrins biobränslen för intern oljeersättning och för avsalu till den externa marknaden har skapat betydande ekonomiska värden och bidrag till ökad biobränsleanvändning i enlighet med EU:s klimatmål.

Betydande kunskap har byggts upp inom flera områden. Få kunskapsluckor har identifierats inom ramen för de avgränsade frågeställningar som studerats i de genomförda projekten. Det <u>innebär inte</u> att det saknas nya och utmanande problem som behöver studeras som följd av den snabba utvecklingen av industrins villkor.

Det Skogsindustriella programmet kommer att spela en viktig roll för att belysa flera av dessa problem som är gemensamma för branschen och konkurrensneutrala.

Framtidens frågeställningar

De kanske viktigaste framtidsfrågorna berör systemtekniska frågor i samband med processlutningar, systemintegration, bioraffinering etc. Bruken kommer i allt större utsträckning att utnyttjas för produktion av andra kommersiella produkter än massa- och pappersproduktion.

Det handlar om utveckling av biodrivmedel, ökad fjärrvärmeproduktion, förädling av andra bränslen samt utveckling av andra kommersiella produkter. För att understödja den utvecklingen krävs systemstudier men det krävs också processteknisk utveckling med stora inslag av materialteknik.

Nyckelord: Syntes över det forskningsprogram, skogsindustriell forskning, nytta av forskningsresultat.

Executive Summary

In 1997 Värmeforsk together with the Industry launched "The Forest Industry Programme" and has since then financed more than 70 projects. The scope of the Programme is focused on short term improvements of energy use and efficient use of feed stock. The programme complements other efforts undertaken by the Industry on its own and in joint programmes at research institutes and Universities.

The report explores the achievements within the programme and identifies loopholes and challenges for the future. The report is structured according to main process stages and highlights the state of the art at each stage.

- **Sludge** – Combustion in the bark boiler is still the main choice for remediation. Methods to increase dry matter content such as drying and dewatering as a pre stage before combustion have been explored. No firm conclusions can be drawn from the studies. Further efforts concerning recovery of residuals such as de-inked pulp sludge have been identified but not as a subject to the programme.

- **Bark** – The importance of fractions (as a result of drying etc) in the combustion process has been explored thoroughly. A variety of methods to increase drying efficiency have been tested and the conclusion is that the choice of method depends on the mill design.

- **Bark boiler** – A vast experience of burning internal fuels such as bark and sludge with high efficiency and low emissions has been gained. New plant design has been explored as well as techniques to upgrade old boiler plants with high commercial potential for the operator due to increased expected life time.

- **Recovery boiler –** Significant efforts has been devoted to comply with the increased restrictions on emissions not the least in the design of the next generation of boilers. A principle for dividing and sharing the NO_X – burden between mills has been developed and implemented successfully. Soothing/sooth intervals, cracking and best choice of materials for the super heater to increase life time are other key areas addressed in the programme with promising results of the benefit of the operators.

- **Evaporation** – Encountered problems with scaling and corrosion have been analysed with substantial potential benefits to the mill operators. Preliminary studies of removal of methanol in the condensate from the evaporator are promising and a basis for future analysis.

- **Lime kiln** – Ring formations and corrosion problems have been in the focus of studies giving valuable knowledge to the operators. Problems associated with conversion to bio fuels in the kiln have been addressed successfully. Studies show that the use of surplus steam to lime slaking can contribute to increased efficiency.

- **Tall Oil** - Understanding of the production parameters and how to optimize the yield have been targeted in the studies. The importance of the individual mill design has been clearly revealed to the benefit of the operators.

- **Energy efficiency in processes** – An understanding of de-watering in drying cylinders has been gained which is of benefit to increased efficiency in the next generation of plant or the replacement of old equipment.

  Current projects are underway with potential promising result that focus on use of spruce and aspen in the CTMP - process as well as pre-treatment of wood chips combined with modification by enzymes as part of the TMP- process and energy recovery in refinery systems with low pulp concentration. These projects will provide a good knowledge base for the next step of studies.

- **System issues and general energy efficiency** – Heat recovery from humid air using heat pumps is promising as is the development of using a spiral fan for large air flows, however full scale demonstration is required to explore the potential fully.

  Increased electric efficiency has been addressed thoroughly in the parallel PTE-program as well as in the development of a design methodology for pump capacity. Promising results have been achieved using Pinch – technology to reveal opportunities for increased system efficiencies but so far only theoretically.

Concluding remarks

The achievements so far have established a foundation for the industry to deal with expected constraints on emissions as well as on the impact of regulations on residual products. The exploitation of bio energy for internal and external commercial use has been successful and of great economic benefits to the industry and with a substantial contribution to meet the EU climate goals.

Substantial knowledge has been achieved in various fields and few loopholes have been identified within the fields covered by the projects. Still the programme will encounter new and important issues that need to be addressed by the Industry in the future not the least due to the rapid development of the business environment.

Issues of the future

The most challenging issues in the future concern system design when closing processes, integration of systems, introduction of bio refinery concepts in the mill etc. It is expected that the mills will be considered multipurpose production plants rather than just a pulp and paper plant.

Production of bio fuels, increased district heating options, development of new fuels and other commercial products are envisaged for the future. The development needs to be

supported by system design studies as well as development of process technology that also address new challenges in the field of materials.

Keywords: Synthesis, research programmes, pulp and paper industry, knowledge development

Innehållsförteckning

1 INLEDNING 1

1.1 BAKGRUND 1
1.2 GENOMFÖRANDET AV SYNTESEN 1

2 PERSPEKTIV PÅ DET SKOGSINDUSTRIELLA PROGRAMMET 3

2.1 HISTORISK UTBLICK SOM REFERENS TILL FORSKNING INOM OMRÅDET 3
2.2 VÄRMEFORSKS PROGRAM 3
2.3 PROGRAMHISTORIK 4
2.4 PROGRAMMETS INPLACERING 4

3 FOKUSOMRÅDEN 6

3.1 SLAM 6
3.2 BARK 10
3.3 BARKPANNAN 11
3.4 SODAHUSET 14
3.5 INDUNSTNING 16
3.6 MESAUGN OCH KALKÅTERVINNING 17
3.7 TALLOLJA 19
3.8 ENERGIEFFEKTIVISERING AV PRODUKTIONSPROCESSER 20
3.9 ÖVRIG ENERGIEFFEKTIVISERING OCH SYSTEMFRÅGOR 21

4 KUNSKAPSUPPBYGGNADEN – VART LEDER DEN FÖR BRANSCHEN? 25

4.1 MÖTA SKÄRPTA MILJÖKRAV 25
4.2 MÖTA NATIONELLA MÅL OM ÖKAD ELPRODUKTION FRÅN BIOBRÄNSLEN 26
4.3 MEDVERKA TILL ÖKAD BIOBRÄNSLEANVÄNDNING OCH REDUKTION AV CO_2 UTSLÄPP 26
4.4 ÖKAD RESURSANVÄNDNING 26
4.5 ÖKAD EFFEKTIVITET OCH PRODUKTIVITET 26
4.6 ENERGIEFFEKTIVITET 27

5 UTBLICK MOT FRAMTIDEN OCH DESS UTMANINGAR 28

BILAGA A - FÖRTECKNING ÖVER INTERVJUADE 30

A.1 BRANSCHFÖRETRÄDARE 30
A.2 FORSKNINGSORGANISATIONER, KONSULTER OCH ANDRA UPPDRAGSTAGARE ETC 31

BILAGA B - BEVILJADE PROJEKT FÖR PERIODEN 2002 - 2008 32

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Värmeforsks Skogsindustriella program skall stödja projekt med sikte på löpande förbättringar i verksamheten i syfte att minska/effektivisera energianvändningen och att utnyttja vedråvaran bättre bl.a. genom ökad restproduktutnyttjande. Resultaten av projekten förväntas omsättas i branschen inom 3 – 5 år. De frågeställningar som behandlas i projekten skall vara av gemensam karaktär för branschen och vara konkurrensneutrala.

Det skogsindustriella programmet finansieras av branschen, Åforsk och Statens Energimyndighet. Sedan starten 1997 har programmet finansierat drygt 70 projekt med en budget på mer än 27 Mkr. Inför den kommande programperioden 2009 – 2011 har Värmeforsk arbetat med att formulera ett nytt forskningsprogram. Som en del av beslutsprocessen har Värmeforsk beslutat göra en utvärdering och en syntes av gjorda satsningar.

År 2002 lät Värmeforsk göra en syntes av det skogsindustriella programmets satsningar fram till 2002/2003[1]. I rapporten beskrivs kunskapsläget 2002 och ett framtidsperspektiv för Värmeforsks satsningar.

Den fortsatta framställningen har som utgångspunkt dels denna syntesrapport och dess slutsatser, dels programskrivningarna för perioderna efter år 2002 samt den syntes [2] och utvärdering [3] som genomförts 2008 avseende Värmeforsks basprogram.

1.2 Genomförandet av syntesen

Syntesen har genomförts dels i form av en analys av dokument från Värmeforsk, industriforskningsinstituten, högskolan och andra relevanta källor, dels intervjuer med branschföreträdare, ett antal personer inom forskarvärlden och bland dem som utför projekt på uppdrag av Värmeforsk (totalt drygt 35 intervjuer). En förteckning över de intervjuade finns i bilaga A.

Värmeforsks satsningar har en omfattning och ett tidsperspektiv som endast undantagsvis stödjer högskolan i dess utbildningsuppgift. Det blir därför en naturlig avgränsning mot branschens och statens mer långsiktiga satsningar som medger forskarutbildning, vetenskaplig meritering etc. se avsnitt 2. Av det skälet har endast en översiktlig analys av de satsningar som pågått och pågår inom högskolan och vid industriforskningsinstituten gjorts.

En analys har gjorts av de projekt som genomförts sedan 2002 inom ramen för det skogsindustriella programmet, se bilaga C med vissa utblickar mot andra delar av

[1] Skogsindustriell energiforskning, Syntesrapport 1997 – 2002, Värmeforskrapport 815
[2] Värmeforsks basprogram 2005-2007, Utvärdering, Projekt G6-610-1
[3] Värmeforsks basprogram 2005-2007, Syntesrapport, Värmeforskrapport 1051

Värmeforsks program. Materialet har i allt väsentligt hämtats från Värmeforsks rapportdatabas.

Syntesen har gjorts genom studier av ett antal processer, affärsmöjligheter, systemfrågor etc. med energirelevans för branschen och det fokus Värmeforsk har i sin programverksamhet. Det gör att bl.a. grundläggande forskning och processutveckling ligger utanför analysen. Det har lett till att satsningarna grupperats i följande fokusområden och dess olika problemställningar:

- Slam
- Bark
- Barkpanna
- Sodahuset
- Indunstning
- Mesaugn
- Tallolja
- Energieffektivitet i processer
- Systemfrågor och övrig energieffektivisering

Avsikten har varit att beskriva kunskapsuppbyggnaden inom vart och ett av områdena ovan och kunskapsutvecklingen sedan dess. Det innebär också att beskriva om hur och på vilket sätt kunskapen bidraget till att:

- Möta skärpta miljökrav
- Möta nationella mål om ökad elproduktion med biobränslen
- Medverka till ökad biobränsleanvändning och reduktion av CO_2 utsläpp
- Öka resursanvändning
- Öka effektivitet och produktivitet
- Energieffektivitet

Slutligen är avsikten också att peka på framtidsfrågor utifrån ett kunskapsperspektiv.

2 Perspektiv på det skogsindustriella programmet

Svensk skogsindustri har utvecklats med utgångspunkt från nationell skogsråvara och relativt sett konkurrenskraftiga elpriser. Traditionellt har returpapper varit en mindre resurs för industrin men som under senare år blivit mer betydelsefull. Det har präglat valet av fabriksutformning, produktionsmetoder och produkter. Forskningen i Sverige vid högskolorna och inom företagen har fokuserat på att stödja denna inriktning. Skogsindustrins olika produktionsanläggningar har under denna period varit de dominerande kunderna för den avverkade skogen.

2.1 Historisk utblick som referens till forskning inom området

Under 1980-talet drev de snabbt stigande oljepriserna fram olika åtgärder för att reducera användningen av olja i landet. Skogsindustrin började i ökande utsträckning se över möjligheterna att ersätta oljan med interna bränslen främst för ångproduktion. Parallellt har ett omfattande arbete pågått med att bl.a. effektivisera tillverkningen, utveckla nya produkter, öka produktkvalitén osv. Jämförelsevis fördelaktiga elpriser relativt vissa konkurrentländer har varit en betydelsefull faktor vid valet av tekniska lösningar.

Utvecklingen under senare delen av 1990-talet har lett till en växande konkurrens om produkterna från skogen. Energibranschen blev en konkurrent om skogsindustrins råvaror inledningsvis, med fokus på restprodukter såsom grot. Antalet anläggningar för produktion främst av fjärrvärme baserade på biobränslen växte snabbt och därmed efterfrågan på dessa bränslen.

Numera har energibranschen på allvar börjat konkurrera om skogsråvaran och inte bara om dess restprodukter. Marknaden i Sverige har blivit kraftigt konkurrensutsatt. Det ökade intresset för biobränslen inom energisektorn har drivit upp priserna och öppnat för import av bl.a. träpellets från länder som Kanada.

Import av vedråvara till skogsindustrin har parallellt börjat bli mer kostsam. Det gör att skogsindustrin på alla sätt ser över möjligheterna till att effektivisera användningen av råvaran, utveckla intern användningar av restprodukter och att utveckla för produkter för den externa marknaden.

Skärpta miljökrav avseende bl.a. slam/slamhantering, handel med utsläppsrätter för CO_2 och systemet med el-certifikat som premierar elproduktion med förnybar energi har skapat nya förutsättningar som branschen har att förhålla sig till i sitt forsknings- och utvecklingsarbete.

2.2 Värmeforsks program

Under perioden 2005 – 2008 drivs ett basprogram med fyra delprogram under programperioden och fyra ämnes- eller branschspecifika program.

Basprogrammet inriktas f.n. på följande forskningsområden:

- Anläggningsteknik/Miljö.
- Material och kemiteknik.
- Processtyrning.
- Tvärteknik.

Utöver det skogsindustriella programmet driver Värmeforsk också programmen:

- Fukthaltsmätning av biobränsle.
- Miljöriktig användning av askor från energiproduktion.
- Grödor från åker till energiproduktion.

Basprogrammets olika delar har betydande relevans på skogsindustrins problemställningar vilket också avspeglas i de projekt som finansierats.

.

2.3 Programhistorik

Fram till 2002 har Värmeforsks Skogsindustriella program främst haft fokus på massabrukens kemikalieåtervinning och produktion av ånga till fabriken samt frågor som rör skogsindustriellt slam. Det har handlat om kemikalieprocessen med dess ingående komponenter som sodahuset, indunstningen, mesaugnen och barkpannans problemställningar.

I allt väsentligt handlar det om tillförselfrågor och i mindre utsträckning om energieffektivisering, systemslutning, utveckling/förädling av restprodukter för internanvändning eller energiprodukter/tjänster för den externa marknaden. Det är inte bara Värmeforsk som haft denna inriktning utan även branschens företag.

Endast ett fåtal projekt har berört andra områden. Insatserna har fokuserat på att få befintlig utrustning att fungera bättre (utsläpp, bränsleval, verkningsgrad, tillgänglighet etc.) och i mindre grad på att effektivisera energianvändningen och råvaruutbytet.

Därefter har programmet mer kommit att präglas av en helhetssyn på fabrikernas förutsättningar och möjligheter. Samspelet mellan vad som sker vid t.ex. processlutningar, förutsättningar för elproduktion eller ökat restproduktutnyttjande och förädling har fått betydligt större aktualitet. Det sker utan att tidigare väsentliga problemområden lämnats.

2.4 Programmets inplacering

Det skogsindustriella programmet har en inriktning och perspektiv som inte annat än undantagsvis behandlas i andra branschinriktade satsningar eller program eller av företagen själva. Det har dels att göra med programmets inriktning på främst energirelaterade frågeställningar, dels att göra med att resultaten förväntas omsättas inom 3 – 5 år. De frågor som behandlas är kortsiktigt problemrelaterade med viss anknytning till högskolan främst som resursbas.

De statliga skogsindustriella satsningarna är utöver stödet till Värmeforsk dels inriktat mot forskning vid Högskolan med sikte på långsiktig kunskaps- och kompetensuppbyggnad, dels stöd till program vid Industriforskningsinstituten främst vid STFI-Packforsk. Av naturliga skäl ligger fokus på produkt- och processutveckling av långsiktig karaktär med inslag av grundforskning.

I jämförelse med Värmeforsks satsningar finns i program utrymme för forskarutbildning och annan traditionell forskning som är såväl resultatorienterad som vetenskapligt meriterande. Det är satsningar som skapar utrymme för forskning som leder till akademiska examina, forskningsresultat som kan publiceras i internationella vetenskapliga publikationer och emellanåt resultat som kan omsättas i patent och produkter/produktionsmetoder.

Företagens eller koncernernas främsta intresse är att stärka konkurrenskraften via produkt – och processutveckling. Det gör att deras FoU-budget inriktas mot dessa områden. Målet är att sänka kostnader och utveckla produkter som motsvarar marknadens krav. De energirelaterade frågorna handlar framförallt om att sänka kostnaderna genom energieffektivisering, bättre utnyttjande av råvaran, utnyttja olika restprodukter som bark internt eller till en extern marknad.

3 Fokusområden

Det Skogsindustriella programmet behandlar frågor med energirelevans innanför fabriksgrindarna. Skogsindustriell utveckling av metoder och annat i tidigare led är relevant för branschen men ligger utanför programmets inriktning. Detsamma gäller för restprodukthantering som sker utanför fabriksområdet. Stöd till utveckling av enskilda komponenter omfattas endast undantagsvis av programmet.

Syntesen har som bas ett antal fokusområden med energirelevans för skogsindustrin. Satsningar på kunskapsuppbyggnad både inom det Skogsindustriella programmet och inom andra delprogram med betydande relevans för branschen har grupperats efter dessa områden. Frågeställningar som är mer perifera för branschens kunskapsuppbyggnad har beskrivits översiktligt men inte närmare analyserats. Det betyder att produktions- och processutveckling ligger utanför syntesen.

Den fortsatta redovisningen bygger på de rapporter som genomförts inom respektive fokusområde och de slutsatser som framkommer ur dessa bl.a. när det gäller behov av fortsatta insatser.

3.1 Slam

Inom skogsindustrin faller en rad olika typer av slam som kräver av behandling. Vissa typer av slam som innehåller värdefulla restprodukter som kan förädlas och återvinnas medan andra behöver destrueras eller deponeras. Lagstiftningen gör att möjligheterna att deponera slam har reducerats avsevärt vilket riktat intresset på att reducera volymerna så långt möjligt genom bl.a. förbränning.

Värmeforsk har bedrivit ett omfattande arbete med bäring på området slam. En sökning i rapportdatabasen pekar på att mer än 220 projekt genomförts som på olika sätt har betydelse för området avseende:

- Olika typer av slam och deras hantering
- Torkning och avvattning.
- Förbränningss- och askfrågor inklusive användning av aska.
- Återvinning av restprodukter ur slam.
- Deponeringsfrågor

De flesta projekten behandlar frågor med relevans för andra branscher som energiföretagen och därmed finansierats utanför det skogsindustriella programmet. 12 av projekten har slam som huvudfokus medan resterande projekt har indirekt betydelse för området.

Det har förekommit olika satsningar inom Värmeforsks program för att utnyttja slam på deponier som täckmaterial, spärrskikt och på annat sätt som ”filler” men någon analys av kunskapsuppbyggnaden som resultat av dessa satsningar har därför inte gjorts. Detsamma gäller reningsteknik och processer för materialutvinning i de fall de inte har

en stark energirelevans. Flera av dessa frågor har belysts i utvärderingen av Askprogrammet som gjordes 2003[4].

Den fortsatta framställningen avgränsas till det skogsindustriella perspektivet på slam med energirelevans.

Kunskapsläge 2002

I en studie 1998[5] konstaterades att 65 % av det fiber-, returfiber, bio- och kemslam samt blandningar av dessa som faller inom skogsindustrin förbrändes främst i industrins barkpannor. Under perioden fram till 2002 utpekades slam som det avfallsbränsle som behövde ägnas speciellt intresse. Det utrycktes som ”Ökande mängder slam av olika typer av processer och reningsanläggningar uppkommer idag inom skogsindustrin och uppvisar ofta låga torrhalter och bränslevärden. Deponering av dessa slam kommer inom kort att vara omöjlig eller mycket kostsam varför förbränning är ett viktigt sätt för hantering av slammen. Detta medför att förbättrad teknik för att höja torrhalten på dessa slam och på ett miljöriktigt sätt förbränna dem är ett synnerligen önskvärt utvecklingsmål”

Slammet är vid tidpunkten främst ett destruktionsproblem för att minimera avfallsmängder och på så sätt undvika kostsam och regelomgärdad deponering [6]. Endast i mindre utsträckning sågs slam som en resurs för energi- eller materialåtervinning.

<u>Förädling (torkning, avvattning etc)</u>
För att öka torrhalten inför förbränningen användes främst silbands- och skruvpressar. Metoder för att förädla slammet har analyserats såsom vakuumtorkning, superkritisk vattenoxidation och våtoxidation.

Förutsättningarna för vakuumtorkning av slam bedömdes i två studier[7] [8] ha en god potential men den varierade mellan bruken och de slam som faller. Processlösningar för torkning var tillgängliga och bedömdes ha en god potential. I syntesen efterfrågades inte ytterligare generell allmän kunskap. De enskilda bruken behövde precisera sina förutsättningar och behov i dialog med leverantörerna för att finna lämpliga lösningar.

Superkritisk vattenoxidation innebär en nedbrytning av organiskt material i den superkritiska fasen. Tekniken lämpar sig bl.a. för skogsindustriellt avloppsvatten som inte kan omhändertas i kommunens biologiska anläggningar och reducera slamvolymer. Den korrosiva miljön med åtföljande materialproblem bedömdes vara det största ekonomiska hindret. Intresset för tekniken var stort och pilotförsök genomfördes med svärtslam med goda resultat. Tekniken bedömdes vara attraktiv men ännu inte prövad i full skala och drifttillgängligheten ansågs osäker[9].

[4] Utvärdering av Askprogrammet; Underhandsutvärdering - Programperioderna 2002 och 2003- 2005, Projekt Q4-236
[5] Förbränning av returfiber och fiberslam, Värmeforskrapport 624
[6] Sammanställning av erfarenheter från hantering av slam inom skogsindustrin, Värmeforskrapport 666
[7] Demonstration av vakuumtorkningstekniken på den skogsindustriellt slam, Värmeforskrapport 795
[8] Vakuumtorkning av slam – en potentialstudie, Värmeforskrapport 814

Våtoxidation är en metod att bryta ned organiskt material i vattenlösningar under tryck och vid hög temperatur. Det är en avancerad process för avvattning av slam med korrosionsproblem. Erfarenheter från fullskaleanläggningar inom branschen fanns inte vid tidpunkten. Gjorda studier[9] pekade på svårigheter att konkurrera med konventionell biologisk rening.

Den slutats som drogs om oxidation var att den fortsatt utvecklingen främst var en processteknisk fråga med stor vikt vid materialval och mindre en energifråga. Syntesen pekade på att utnyttjandet av den värmeenergi som uppkommer och värdet av att undvika förbränning av fuktigt svärtslam behövde analyseras vidare.

Inblandning av slam i biopellets för försäljning till externa kunder sågs som en möjlighet. Endast 10 % inblandning var möjligt för att inte förorsaka tekniska problem hos de tilltänkta kunderna. Slutsatsen i studien[10] var att slam i första hand borde hanteras inom skogsindustrin.

Slam som bränsle

I ett branschprogram studerades brännbart slam från skogsindustrin i bred omfattning. Vid tidpunkten bedömdes att Sverige producerade totalt motsvarande 560 000 ton slam/år omräknat till torrt slam med uppskattad energipotential på drygt 2 TWh/år varav ca 1 TWh utnyttjades. Avsikten har varit att bedöma vilka slam som är fördelaktiga respektive besvärliga ur förbränningssynpunkt. Huvuddelen av slamförbränningen skedde i industrins barkpannor efter någon form av avvattning eller torkning.

Resultaten visade att det finns stora möjligheter att blanda olika typer av slam eller utnyttja andra restprodukter så att utsläpp och/eller förbränningstekniska problem minimerades. Dessa möjligheter har studerats ingående främst i laboratorieförsök. I flera försök var bränsletillförseln ett problem. Det kunde avhjälpas relativt enkelt med problemfri förbränning som resultat.

Konsekvenserna av det kommande avfallsförbränningsdirektivet uppmärksammades i olika analyser[11]. Det konstaterades att skogsindustrin skulle kunna få problem med den framtida slamhanteringen inte minst för de bruk som förlitade sig på deponering. Möjligheterna att använda slam som deponitäckningsmaterial eller tillverkning av jord sågs om en framkomlig väg om än osäker. Regelverket med slamklassificeringen förväntades leda till problem genom att betydande delar av slammet endast skulle få brännas i avfallsförbränningsanläggningar eller anläggningar för sameldning med andra bränslen.

[9] Våtoxidation och superkritisk vattenoxidation av skogsindustriella restprodukter – en förstudie, Värmeforskrapport 760

[10] Förbränning av torkat slam från skogsindustrin i pelletsbrännare, Värmeforskrapport 744

[11] Hur påverkas slamhanteringen av nya och förväntade lagar och förordningar, Värmeforskrapport 795

Utveckling sedan 2002

Förädling (torkning, avvattning etc)
Trots insatser inom områdena vakuumtorkning och våt- och vattenoxidation under den tidigare programperioden, med utpekande av vissa utvecklingsområden har några insatser inte gjorts inom ramen för Värmeforsk. Det kan bero på att utrusningsleverantörerna i samverkan med bruken gör efterfrågat utvecklingsarbete.

Slam som bränsle
Reningsanläggningar för avloppsvatten från massa/pappersbruk genererar ett bioslam som enligt EU-direktiv från och med 2005 inte får deponeras utan skall förbrännas alternativt användas för tillverkning av jord. Förbränning i barkpannan med låga utsläpp har därför betraktats som huvudalternativet.

En alternativ metod som provats är att ta hand om bioslammet genom indunstning och förbränning i massabrukets sodapanna. I integrerade massapappersbruk genereras större mängder slam jämfört med massabruk. Resultaten visar att det är fullt möjligt att indunsta och förbränna bioslammet i sodapannan. Några ökade NO_X - utsläpp med rökgaserna kan inte påvisas och inte heller problem med processfrämmande grundämnen (PFG) enligt de studier som gjorts i ett massabruk[12] och i ett integrerat massabruk[12].

Biogasproduktion från bioslam från skogsindustrin har vuxit i intresse och är föremål för studier i ett nyligen startat projekt[13]. Projektet är inriktat på att ta fram dimensioneringsdata för rötkammare och kringutrustning samt göra kostnadsbedömningar.

Kunskapsläget 2008

Sedan år 2002 har mindre än 10 rapporter med bäring på slam och slamrelaterade frågor publicerats varav en inom det skogsindustriella programmet. De studier som gjorts främst när det gäller sameldning med ”rena” biobränsle som pellets redovisar mycket positiva resultat både ur ett förbrännings- och ett miljöperspektiv. Slam går att elda när väl inmatningsproblemen är lösta och olika slam kan förbrännas med goda miljödata.

Erfarenheterna från gjorda studier visar att tekniken för att förbränna slam i barkpannor är väl fungerande och eldning av bioslam i sodapannan efter indunstning är möjlig. Bioslammets användning för biogasproduktion är ett intressant möjligt utvecklingsområde mot bakgrund av det ökade intresset för drivmedelsanvändning.

---

[12] Effekterna av PFG vid indunstning och förbränning av bioslam i ett massabruks sodapanna, Värmeforskrapport 798
[12] Effekterna av PFG för ett integrerat massabruks sodapanna vid indunstning och förbränning av bioslam, Värmeforskrapport 939
[13] Optimering och teknisk/ekonomisk utvärdering av biogasproduktion från bioslam från massa-/pappersbruk, Värmeforskprojekt SYS08-802

Kunskapsluckor

Några direkta kunskapsluckor pekas inte ut i de studier som genomförts möjligen med undantag av kunskap om biogasproduktion. Återvinning av restprodukter från olika slamtyper befinner sig fortfarande i en utvecklingsfas men ligger utanför det skogsindustriella programmet. Tillvaratagande av produkter ur svärtslam är ett exempel.

Den snabba utvecklingen inom miljöområdet gör dock att det kommer att finnas nya problemställningar att behandla inom programmet i framtiden. Det handlar såväl om att stödja utveckling av effektivare processteg men också att möta nya behov.

3.2 Bark

Avsevärda mängder bark faller inom skogsindustrin och som används inom bruken för ångproduktion. Traditionellt har barkpressar använts för att öka torrhalten innan förbränningen i barkpannan.

I ambitionen att öka effektiviteten och få ett bränsle med bättre egenskaper har olika metoder prövats för att öka torrhalten. De förbränningstekniska egenskaperna har också analyserats inte minst barkens storleksfördelning (fraktioner) och hur den kan komma att påverka förbränningen samt utsläpp[14]. Det handlar om att skapa en effektiv och kontrollerad förbränning med minimala emissioner.

En annan fråga som aktualiserats är utsläppen från förbränning av grot (grenar och toppar) och bark mot bakgrund av halterna av metalljoner och andra process- och miljöstörande ämnen. En tidig avskiljning skulle kunna ge attraktivare förbränningsegenskaper. De försök som gjorts med sur utlakning i en sk. ”flisnjure” visade positiva resultat för flisad grot, bark samt kvistrejekt från sulfatkokningen[15]. Den mest fördelaktiga tillämpningen bedömdes vara där lakad bark skulle ersätta olja i mesaugnen och lakvattnet förs till fabrikens reningsanläggning.

Studierna indikerade ett fortsatt utvecklingsbehov av lakningen för att optimera processbetingelser och apparatutformning. Fortsatta studier av omhändertagande av lakvattnet föreslogs också.

Kunskapsläget 2002

Bark avvattnades traditionellt med hjälp av olika typer av pressar som ett sätt att öka torrhalten inför förbränningen i barkpannan. Det har skett en löpande teknikutveckling för att öka produktivitet, effektivitet etc. för att successivt öka torrhalten och reducera driftkostnader för pressmomentet. Det var i första hand en fråga för utrustningstillverkarna att möta kundernas behov av utvecklad utrustning.

Nya sätt att avvattna barken främst genom torkning var under utveckling av leverantörerna. Utnyttjande av industrins överskottsvärme sågs som en resurs som

[14] Barkfraktionens betydelse för emissioner och driftproblem – etapp1, Värmeforskrapport 762
[15] Trädbränsleförädling med flisnjure – utlakning av problemsubstanser, Värmeforskrapport 934

kunde användas och det pågick olika pilotförsök i regi av utrustningstillverkare utanför det skogsindustriella programmet.

Utvecklingen sedan 2002
Leverantörerna av barkpressar har utvecklat teknik för högre prestanda och tillgänglighet. Det har skett genom kunskapsuppbyggnad som resulterat i förbättrad processteknik med ökad torrhalt som resultat.

Energieffektiviseringar inom bruken gör att det uppstår barköverskott som kan bli ett bränsle för externa kunder till bl.a. energibranschen. För det krävs förädling av barken avseende torrhalt, bränslekvalité och sammansättning. De energiflöden som frigjorts inom bruken som ett resultat av effektiviseringsåtgärder skapar möjligheter till bl.a. torkning av barken. Studier har gjorts av avvattning i förvärmda pressar som förefaller lovande[16] inte minst genom att överskottsånga från andra processteg kan komma till användning.

För att öka kunskapen inom området industriella processer har ett projekt startats för att bygga flexibel pilottork för biobränslen[17]. Satsningen som pågår förväntas leda till kunskap om torkkinetik, effektiv energianvändning och användning av olika bränslen bl.a. mald bark.

Kunskapsläge 2008
Väsentlig kunskap om barkbränslets förbränningstekniska egenskaper bl.a. storleksfördelning och dess betydelse för förbränningsförloppet har skapats genom olika studier.

Metoder för att utnyttja överskottsånga för att på olika sätt förädla barken har utvecklats. Satsningen på pilottorken kommer att skapa förutsättningar för utvärdering av olika processalternativ i samverkan med utrustningsleverantörer.

Kunskapsluckor
De studier som genomförts pekar inte på några direkta kunskapsluckor utöver behovet av att effektivisera torkning/avvattning ofta med hjälp av interna värmeöverskott och därmed sammanhängande systemfrågor.

Det pågår en ständig utveckling av utrustning hos leverantörerna och det kommer med säkerhet att finnas ett behov att följa upp dessa genom deltagande i praktiska försök inom ramen för Värmeforsks program.

3.3 Barkpannan

Barkpannan har en viktig roll i massabruken som skapar möjlighet att elda den bark som faller inom bruket till produktion av ånga för brukets behov. Utöver det skapar barkpannan möjlighet att bränna slam de av olika kvalitéer som faller inom bruket. Med

[16] Effektiv avvattning av bark i förvärmda pressar, Värmeforskrapport 1041
[17] Uppbyggnad av flexibel pilottork för produkter som biobränslen och järnmalmpellets, Värmeforskprojekt S5-621

senare års regelverk är förbränning av slam en mycket betydelsefull möjlighet för att bemästra problemet. Förbränning ger betydligt mindre volymer som behöver deponeras.

Traditionellt används rostereldade pannor men under senare år har även fluidbäddar introducerats. I bägge fallen är det teknik som är gemensam med bl.a. energibranschen vilket gör att många frågeställningar behandlas i Värmeforsks övriga program och att erfarenheter från dessa kan inhämtas. De skogsindustriella bränslena leder dock till särskilda problem som behöver analyseras. Värmeforsk har genomfört mer än 70 projekt som på olika sätt har bäring på barkpannan och belyst en rad olika frågeställningar (Bränslena och deras beredning behandlas i tidigare avsnitt.):

- Förbränning av olika bränslen
- Pannteknik och konverteringsfrågor
- Korrosion
- Reduktion av utsläpp

Flertalet av dessa har finansierats inom andra program än det Skogsindustriella.

Kunskapsläge 2002

Tillförsel av skogsindustriellt slam till eldstäder har studerats ur olika synvinklar och resultaten visar att kostnaderna är anläggningsberoende. Det konstaterades, genom erfarenhetsåterföring från operatörerna, att det gick bra att elda slam även i äldre omoderna rostereldade pannor efter vissa ombyggnader.

Ett betydande arbete har lagts ned inom Värmeforsk på att säkerställa möjligheterna till förbränning av slam. Resultaten av de projekt som genomförts fram till 2002 har belyst en rad förbränningstekniska frågeställningar. Kunskap har byggts upp om sk. aktiva murverk och deras betydelse för att reducera utsläppen[18] [19] Detsamma gäller brännarplaceringens betydelse vid förbränning av skogsindustrins bränslen[20]. Optimeringen av förbränningen har också analyserats med förslag till riktlinjer för driften av industrins barkpannor[21].

Flera av de gjorda studierna har resulterat i kunskap om förutsättningar för att förlänga driften av brukens äldre pannor och samtidigt möta uppställda miljökrav. Analyser har också gjorts för att belysa förutsättningarna för att konvertera äldre rostereldade pannor till fluidbädsteknologi vilket också omfattar utveckling av manualer för ombyggnad[22]. Det skapar nya förutsättningar för industrin att hantera sina olika restprodukter på ett effektivt sätt.

Betydande kunskap har byggts upp runt effektiv förbränning för att reducera olika typer av utsläpp. Det är en kunskap som kan omsättas inom i de flesta företagen i branschen. Möjligheterna att förbränna/destruera det slam som faller inom branschens företag har analyserats omsorgsfullt. Såväl förbränningstekniska som drifttekniska problem

[18] Aktiva murverk – etapp 1, Värmeforskrapport 743
[19] Aktiva murverk – etapp 2B, Värmeforskrapport 817
[20] Aktiva murverk och brännare, Värmeforskrapport 780
[21] Avancerad processtyrning av fastbränslerldade rostpannor etapp 2, Värmeforskrapport 793
[22] Anvisningar för konvertering av rosterpannor till fluidiserad bäddteknik, Värmeforskrapport 725

aspekter[23] har belyst vilket gör att kunskapsläget är relativt gott. Någon tydlig inriktning på behov av fortsatta insatser indikerades inte i den genomförda syntesen från år 2003.

Materialtekniska frågor för att öka prestanda och flexibilitet har belyst i samverkan med andra program inom Värmeforsk[24]. Det gäller främst materialval i överhettare.

Utveckling sedan 2002

Försök har gjorts för att miljöoptimera drift av fastbränslepannor. Vid Iggesunds Bruk[25] har försök genomförts med relativt splittrade resultat vad gäller NO-reduktion och andelen oförbränt i askorna. Bättre kunskap om förbränning av skogsindustrins olika bränslen har utvecklats inom ramen för programmet och i andra sammanhang.

Emissioner av CO och TOC från skogsindustrins fastbränslepannor har studerats[26] i förhållande till det föreslagna gränsvärdet på 500mg/$_M$3. Resultaten visar att halten CO, TOC och organiska ämnen ökar samtidigt, men sambandet mellan dem är inte entydigt. Troligen vore det bättre att lägga ett gränsvärde på TOC eller metan om man söker begränsa utsläppen av PAH.

Det har skapats en omfattande kunskap om barkpannan och dess egenskaper vid användningen av olika typer av bränslen. Exempelvis har kunskap om att tillföra slam till eldstäder studerats ingående[27]. Kunskapen om förbränningen och vad som påverkar dess effektivitet har varit betydelsefull. Bränslets egenskaper och kvalitet är en av de mest betydelsefulla parametrarna[28].

Kunskapsläget 2008

De studier som genomförts pekar på att barkpannas egenskaper och möjligheter att hantera olika skogsindustriella är väl genomlyst. Den kunskap som byggts upp har använts till att effektivt använda tillgängliga bränslen och reducera utsläpp av olika typer.

Kunskapsluckor

Genomförda projekt pekar på att det inte finns några väsentliga kunskapsluckor. Behovet av ständig effektivisering och anpassning till bl.a. miljöregelverket gör att det finns ett fortsatt behov studier och försök.

---

[23] Möjligheter till förbättrad drift av skogsindustrins barkpannor genom optimerad förbränningsteknisk styrning etapp 2 och 3, Värmeforskrapport 710 och 789

[24] Överhettarmaterial för energieffektivare, miljövänligare och bränsleflexiblare sodahus- och barkpannor, Värmeforskrapport 678

[25] Demonstration av forskning genom miljöoptimering av panna 12 vid Iggesunds Bruk, Värmeforskrapport 947

[26] Emissioner av och samband mellan CO och TOC respektive olika kolväteföreningar från skogsindustrins fastbränsleeldade pannor, Värmeforskrapport 946

[27] Tillförsel av skogsindustriellt slam till eldstäder, Värmeforskrapport 816

[28] Barkfraktioners betydelse för emissioner och driftproblem – etapp 1, Värmeforskrapport 762

Barkpannan kommer även framgent att vara en resurs som skapar möjligheter för förbränning av de bränslen som faller inom bruket och det leder till en fortgående analys av förutsättningarna för ett effektivt utnyttjande på ett miljöeffektivt sätt.

3.4 Sodahuset

Sodapannan är en central komponent i flertalet massabruk som ger förutsättningar för att återvinna kokkemikalier från massaproduktionen och i samband med det producera ånga för användning i fabriken samt för att producera el. Ofta kan bruk med sodapanna bli självförsörjande med ånga och el. Rollen gör att det ställs särskilt höga krav på funktion och tillgänglighet.

Det leder till ett antal frågor som kommer i fokus:

- Förbränningsteknik och förståelse för förbränningsmekanismer.
- Förbättring av prestanda samt materialval och korrosion.
- Utsläpp av förorenade ämnen från sodapannan.

Det handlar om att utnyttja befintliga anläggningar på ett mer effektivt sätt (verkningsgrad etc.) genom att förstå grundläggande fenomen i förbränningen (främst i befintliga anläggningar). Genom de ökade kraven på att reducera utsläppen behövs kunskap om hur anläggningen kan köras på ett lämpligt sätt och om det krävs tekniska åtgärder för att minska utsläppen. En sökning i Värmeforsks rapportdatabas visar att 110 projekt genomförts med varierande bäring på området varav 9 är direkt orienterade mot sodapannan. Sedan 2002 har 5 projekt genomförts varav två redovisas under avsnittet 3.1.

Kunskapsläge 2002

En studie har gjorts av svartlutskarakterisering med avseende på flygaskans sammansättning och dess nedsmutsning med relaterade frågeställningar. Resultaten bedömdes kunna ligga till grund för en bättre förståelse för bl.a. förbränningsprocessen. Svartlutets fysikaliska egenskaper var föremål för litteraturstudier och modelleringsförsök[30] men utfallet var oklart. Slutsatserna från den tidigare syntesen var att det är tveksamt om Värmeforsk skall stödja denna typ av mer grundläggande studier.

Hittills var intresset för utsläppen från sodapannan begränsat eftersom de är lägre än utsläppen från energibranschens pannor. I en studie inventerades samtliga sodapannor med avseende på NO_x – utsläpp och andra signifikanta driftparametrar[31]. Det skedde mot bakgrund av ett eventuellt behov av att installera katalytisk NO_x reduktion (SCR) på sodapannorna. Slutsatsen var en påtaglig reduktion av nuvarande utsläpp endast kan åstadkommas genom utnyttjande av SCR-teknik. Höjda prestanda för sodapannan har varit ett viktigt problemområde inte minst för att öka elproduktionen.

[30] Svartlutens fysikaliska egenskaper, Värmeforskrapport 726

I syntesrapporten 2003 konstaterades att drygt 20 nya sodapannor med avancerade ångdata hade installerats i Japan och borde kunna tjäna som erfarenhetskälla[32].
Överhettaren ägnades särskild uppmärksamhet inte minst ur materialvalssynpunkt[30] med förslag till materialval. Alternativt studerades också möjligheterna till att använda en extern överhettare[31]. Det var vid tidpunkten ingen ny lösning utan den fanns i princip installerad på två pannor i Ortviken vilka skulle kunna tjäna som erfarenhetsgrund.

Metoder för att kontinuerligt detektera sprickor i metall med hjälp av akustiska metoder (Akustisk Emission, AE) var under utveckling och prövades i en studie på Gruvöns sodapanna[32]. Tekniken uppfattades som lovande förutsatt att leverantör skulle ge fortsatt support och utbildning av personal samt att den skulle vara kostnadseffektiv.

Utveckling sedan 2002

Regelverket med hanteringen av NO_X–avgifter har skapat ett behov av en gemensam beräkningsmodell för utsläpp så att alla branschens anläggningar behandlas likvärdigt. En satsning har därför gjorts för att utveckla en beräkningsmodell som kan tillämpas av anläggningsägarna[33]. Det är en frågeställning som ansluter sig till den inventering av NO_X-utsläppen i landets sodapannor som tidigare gjorts och behovet av att installera NO_X-reningsteknik.

Utsläppsfrågorna har fått ökad aktualitet mot bakgrund av skärpta utsläppskrav både vad gäller att kartlägga faktiska utsläppsnivåer, möjligheter att påverka dessa, utnyttjande av teknologi för att reducera utsläpp etc. Ett mycket omfattande projekt avseende den framtida sodapannans dimensionering med inriktning på miljöprestanda är under avslutning och kommer att resultera i god kompetens inför installation av nya pannor[34].

Sotningen har sedan länge haft stor aktualitet. Det handlar om val av teknik och periodicitet för att uppnå bästa möjliga prestanda. En studie har genomförts av svenska sodapannors drifttider beroende av konstruktion och sotblåsning[35]. Genom bl.a. enkätundersökningar och litteraturstudier konstaterades att pannans storlek, design och last inverkar mer på pannans tillgänglighet än variationerna i sotningssystem och val av teknik.

Kunskapsläget 2008

När det gäller sodapannor med höga prestanda konstaterades i syntesen 2002 att kommersiella anläggningar redan fanns. Projektet ”Framtidens sodapanna” har skapat en god bas för att dimensionera en ny sodapanna med hänsyn till det regelverk som råder och kan förväntas råda i Sverige.

[31] Kartläggning av NOx-utsläpp från sodapannor i Sverige, Värmeforskrapport 697
[32] Skogsindustriell energiforskning, Syntesrapport 1997 – 2002, Värmeforskrapport 815
[30] Överhettarmaterial för energieffektivare, miljövänligare och bränsleflexiblare sodahus och barkpannor, Värmeforskrapport 678
[31] Sodapanna med extern överhettare, Värmeforskrapport 628
[32] Kontinuerlig övervakning i Gruvöns Sodapanna T5, Värmeforskrapport 797
[33] Standardmetod för beräkning av energibalans över sodapannan, Värmeforskrapport 1013
[34] Förutsättningar för framtidens sodapanna, projekt S5-604
[35] Sotningsmetoder och sotångförbrukning i svenska sodapannor, Projekt S5-608

Det finns ett ständigt behov att förbättra den dagliga driften av sodapannan. Det handlar bl.a. om styrning och övervakning, sotning, utsläppsberäkningar som kommer att leda till initiativ från Skogsindustrin om projekt inom ramen för Värmeforsks program framöver.

Kunskapsluckor

Inom ramen för det Skogsindustriella programmet har flera olika typer av driftrelaterade frågor studerats. Några direkta kunskapsluckor har inte identifierats inom ramen för de studier som gjorts.

Det kan dock förväntas att Skogsindustrin kommer att möta nya frågor av driftkaraktär som behöver belysas men som inte kan förutses för närvarande både i befintliga anläggningar som i samband med installation av nya sodahus med avancerade prestanda.

Utvecklingsfrågorna av sodapannan och dess ingående komponenter ligger i första hand hos tillverkarna men det kommer att behöva mötas av andra insatser i samband med installation av ny teknik. Värmeforsk kommer att fylla en väsentlig roll i detta.

3.5 Indunstning

Indunstningen av svartlutet från massakokningen är ett mycket viktigt processteg i återvinningen av kokkemikalier. Indunstningen syftar till att öka torrhalten i luten på ett effektivt sätt.

Kunskapsläge 2002

Indunstaren bygger på välkänd teknik som effektiverats löpande. Problem med korrosion i indunstaren har studerats[36] [37]. Enkätundersökningar och prov har genomförts och de materialtekniska problemen förefaller enligt studierna vara temperaturrelaterade.

Av olika skäl behandlades inte processen i övrigt inom det skogsindustriella programmet fram till 2002.

Utveckling sedan 2002

Effektiviseringen av själva indunstningen har pågått under en längre period vilket till exempel innebär att antalet steg i indunstaren har ökat från fem till sju steg i de senast byggda fabrikerna. Indunstningen erbjuder olika typer av effektivisering och utveckling som:

- Utnyttjande av lågvärdig ånga från andra delar av produktionen i de senare stegen av indunstningen.
- Avskiljning av lignin under processen för användning till andra ändamål såsom bränsle

[36] Korrosion i massaindustrins indunstningsanläggningar, Värmeforskrapport 775
[37] Korrosion i massaindustrins indunstningsanläggningar – spänningskorrosion osv, Värmeforskrapport 836

Flera större FoU-program bedrivs för närvarande vid högskolan och STFI-PACKFORSK som behandlar de grundläggande frågeställningarna såsom inom ramen för ”Lignoboost”.

Inom ramen för det Skogsindustriella programmet har problem med inkrustering behandlats[38] som funktion av lutlagringstid och lutföring i indunstare och cisterner. En enkät visar att 4 av 16 svarande har betydande problem. De bruk som har problem visar en tendens till högre torrsubstanshalt (TS) på mellantjocklut i kombination med lägre torrhalt på tjockluten än andra. Det visar sig att bruken med inkrustproblem har relativt hög temperatur i mellantjockluten samt stor cisternvolym.

Kondensatet från indunstningen innehåller metanol som skulle kunna användas som drivmedel. En översiktlig studie[42] har gjorts för att analysera möjligheterna att rena metanolen från illaluktande svavelföroreningar. I studien förutses att metanolen skulle kunna ersätta diesel internt om prisrelationerna blir fördelaktiga.

Kunskapsläget 2008

Indunstningen är väletablerat men det finns fortfarande möjligheter till effektivisering och processutveckling vilket inte minst återspeglas det av den forskning och utveckling som pågår vid STFI-Packforsk och inom högskolan. Flertalet av frågeställningar är processtekniska och ryms inte inom det Skogsindustriella programmet.

Studierna av rening av metanol pågår vilket gör att det har byggts upp kunskap men detaljerna är oklara.

Kunskapsluckor

De studier som genomförts redovisar inga direkta kunskapsluckor möjligen med undantag av metanolreningen som inte går att bedöma för närvarande. Det Skogsindustriella programmet har dock förutsättningar att bistå i det ständiga förbättringsarbete som pågår när det gäller främst driftfrågor.

Behov av grundläggande forskning om indunstningen och dess utveckling kvarstår men det är inte en uppgift för det Skogsindustriella programmet.

3.6 Mesaugn och kalkåtervinning

Kalkåtervinningen och dess processteg är etablerad teknik med ett betydande utrymme för effektivisering inte minst mot bakgrund av förändrade kostnader för bränslen inklusive ånga. Mesan och dess ombränning i roterugnen är ett processteg som kräver uppmärksamhet liksom släckningen av kalk inte minst med tanke på materialfrågorna.

[38] Lutlagringstidens och lutföringens inverkan på inkrustering i indunstningsapparater och cisterner, Värmeforskrapport 819
[42] Rening av metanol Värmeforsk S5-628

Roterugn är en traditionell teknologi som används i flera andra branscher såsom inom cementindustrin. Den används också i samband med destruktion av riskavfall. Teknologin är väl känd men de speciella problemen med ombränningen av grönlut (Mesa) skapar dock branschspecifika problem som kräver processutveckling och effektivisering. Släckningen av kalk är ett processteg kräver uppmärksamhet och har förutsättningar för nya lösningar som behöver analyseras.

Inom ramen för Värmeforsks verksamhet har 5 projekt genomförts, alla efter 2002.

Kunskapsläge 2002

Kalkcykeln med mesaombränningen och släckningen är etablerad teknik men med betydande förutsättningar för förbättring och effektivisering. Drivkrafterna är möjliga effektiviseringar och kostnadsbesparingar som samtidigt kan leda till miljövinster i form av reducerade utsläpp av CO_2 . Av olika skäl behandlade inte det Skogsindustriella programmet mesaugnen och ombränning av kalk tidigare.

Utveckling sedan 2002

Satsningar har med framgång gjorts på att analysera driftproblem såsom ringbildning[44]. Resultaten från studien visar att fenomenet kan kopplas till hur ugnen körs och att barlast och föroreningar i mesan har mindre betydelse.

Intresset för att ersätta olja med biobränslen avspeglas i den studie av konvertering av mesaugnen till biobränslen som genomförts[45]. Drifterfarenheterna visar att konvertering till biobränsleeldning är fullt möjlig (både med användning av bark- och träpulver samt med bränngas från förgasning av bark eller spån) och att biobränslet kan ersätta huvuddelen av eldningsoljan i mesaugnen. Projektet har resulterat i en sammanställning av kunskap om biobränsleeldning i flera anläggningar och i en validering av de modeller för beräkning av kalkcykeln och mesaugnen som använts i projektet.

Produktionsstyrningen har rönt allt större uppmärksamhet mot bakgrund av ambitionen att pröva biobränslen för ersättning av olja. Frågan har studerats i ett projekt med inriktning på CFD-modellering med integration av beräkningar av mass- och värmebalanser för biobränslen[46] Projektet är under avslutning och förväntas ge kunskap som kan bistå bruken att förstå skillnader i styrning mellan dagens oljeeldade mesaugnar och framtidens mesaugnar baserade på biobränsle.

Studier av släckning av kalk med överskottsånga från andra processteg har genomförts på ett framgångsrikt sätt i två steg. Den första avser hygroskopisk släckning med ånga eller fuktig luft[47]. Med en traditionell släckningsmetod utvinns värmet vid låg temperatur medan den föreslagna metoden för kalksläckning finns potential att både utvinna värme vid högre temperatur, företrädesvis som ånga till fabrikens ångnät, och att utvinna en väsentligt större mängd värme.

[44] Ringbildning i mesaugnar II, Värmeforskrapport 945
[45] Konvertering av oljeeldade mesaugnar till biobränslen - drifterfarenheter och modellering Värmeforskrapport 1040
[46] Produktionsstyrning av mesaugnar – biobränsleförbränning, Värmeforskprojekt S5-623
[47] Hygroskopisk släckning av kalk med ånga eller fuktig luft, Värmeforskrapport 944

I ett efterföljande projekt har laboratorieförsök genomförts[48]. Den föreslagna metoden innebär att kalk släcks med ånga (eller fuktig luft) exempelvis i kombination med en indirekt ångvärmd mesatork och en bränsleeldad mesaugn med avgaspanna. Försöken visade att släckningshastigheten blev betydligt lägre, och släckningsutrustningen därmed större och dyrare, än förväntat.

Kunskapsläget 2008

Utveckling av roterugnar för förbränning av olika bränsle/avfall pågår kontinuerligt och leder till kunskap som kan komma till nytta för skogsindustrin. Användningen av biobränslen i mesaugnen i stället för olja är lovande givet att tillgängligheten är hög. Valet av metod för släckning av kalk är i första hand en fråga om kostnadseffektivitet enligt genomförda studier.

Kunskapsluckor

I de studier som gjorts identifieras inga väsentliga kunskapsluckor. Det som kan förväntas är en ständig processutvecklig för att effektivera och reducera kostnaderna.

Möjligheterna att utnyttja brukets interna bränslen som ersättning till den olja som används idag skapar nya förutsättningar men bedöms inte innebära några kunskapsluckor med undantag av ett behov av systemstudier för att klarlägga samverkan med andra delar av fabriken.

Metoderna för kalksläckning är välkända och valet är en fråga om kostnadseffektivitet. Det kan finnas enstaka element av processutveckling som krävs för introduktion av alternativa metoder men det är i första hand en fråga för andra aktörer än Värmeforsk.

3.7 Tallolja

Talloljan är en biprodukt från tillverkning av pappersmassa med sulfatprocessen. Vid processen utvinns talloljan som kan förädlas till tallfettsyra, tallharts och beckolja.

Talloljans kan användas i biologiska smörjoljor, tvättmedel och färger samt såpa. Talloljan kan ytterligare förädlas till lim och bränsle i kraftverk. Förädling av råtallolja ligger utanför den fortsatta framställningen.

Kunskapsläge 2002

Talloljan har under lång tid varit råvara till olika produkter för den externa marknaden. Här kan särskilt nämnas att talloljan använts som råvara till kemiindustrin liksom till bränsle för som ersätter olja inom energibranschens anläggningar. Råtalloljan förädlades vanligen till kommersiella varor utanför bruken.

[48] Ångsläckning av kalk, Värmeforskrapport 1057

Utveckling sedan 2002

Efterfrågan har vuxit under senare år inte minst från energibranschen. Talloljan och dess produktion har därmed blivit betydligt intressantare för företagen. Det handlar om förståelse för kokeriernas betydelse för produktionen av tallolja[49] liksom möjligheterna att optimera produktionen i givet kokeri[50].

Kunskapsläget 2008

Talloljan kan användas i de interna processerna inom bruken och ersätta olja. Det är främst en fråga om konkurrenskraften gentemot olja. Några tekniska problem som kräver ytterligare kunskap har inte identifierats.

Det har byggts upp en förståelse för kokeriets betydelse för talloljeproduktionen och vilka parametrar som är av betydelse. Det har i sin tur resulterat kunskap om hur talloljeproduktionen kan optimeras.

Kunskapsluckor

Några direkta kunskapsluckor har inte pekats ut inom ramen för de genomförda studierna. Under senare år har intresset vuxit för att förädla tallolja till miljöanpassad diesel. Högst sannolikt finns det en rad frågeställningar som behöver belysas när det gäller förädlingen men de ligger utanför det Skogsindustriella programmet.

3.8 Energieffektivisering av produktionsprocesser

Produktionsprocesserna har alltid funnits i fokus för att öka produktivitet och effektivitet. I takt med att energin blivit mer kostsam har effektivare energianvändning i produktionen fått större aktualitet. Ett integrerat synsätt på processutveckling och energieffektivisering har vuxit fram. Totalt har Värmeforsk drivit 5 projekt inom området och alla efter 2002.

Kunskapsläge 2002

Enligt den tidigare syntesen genomfördes inga projekt inom ramen för det skogsindustriella programmet under perioderna fram 2002. Det finns därför inga utvecklingstendenser eller framtidsfrågor med referens till Värmeforsks verksamhet att lyfta fram

Utveckling sedan 2002

Energieffektivisering fick ökad aktualitet inte minst mot bakgrund av stigande energipriser det gällde även åtgärder i produktionsprocesser för att öka effektiviteten.

Inledningsvis studerades förslag för förbättrad värmeöverföring genom tömning av kondensat i torkcylindrar vid höga g-krafter i två på varandra följande projekt[51] [52].

[49] Att uppnå maximal talloljeproduktion I, Värmeforskrapport 1020
[50] Att uppnå optimal talloljeproduktion II, Värmeforskprojekt S5-633
[51] Turbulens och värmeöverföring i kondensat i torkcylindrar vid höga G-krafter fas 1, Värmeforskrapport 938

Tanken har varit att utnyttja spår i cylindrarna för att öka torkkapaciteten. Resultaten har skapat en god kännedom om aktuella frågeställningar. Nästa steg är att pröva tekniken i vid en installation vilket hittills inte skett.

Åtgärder inom området produktion av mekanisk massa aktualiserades i tre projekt. Det första är inriktat på tillverkning av tryckpapper från mekanisk massa[53] genom utveckling av energiåtervinning i raffineringssystemet med låg massakoncentration. Fokus ligger på att göra systemstudier för att bedöma möjligheterna till framgång.

Malning är en process som kräver mycket elenergi. I ett projekt[54] utvärderas energibesparingspotentialen av malning av 1:a steg raffinerad CTMP-massor från gran, asp och björk med hög respektive låg koncentration.

Förbehandling av flis kombinerad med enzymatisk behandling av flisen inför malningen förväntas leda till betydande besparingar vilket studeras i ett projekt[55]. Målet är att åstadkomma 25 % energibesparing och verifiera om detta är möjligt.

Kunskapsläget 2008

Studierna av spår i torkcylindrarna har resulterat i ny kunskap och förståelse för hur torkkapaciteten kan ökas inte minst vid höga g-krafter som uppträder vid höga hastigheter på torkbanan.

De tre projekten som avser mekanisk massa är under avslutning och resultaten är ännu preliminära. Kunskap har byggts upp om de aktuella frågeställningarna men det är inte möjligt att konkretisera resultaten ännu.

Kunskapsluckor

I torkcylinderprojekten har inte några kunskapsluckor lyfts fram. Nästa steg är att pröva tekniken på en anläggning vid om- eller nybyggnad och fånga upp eventuella frågeställningar tillsammans med utrustningsleverantören.

Genom att projekten är under avslutning går det ännu inte att peka på framkomna kunskapsluckor.

3.9 Övrig energieffektivisering och systemfrågor

Energieffektivisering och systemfrågor har fått ökad aktualitet. Det handlar om åtgärder som inte är direkt processrelaterade såsom återvinning av våtluft, effektivisering av ventilation och andra åtgärder av mer generell karaktär.

---

[52] Turbulens och värmeöverföring i kondensat i torkcylindrar vid höga G-krafter fas 2, Värmeforskrapport 956

[53] Integrerad energieffektivisering och produktionsutveckling vid tillverkning av tryckpapper från mekanisk massa, Värmeforskprojekt S5-622

[54] Mechanical pre-treatment for enzymatically enhanced energy efficient TMP, Värmeforskprojekt S5-627

[55] LC refining of a 1st stage HC defibrated CTMP (Hardwood and softwood), Värmeforskprojekt S5-625

En tydlig tendens är att det finns behov att sätta olika åtgärder i ett större systemteknisk sammanhang. Systemslutningar och integration ger förutsättningar för effektiviseringsvinster men genomförandet ställer krav på en analys och helhetssyn.

Kunskapsläge 2002

Den syntes som gjordes 2003 visade på att två studier genomförts inom det skogsindustriella programmet. Analys med hjälp av sk ”pinch”-teknologi behandlades i den ena studien[56]. Slutsatsen var att det finns betydande möjligheter till effektiviseringar som borde kunna komma till omsättning.

Den andra studien har fokuserat på möjligheterna att tillvarata spillvärme genom rökgaskondensering[57]. Rökgaskondensering användes relativt vanligt inom energibranschen för att effektivisera användningen av bl.a. biobränslen vilket gör att det bör finnas erfarenheter att hämta men som kan behöva anpassas till de förbränningsanläggningar som finns inom skogsindustrin.

Utveckling sedan 2002

Processlutningar har goda förutsättningar att bli lönsamma. Ofta skall olika flöden värmeväxlas för användning inom andra delar av anläggningen. Värmeväxlingen är inte problemfri utan kan leda till beläggningsproblem vilket uppmärksammats i en studie[58]. Resultaten visar att problem med beläggningar till stora delar kan undvikas eller avhjälpas genom att hindra att de beläggningsbildande ämnena kommer in i processen, att hindra att de bildar en beläggning när de väl är i processen och att rengöra om inget annat hjälper eller kostar för mycket. I rapporten anges också att användningen av den sk. flisnjuren, se avsnitt 3.2 som diskutera tidigare kan på ett positivt sätt reducera riskerna för beläggningar.

Skogindustrin är en del av den elintensiva industrin inom landet. Ett statligt initiativ för att satsa på olika åtgärder för att minska elanvändningen kom till stånd år 2005. Som ett svar på detta genomfördes en kartläggning och analys av energianvändningen inom skogsindustrin med fokus på elanvändningen[59]. Studien resulterade i en handbok som beskrev arbetsgång och metodik för energikartläggningar och energianalys för arbetet med att ta fram åtgärdsförslag främst för effektivare elanvändning.

Det identifierades tidigt att skogsindustrin har mycket stora luftflöden i sina anläggningar med potential för energibesparingar. Möjligheterna att tillgodogöra sig överskottsvärmen från processer är ett viktigt område liksom effektiviteten i de fläktar som behövs[60].

---

[56] Möjligheter att utnyttja värmepumpning i massa- och pappersindustrin – En kartläggning baserad på pinchanalys, Värmeforskrapport 625

[57] Tillvaratagande av spillvärme och ekonomi och miljö för rökgaskondensering i skogsindustrin, Värmeforskrapport 824

[58] Beläggning på värmeväxlare, orsaker i blekprocesser och åtgärder, Värmeforskrapport 818

[59] Kartläggning och analys av energianvändning inom skogsindustrin inför programmet för energieffektivisering (PFE), Värmeforskrapport 929

[60] Verifiering av verkningsgrad hos spiralfläkt, Värmeforskrapport 912

Inom gruvindustrin har teknik (spiralfläkten) prövats för att hantera stora luftflöden för ventilation av gruvgångar. Det är en teknik som skulle kunna vara användbar inom skogsindustrin med dess stora behov av ventilation. Spiralfläkten uppfattades som en teknik med potential för betydande effektivitetsvinster. Studier har gjorts för att verifiera spiralfläkten för skogsindustriell tillämpning[60]. Försök har gjorts för att demonstrera tekniken i industriell miljö i ett bruk[61]. Resultaten visar att kunskap finns men det återstår att finna en leverantör som omsätter erfarenheterna till en kommersiell produkt.

De stora flödena av våtluft med ett energirikt innehåll har blivit alltmer intressanta för återvinning. Möjligheterna att utnyttja en sk. öppen absorbtionsvärmepump för att återvinna energin från våtluften har analyserats[62]. Resultaten visar att skogsindustrin har en betydande potential att uppgradera spillvärme från våtluft till fjärrvärme.

I den efterföljande studien har de praktiska problemen vid installation analyserats[63]. Teknisk dimensionering och beräkning har genomförts för olika processutformningar. Resultaten visar att den öppna absorbtionsvärmepumpen har teknisk och ekonomisk potential för tillämpning inom skogsindustrin. Nästa steg är att verifiera teknik och kostnader.

Metoder för att effektivisera elanvändningen i pumpar och andra system har studerats inte minst mot bakgrund av det sk. PFE-programmet som syftar till att effektivisera energianvändningen inom energiintensiv industri. En grafisk metod för att effektiv dimensionering av bl.a. pumpsystem har utvecklats[64]. Metoden har provats och resultaten visar på tydlig besparingspotential.

Kunskapsläget 2008

De insatser som gjorts inom områden leder till kunskap och metoder som kan användas av företagen inom de närmaste åren. Utnyttjande av de resultat som framkommit och förlag till metodik kommer att leda till nya frågeställningar som ännu inte aktualiserats.

Kunskapsluckor

Energieffektivisering och systemfrågor är ett område som kommer att kräva fortsatt uppmärksamhet framöver. Skälet är att flertalet av frågeställningarna inte kan ses enskilt utan måste ses i ett större sammanhang inom bruket och i en del fall vidare än så. De studier som gjorts inom ramen för det skogsindustriella programmet pekar inte ut några områden som kan beskrivas som kunskapsluckor. Utvecklingen mot ökat utnyttjande av restprodukter, förädling av biobränslen och drivmedel dvs. mot en diversifierad produktionsanläggning gör att krav kommer att ställas på en helhetssyn för att kunna ta tillvara de möjligheter som ges.

---

[60] Verifiering av verkningsgrad hos spiralfläkt, Värmeforskrapport 912
[61] Demonstration av spiralfläkt i pappers- och massaindustrin, Värmeforskprojekt S5-620
[62] Öppen absorptionsvärmepump för uppgradering av spillvärme i skogsindustrin, Värmeforskrapport 955
[63] Energieffektivisering inom skogsindustrin genom värmeåtervinning från våtluft, Värmeforskprojekt 1022
[64] Grafisk metod för eleffektivisering av pumpsystem eller andra system, Värmeforskrapport 1065

4 Kunskapsuppbyggnaden – vart leder den för branschen?

Enligt tillgänglig statistik från branschen ” Energiförbrukningen i massa- och pappersindustrin 2007, Skogsindustriernas Miljö- och Energikommité” har produktionen avsalumassa i stort sett varit konstant på 6 Mton sedan 1973 samtidigt har produktionen av papper ökat från 5,2 Mton till 11,8 Mton. Under samma tid har de specifika utsläppen av CO_2 reducerats från 633 kg/ton till 95 kg/ton. Den totala elanvändningen uppgick till 22,8 TWh varav den köpta elen uppgick till 17,4 TWh vilket är en minskning som kan förklaras bl.a. av ökad elproduktion inom branschen.

Krav från EU och nationellt inom miljöområdet liksom inom energiområdet har blivit en allt viktigare referensram för de satsningar som gör inom det skogsindustriella programmet. Minskade utsläpp och skärpt regelverk när det gäller hantering av avfallsprodukter leder till nya förutsättningar för branschen.

Den nationella ambitionen att öka andelen biobränslen för elproduktion har skapat nya incitament via elcertifikaten för branschen att investera i industriellt mottryck. De nationella målen att öka andelen förnybar energi med 20% och reducera energianvändningen med 20 % inom olika sektorer leder nya möjligheter till att utveckla produkter för en extern marknad. Detsamma gäller ambitionen att reducera CO_2 utsläppen med 20 %.

Effektivisering av olika processteg skapar förutsättningar för att utnyttja frigjorda resurser för förädling av bränslen etc. Ett ständigt arbete pågår med att effektivisera och öka produktiviteten i olika delar av processer och anläggningar för att öka konkurrenskraften.

4.1 Möta skärpta miljökrav

Sammanfattningsvis har de insatser som gjorts skapat förutsättningar att hantera slam på ett kostnadseffektivt sätt. Förbränning är den viktigaste behandlingsmetoden vilket bidrar till att reducera deponivolymer och miljöpåverkan.

Utvecklingen av barkpannan för att förbränna skogsindustrins slam och bark effektivt och med goda miljöprestanda leder till goda förutsättningar för att möta miljökraven.

Indunstning av bioslam och efterföljande förbränning i sodapannan med goda miljödata är annat ett exempel. Olika typer av slam i sameldning med biopellets i andra förbränningsanläggningar uppvisar mycket positiva miljöegenskaper.

Olika satsningar har gjorts för att utveckla sodapannan ur ett miljöperspektiv. Det handlar bl.a. om NO_X -utsläppen men också hanteringen av NO_X -avgifterna. Den kunskap som kommit fram angående dimensionering av den framtida sodapannan med tanke på miljöparametrar ger företagen nya förutsättningar att behandla frågan.

4.2 Möta nationella mål om ökad elproduktion från biobränslen

Det systematiska arbetet med att reducera behovet av ånga i processen har frigjort ånga för ökad elproduktion. Det är en elproduktion som kommer från biobränslen och som därmed kommer i åtnjutande av elcertifikat.

Mottrycksproduktionen har ökat från 3,5 TWh 1973 till 5,4 TWh år 2007[39] vilket ligger i linje med de nationella målen om ökad elproduktion från förnybara energikällor. För branschen innebär det såväl avsevärda intäkter från certifikaten som reducerade kostnaderna för inköp av el alternativt ökad intäkter för elförsäljning.

4.3 Medverka till ökad biobränsleanvändning och reduktion av CO_2 utsläpp

En ökad utvinning av tallolja skapar ökade förutsättningar för branschen att ersätta fossila bränslen i den egna anläggningen men också till ökade externa intäkter. Det finns planer på att använda talloljan som grund för tillverkning av miljövänlig diesel vilket skulle kunna ge ett bidrag till klimatarbetet. Rening av metanol från indunstningen för drivmedelsanvändning har också förutsättningar för ett positivt bidrag.

Ersättningen av olja med biobränslen i mesaombränningen ger flera fördelar. Interna bränslen kan ersätta olja med ekonomiska besparingar som följd. Det kan också resultera att utsläppen av CO_2 från bruket reduceras. På sikt kan detta vara ett mervärde men i dagsläget är värdet osäkert.

Den fortsatta utvecklingen av brukens biobränslen för drivmedel inom fordonssektorn reducerar användningen av fossila drivmedel och utsläpp av CO_2.

4.4 Ökad resursanvändning

Den ökade interna användningen av biobränslen inom företagen reducera användningen av fossila bränslen. Genom utvecklingen av biobränslen för den externa marknaden skapas också förutsättningar för ökad biobränsleanvändning inom andra sektorer och främst energibranschen. Förädling av de interna bränslena har också förutsättningar att möta efterfrågan på den externa marknaden och minska konkurrensen om vedråvaran från energibranschen. Ett exempel på detta är ökad talloljeproduktion liksom rening av metanol.

4.5 Ökad effektivitet och produktivitet

De satsningar som gjorts för att utveckla barkpannan har utöver utveckling av förbränningsteknik omfattat metoder för att modernisera äldre anläggningar så att de uppfyller dagens miljökrav. Det leder till förlängd livslängd med avsevärda besparingar som följd.

Energieffektiviseringar har resulterat i överskott av ånga som kunnat användas till ökad elproduktion men också förädling av biobränslen och processlutningar med betydande värde för företagen.

De satsningar som gjorts på materialteknik, driftfrågor som sotning, ringbildning och sprickövervakning bidrar på olika sätt till att öka tillgänglighet och driftsäkerhet till gagn för produktiviteten.

4.6 Energieffektivitet

Möjligheterna att utnyttja bark och slam som faller inom branschen ger ett gott bidrag till energibalansen inom respektive bruk. Dessutom kan koldioxidutsläppen minskas genom ersättning av olja för ångproduktion.

Utveckling av indunstningen kan på olika sätt bidra till en effektivare kemikalieåtervinning. Överskottsånga från andra delar av produktionen kan leda till energieffektiviseringar och därmed mindre behov av tillförd energi från ångcentralen.

Det satsningar som görs för att effektivisera energianvändningen processteg inom produktion av mekanisk massa, TMP, CTMP och torkpartiet har en betydande effektiviseringspotential.

5 Utblick mot framtiden och dess utmaningar

De samlade insatser som Värmeforsk gör och har gjort inom det skogsindustriella programmet och inom övriga delprogram har på ett positivt sätt bidragit till kunskapsutvecklingen inom för branschen centrala områden som förbränningsteknik, materialteknik, processtyrning etc.

Utmaningar
Branschen står inför betydande utmaningar inför framtiden vilket också kommenteras av de intervjuade. Råvaran och dess kostnader uppfattas som central. Förmågan att utnyttja den mer effektivt på olika sätt har hög prioritet. Det handlar om utveckling i alla led från utveckling i skogen för att utveckla olika sortiment på det mest effektiva sättet till att utnyttja råvaran optimalt när den levererats till fabriken.

Det kommer att innebära fokus på processintegration, återvinning/förädling av restprodukter, utveckling av nya affärsmöjligheter och effektiva/smarta miljölösningar. Elcertifikaten och handeln med utsläppsrätter kommer att vara betydelsefulla omvärldsfaktorer.

Branschens elkostnader är en mycket betydelsefull faktor som kommer att påverka FoU-prioriteringarna framöver. Utifrån det Skogsindustriella programmets perspektiv ökar intresset än mer på åtgärder som skapar ytterligare förutsättningar för egen elproduktion inom fabriken liksom effektivare användning av el. De framtida utmaningarna ligger i:

- Fortsatt höga elpriser som än mer accentuerar värdet av att dels utnyttja tillgängliga resurser inom bruken för att producera el dels ta till vara möjligheterna att effektivisera elanvändningen .
- De ökade miljökraven på utsläpp och restprodukthantering.
- Att branschen har stora möjligheter att utveckla produkter för den externa marknaden. Dock krävs ett systematiskt arbete för att frigöra dessa produkter och förädla dem.

Utvecklingstendenser
Kunskapsuppbyggnaden har koncentrerats till de kemiska massabrukens problem och möjligheter. Frågor som rör produktion av mekanisk massa och pappersproduktion har fått stå tillbaka. Det finns anledning att förmoda att frågor som rör dessa områden får större aktualitet framöver. Det finns några tydliga trender i det fortsatta utvecklingsarbetet:

- Sluta processer för att frigöra resurser för andra ändamål.
- Återvinning och tillvaratagande av resurser som tidigare betraktats som avfall.
- Betrakta brukets produktion som en affärsmöjlighet inte bara för tillverkning av massa- och papperstillverkning.
- Hanteringen av allt strängare miljökrav via regelverk och stimulansåtgärder som skapar ”hot” men också affärsmöjligheter.

- Energieffektivisering av produktionsprocesser.

Den kunskap som byggts upp inom ramen för främst det Skogsindustriella programmet ger goda förutsättningar för att möta de framtida utmaningarna.

Bilaga A - Förteckning över intervjuade

I det följande redovisas en förteckning över de personer som intervjuats under arbetets gång;

A.1 Branschföreträdare

Stora Enso inklusive dotterbolag
Mikael Hannus
Torsten Simonsson
Arnold Älmqvist
Conny Johansson

Holmen inklusive dotterbolag
Sven Wird
Anders Lindström
Emilia Liiri-Brodén
Tage Sundblom

Södra skogsägarna inklusive dotterbolag
Karin Emilsson
Jan Malmström
Anders Eliasson
Albin Andersson

SCA inklusive dotterbolag
Per-Erik Eriksson
Patrik Halling

M-Real
Kristina Säfsten

Metsä Särläe
Jarkko Kapplin

Iggesund
Christer Söderberg
Klas Simes

Rottneros
Ragnar Lundberg

Korsnäs inklusive dotterbolag
Lars-Erik Mellgren
Robert Carlsson
Håkan Yderling

Billerud
Anders Snell

A.2 Forskningsorganisationer, konsulter och andra uppdragstagare etc

STFI-Packforsk:
Peter Axegård
Niklas Berglin
Anders Pettersson
Per Tomani

Chalmers
Thore Berntsson, Professor, Institutionen för Värmeteknik och maskinlära

Kungliga Tekniska högskolan
Mats Westermark, Professor, Institutionen för

Mitthögskolan
Per Edstrand, Professor, Institutionen för naturvetenskap

Lunds Universitet
Stig Stenström, Professor, Institutionen för kemiteknik

Pöyry
Anders Nordanå

ÅF
Niklas Tarantino
Mickael Ahlroth

Pilum
Maria Gustavsson

Energimyndigheten
Sven Risberg

Bilaga B - Beviljade projekt för perioden 2002 - 2008

Pågående och avslutade projekt inom det Skogsindustriella program 2002-2008

S2-212	Kontinuerlig AE-övervakning i Gruvöns sodapanna T5	797
S2-213, M9-831	Korrosion i massaindustrins indunstningsanläggningar - Spänningskorrosionssprickningsprovningar och polarisationsmätningar	836
S2-218	Tillvaratagande av spillvärme	824
S2-220, M4-206, E2-002	Tester av torkeffekten på rörlig bränsleroster med nya murverk i testrigg - Aktiva murverk och brännare - Etapp 2B	817
S2-223	Vakuumtorkning av skogsindustriellt slam - en potentialstudie	814
S2-224	Hur påverkas slamhanteringen av nya och förväntade lagar och förordningar?	795
S2-225	Skogsindustriell energiforskning syntesrapport 1997-2002	815
S2-226	Effekter av PFG vid indunstning och förbränning av bioslam i ett massabruks sodapanna	798
S2-227	Rapport från 12th European Conference and Technology Exhibition on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection	119
S2-228	Tillförsel av skogsindustriellt slam till eldstäder	816
S2-229	Beläggningar på värmeväxlare, orsaker i blekprocessen och åtgärder	818
S2-230	Lutlagringstidens och lutföringens inverkan på inkrustering i indunstningsapparater och cisterner - Enkätundersökning om problem och inkruster	819
S4-402	Turbulens och värmeöverföring i kondensat i torkcylindrar vid höga g-krafter; fas 1	938
S4-402	Turbulens och värmeöverföring i kondensat i torkcylindrar vid höga g-krafter; Fas 2	956
S4-404	Verifiering av verkningsgrad hos spiralfläkt	912
S4-406	Trädbränsleförädling med flisnjure - Utlakning av problemsubstanser	934
S4-417	Ringbildning i Mesaugnar II	945
S4-418	Effekter av PFG för integrerade pappersbruk vid indunstning och förbränning av bioslam i sodapannan	939
S4-420	Öppen absorptionsvärmepump för uppgradering av spillvärme från skogsindustrin	955
S4-422	Demonstration av forskning genom miljöoptimering av panna 12 vid Iggesunds bruk	947
S4-425	Hygroskopisk släckning av kalk med ånga eller fuktig luft; Ny energieffektiv teknik för släckning av mesakalk i sulfatmassaindustrin	944
S4-428	Emissionerna av och samband mellan CO och TOC respektive olika kolväteföreningar från skogsindustrins fastbränsleeldade pannor	946
S4-432	Kartläggning och analys av energianvändning inom skogsindustrin inför programmet för energieffektivisering (PFE	929
S5-601	Utvärdering och syntes av skogsindustriellt program, 2006 – 2008, Global to Local Svenska AB	Pågående
S5-604	Förutsättningar för framtidens sodapanna, Sodahuskommittén	pågående
S5-606	Konvertering av oljeeldade mesaugnar till biobränsle, STFI, Chalmers	1040
S5-607	Ångsläckning av kalk, Carnot, KTH	1057
S5-608	Sotningsmetoder och sotångförbrukning i svenska sodapannor, ÅF-Process	pågående
S5-609	Energieffektivisering inom skogsindustrin genom värmeåtervinning från våtluft, Pilum, NyKomb Synergetics, KTH	1022
S5-610	Standardmetod för beräkning av energibalans över sodapanna, S.E.P.	1013
S5-615	Att uppnå maximal talloljeproduktion, ÅF-Process	1020

S5-616	Effektivare avvattning av bark i värmda pressar, Lunds Tekniska Högskolan	1041
S5-617	Grafisk metod för eleffektivisering av pumpsystem eller andra system, Hylte Bruk	1065
S5-620	Demonstration av spiralfläkt i pappers- och massaindustri, Holmen Hallstavik	pågående
S5-621	Uppbyggnad av flexibel pilottork för produkter som biobränslen och järnmalmspelletts, LTH	pågående
S5-622	Integrerad energieffektivisering och produktionsutveckling vid tillverkning av tryckpapper från mekanisk massa, Mittuniversitet	1074
S5-623	Produktionsstyrning av mesaugnar – biobränsleförbränning, ÅF-Process	pågående
S5-625	LC refining of a 1st stage HC defibrated CTMP (hardwood and softwood), STFI	pågående
S5-627	Mechanical pre-treatment for enzymatically enhanced energy efficient TMP, STFI	1075
S5-628	Rening av metanol från massabruket för användning som drivmedel, STFI	1076
S5-630	Ökat systemtänkande vid energieffektiviseringar i massa- och pappersindustrin – behov av ny kunskap och organisation, Chalmers	1077
S5-633	Pöyry- Att uppnå optimal talloljeproduktion etapp II	1078

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

S5 -601

Nr

Effektivare energi – resursanvändning –
SYNTES AV DET SKOGINDUSTRIELLA PROGRAMMET