

ARKIVEXEMPLAR

STIFTELSEN FÖR

VÄRMETEKNISK FORSKNING

VÄRMETEKNIK MATERIALTEKNIK VATTENKEMI

PROBLEM I SAMBAND MED BARKELDNING

Orvar Rydén

Studsvik, Nyköping, December 1977

EFFICIENT BURNING OF WOOD WASTE

Orvar Rydin

Summary

Bark and other wood waste, hogged fuel, is commonly burnt in Scandinavian pulp- and lumber mills. Combined burning together with fuel oil is a common scheme in the pulp mills. Some problems, decreasing efficient burning, are discussed, and a joint Scandinavian research programme is proposed. The purpose of the programme is to investigate

- the formation and composition of fireside tube deposits
in combined bark and oil fired boilers

- the influence of oil additives on such deposits

- the possibility of reducing flue gas temperature from combined
fired boilers without creating corrosion or dust deposition
problem

- the corrosion of different superheater materials when bark
containing chlorides is burnt, and

- the impact of bark moisture on boiler efficiency, capacity and
dust carry over.

STIFTELSEN FÖR VÄRMETEKNISK FORSKNING

Forskningsgruppen för kemiteknik (GKVF)

- Projekt 58 -

Förbättrad teknik vid kombinationseldning av lut och olja respektive av bark (och annat avfall) och olja

- SLUTRAPPORT -

November 1977

INLEDNING

Den 1976-10-18 beviljade Styrelsen för Teknisk Utveckling Stiftelsen för Värmeteknisk Forskning ett bidrag med kronor 50.000 till ett projekt avseende inventering av problem i ångpannor i samband med kombinationseldning av avlutar från cellulosatillverkning med olja samt av bark (och annat avfall) med olja. Inventeringens mål är att föreslå lämpliga FoU-projekt inom området.

En styrgrupp tillsattes för projektet och består av

direktör Thomas Wahlberg, Fiskeby AB, ordförande
överingenjör Gunnar Holme, Ångpanneföreningen
civilingenjör Bernt Janelid, Billeruds AB
direktör Orvar Rydin, Sundsvall, tidigare vid
Svenska Cellulosa Aktiebolaget SCA
överingenjör Sven Olof Sandberg, MoDoCell AB
överingenjör Torsten Simmons, Holmens Bruk AB.

Direktör Orvar Rydin har varit verkställande ledamot.

Svenska Cellulosa Aktiebolaget SCA har bidragit med kontorstjänster. Projektet har administrerats av AB Atomenergi.

Vid sitt första sammanträde, den 1976-06-12, konstaterade styrgruppen att tidpunkten för att föreslå FoU-projekt rörande kombinationseldning av avlutar och olja inte, av skäl som nedan framgår, var lämplig. Styrgruppens förslag är därför att ställa hithörande projekt på framtiden.

Under arbetets gång framkom, att man från finsk sida till Nordisk Industrifond ingått med en ansökan om forskningsbidrag till några av de nordiska ångpanneföreningarnas forskningsutskott, DENA, föreslagna FoU-projekt. Ett av dessa avser studier av uppkomst och sammansättning av rökgassidiga beläggningar i ångpannor vid kombinationseldning av bark och olja samt kombinationer, där torv och gas ingår. Även studier av oljetillsatser, additives, inverkan på beläggningar föreslås. Ett delprojekt avser försök ägnade att ge underlag för bedömning av möjligheterna till ökat värmeutbyte genom sänkning av avgående rökgasers temperatur vid kombinationseldade ångpannor.

Styrgruppen bedömde det angeläget att samarbeta med de finska intressenterna, Energiekonomiska Föreningen och EKONO Oy, då hithörande problem i stor utsträckning är gemensamma för de båda länderna. Vid ett sammanträde den 1977-06-08, varvid de finska intressenterna representerades av diplomingenjör Tom Roos, EKONO Oy, och Nordisk industrifond av ingenjör Roland Petersson, konfirmerades detta samarbete. Ingenjör Petersson framförde önskemål om att även norska intressenter skulle kontaktas för eventuellt samarbete. Så har skett genom Norsk Dampkjelforening, och från norsk sida uttalades intresse för att delta. Speciellt är man i Norge intresserad av att rökgassidig korrosion i samband med eldning av kloridhaltig bark studeras.

PROBLEM I SAMBAND MED KOMBINATIONSELDNING AV CELLULOSAAVFALLSLUTAR MED OLJA

Kombinationseldning av cellulosaaavfallslutar med olja förekommer i en del ångpannor. I samband härmed har besvärande korrosion av tubmaterialet observerats, och det har bedömts som sannolikt, att oljans vanadinnehåll har en accelererande effekt på förloppet. Vid planering av föreliggande projekt bedömdes det därför som önskvärt, att ett visst forskningsarbete kom igång inom detta område. Vid en MoDoCell AB tillhörig panna för förbränning av avfallslutar, och som varit speciellt utsatt för korrosion, har emellertid ett större praktiskt prov med olja med låg vanadinhalt startats under innevarande år. I anläggningen har speciella provytor iordningställt

för att göra det möjligt att följa korrosionsförloppet. Försöken kom igång under maj månad i år och beräknas kunna avslutas under maj-juni 1978. De resultat, som då kan avläsas, kommer att rapporteras och ställas till branschens förfogande. I avvaktan härpå föreslår styrgruppen, att hithörande problemkomplex inte tas upp till annan bearbetning.

UTVIDGAD RAM FÖR PLANERAT PROJEKT RÖRANDE BARKELDNING

Det ursprungligen planerade projektet avsåg studier av de speciella beläggningar, som uppstår i samband med samtidig eldning av bark och olja. Styrgruppen har bedömt att barkeldning, med eller utan samtidig eldning av olja, innefattar ett antal problem med speciell anknytning till bark som bränsle. Härtill kommer särskilda synpunkter från norska och finska intressenter. I det gemensamma projektförslag, som nu utarbetats, föreslås därför en utvidgning av projektet utöver den ursprungligen tänkta ramen. Detta återspeglas nedan i delprojekten 3, 4 och 5. En redogörelse för de viktigare problemen återfinns delvis nedan och i övrigt i nedan nämnd ansökan till Nordisk Industrifond.

INVENTERING AV SOTNINGS- OCH RENGÖRINGSBEHOVET VID SVENSKA BARK-OLJEELDADE ÅNGPANNOR

Under våren 1977 gjordes en enkät hos i stort sett samtliga svenska cellulosafabriker med ångpannor för kombinationseldning av bark och olja. Enkäten, som med få undantag besvarades av de tillfrågade, avsåg att ge en uppfattning om vilka problem man i dag har på grund av beläggningar på ångpannornas värmeytor. Svaren jämte kommentarer är sammanställda i bilaga 1.

./.

Sammanfattningsvis konstateras att man i dag mera sällan har så stora problem, att man inte kan upprätthålla obruten drift vid anläggningarna. Vid några fabriker erfordras driftstopp för sådan rengöring, som inbyggd sotningsapparat inte klarar av. Ångpannor eldade med högvärdigt barkbränsle och pannor för höga ångtemperaturer kräver, såvitt av en mindre inträngande undersökning kan bedömas, effektivare och mer kostnadskrävande sotning. Med tanke på önskemålen om såväl för-

bättrad bränslekvalitet, torrare bränsle, som ökad ångkraftgenerering kan det antagas, att nya ångpannor blir konstruerade för höga temperaturer på såväl gassidan som ångsidan. Dom blir då mer känsliga för beläggningar på tuberna, främst i överhettaren. Ett forskningsprojekt kring beläggningsproblematiken bör därför bli inriktas på att ge pannkonstruktören upplysningar om hur hög gastemperatur, som kan tillåtas före konvektionstubsatserna vid olika bränslesammansättning. Även gas-hastighetens inverkan anses värd att studera.

Beläggningar på tuberna verkar nedsättande på värmeöverföringen och därmed även på värmeutbyte och pannkapacitet. Samtliga ångpannor redovisar beläggningar, om än i växlande omfattning.

UNDERSÖKNING AV TERMODYNAMISKA JÄMVIKTER VID SAMTIDIG ELDNING AV OLJA OCH BARK

Magnusson H och Warnqvist B vid Svenska Träforskningsinstitutet har inom ramen för ett nyligen avslutat projekt vid SVF genomfört preliminära kemiska jämviktsberäkningar för bildning av stoft och beläggningar i rökgasen vid samtidig eldning av bark och olja. En sammanfattning av rapporten återfinns i bilaga I till nedan nämnd ansökan till Nordisk Industrifond, av vilken en kopia är bilagd denna rapport.

I planerna för föreliggande projekt ingick en fortsättning av dessa studier. Styrgruppen har emellertid bedömt att ytterligare resultat av värde inte kan beräknas framkomma genom mer ingående studier av ifrågasvarande slag.

BEHOV AV FORSKNINGS- OCH UTVECKLINGSARBETE RÖRANDE ELDNING AV BARK, ENBART ELLER I KOMBINATION MED OLJA

Skogsindustrin i Sverige förbrukar mycket stora energimängder i form av värme och elkraft. Värmet förbrukas huvudsakligen i form av ånga eller hetvatten. Det framställs genom förbränning av avlutar från cellulosaframställning, eldningsolja eller bark från den förbrukade vedråvaran. Grovt räknat och omräknat till oljeenheter, oe, motsvarar de olika bränsleslagen vid fullt kapacitetsutnyttjande

Avlutar	2.8 milj m ³ oe/år
Eldningsolja	2.5 - " -
Bark	<u>0.7</u> - " -
Summa	6.0 - " -

Ökande priser och begränsad tillgång på såväl vedråvara som eldningsolja medför, dels att vedråvaran måste utnyttjas så, att utbytet pappersmassa ökar och andelen till avlutar minskar, dels att behovet av eldningsolja i möjligaste mån begränsas. Avlutar och eldningsolja kan därför förväntas minska sin andel i bränsleförsörjningen. Bark och ersättningsbränslen, främst kol, kommer att få ökad betydelse. Stor sparsamhet måste iakttas med tillgängliga bränslen. Det är därför angeläget att industrins värmeekonomi och utnyttjande av bränsletillgångarna, däribland barken, förbättras.

Bark som bränsle

Bark eldas för framställning av ånga eller hetvatten i första hand vid cellulosafabriker, sågverk och boardfabriker. Barkeldning har förekommit sedan lång tid tillbaka, men före 1940 i ganska begränsad omfattning.

Inom sågverksindustrin var behovet att elda bark länge till stor del ett destruktionsproblem. När virkestorkar blev vanliga fick barken emellertid ett stort värde, då den tillsammans med sågspånet väl kunde täcka torkens värmebehov. Den fortsatta utvecklingen har lett till att sågspånet blivit en lämplig råvara för såväl träfiberplattor som pappersmassa och på så vis fått ett ökat värde. För många sågverk är det därför av intresse att få barken att täcka hela eller så stor del som möjligt av det egna bränslebehovet.

Vid cellulosafabrikerna har utvecklingen i stort varit den, att virket, som tidigare barkades i skogen, med början under 30-talet i allt större utsträckning överförts för barkning vid industrin. Höga kostnader för skogsbarkning, nedläggning av flottleder och övergång till landtransport har därvid bidragit. Barkmängderna vid industrin ökade och tvingade fram installation av barkeldade ångpannor eller ombyggnad av befintliga pannor till barkeldning.

Den i dag vid cellulosafabrikerna eldade barkmängden motsvarar c:a 400.000 m³ eldningsolja. Den eldas i de flesta fall i ångpannor för samtidig eldning av olja, vilket innebär vissa problem, men som från investeringssynpunkt är billigare än eldning i separata pannor.

Barkens bränslevärde varierar med fukthalten. "Effektiva värmevärdet" för barrvedsbark vid olika fukthalter framgår av den övre kurvan i figur 1. Som av denna framgår har barken fortfarande en stor del av värmevärdet kvar vid fukthalter upp mot 75 - 80 %. Förhållandena vid barkeldning är emellertid sådana, att det "effektiva värmevärdet", trots att det tar hänsyn till barkens vatteninnehåll, allt mindre motsvarar det värme, som kan utvinnas när fukthalten stiger. Ökande vatteninnehåll i rökgaserna medför stigande värmeinnehåll i avgående rökgaser. För att uppnå torkning och antändning av bränslet erfordras en allt större primärluftmängd, som även den ökar avgasförlusterna. Blir den erforderliga primärluftmängden för stor, så uppnås inte en förbränningstemperatur hög nog för att förbränningen skall kunna fortlöpa kontinuerligt. Vid fukthalter omkring 70 % får man vid normala pannanläggningar knappast ut något värme för praktiskt bruk. Det verkliga värmeutbytet vid ökande fukthalt blir således allt sämre i förhållande till "effektiva värmevärdet". I figur 1 har för att illustrera detta inlagts två nedre kurvor. De avser att illustrera inom vilket område barkens praktiska värmevärde vid olika fukthalt kan ligga, d v s värmevärdet i jämförelse med absolut torr bark. Det har här kallats "ekonomiskt värmevärde". Kurvornas verkliga förlopp är inte fullständigt kända, de varierar säkerligen en hel del mellan olika anläggningar, framför allt med ugnstyp. Ett av de projekt, som nu föreslås, avser att närmare studera detta vid två typanläggningar.

Förslag till FoU-projekt som berör barkeldning

Inom Svenska Cellulosa- och Pappersbruksföreningen tillsattes under år 1973 en energikommitté med uppgift att kartlägga cellulosa och pappersindustrins energiförbrukning. Kommitténs arbete har efter kartläggningen bl a koncentrerats kring energibesparingsprojekt och en projektkatalog har sammanställts och bl a redovisats för Nämnden för Energiforskning.

Inom barkbränsleområdet föreslås

Studium av problem i samband med kombinationseldning av bark och olja

Utveckling av bättre eldningsteknik för barkbränsle

Utveckling av metoder för effektivt tillvaratagande av barkspill och annat brännbart avfall vid massafabrikerna

Studier av förutsättningarna för att nå högre torrhalt i samband med barkpressning

Utveckling av barktorkningsteknik.

Avsikten är att ett eller flera projekt kan tagas upp av intresserad forskningsinstitution, som i sin tur söker bidrag från tillgängliga energiforskningsanslag.

Inom ramen för föreliggande projekt föreslår styrgruppen att effekten av barkbränslets torrhalt på pannverkningsgrad och pannkapacitet studeras.

Från finsk sida har genom samarbete mellan de nordiska ångpanneföreningarna kommit tidigare nämnda förslag om studium dels av rökgassidiga beläggningar vid kombinationseldning av bark och olja samt även torv och bark, dels av möjligheten att utan besvärande korrosion sänka temperaturen på avgående rökgaser vid sådan eldning.

Från norsk sida har, vilket även nämnts ovan, föreslagits studium av korrosion av olika överhettarmaterial vid eldning av kloridhaltig bark.

I det följande kommenteras ovannämnda förslag eller hänvisas till motsvarande kommentarer i nedan nämnd ansökan till Nordisk industrifond.

Problem i samband med kombinationseldning av bark och olja

De problem, som här avses, är de som sammanhänger med beläggningar på panntuber, framför allt i den hetare delen av pannan och speciellt överhettare. De har sin orsak i att oljans svavel och vanadin med

barkens askbeståndsdelar bildar föreningar, framför allt sulfater, som fastnar på tuberna, ibland i form av stelnad smälta. Beläggningarna kan vara svåra att avlägsna, och dom försämrar värmeöverföringen. Olika oljetillsatser, framför allt magnesiumhaltiga, har med viss framgång men till icke obetydlig kostnad använts för att minska besvären. Då utvecklingen, på grund av önskemålet om ökad mottryckskraftgenerering, går mot höga ångtemperaturer, är det angeläget att skaffa närmare kunskap om beläggningarnas uppkomst och natur samt möjligheterna att minimera på grund av dem uppkomna problem.

En närmare redogörelse för problem och hittills genomfört utrednings- och forskningsarbete återfinns i ansökan till Nordisk Industrifond.

Styrgruppen föreslår att ytterligare forskning kommer till stånd. Då man i Finland vid Åbo akademi sedan några år behandlat hithörande problem, och då man där har önskemål om att torv och gas som komponenter skall beaktas, föreslås att denna forskning huvudsakligen blir förlagd dit. Lämpliga ångpannor för försöken finns tillgängliga. Vid detaljplaneringen av arbetet kan avgöras, om någon del av arbetet lämpligen förläggs till Sverige.

Utveckling av bättre teknik för barkeldning

Den förbränning av barkbränsle, som i dag sker, sker oftast under förhållanden, som inte är idealiska. Barkens torrhalt är i många fall inte tillfredsställande hög och ugnskonstruktionerna medger inte att elda med låg och väl reglerad luftmängd. Resultatet är höga värmeförluster med avgående rökgaser.

Det finns inte anledning att här närmare gå in på hithörande problem. Endast följande skall nämnas.

Av mindre barkugnar finns, framför allt vid sågverken, ett stort antal typer. Vid de större anläggningarna, cellulosafabrikerna, dominerar i stort sett två typer, snedrostugnar av något varierande utformning och cyklonugnar. Båda typerna har sina för- och nackdelar. Snedrostugnen

kan byggas till stora kapaciteter och är okänslig för torrt bränsle. Underhållskostnaderna är låga. Cyklonugnen kan elda fuktigare bränsle men är känslig för torrt bränsle. Underhållskostnaderna är höga, och den fordrar manuell utslaggnig, som oftast måste kombineras med att ugnen nedeldas. Utvecklingen i Sverige har de senaste åren gått mot ugnar av snedrosttyp. De senaste idrifttagna ugnarna har försetts med en del nykonstruktioner, framför allt har dom försetts med en rörlig slutrost, av Kablitz-typ, för slutförbränning av bränslet. Ett par beställda, men inte idrifttagna pannor, kommer att försees med andra nykonstruktioner av intresse. Om medel härför kommer att ställas till förfogande, kommer den senaste utvecklingen av pannkonstruktioner samt driftserfarenheter att bli föremål för dokumentation genom "Samordningsgruppen för barkfrågor", en grupp arbetande inom Svenska Cellulosa- och Pappersbruksföreningens intresseområde.

För att utreda möjligheterna att förbättra cyklonugnarnas konstruktion har av samordningsgruppen utsetts en grupp industritekniker, som är väl förtrogna med dessa ugnars speciella problem.

Utveckling av metoder för bättre tillvaratagande av barkspill och annat avfall vid industrin

Vid industrins virkesterminaler och vedgårdar samt kring virkes- och barktransportörer uppstår ofta stort spill av bark. Det kan uppgå till 10 - 20 % av totala barkbränslemängden. Det är vanligen förorenat av sten, sand m m, och blir därför vanligen transporterat till deponeringsplats. Det representerar ett inte oväsentligt bränslevärde och måste i görligaste mån tillvaratagas.

Föroreningarna omöjliggör, där så behövs, att torrhalten förbättras genom pressning. Dom medför även en kraftigt ökad slaggmängd i barkugnen, vilket kan förorsaka skador på anordningar för automatisk utslaggnig eller göra manuell sådan betydligt besvärligare. Härtill kommer att utrustningen för hantering av barken före ugnen utsetts för onormal förslitning.

En ganska omfattande verksamhet för bättre tillvaratagande av spill har de senaste åren kommit igång vid flera fabriker. Hithörande problem föreslås inte bli bearbetade inom föreliggande projekt.

Studier av förutsättningarna för att nå hög torrhalt genom barkpressning

Barkens torrhalt har, som framgår under avsnittet "Bark som bränsle", mycket stort inflytande på den värmemängd som man praktiskt får ut vid förbränning i en ångpanna. En stor del av barken vid industrin faller ut med mycket låg torrhalt, speciellt i samband med våta barkningsmetoder. Normalt är att man då höjer torrhalten genom pressning, varvid vanligen torrhalter omkring 40 % uppnås. Skulle torrhalten genom pressningen kunna höjas ytterligare, och till ringa eller ingen merkostnad, skulle barken kunna förbrännas med bättre värmeutbyte.

Någon forskning rörande möjligheterna att i samband med pressning nå höga torrhalter är inte känd. Vid Svenska Träforskningsinstitutet har man emellertid nu tagit upp detta projekt. Ett härom året genomfört examensarbete vid Chalmers Tekniska Högskola och MoDoCell AB har indikerat, att en del framsteg bör kunna göras.

Utveckling av barktorkningsteknik

Torrhalten, och därmed värmeutbytet från barken, kan höjas genom torkning, vanligen med varma rökgaser. Barktorkning är inte särskilt vanlig, men på senare år har en del torkar installerats, särskilt vid sågverk. Sågverkens pannor arbetar ofta med avgastemperaturer omkring 250 °C, och där finns ytterligare mycket värme att utvinna, som kan användas till att torka barken.

Cellulosafabrikernas ångpannor är vanligen konstruerade för avgastemperaturer i området 150 - 200 °C, vid barkeldade ångpannor ofta 140 - 150 °C. I en barktork, som måste efterföljas av torr rökgasrening, kan man inte sänka rökgastemperaturen mycket under 110 °C. Man får därvid normalt inte ut tillräckligt med torkvärme för att finansiera anläggningen. I de fall, där torkning sker, används separat framställda, torkgaser, t ex från eldning av en del av den torkade barken. Det förekommer också att torkgaserna tas ur ångpannan från en position, där dom har tillräckligt hög temperatur.

Den utveckling av torkningsteknik, som nu sker, leds av leverantörerna.

Förhållandet mellan barkbränslet torrhalt och pannverkningsgrad och pannkapacitet

Under avsnittet "Bark som bränsle" framhålls framför allt torrhaltens betydelse för värmeutbytet från barken. Vid sjunkande torrhalt ökar såväl vattenångmängden som överskottsluften i rökgaserna. Förbrännings-temperaturen sjunker, värmeöverföringen minskar och förlusterna med avgående rökgaser ökar. Resultatet blir minskad pannkapacitet och försämrad pannverkningsgrad. En allt mindre barkmängd kan förbrännas.

Det har inom styrgruppen bedömts som viktigt att för dem, som eldar barkbränsle, klargöra den verkliga effekten av torrhalten. Härigenom kan ett riktigt underlag erhållas för bedömning av investeringar i torrhaltshöjande åtgärder.

På konstruktionsstadiet för en pannanläggning kan man inte helt bedöma effekten av olika bränsletorrhalt. Ugnskonstruktionen och bränslets torrhalt och sammansättning har stor betydelse för hur förbränningsresultatet blir. Den ovan berörda utvecklingen av nya ugnskonstruktioner kan komma att leda till bättre bedömningsgrunder.

Styrgruppen föreslår att vid två svenska typanläggningar, en med en modern snedrostugn och en med cyklonugn, mätningar genomförs av kapacitet och pannverkningsgrad vid några olika torrhalter hos barkbränslet. Samtidigt bör även stoftöverbäringen med rökgaserna mätas, då denna har betydelse för funktionen av rökgasreningsutrustningen.

Sänkt rökgastemperatur efter kombinationseldade ångpannor

Som ovan nämnts, är befintliga ångpannor för kombinationseldning av olja och bark vanligen konstruerade för avgastemperaturer i området 150 - 200 °C eller något därunder. En ytterligare sänkning av temperaturen erfordrar proportionsvis stora värmeytor, vilka dock betalar sig bättre ju dyrare bränslet blir. En sänkning med 10 °C betyder 0.7-0.8 % ökat värmeutbyte. På grund av eldningsoljans svavelinnehåll föreligger en ännu inte helt känd risk för korrosion, om rökgastemperaturen sänks under nu vanlig temperatur. Inom ramen för det nordiska projektet föreslås att ett studium härav kommer till stånd i samband med de till finska anläggningar planerade kombinationseldningsförsöken.

Korrosion av överhettarmaterial vid kloridhaltigt barkbränsle

I norska anläggningar, där havsflottat virke i stor utsträckning förbrukas, har man stora besvär med korrosion av materialet i överhettare. Från svenska anläggningar är motsvarande problem inte känt.

Inom ramen för det nordiska projektet föreslås att korrosion av olika överhettarmaterial blir föremål för studier i norsk regi.

SAMNORDISKT PROJEKTFÖRSLAG, BIDRAGSANSÖKAN TILL NORDISK INDUSTRIFOND

I samarbete med finska och norska intressenter har ett forskningsprogram utarbetats. En gemensam ansökan om medel till programmets genomförande har utarbetats och inlämnats till Nordisk Industrifond. Fonden har i sin tur meddelat, att den efter granskning avser vidarebefordra den till respektive nationella bidragsinstitutioner. En kopia av ansökan bifogas. Bilaga 2.

./.

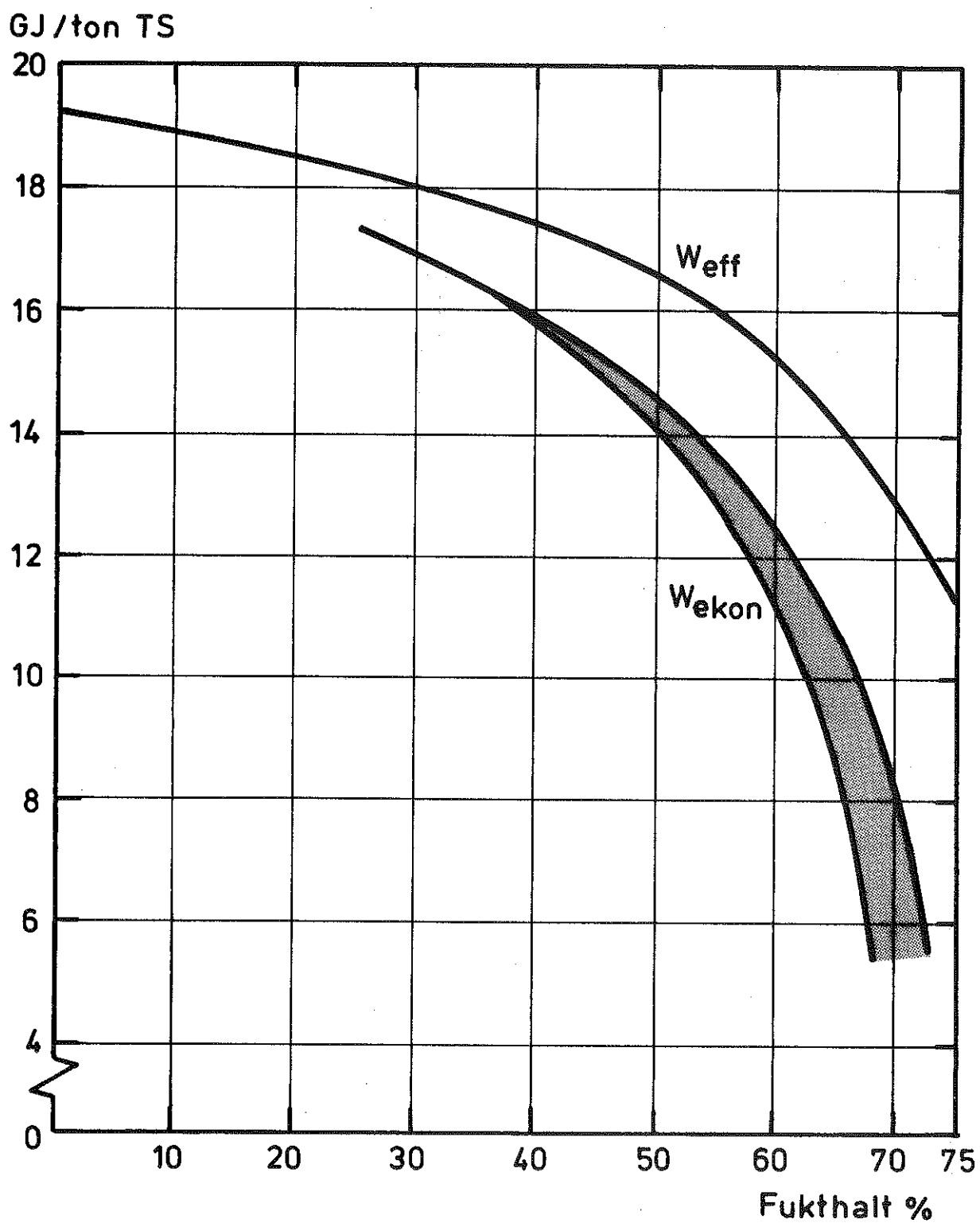
Det föreslagna projektet uppdelas i följande fem delprojekt:

1. Studier av uppkomst och sammansättning av rökgassidiga beläggningar i ångpannor vid kombinationseldning av bark och olja, men även kombinationer där torv och gas ingår.
2. Studier av effekten av oljetillsatser, additives, på beläggningar i samband med kombinationseldning.
3. Studier av möjligheterna att vid kombinationseldning, där svavelhaltig olja ingår som ett bränsle, sänka temperaturen på avgående rökgaser utan att korrosion eller problem med stoftavsättningar i stoftavskiljare uppstår.
4. Studier av olika tubmaterials korrosion vid eldning av kloridhaltig bark.
5. Studier av effekten av olika fukthalt hos barkbränslet på ångpannors kapacitet, pannverkningsgrad och stoftöverbäring med rökgaser.

För ytterligare information om projektet hänvisas till bilaga 2.

Fig.1

Effektivt värmevärde, W_{eff} , och
 Ekonomiskt värmevärde, W_{ekonom} , hos
 barrvedsbark



ENKÄT RÖRANDE RÖKGASSIDIGA BELÄGGNINGAR OCH SOTNINGS-FREKVENNS VID BARK+OLJEELDADE ÅNGPANNOR

År 1973 gjordes genom Stiftelsen för Värmeteknisk Forskning, SVF, en kartläggning av bl a beläggningar på tuberna och behovet av rengöring vid ångpannor, där bark och olja eldas samtidigt. Resultatet har redovisats i stiftelsens meddelande SVF-35.

I samband med att stiftelsen på nytt för studium tagit upp problemen i samband med sådana beläggningar har en ny förfrågan gjorts hos industrin om förekomsten av beläggningar samt omfattningen av den sotning (med inbyggda sotapparater) och manuella rengöring som erfordras för erforderlig renhållning. Avsikten har närmast varit att få en kontroll på att problem fortfarande existerar samt om dom försvårats eller blivit mindre besvärande.

En kopia av frågeformuläret samt en sammanställning av inkomna svar finns bilagda. Bilaga 1:1 och bilaga 1:2.

De ångpannor, som finns representerade i svaren, är av mycket varierande ålder, mellan år 1914 fram till nyss igångkörda anläggningar. Antalet panntyper är också mycket stort, och endast några få pannor är någorlunda lika till konstruktionen. Likaså varierar kapacitet och ångdata samt förhållandet mellan bark- och oljemängd. Att draga några detaljerade slutsatser av det inkomna materialet är därför inte möjligt. Detsamma var förhållandet vid SVFs tidigare undersökning.

Av 45 tillfrågade fabriker har 37 fabriker, med kombinationseldning av olja och bark, besvarat enkäten. Ytterligare några har meddelat, att man där slutat elda bark och olja tillsammans eller helt slutat elda bark.

Av det samlade materialet kan man draga följande slutsatser.

1. Beläggningar förekommer i samtliga bark-oljeeldade ångpannor.
2. Regelbunden sotning med inbyggda sotapparater är erforderlig.
3. Beläggningarnas omfattning och karaktär är, med några undantag, ej sådana, att dom förorsakar behov av andra driftstopp än som planerats i samband med större helger.

4. Några pannor, huvudsakligen större, har behov av regelbunden sotning av eldstadsväggarna.
5. En viss men svag tendens till större behov av sotning av överhettaren kan avläsas för pannor med hög ångtemperatur.

Beläggningar i pannans hetare del kan delvis bestå av stelnad smälta. När sådan föreligger kan renhållningen av pannan försvåras och sotningsfrekvensen behöva ökas. Sådana förhållanden bör i första hand kunna förväntas i pannor, där bränslet innehåller stor andel björkbark eller där förhållandevis mycket olja eldas. Sotningsfrekvensen i överhettaren fördelar sig vid de pannor, för vilka svar lämnats, enl följande:

2 pannor några ggr/år	2 pannor 4 ggr/dag
2 " 2 ggr/vecka	4 " 6 "
2 " 3 ggr/vecka	1 " 9 "
4 " 1 ggr/dag	2 " 12 "
25 " 3 "	4 " saknar överhettare

De fyra fabriker, där andelen björkbark i barkbränslet är störst, sotar alla mer än 3 ggr/dag. För fabriker med stor oljeandel i bränslet är bilden inte enhetlig.

Olje-additivs används i begränsad utsträckning. Sju fabriker gör tillsatser i lagercisternerna. Två av dessa plus ytterligare tre fabriker gör tillsatser till oljan i pannhuset. Åtminstone två fabriker anser sig starkt beroende av tillsatsen i pannhuset. En fabrik har provat additivs i pannhuset utan positiv effekt.

Fyra fabriker, som senaste åren sänkt oljans svavelhalt, rapporterar oförändrade beläggningar i pannorna, medan en fabrik anser sig ha kunnat notera viss förbättring.

Ett tidningspappersbruk rapporterar stora besvär med beläggningar om returpappersslam eldas. Ett annat bruk eldar regelbundet 2 - 4 ton torrtänt slam per dag. Ett journalpappersbruk har misslyckats att elda lerhaltiga sediment. Mycket svåra igensättningar och slaggbildningar uppträdde.

En sulfatmassafabrik rapporterar, att man provat att elda sedimentet från avloppsvattenreningen. Försöken måste avbrytas på grund av svåra igensättningar. En annan sulfatmassafabrik har i annat sammanhang rapporterat, att man hade stora besvär med igensättningar, men som numare delvis försvunnit. Tidsmässigt stämmer detta med att man började återföra sedimenten till produktionen.

En fabrik uppger att man försöker undvika att elda olja tillsammans med barken på grund av de besvär man annars får.

STIFTELSEN FÖR VÄRMETEKNISK FORSKNING

FRÅGEFORMULÄR OM OLJA+BARKELDADE ÅNGPANNOR

Fabrik

Kontaktman

Ungefärlig eldad barkmängd ett normalår lm^3
 "- "- oljemängd " "- m^3
 "- "- mängd sediment eller slam ton TS

Eldningsoljans analys: svavel%, vanadin%

Sedimentens analys: aska%

"- ursprung: rent sedimenteringsslam
 biologiskt slam
 slam från kemisk fällning

☐
☐
☐

Oljetillsatser

Används tillsatsmedel i lagercisterner
 till olja i pannhus
 direkt till eldstad

☐
☐
☐

Typ (namn)

.....

Mängd tillsatsmedel i lagercisterner
 till olja i pannhus
 direkt till eldstad

Ångpanna nr

.....

Typ av barkugn (snedrost, cyklon)

.....

Eldstadsväggar: Beläggningar uppstår, ja
 nej

☐
☐
☐
☐

Om ja, utförs sotning under
 drifttid och sker den med

ånga

luft

vattenlansning

annan metod

☐
☐
☐
☐
☐
☐

.....

Hur ofta sotas

.....ggr.....

.....ggr.....

Överhettare: Beläggningar uppstår, ja☐☐

nej

☐☐Om ja, utförs sotning under
drifttid och sker den med

ånga

☐☐

luft

☐☐

annan metod

.....

.....

Hur ofta sotas

.....ggr.....

.....ggr.....

Plats för särskilda anmärkningar angående beläggningar på eldstads-
väggar, screentuber eller överhettare

.....

.....

.....

.....

Konvektionstubsats: Beläggningar uppstår, ja☐☐

nej

☐☐Om ja, utförs sotning under
drifttid och sker den med

ånga

☐☐

luft

☐☐

annan metod

.....

.....

Hur ofta sotas

.....ggr.....

.....ggr.....

Luftförv. och eco: Beläggningar uppstår, ja☐☐

nej

☐☐Om ja, utförs sotning under
drifttid och sker den med

ånga

☐☐

luft

☐☐

kulor

☐☐

tyfon

☐☐

annan metod

.....

.....

Hur ofta sotas

.....ggr.....

.....ggr.....

Plats för särskilda anmärkningar angående beläggningar i konvektions-
delen och lufo-eco

.....

.....

.....

.....

Driftstopp

Föreligger rengöringsproblem som erfordrar driftstopp?

Ja

☐☐

Nej

☐☐

Om ja, sker sådan rengöring vid avtalsbestämda driftstopp?

☐☐

Vid av beläggningar påtvingade driftstopp?

☐☐

Beskriv rengöringens omfattning (antal ggr, tid, kostnad etc.)

.....

Har sänkning av eldningsolja svavelhalt genomförts under senare år och har detta haft effekt på beläggningarnas art och omfattning i pannan?

Eldas sediment (slam) som härrör från returpapper, deinking eller med annat speciellt innehåll, t. ex. fyllnadsmedel?

Har Ni några andra synpunkter att bidra med. Styrgruppen blir tacksam för alla idéer och för resultat från eventuella egna undersökningar.

Insändes till: Svenska Cellulosa Aktiebolaget SCA

Att: Wiola Nylander

851 88 SUNDSVALL

Fabrik	Oljetillsats		Ugnstyp	Å n g a		S o t n i n g				Rengöring vid stopp
Olja-bark-förbr./år km ³ /klm	Lager cist.	Pann hus		Tryck MPa	Temp. °C	Eld- stad	Över hettare	Konv.- del	Eco + luftförv.	Div. anmärkningar
Hallsta 25/400 + 9 kton sed.	-	Mg0	Cykl.	10	530	å 3/d	å 6/d	saknas	å 6/d	Vid helgstopp 0h och Eco med Högtrycksspruta, 15 skift, 50.000:- Slam från deinking ger belägg- ningsproblem
Ortviken 60/600 + 9 kton sed.	-	-	Cykl. 3 pannor	6,5	485	v 1/d	å 3/d	Tyfon	Kulsootning kont. Tyfon	Viss rengöring storhelger
			Sopfugn	6,5	490	å 3/d	å 3/d	Luft	Kulsootning kont.	Anläggningen ny. Sotnings- schemat kan ändras
Kvarnsveden 50/400 + 8 kton sed. + 2-4 t/d returpap- persslam	-	-	Cykl.	4,5	480	-	å 3/d	saknas	Kulsootning 3 g/d	Ingen
			Snedrost	4,5	480	v 3/v	å 3/d	å 3/d	Kulsootning 3 g/d	2-4 gånger/år. Pannan eldas med lut-olja-bark

Teckenförklaring:

Sed. = sediment från avloppsvattenrening
 Pyr. = Pyromax
 Byc. = Bycosin
 å = ånga
 1 = luft
 kuls. = kulsootning
 kont. = kontinuerligt
 2/v = 2 ggr/vecka
 3/d = 3 ggr/dag

Fabrik	Oljetillsats Lager cist.	Pann hus	Ugnstyp	Å n g a		S o t n i n g				Rengöring vid stopp Div. anmärknningar
				Tryck MPa	Temp. °C	Eld- stad	över hettare	Konv.- del	Eco + luftförv.	
Skinnskatteberg 9/500	Pyr	Pyr	Snedrost	6,0	480	-	å 3/d	kuls.	Kulsootning	2 ggr/år
Mönsterås 5/140	-	-	Snedrost	4,0	450	-	å 3/d	å 6/d	Kulsootning	
Obbola 2/225	-	-	Cykl.	6,5	450	å 1/d	å 3/d	å 6/d	Kulsootning 6 h/d	Ingen
Hammarby 15/100	-	-	Cykl.	6,0	450	-	å 3/d	å 3/d	Kulsootning 12 ggr/d	1 gång/år
Värö obet/500 + 10 kton sed.	-	-	Snedrost	6,0	450	-	å 12/d	å 12/d	å 12/d	Nej. Beläggningar i pannan måttliga. 2 veckor före stopp tillsättes 30 kg/d Chemoterm C 30, som har erforderlig reningseffekt
Gruvön 75/400	-	-	Cykl.	6,0	450	-	1 1/d	1 1/d	Kulsootning kont.	Ingen
			Cykl.	6,0	450	-	"	"	Kulsootning 2 h/d	Ingen
Husum 8,5/750	-	-	Snedr.	3,5	450	-	å 9/d	Kuls. kont.	Kulsootning kont.	Ingen. Inga problem om stål- kolor används

Fabrik	Oljetillsats Lager cist.	Ugnstyp	Å n g a		Eld- stad	S o t n i n g			Rengöring vid stopp Div. anmärkningar
			Tryck MPa	Temp. °C		Över hettare	Konv.- del	Eco + Luftförv.	
Mörårum 7,5/300	-	Snedrost Cykl.	6,0 6,0	450 450	Bel. finns "-	å 4/d "-	å 4/d "-	å 4/d "-	3-4 rengöringsstopp/år
Nymölla 30/150 + 10 kton sed.	-	Snedrost Cykl.	6,5 6,5	450 450	- -	å 3/d "-	å 3/d Kuls. 12x20 min/d	Kulsootning 6x1h	En gång/år mellan eldstad och överhettare
Korsnäsverken 40/125	Pyr	Snedrost 3 st pan- nor	4,0	425	v 3/år	1 2/v	Manuell 1/år	Luftf. 1 3/d -Eco kuls.kont.	Uppgifterna avser fullt utnytt- jande av barkeldning. Pyromax HD gör beläggningar i överhett- re pulveraktiga och lättsotade
Hörnefors 25/45	-	Snedrost	4,0	425	-	å 2/v	?	kuls.kont.	Eco vattenspolas vid stopp.
Sandarne 16/45	-	Snedrost	4,0	425	-	å 6/d	å 6/d	kulsootning 12x30 min/d	Ingen Eldar normalt bekolja. Ingen skillnad om Eco 5 eldas.
Munksund 19/270	-	Snedrost Cykl.	4,0	420	å 3/d	å 3/d	å 3/d	kuls.12 g/d	Ingen
Karlsborg 31/250 + 0,4 kton sed.	-	Cykl.	4,0	420	-	å 12/d	å 12/d	kuls. kont.	Konvektionsdelen handlansas 1 gång/år

Fabrik	Oljetillsats		Ugnstyp	Å n g a		S o t n i n g				Rengöring vid stopp
	Lager cist.	Pann hus		Tryck MPa	Temp. °C	Eld- stad	Över hettare	Konv.- del	Eco + luftförv.	Div. anmärkningar
Skutskär 35/300	-	-	Snedrost	4,0	400- 500	-	1 3/d	-	1 3/d	1 gång per år vattenspolas bak- stråket på /1 (1a Mont)
			Snedrost			-	"-		Kulsothning	Orsak troligen dåligt tryck på sotningsluften
			Cykl.			-	"-		Kulsothning 3 ggr/d	
Östrand 45/400	Pyr Tr	Pyr Hd	Cykl.	4,0	400	-	å 6/d	å 6/d	Kulsothning kont.	Ingen. Hårda beläggningar kan falla ned och blockera econo- misern
Lövhölmén 3/400	-	-	Cykl.	4,0	400	å 1/d	å 1/d	å 1/d	å 1/d	En gång per år
			Cykl.			"-	"-	"-	Kulsothning 3 ggr/v	" -
Iggesund 10/400	-	-	Cykl.	4,0	400	-	1 6/d	1 6/d	Kulsothning kont.	Rengöring av ugn och eldstads- rum 5 ggr/år
Ström 15/70	-	-	Planv. vid 3 st 1a Mont.- pannor	2,5	400	-	å 3/d	-	Kulsothning 12 ggr/d	
Göta 1,2/41	-	-	Snedrost	4,5	400	å 3/d	å 3/d	å 3/d	å 3/d	Vattenlansning 4 ggr/år vid stopp. Sänkt S-halt utan effekt Hårdaste beläggningen i eldstad, övrigt stoftartat och lättstötat

Fabrik	Oljetillsats Lager cist.	Pann hus	Ugnstyp	Å n g a		Eld- stad	S o t n i n g			Rengöring vid stopp Div. anmärkningar
				Tryck MPa	Temp. °C		över hettare	Konv.- del	Eco + luftförv.	
Holmen 20/150	-	Liqui- mag	Snedrost	2,5	375		å 3/d	-	å 3/d	2 ggr/år
Aspa 6/70	-	-		2,5	315	-	-	-	-	Rengöring av hela pannan med ångblåsning 4 ggr/år
Skärblacka 17/200 + 3,5 kton sed.	-	-	Cykl.	4,5	350	Handlans- ning vid drift- stopp	å 3/d	å 3/d	Kulsothning 3 ggr/d	Viss rengöring vid storhelger
Vallvik 4/125	Byc.	-	Förugn	2,0	320	-	-	å 1/d	å 1/d	Var 2:a och 3:e vecka
Köpmänholmen 20/65	Byc.	-	Planr. Cykl.	2,0	300	-	å 3/d "-	-	å 1/d "-	Reng.stopp 1 gång/år. Hårda beläggningar på screen och överhettare.
Vargön 20/60	-	Byc.	Stok Stok	1,0	280	-	å 3/v å 3/v	å 3/v å 3/v	å 3/v å 3/v	1 gång/år
Rockhammar 6/40	-	-	Snedrost	3,0	235	å 3/d	å 3/d	å 3/d	å 3/v	2 ggr/år
Dynäs 15/200	Byc.	-	Snedrost	4,0	mättad	Bel. finns	saknas	å 3/d	kulsothning	Vid storhelger. Hårda belägg- ningar i konv.-del.
Utansjö 3/170+8 kton sed.	-	-	Snedrost	2,5	mättad	-	saknas	å 6/d	å 6/d	Ingen rengöring vid stopp sedan sotapp. i konv.-del kompletterats
Marmaverken 2,5/100	-	-	Snedrost	2,5	mättad	-	saknas	å 3/d	kulsothning 3 ggr/d	Konv.-del luftflansas vid drift- stopp

Fabrik	Oljetillsats		Ugnstyp	Å n g a		S o t n i n g				Rengöring vid stopp Div. anmärkningar
	Lager cist.	Pann hus		Tryck MPa	Temp. °C	Eld- stad	Över hettare	Konv.- del	Eco + luftförv.	
Domsjö 40/380	-	-	Cykl.	4,0	425	v 4/å	å 3/d	å 3/d	Kulsothning 3 x 2 h/d	Ingen
Frövifors 6/100	Byc	-	Cykl.	4,0	450	1 3/d	Handlans- ning 6/å	-	v 2/å	Utskottning av aska under helger och andra stopp
Bergvik 9/150	-	-	Snedrost	1,0	-	å 3/d	å 3/d	-	å 3/d	Luftförvärmare och economiser vattenspolas 1 gång/år
Norrsundet 13/140	-	-	Snedrost	1,0	-	å 3/d	å 3/d	-	å 3/d	
				6,0	mättad	-	-	å 5/d	Eco. å 5/d	

Energiataloudellinen Yhdistys Energiekonomiska Föreningen

1977-11-07

1 (5)

VV/TOR/sap/mii

Nordisk Industrifond

Box 5103

S-10243 Stockholm

Sverige

Ansökan om bidrag till utvecklingsprojekt

1. Projekt

Effektivare eldning av bark, olja, gas och torv i industri-ångpannor

2. Sökande

Stiftelsen för Värmeteknisk Forskning, SVF, Sverige
Norsk Dampkjelforening, Norge
Energiekonomiska Föreningen, Finland

3. Belopp som sökes

Mk 900.000,-

4. Projektbeskrivning

4.1 Målsättning

Projektet har till målsättning ett effektivare utnyttjande av vid industrin tillgängligt bränsle, i första hand bark men även torv.

4.2 Projektets mål skall uppnås genom att studera

- uppkomst och sammansättning av rökgassidiga beläggningar i ångpannor i samband med kombinationseldning av bark eller torv i kombination med olja eller gas
- effekten på sådana beläggningar av tillsatsmedel, additivs, till eldningsoljan
- möjligheterna att sänka rökgasernas sluttemperatur (och därmed höja pannverkningsgraden) utan att korrosion uppstår vid kombinationseldning av bark eller torv med olja eller gas
- korrosionsproblem i samband med eldning av kloridhaltig bark
- effekten av olika torrhalt hos barkbränslet på ångpannors ångavgivningskapacitet och stoftöverbäring med rökgaser

För en närmare beskrivning av med bark- och kombinationseldning sammanhängande problem hänvisas till bilaga 1 samt till punkt 5 nedan.

4.3 Tidsram

Projektet beräknas pågå 24 månader från start till slutrapport.

4.4 Projektets totalkostnad

Mk 1.100.000,-

4.5 Deltagare och organisation

4.5.1

Ansvariga för projektet är Stiftelsen för Värmeteknisk Forskning, Norsk Dampkjelforening och Energiekonomiska Föreningen.

4.5.2

En styrgrupp för projektet har utsetts och består av

Licentiat Teuvo Ilmonen, Kymi Kymmene
Diplomingenjör Tom Roos, EKONO
Direktör Orvar Rydin, Sundsvall, tidigare SCA
Direktör Gotfred Hartmann, Norsk Dampkjelforening

4.5.3

Följande institutioner planeras bli anlitade för projektet:

EKONO, Helsingfors
Åbo Akademi, Åbo
Ångpanneföreningen, Stockholm
Norsk Dampkjelforening, Oslo.

4.5.4

Industrieanläggningar i Finland, Norge och Sverige kommer att ställa anläggningar, laboratorier och viss personal till förfogande.

4.5.5

Projektledare utses när projektet startas.

4.5.6

Administrationen av projektet avses ske genom EKONO Helsingfors.

5. Projektvärdering

5.1 Motiv för internordiskt samarbete

Eldning av bark, enbart eller i kombination med olja, är allmänt förekommande inom skandinavisk skogsindustri. Problemen är likartade. Det vore därför lämpligt att utnyttja de samlade erfarenheterna.

5.2 Resultat

kan omedelbart utnyttjas för planering, konstruktion och drift av industriångpannor.

5.3 För att utnyttja resultaten erfordras i vissa fall investeringar som, beroende av de lokala förutsättningarna, kan variera från relativt obetydliga belopp till några miljoner mark. Bland större investeringar kan nämnas t.ex. utrustning för höjning av barkbränslets torrhalt, ytterligare barkpressar eller barktork.

5.4 Projektets lönsamhet

Existerande anläggningar med måttliga problem kan endast dra begränsad nytta av resultaten. Anläggningar med stora problem och nya anläggningar kan tänkas få avsevärd nytta.

Från speciellt följande synpunkter kan projektet få stor ekonomisk betydelse:

5.4.1 Vid planering av nya anläggningar har man på grund av befarade driftsvårigheter i flera fall valt att bygga separata ångpannor för olja och bark. Detta betyder avsevärda merinvesteringar. Oljepannan måste byggas för det totala ångbehovet, då barken ibland kan falla bort eller vara av dålig kvalitet. Barkpannan måste byggas för maximala tillgången till barkbränsle.

Investeringskostnaden för en bark-olja-eldad ångpanna är idag vid större anläggningar 50-100 milj mark, vid mindre anläggningar 20-40 milj mark. Om separata ångpannor för de båda bränsleslagen installeras fordras en merinvestering av storleksordningen 40 %.

5.4.2 Om undersökningar av beläggningar på tubsatser kan leda till en sådan styrning av förbränningen, att mindre och samtidigt mer lättsotade beläggningar uppstår, kan man räkna med att

- värmeöverföringen förbättras, avgående rökgasers temperatur blir lägre och värmeutbytet ökar
- ångförbrukningen för automatisk sotning och kostnaden för manuell rengöring minskar
- risken för skador på överhettartuber minskar
- högre och jämnare temperatur kan hållas på överhettad ånga med ökat och jämnare elkraftuttag
- vid nyanläggningar kan högre ångtryck och ångtemperatur väljas varvid elkraftproduktionen ökar

Mycket ungefärligt eldas idag i Norge, Finland och Sverige c:a 1,5 milj. m³ eldningsolja i kombination med en barkmängd med ett bränslevärde motsvarande c:a 1 milj. m³ eldningsolja. Om den kombinerade effekten av förbättrad värmeöverföring och minskad ångförbrukning för sotning genomsnittligt skulle inbespara 0,1 % av den totala ångproduktionen, så motsvarar det en inbesparad oljemängd om c:a 2.500 m³, med dagens pris c:a 1 milj. mark.

- 5.4.3 Om undersökningarna, som avser att analysera möjligheterna att utan korrosionsrisk utnyttja avgaserna till lägre temperatur än som idag är vanligt, 150-200 °C, skulle leda till en genomsnittlig sänkning över hela fältet med 10 °C, så betyder det en årlig besparing av olja motsvarande c:a 5 miljoner mark.
- 5.4.4 Erfarenheter från norska fabriker, där kloridhaltig bark eldas, tyder på att livslängden för en överhettare kan gå ned till 3 à 4 år. Undersökningar avsedda att få fram för överhettare lämpligt korrosionsbeständigare material kan leda till betydande besparingar.
- 5.4.5 Undersökningarna av barktorrhaltens betydelse för en barkeldad ångpannas kapacitet samt för värmeutbytet avser att visa på möjligheterna till ökad kapacitet hos befintliga anläggningar och ökat värmeutbyte från barken. Resultaten blir av betydelse vid planering och konstruktion av nya anläggningar.

Sammanfattningsvis kan man således peka på flera väsentliga ekonomiska fördelar utöver rena energibesparingsmöjligheter som kan vinnas ur projektet.

6. Projektplan

- 6.1 Planerade undersökningar
I bilaga 2 ges en sammanfattning av planerat undersökningsprogram. Ett mera detaljerat program kommer att utarbetas vid projektets start.
- 6.2 Projektets tid-aktivitetsplan och tid-kostnadsplan framgår av bilagd plan (bilaga 2, bild 1).
- 6.3 Resultatuppföljning
Under projektets gång rapporteras utförda arbeten halvårsvis. En sammanfattande slutrapport med rekommendationer uppgörs och distribueras till Nordiska Intressenter. Kostnaderna redogörs och debiteras löpande med 4 veckors intervaller.
- 6.4 Kostnadernas fördelning på olika delprojekt uppskattas till följande:

Kombinationseldning Rökgassidiga beläggningar och korrosion	500.000 mk
Eldning av bark med olika torrhalt	300.000 mk
NaCl i bark Rökgassidig korrosion i överhettare	100.000 mk
Planering, koordinering, rapportering och oförutsett	<u>200.000 mk</u>
Projektet totalt	1.100.000 mk

6.5 Av projektets totalkostnad 1.100.000 mk står industrianläggningar där försöken utförs för 200.000 mk. Den resterande delen 900.000 mk sökes hos Nordisk Industrifond. Ansökan om planeringsbidrag för Nordisk Industrifonds projekt nr 141-NI 9/76, 1976-12-07 projektförslag 1 "Kombinationseldning i industripannor" har tidigare inlämnats. Projektförslag "Kombinationseldning i industripannor" ingår som ett delprojekt i denna ansökan.

7. De sökandes fou-resurser samt tidigare arbeten gränsande till detta projekt

Av ansökan framgår vilka institutioner de sökande har för avsikt att anlita. Institutionernas resurser och erfarenhet torde vara allmänt kända.

Av bilaga 1 till ansökan framgår tidigare arbeten inom områden gränsande till detta projekt.

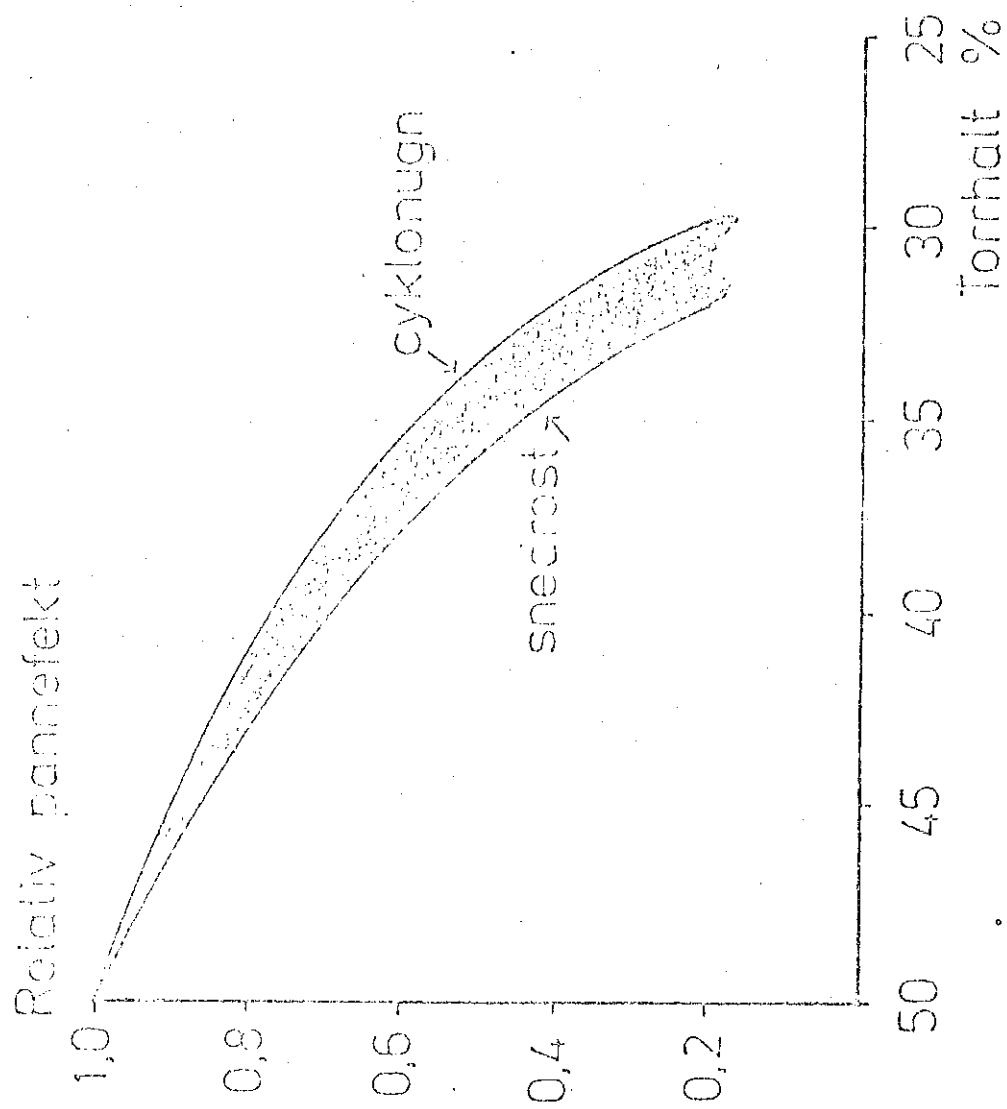
Stiftelsen för
Värmeteknisk Forskning

Norsk Dampkjelforening

Energiekonomiska
Föreningen

Bilagor

1. PM
2. Preliminärt undersökningsprogram



VV/TOR/milj

1977-11-09

1 (7)

Nordisk Industrifond

PM angående problem och önskvärda utredningar
sammanhängande med eldning av bark eller torv
enbart eller i kombination med olja eller gas

Kombinationseldning av bark med olja är allmänt förekommande inom skogsindustrin i de nordiska länderna. I mycket ungefärliga tal kan den totala omfattningen anges till c:a 1,5 milj.m³ eldningsolja, och en barkmängd med ett bränslevärde motsvarande 1 milj.m³ eldningsolja. Härutöver eldas en ungefär hälften så stor mängd bark i pannor utan tillsatseldning med annat bränsle. Den ångmängd som på detta sätt framställs är således betydande, och även måttliga förbättringar av värmeutbytet blir av betydande ekonomiskt värde.

Kombinationseldning förekommer i såväl stora som medelstora anläggningar. Antalet större ångpannor, mer än 30 t/h ångproduktion, uppgår till c:a 100 st i Norge, Finland och Sverige tillsammans.

I framtiden kan olja vid en del anläggningar komma att ersättas av gas, som då kommer att kombinationseldas med bark. Kombinationseldning gas-bark förekommer redan nu i ett par finska anläggningar. Den torveldning i kombination med andra bränslen som förekommer vid några finska anläggningar beräknas komma att utökas i framtiden.

Problematik

De problem i samband med kombinationseldning som föreliggande projektförslag föreslås bearbeta är:

- rökgassidiga beläggningar på ångpannetuber, deras uppkomst och sammansättning samt effekten på dem av magnesiumhaltiga oljetillsatser,
- möjligheterna att vid kombinationseldning sänka avgående rökgasers temperatur utan att korrosionsproblem uppstår i pannornas bakre kallare region,
- effekten på förhållandena i ångpannan vid övergång från olja till gas.

VV/TOR/mii

1977-11-09

2

Vid vissa fabriker, särskilt i Norge, eldas med kloridhaltig bark. En undersökning av olika överhettarmaterials förmåga att motstå av klorider förorsakad korrosion föreslås.

Ett delprojekt avser att utreda sambandet mellan barkens torrhalt och ångpannors ångavgivningskapacitet och verkningsgrad.

Rökgassidiga beläggningar

Vid barkeldning följer alltid en del av bränslets askbeståndsdelar med rökgaserna genom pannan. Vanligen försvinner mer än hälften den vägen. Askan innehåller huvudsakligen beståndsdelar som ger basiska oxider, kalcium, kalium och magnesium. Ytterligare beståndsdelar, men i mindre mängd, är bl a kisel, aluminium och fosfor. Eldningsoljan innehåller som förorening framför allt svavel men även en del vanadin och natrium. Vid förbränning bildas motsvarande oxider. Vid de temperaturer som råder i pannans hetare zon reagerar basiska och sura oxider med varandra, och en del av reaktionsprodukterna fastnar på tuberna, en del i form av stelnad smälta, en annan del i mera kristalin form. I samtliga bark-oljeeldade ångpannor fås beläggningar på tuberna om än i varierande omfattning. Indikationer tyder på att högre temperaturer bidrar till besvärligare beläggningar. Framför allt överhettare är således utsatta.

I många pannor har man inga större besvär med att hålla pannorna normalt rena genom måttlig regelbunden sotning, i vissa av dem dock först efter komplettering av ursprungligen monterad sotningsutrustning. I andra pannor måste man tillgripa sotning med hög frekvens för att hålla dem igång utan driftavbrott. Vid några pannor måste man tillgripa driftavbrott för manuell rengörning några gånger per år.

Belägningsproblemen vid bark-oljeeldade ångpannor har först på senare tid blivit föremål för studier. Stiftelsen för Värmeteknisk Forskning, SVF, påbörjade 1972 en inventering av problemen vid svenska och finska fabriker samt genomförde en del försök avsedda att belysa beläggningarnas fysikaliska egenskaper samt effekten på dem av olika tillsatsmedel till eldningsoljan. I SVFs rapport nr 35 (1) återfinns en redogörelse för projektet. Utöver inventeringen redovisas bl a litteraturstudier, olika teorier samt genomförda fältförsök. Några definitiva slutsatser kunde inte dras från projektet. Rapporten utgör dock ett värdefullt bidrag till kännedomen om problemen samt för planering av framtida studier.

Fortsatta försök vid en svensk fabrik med magnesiumhaltiga tillsatsmedel till eldningsoljan har indikerat effekter när det gäller underlättandet av pannans renhållning. Försöken kommer att redovisas i SVFs meddelande nr 54 (2). Tillsatsmedel betyder en icke oväsentlig merkostnad och deras fysikaliskt kemiska verkningssätt är inte närmare utredd. Fortsatta studier är således angelägna.

I samma rapport, SVF-54, ingår en redogörelse av Magnusson och Warnqvist över förberedande studier av termodynamiska jämvikter vid samtidig eldning av olja och bark (3). Under vissa antaganden konstateras att det vid temperaturer i området 700°C, vanliga i överhettarzonen, primärt bildas kalcium- och kaliumsulfat, samt magnesiumoxid. Magnesiumsulfat kan som en sekundär företeelse bildas genom reaktion mellan magnesiumoxid av lägre temperaturer, t ex i tubbeläggningar, och rökgaserna. De fortsatta reaktionerna mellan tubbeläggningar och rökgaser är komplicerade och kan inte fastställas genom jämviktsberäkningar. Man kan endast beräkna mellan vilka gränser reaktionerna sker. De positiva erfarenheter man ibland har av magnesiumhaltiga oljetillsatser beror inte på att någon ny kemisk förening bildas. Effekten måste sökas på annat håll, t ex i en förändring av stoftets struktur.

I Finland har forskare vid Åbo Akademi Hupa, Karlsson och Skrifvars utfört undersökningar av förhållandena vid barkoljeeldning och även kombinationer med torv och gas (4.5.6.7) vid industrianläggningar. Man framför en teori enligt vilken beläggningarnas omfattning och svårighetsgrad är en funktion av förhållandet mellan sura och basiska oxider i rökgaserna. Maximal sulfatbildning, huvuddelen av beläggningarna, inträffar vid ekvivalenta mängder sura och basiska oxider. Oxiderande atmosfär är en förutsättning. Hårda och tjocka beläggningar fås framför allt där temperaturen på gasen liksom beläggningarna är hög. Bildade sulfatet har delvis låg smältpunkt och kladdar fast vid tuberna. Enbart barkeldning liksom kombinationen bark-gas bör inte ge några belägningsproblem sålänge extrema temperaturer kan undvikas.

Sammanfattningsvis rörande beläggningar i ångpannor kan konstateras, att sådana i varierande omfattning och av varierande svårighetsgrad allmänt förekommer. Normalt kan man hålla pannorna i drift utan avbrott för rengörning annat än vid ordinarie helgstopp. Beläggningarna bidrar till temperaturhöjning på rökgasen i och efter pannan och bidrar därmed till ökade värmeförluster.

De förorsakar vidare ökade kostnader för ånga eller luft till sotapparaterna. Även om på senare tid ett visst forskningsarbete kring beläggningar utförts, så saknas ännu tillräckliga kunskaper om beläggningarnas uppkomst och sammansättning. Man saknar därför underlag för att bedöma hur de på bästa sätt skall bekämpas. Angeläget är att vid nya anläggningar kunna höja ångans tryck och temperatur för att få ut mer mottryckskraft. Detta förutsätter att beläggningsproblemen behärskas. En fortsättning av påbörjat forskningsarbete är därför angeläget.

Sänkt rökgastemperatur efter kombinationseldade ångpannor

Dagens ångpannor, där bark och torv eldas tillsammans med olja, arbetar med temperaturer på avgående rökgaser i området 150...200°C. Vid lägre temperaturer och ren oljeeldning kommer man in i området för svavelsyrakondensation med svårartade korrosionsproblem som följd. Vid kombinationseldning av bark och torv med olja tillförs rökgaserna basiska oxider från barkens och torvens askbeståndsdelar. Dessa bildar motsvarande sulfater och neutraliserar på så vis en del av oljans svavel. Från barkugnen medrycks även en hel del stoft, huvudsakligen bestående av kolade barkpartiklar. Stoftmängden varierar mellan 2 och 8 g/m³ torra rökgaser. Stoftet liksom de basiska oxiderna bör ha en gynnsam effekt, d v s sänkning av, rökgasernas syradagpunkt. Om så är fallet har inte varit föremål för några närmare studier. Vissa mätresultat har redovisats av Mineur och Huldén (7). Kan rökgastemperaturen sänkas utan risk för korrosion, så kan ytterligare stora primavärmemängder utvinnas.

Effekter vid övergång från olja till gas

Gas kan i en relativt snar framtid bli ett alternativ till olja vid lämpligt belägna fabriker. Gasen innehåller mycket lite eller inget svavel, och några sulfater bildas således inte med askpartiklar i rökgasen. En annan skillnad är att gaslågan, i motsats till oljelågan, inte är lysande, varför värmeavgivningen i eldstaden blir lägre. Gastemperaturen i eldstad och överhettare stiger, vilket kan få negativa effekter i form av svåravlägsnade beläggningar på utsatta tuber. En annan tänkbar effekt är, att medryckta kolpartiklar från barkugnen inte brinner ut lika effektivt i eldstadsrummet som vid oljeeldning. Enligt Adams (9) är utbränningen beroende av såväl utstrålningen från partikeln som instrålningen från eldstadsrummets lysande zon. Vid gaseldning blir instrålningen mindre, partiklarnas temperatur lägre och förbränningshastigheten mindre. Resultatet blir ökade stoftmängder i rökgaserna med tänkbara besvär i bl a rökgasreningen, t ex i form av svårigheter att uppfylla givna föreskrifter rörande stoftutsläpp.

VV/TOR/mii

1977-11-09

5

Ångpannekapacitetens beroende av bark- (torv-)bränslets torrhalt

Vid nordiska fabriker ligger barkbränslets torrhalt normalt i området 35...45 %. Icke ovanligt är att torrhalten under kortare perioder sjunker ned mot 30 % eller något därunder. Vid fabriker med hög björkvedsandel kan torrhalten ligga i området 45...55 %.

Barkens effektiva värmevärde varierar med fukthalten. För absolut torr barrvedsbark är det c:a 19 GJ/ton torrsubstans. Vid 30 % torrhalt är det c:a 13 GJ/ton torrsubstans och först vid så låg torrhalt som 12 % är det noll. Effektiva värmevärdet är en fysikalisk storhet som vid lägre torrhalter endast ofullständigt återspeglar barkens värde som bränsle. När torrhalten minskar ökar kvantiteten vatten per enhet brännbar substans, förbränningstemperaturen minskar, och ökad primärluftmängd måste tillföras för att torka barken till antändningstorrhalt. Rökgasmängden ökar med såväl den ökade vattenångan som det växande primärluftöverskottet.

Minskad förbränningstemperatur betyder lägre värmeöverföring, minskad ångavgivning samt ökade förluster med avgående rökgaser. Ökad rökgasmängd per enhet brännbar substans betyder att mindre mängd bark kan eldas samt ökad värmemängd med rökgaser till skorsten. Totaleffekten blir en kraftig sänkning av pannans möjliga ångavgivning när barktorrhalten sjunker. Bilaga 1, bild 1 exemplifierar hur effekten kan bli inom torrhaltområdet under 50 %. Vid 35 % torrhalt kan således panneffekten vara c:a hälften av vad den är vid 50 % torrhalt. Förhållandena är dock inte helt så enkla, som de här framställts. Vissa barkugnskonstruktioner kan vara gynnsammare andra mindre gynnsamma än vad som avspeglas av kurvorna i bilagan. Effekterna är dock väsentliga och kan ha stor ekonomisk betydelse.

Man kan inte på konstruktionsstadiet helt bedömma effekten på en barkeldad ångpanna av varierande barktorrhalt. Driftsförutsättningarna och bränslets sammansättning och torrhalt varierar inte bara mellan olika anläggningar utan även inom samma anläggning. Även om mätningar vid ett par ångpannor av torrhaltens betydelse för pannkapaciteten inte kan ge helt generellt användbara resultat, så är det av synnerligen stort värde att vid ett par typanläggningar få fram material som stimulerar till att använda barkbränslet och annat motsvarande bränsle, t ex torv, så effektivt som möjligt, bl a genom att investera i torralthöjande utrustning, barkpressar eller barktorkar.

Litteratur

1. Stiftelsen för Värmeteknisk Forskning, meddelande nr 35
Simmons, T.
Rökpassidiga beläggningar i ångpannor vid samtidig eldning
med bark och olja. Slutrapport, augusti 1976.
2. Stiftelsen för Värmeteknisk Forskning, meddelande nr 54
Simmons, T.
Rökpassidiga beläggningar vid barkeldning. Fortsatta mätningar
jämför utredning om termodynamiska jämvikter, Sept. 1977.
3. Magnusson, H. och Warnqvist, B.
Undersökning av termodynamiska jämvikter vid samtidig eldning
av bark och olja.
Svenska Träforskningsinstitutet, Massatekniska avdelningen, på
uppdrag av Stiftelsen för Värmeteknisk Forskning. Juni 1977.
(Ingår som bilaga i 2 ovan)
4. Karlsson, K., Skrifvars, B. och Hupa, M.
The acid-base and redox concept in pyrosulphate melts with reference
to fireside deposits in boilers.
Papper och Trä (1976):4
5. Hupa, M., Karlsson, K. och Skrifvars, B.
Deposit formation in boilers with combined firing of fuel oil
and bark.
Papper och Trä (1976):11
6. Hupa, M.
Deposit formation in boilers fired with bark alone or in combination
with other fuels.
Papper och Trä (1977):8
7. Hupa, M. och Karlsson, K.
En förstudie av askbeläggningars bildning vid eldning av torv tillsammans
med olja och vedavfall.
Meddelande No 30 från Institutionen för organisk kemi, Kemisk-Tekniska
Fakulteten, Åbo Akademi. 1977-06-22

8. Mineur, J. och Huldén, B.

The sulphur problems in oilfired boilers: A review
EKONO 116

9. Adams, T.M.

Particle burnout in hog fuel boiler furnace environments.
TAPPI, februari 1977, Vol. 60, No. 2, 123-125.

VV/TOR/sap

1977-09-20

1 (2)

Nordisk Industrifond
Effektivare eldning av bark, olja,
gas och torv i industriångpannor
Preliminärt undersökningsprogram

1. Kombinationseldning

Kombinationseldningens samt olika additivs effekt på beläggningar och korrosionsrisk studeras genom att utföra driftprov på anläggningar där det finns möjlighet att utföra önskade kombinationseldningsprov. Vid proven undersöks systematiskt olika bränslekombinationers samt eventuella additivs inverkan dels på beläggningstillväxten och sammansättning, dels på avgasernas korrosionsbenägenhet.

Av praktiska skäl är det omöjligt att genomföra långtidsförsök med den stora mängd bränslekombinationer som kommer ifråga. Därför kommer projektet att koncentreras på korta, ca 2 dygns, driftprov. Proven skall utföras på 2-3 anläggningar och provens antal är ungefär 20 st. Under provet kontrolleras eldningen genom rökanalyser och andra nödvändiga mätningar. Vidare utföres syradagpunktsmätningar.

Vid provet tages beläggningsprov via temperaturreglerade sonder från pannans överhettardel samt ekonomiserdel. Sonden består av utbytbara metallringar, som efter proven kan lös-göras för noggrann undersökning. Mikroskopiska och analytiska metoder kommer att tillämpas, närmast svepelektronmikroskop och röntgenmikroanalys, vilka redan har utnyttjats för långtidsbeläggningar, och polarisationsmikroskop. Med dessa metoder kan redan ytterst små flygaskkorn och de första tunna beläggningarna analyseras. Resultaten korreleras med delvis redan tillgängliga undersökningsresultat av långtidsprov från pannor med svåra och mindre svåra beläggningar.

På basen av dessa korta prov utväljes några bränslekombinationer, som även uppföljes under en längre tid (2-3 månader) visavi beläggningsuppkomst och analyser.

VV/TOR/sap

1977-09-20

2

Inverkan av additiv (och ev. klorid) bestämmes vid på förhand utvalda bränslekombinationer på liknande sätt huvudsakligen med korttidsprov uppföljda med något långtidsprov.

Utvärderingen av provresultaten på basen av gjorda driftprov med olika bränslekombinationer utgör en grund för effektivare utnyttjande av vid industrin tillgängligt bränsle. Såväl ett bättre utnyttjande av nuvarande pannkapacitet som bättre pannkonstruktioner för givna bränslekombinationer är huvudmålet för denna utvärdering av resultaten.

2. Eldning av bark med olika torrhalt

Eldning av bark på snedrost och i cyklonugn är de i Norden förhärskande metoderna. En provserie omfattande 3 prov med olika barktorrhalt utföres med vardera metoden. Vid proven bestämmes den maximala eldningskapaciteten samt pannans verkningsgrad för bark med olika torrhalt.

Utvärderingen av provresultaten kommer att ge snedrostens respektive cyklonugnens egenskaper som funktion av barkens torrhalt i två specifika fall. Det är dock möjligt att i viss mån generellt tillämpa resultaten och påvisa den betydelse torrhalten har för en effektiv förbränning och därmed utnyttjande av barken som bränsle.

3. NaCl i bark

Korrosion på överhettaren förorsakad av NaCl i bark kan troligen förhindras eller åtminstone betydligt minskas genom att välja ett motståndskraftigt material i överhettaren. Två fabriksförsök, varvid korrosionshastigheten för olika material bestämmes med luftkylda sonder, utföres i en och samma panna. Under det ena försöket eldas huvudsakligen bark med låg och vid det andra med hög NaCl-halt. Utvärdering av de 1-2 månader långa försöken ger en grund för val av överhettarmaterial vid eldning av bark med hög kloridhalt.

