

Slutrapport for PSO projekt 6523

F&U-program for biomasseforbrænding
med erfaringsopsamling fra biomasseværkerne

Prepared Bo Sander, 15 July 2008
Checked
Accepted
Approved

Doc. no. 290364
Replaces doc. no. 290364

Project no. T014640

Indholdsfortegnelse

15. juli 2008
Dok. nr. 290364
Erstatter dok. nr. 290364

1.	Baggrund og formål.....	3
2.	Arbejdsopgaver i projektet	3
3.	Projektets resultater	4
3.1	WP1.....	4
3.2	WP2.....	4
3.3	WP3.....	5
3.4	WP4.....	5
3.5	WP5.....	7
4.	Konklusion.....	7

1. Baggrund og formål

PSO-F&U projektet "F&U-program for biomasseforbrænding med erfaringsopsamling fra biomasseværkerne" blev igangsat den 1. februar 2004 under Elkraft system med projektnummer FU3224. Efter dannelsen af energinet.dk er PSO-projektnummeret ændret til 6523.

Projektets oprindelige sluttermin var den 28. februar 2007. Efter aftale med energinet.dk blev projektet forlænget til den 15. december 2007. Projektet er igangsat af Energi E2 og Elsam og afsluttet af DONG Energy og Vattenfall.

Baggrunden for projektet var et ønske fra Elkraft system om at få målrettet F&U-indsatsen indenfor biomasseforbrænding på basis af en opfølgning af de praktiske erfaringer fra biomasseværkernes drift. De danske kraftværker har i de seneste tyve år løbende udbygget kapaciteten til anvendelse af biomasse til kraftvarmeproduktion. Der er til understøtning heraf gennemført en lang række F&U-projekter vedrørende biomasseforbrænding og der er i denne sammenhæng anvendt store beløb fra offentlige forskningsprogrammer.

Projektets formål er at bidrage til en fortsat teknisk udvikling indenfor kraftvarmeanlæg baseret på biomasseforbrænding ved at fokusere og kvalificere F&U-arbejdet på basis af en systematisk dataindsamling, bearbejdning, vurdering og dokumentation af biomasseværkernes drift. Herudover er det projektets mål at formidle resultaterne fra det danske biomasseudviklingsprogram nationalt og internationalt.

2. Arbejdsopgaver i projektet

Projektet er opdelt i fem WP's med en række delaktiviteter:

WP1: Anlægskatalog	
Aktiviteter	Anlægskatalog for kraftværksejede kraftvarmeværker med biomasseforbrænding
WP2: Driftsopfølgning	
Aktiviteter	Årlig benchmarkrapport vedrørende driften af biomassefyrede værker
	Afholdelse af seminarer for driftspersonale
WP3: Samordning af fuldskalamålinger	
Aktiviteter	Oversigt over fuldskalaforsøg på biomassefyrede værker
	Check-liste for gennemførelse af fuldskalaforsøg
WP4: Koordinering og opfølgning af F&U-projekter	
Aktiviteter	Oversigt over igangværende projekter indenfor biomasseforbrænding
	Beskrivelse af hovedlinierne i F&U-arbejdet
	Bred formidling af biomasseudviklingsprogrammets resultater
WP5: Teknisk status, nye projektemner og bidrag til overordnet biomassestrategi	
Aktiviteter	Beskrivelse af den tekniske udviklingsstatus indenfor biomassebaseret kraftvarme
	Forslag til F&U-indsatsområder indenfor biomasseforbrænding

De ovennævnte aktiviteter er i hovedtræk blevet gennemført og rapporteret. Den væsentligste undtagelse er at det på grund af ressourcemæssige begrænsninger ikke har været muligt at udarbejde en teknisk udviklingsstatus under WP5.

3. Projektets resultater

Resultaterne fra hver WP sammenfattes kortfattet i dette afsnit. Den samlede dokumentation i form af de dokumenter, der henvises til, er samlet på den medfølgende CD-ROM.

3.1 WP1: Anlægskatalog

Der er i WP1 udarbejdet et katalog med anlægsdata for de kraftværksejede kraftvarmeværker med biomasseforbrænding.

Oversigten omfatter elleve ristefyrede anlæg, der anvender halm og/eller flis som brændsel, og tre suspensionsfyrede anlæg, der anvender henholdsvis halm og træpiller som biomassebrændsel. For hvert anlæg gives en generel introduktion, anlæggets hoveddata og en beskrivelse af dampkedel, indfyrings- og forbrændingsystem, røggasrensning, samt leverandører.

Anlægskataloget dokumenterer blandt andet den forøgelse af damptemperatur og elvirkningsgrad for de ristefyrede anlæg, der har fundet sted som følge af den tekniske udvikling af denne anlægstype.

Dokumenter hørende til WP1:

- WP1 Anlægskatalog, juni 2006, dok.nr. 247829.

3.2 WP2: Driftsopfølgning

Formålet med WP2 er at foretage en driftsopfølgning på de biomassefyrede kraftvarmeværker der kan sikre at data for anlæggenes drift bliver registreret og formidlet, at forskellige teknologier kan benchmarkes og at nye F&U-behov kan identificeres.

Udvalgte driftsdata er løbende publiceret i tidsskriftet "Dansk Bioenergi" indtil dette tidsskrift ophørte med at udkomme medio 2006.

Der er afholdt fire seminarer/erfa-gruppemøder for driftspersonale fra biomassefyrede værker:

- 14. marts 2005 hos Elsam Engineering
- 27. oktober 2005 på Slagelse Kraftvarmeværk
- 9. maj 2006 på Måbjergværket
- 23. januar 2007 på Maribo-Sakskøbing Kraftvarmeværk

Hovedresultatet fra WP2 er rapportering af benchmarking for de biomassefyrede værker for årene 2004, 2005 og 2006. Der er benchmarket på følgende parametre:

- Drift af anlægget – rådighed, driftstimer og antal starter
- Produktion – el og varme, brændsel
- Effektivitet – el og totalvirkningsgrad, egetforbrug, Cm-værdi
- Miljøforhold: Restkulstof i bund- og flyveaske samt røggasemissioner
- Komponenter

Driftstimetallet varierer en del mellem anlæggene, men også fra år til år. De decentrale kraftvarme-anlæg er afhængige af fjernvarmeafsætning og har typisk 5-6000 driftstimer pr. år. Anlæg, der leve-

rer procesdamp eller er koblet til andre anlæg har et højere antal driftstimer – ofte mere end 8000 timer. De decentrale anlæg har endvidere typisk et stort antal starter (højest ligger Masnedø Kraftvarmeværk med 263 starter i 2006).

NO_x-emissionsniveauet for de halmfyrede kedler ligger typisk på 200-300 mg/Nm³ (10% O₂, tør), bortset fra Haslev kraftvarmeværk, der har en noget højere NO_x-emission. CO-emissionsniveauet fra de halmfyrede kedler er typisk ret højt (i størrelsesordenen 200 mg/Nm³) og varierer meget. Masnedø Kraftvarmeværk skiller sig ud ved at have en markant lavere CO-emission end de øvrige anlæg.

Dokumenter hørende til WP2:

- Benchmark rapport 2004 og 2005, revideret juli 2007, dok.nr. 249096
- Benchmarkrapport for biomasseværker 2006, marts 2007, dok.nr. 255058

3.3 WP3

Formålet med WP3 er at skabe overblik over udførte fuldskalaforsøg for at sikre maksimal nyttiggørelse af måleresultater, samt at opstille en check-liste ved gennemførelse af fuldskalaforsøg.

En liste over gennemførte fuldskalaforsøg er udarbejdet i pr. februar 2006. Listen omfatter titel for det pågældende projekt, forsøgsår, fyringskoncept, emneområder for forsøgene, reference samt kort beskrivelse. Der refereres til otte projekter indenfor suspensionsfyring og til seksten projekter indenfor ristefyring.

Check-liste for fuldskalamålinger er udarbejdet i januar 2005 og omfatter måleparameter, målemetoder samt hvem der kan udføre den pågældende måling.

Dokumenter hørende til WP3:

- Gennemførte fuldskalaforsøg vedrørende biomasseforbrænding, februar 2006
- Checkliste for fuldskalamålinger, januar 2005

3.4 WP4

Formålet med WP4 er at koordinere F&U-aktiviteterne, at sikre god kontakt mellem F&U-aktørerne indbyrdes og mellem F&U-aktører og værkernes driftspersonale og at give en bred information om F&U-projekternes status og resultater.

Der er i marts 2005 udarbejdet en kortfattet redegørelse for hovedlinierne i det igangværende F&U-arbejde. I redegørelsen er F&U-aktiviteterne kategoriseret efter koncepterne:

- Biobrændsel
- Ristefyring
- Suspensionsfyring
 - I: Tilsatsfyring med biobrændsel i kulstøvsfyret kraftværk
 - II: Tilsatsfyring med halm i naturgasfyret kraftværk
 - III: Biopulverfyring

For hver teknologi er F&U-aktiviteterne opdelt i emnerne

- Forbrænding
- Regulering

- Korrosion og belægningsdannelse
- Røggasrensning
- Restprodukter

Redegørelsen indeholder desuden en kategoriseret liste over igangværende F&U-projekter vedrørende forbrænding af biomasse pr. september 2004. Den igangværende F&U-indsats indenfor forbrænding af biomasse omfattede på dette tidspunkt 51 projekter og var således meget omfattende. Hovedparten af projekterne var PSO-støttede, men hertil kommer en række EU-projekter og interne kraftværksprojekter. EFP finansierede et enkelt igangværende projekt.

F&U-indsatsen havde hovedvægt på følgende områder:

- Arbejdsmiljø ved biobrændselshåndtering
- Standardisering af biobrændsler
- Ristefyring af biomasse
- Tilsatsfyring af biobrændsel i kulstøvsfyrede kraftværker
- Biopulverfyring i kraftværkskedler

Inden for ristefyring, tilsatsfyring og biopulverfyring var der generelt stor fokus på forbrænding (optimering, mekanismer, modellering) og korrosion/belægningsdannelse, men også en betydelig indsats indenfor katalysatordeaktivering og nyttiggørelse af restprodukter. På reguleringsområdet var der også en væsentlig aktivitet, der dog kun omfattede ristefyring.

Der er i samarbejde med Torben Skøtt, Biopress, udarbejdet en 73-siders publikation om de biomassefyrede kraftvarmeværker. Publikationen har på dansk titlen "Bioenergi til el og varme - erfaringer med biomassefyrede kraftvarmeværker i Danmark". Den er også udgivet en engelsk udgave med titlen "Bioenergy for electricity and heat – experiences from biomass-fired CHP plants in Denmark". Formålet er at give en let tilgængelig beskrivelse af den danske biomassesatsning, herunder ikke mindst den unikke udviklingsindsats indenfor halmbaseret kraftvarmeproduktion.

Publikationen er opdelt i to dele. I første del gives en generel beskrivelse af dansk energipolitik, biomasseressourcerne, håndtering af biobrændsler, brændselsegenskaber, biomasseteknologier, emissioner, restprodukter, arbejdsmiljø mv. I anden del gennemgås seksten danske biomassefyrede kraftvarmeværker.

På energinet.dk's Forsk2006-konference den 15. juni blev der af projektet givet en præsentation med titlen "Den danske biomassesatsning", hvor der blev givet en oversigt over dansk teknologudvikling indenfor biomasseforbrænding, herunder den betydning PSO-midlerne har haft for F&U-arbejdet.

Dokumenter hørende til WP4:

- Hovedlinier i igangværende F&U-projekter vedrørende forbrænding af biomasse, marts 2005, dok.nr. 201352
- Bioenergi til el og varme - erfaringer med biomassefyrede kraftvarmeværker i Danmark, DONG Energy/Vattenfall, oktober 2007
- Bioenergy for electricity and heat – experiences from biomass-fired CHP plants in Denmark, DONG Energy/Vattenfall, oktober 2007

3.5 WP5

Formålet med WP5 er at beskrive den tekniske udviklingsstatus indenfor biomasseforbrænding, at identificere og prioritere nye projektemner og at bidrage til den overordnede danske biomassestrategi.

Det var hensigten at få opdateret den tekniske statusbeskrivelse, der blev udarbejdet i 2001 i PSO-projektet "Samlet dokumentation for biomasse-F&U" af det daværende Elsam, men denne opgave har det på grund af begrænsede mandskabsmæssige ressourcer ikke været muligt at løfte indenfor projektet.

Indsatsen i denne WP har primært omfattet udarbejdelse af forslag til indsatsområder vedrørende biomasseforbrænding og bioethanol for PSO-udbud 2006 og 2007. For 2007-udbudet blev væsentlige danske aktører indenfor biomasse-F&U involveret i udarbejdelse af forslaget.

Dokumenter hørende til WP5:

- Forslag til PSO-F&U-2006 indsatsområder vedrørende biomasseforbrænding, marts 2005, dok.nr. 213465
- Forslag til PSO-F&U-2007 indstasområder vedrørende biomasseforbrænding og bioethanol, marts 2006, dok.nr. 237651

4. Konklusion

Siden de danske kraftværker i 1993 blev pålagt at anvende 1,4 millioner tons biomasse til produktion af el og varme er der ydet en omfattende udviklingsindsats af leverandører, kraftværker og forskningscentre og gennem en løbende udbygning af anlægskapacitet er målet nu ved at være nået. Der har været store tekniske udfordringer ved anvendelse af biomasse til el-produktion – ikke mindst for halm, der er vanskeligt at håndtere og har et højt indhold af bestanddele, der giver driftsmæssige begrænsninger i kedelanlæg. Det er dog lykkedes at udvikle pålidelige teknologier, der har bragt danske virksomheder i front når det gælder halmbaseret el-produktion.

Som beskrevet i nærværende projekt er der gennemført et stort antal F&U-projekter på biomasseområdet. Indenfor de sidste 10 år er en stor del af omkostningerne forbundet hermed finansieret af PSO-ordningen, der således har haft væsentlig betydning for den grundlæggende videnopbygning indenfor biomasseforbrænding. I projektet er hovedlinierne i F&U-arbejdet beskrevet og forslag til yderligere F&U-indsats er opstillet. Viden om den danske biomassesatsning er formidlet ved udarbejdelse af en publikation på dansk og engelsk, der på lettilgængelig vis beskriver hvorledes biomassen er blevet introduceret i dansk kraftvarmeproduktion.

Biomasseanlæggenes anlægsdata er dokumenteret ved udarbejdelse af et anlægskatalog med detaljerede anlægsdata for fjorten biomassefyrede anlæg. Anlæggenes drift er dokumenteret ved udarbejdelse af benchmarkingrapporter for de biomassefyrede anlæg for 2004, 2005 og 2006. Benchmarkingen omfatter produktionsforhold, effektivitet, emissioner samt komponenterfaringer. Denne dokumentation gør det muligt at identificere, hvor et anlæg bør kunne opnå forbedringer.

De fortsatte bestræbelser på at reducere udledningen af CO₂ indebærer at der ønskes introduceret betydeligt mere biomasse på de danske kraftværker. Det gennemførte projekt bidrager gennem det omfattende dokumentationsmateriale til at muliggøre dette på effektiv vis.