

**Trinopdelt forgasning.
Erfaringsindhentning og optimering**

Slutrapport



Udført for:
Energinet.dk
ForskEl projekt 2008-1-0131
Udarbejdet af
BioSynergi Proces ApS
Henrik Houmann Jakobsen
Lars Kyster

Maj 2011



BioSynergi Proces ApS
Slotsbakken 108, DK-2970 Hørsholm
+(45) 45 86 14 30
www.BioSynergi.dk
CVR. nr. 25 90 41 84

Indhold

1. Sammen drag	3
2. Indledning	4
3. Undersøgelse af metoder til optimering af anlæggets tørreprincip	6
3.1. Recirkulering af røggas	8
3.2. Røggassens relative fugtighed som styringsparameter	9
3.3. Konstruktionsforbedring af tørreanlægget	11
4. Indhentning af driftserfaringer	12
4.1. Erfaringer med drift og vedligehold	13
5. Indledende forsøg med reduktion af trækulproduktion	16
 Bilag 1: BioSynergis Kraftvarmesystem	

1. Sammendrag

Ud fra teoretiske betragtninger er de potentielle muligheder for forbedring af tørreprocessen blevet vurderet. Der er bl.a. set på mulighederne for at ændre den nuværende processtyring til også at omfatte recirkulering af røggassen og inkludere den relative fugtighed som styringsparameter.

Ud fra et par simple målinger på tørreanlægget under drift blev dog konkluderet, at den mest relevante ændring var at forbedre tørreanlæggets tæthed så indbrud af kold luft, der modvirkede tørringen, kunne mindskes.

Efter at have fundet kilderne til utæthederne er konstrueret et helt nyt brændselsindløb til tørreanlægget med et sæt tætsluttende temperaturbestandige pakninger. Et nyt tæt spjæld i brændselsindfyringen til erstatning for den først monterede, men utætte cellesluse var også nødvendig. Disse forbedringer er herefter blevet testet under længere drift og har vist en betydelig forbedring tørreanlæggets tæthed.

Erfaringerne fra anlægsdriften viste med tydelighed at energitabet fra trækulindholdet i gasgeneratorens aske var væsentligt større end ønskeligt. Mængden betød at håndteringen og bortskaffelsen af trækul i sig selv udgjorde en væsentlig driftsomkostning.

I slutningen af projektet blev derfor aftalt en ændring med Energinet.dk, så der i stedet for at fortsætte med yderligere drift kunne prioriteres at få fundet og afprøvet en brugbar metode til reduktion af trækulproduktionen. Der blev især set på de muligheder som lå i at ændre den nederste del af gasgeneratoren. I slutningen af projektet er således blevet gennemført et lovende forsøg med indbygning af et ekstra trin i forgasningsprocessen.

Det ser ud til at være i stand til at være en effektiv metode til at omsætte restkulstoffet til brændbar gas og dermed øge gasgeneratorens koldgasvirkningsgrad. Arbejdet med reduktion af trækulproduktionen fortsætter nu i nyt projekt, ForskEl projekt nr. 10635, der er gået i gang primo 2011.

2. Indledning

I projektets ansøgning blev følgende formål fastlagt for det samlede projekt:

Projektet har til formål at indhente, systematisere og publicere driftserfaringerne fra BioSynergis komplette trinopdelte demonstrationsanlæg hos Græsted Fjernvarme. Som en særlig delopgave i projektet arbejdes med optimering af procesfunktionen og styringen af anlæggets kontinuerlige direkte tørresystem til bio-brændsel.

De opstillede mål for projektet var at udføre:

- 1) en procesteknisk og driftsøkonomisk optimering af det kontinuerlige tørreanlæg til brændselsflis og
- 2) opsamling af driftserfaringer fra det samlede anlæg over ca. ½ år.

Projektets udviklingsarbejde har fundet sted på BioSynergis pilot/demonstrationsanlæg. Det er opstillet hos Græsted Fjernvarme, og benævnes i daglig tale som Castoranlægget. Den hidtidige drift af pilotanlægget har bevist at samspillet mellem de grundlæggende processer i anlægskonceptet fungerer tilfredsstillende.

I bilag 1 findes en nærmere beskrivelse af det kraftvarmesystem, som Castoranlægget repræsenterer.

Projektarbejdet har været opdelt i følgende overordnede aktiviteter:

- Undersøgelse af metoder til optimering af anlæggets tørreprincip
- Optimering af tørringsanlæg
- Indhentning af driftserfaringer og etablering af webblog
- Afprøvning af metode til reduktion af trækulsproduktion (En projektændring, der blev aftalt med Energinet.dk som alternativ til at fortsætte med indhentning af driftserfaringer.)

Projektarbejdet startede i marts 2008 og blev efter aftale med Energinet.dk sat i bero fra januar til august 2009 på grund af en prioritering af projektopgaver i ForskEl 7191 og 1-0025. Herefter er projektet afsluttet i december 2010.

Om Castor anlægget

Castoranlægget er det første trinopdelte forgasningsanlæg, som udviklet og afprøvet gennem længere tid med kraftvarmeproduktion på et almindeligt varmekværk i Danmark.

Anlægget er opført af og drives af Biosynergi Proces ApS som et udviklings/demonstrationsanlæg. Der blev indledt forsøg med det i 2004 hos Græsted Fjernvarme i Nordsjælland.

Det har en nominel eleffekt på 75 kW og en varmeeffekt på 165 kJ/s. Det første forløb med drift af anlægget viste at anlæggets grundprincipper fungerer efter hensigten. Herefter er anlægget vekselvist blevet forbedret/udbygget og anvendt til yderligere driftsafprøvninger og procesoptimeringer. Det er indrettet til ubemandet døgndrift. Den samlede anlægsopbygning går også under navnet *BioSynergis Kraftvarmesystem*.

Gasgeneratoren har p.t. rundet flere end 6.000 driftstimer i forbindelse med udviklingsarbejde og driftsafprøvninger. Heraf har anlæggets gasmotor præsteret flere end 3.800 timers drift med kraftvarmeproduktion på den udviklede forgasningsgas.



Figur 1: Castoranlæggets maskinhal set i første etages højde.

3. Undersøgelse af metoder til optimering af anlæggets tørreprincip

Gasgeneratoren i BioSynergis kraftvarmesystem fungerer efter medstrømsprincippet, hvor både brændsel, luft og gas bevæger sig i samme retning fra toppen og ned gennem gasgeneratoren. Det er kendt at den type gasgenerator kræver et tørt brændsel. Det harmonerer dårligt med at normal brændselsflis fra skovbruget typisk leveres i frisk tilstand, der ofte indeholder 40-50 % vand målt i forhold til totalvægt.

For at undgå at skulle efterspørge dyre fortørrede flistyper på brændselsmarkedet indgår et kontinuerligt arbejdende tørreanlæg til brændselsflis som en integreret del BioSynergis Kraftvarmesystem. Tørreanlægget opvarmes af røggassen fra gasmotoren. Bagefter genvindes en stor del af energiforbruget til tørringen ved afkøling af røggassen i et kondenseringsanlæg.

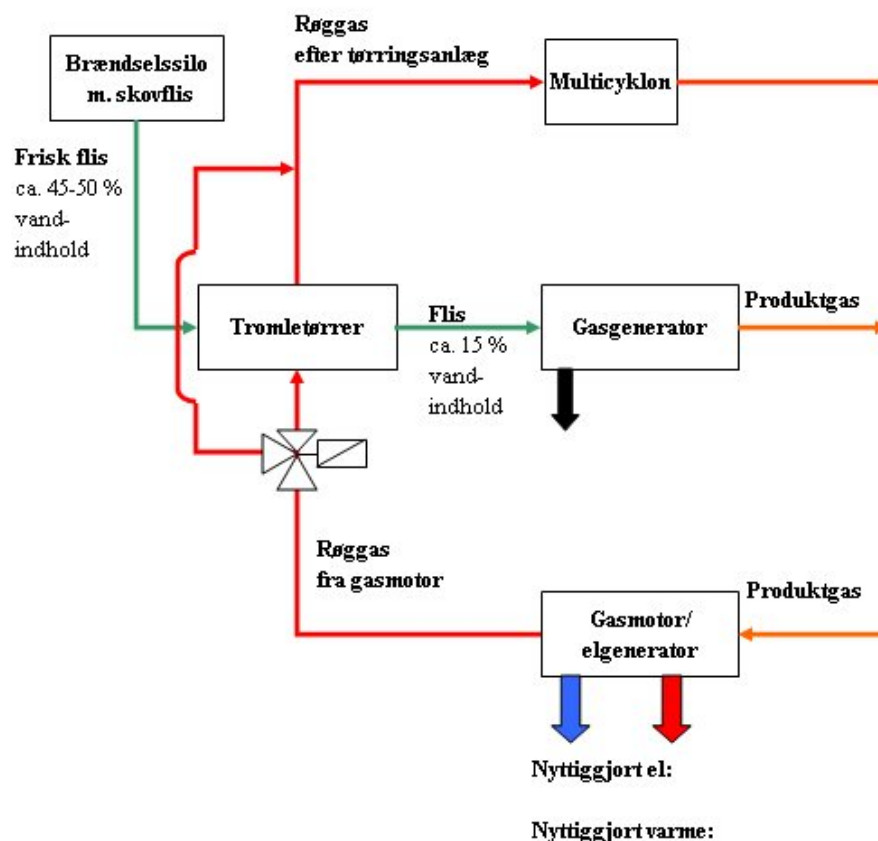
Brændselstørringen finder sted i en langsomt roterende tromle – tromletørreren - hvor der er direkte kontakt mellem den tørre varme røggas og brændselsflisen.

Tørringen foregår i takt med forbruget af flis. Med mindre vandindholdet i den modtagne friske flis svarer til det maksimale vandindhold som tromletørreren kan nedtørre effektivt, vil tromletørrerens tørrekapacitet være større end forgasningsanlæggets flisforbrug.

Den nuværende styring er en simpel temperaturstyring. Temperaturen bestemmer hvor hyppigt der skal tilføres flis til tørreanlægget. Temperaturen benyttes i en styring mere, der leder en del af røggassen udenom tromletørreren, når der er tørret tilstrækkeligt med flis til at fylde det videre flistransportsystem.

En stor fordel ved denne styring er at den både er enkel at etablere og kun inkluderer få komponenter.

Figur 2 viser tørreanlægget i et udsnit af kraftvarmesystemets procesdiagram. Røggassens alternative vej udenom tromletørreren er tegnet ind.



Figur 2: Udsnit af kraftvarmesystemets procesdiagram, der viser tørreanlægget.

Den eneste egentlige ulempe som er konstateret med denne processtyring er at der ved store vandindhold i den friske flis også forekommer relativt store variationer i den tørrede flis. Her vil en forbedring være ønskelig idet et så konstant vandindhold som muligt i det tørrede brændsel vil være til gavn for forgasningsprocessen og dermed det samlede anlægs funktion.

Derfor er processtyringen blevet gennemgået og der er undersøgt hvorvidt der gennem en modificering af tørreprocesstyringen kan opnås mere ensartet tørring af brændslet.

Der er anvendt en teoretisk model af tørretromlen. Modellen tager udgangspunkt i en gennemsnitlig vandfordampning gennem hele tromlen. Modellen har vist sig at give et ganske godt billede af processen i trømlerøreren, men den tager dog ikke højde for fyldningsgrad og de enkelte delprocesser i tørringsforløbet som det forløber i tromlen.

En mere korrekt model vil naturligt være delt op i tre delprocesser: en opvarmningsproces, en diffusionsproces og en fordamp-

ningsproces. I forhold til omfanget af den her definerede projektopgave er dog kun valgt at arbejde med den mere enkle model.

Vandets tilstandsændring fra væske til damp forbruger varme. Der må til stadighed tilføres varme for at holde tørreprocessen i gang.

Vandet er bundet inde i den enkelte træpartikel, så for at få vandet til at fordampe må det bevæge sig fra partiklens indre mod overfladen. Denne massestrøm af vand drives af forskellen mellem partialtrykket i partiklens indre og overfladen. Selve fordamningen finder kun sted fordi damptrykket overstiger tørreluftens partialtryk.

Det er forskellen i systemets temperaturer som frembringer forskellen mellem partialtryk, så de frembragte temperaturforskelle er det drivende element i tørreprocessen.

Tørringen af partikler kræver således dels at der foregår en varmetransmission ind i partiklen og dels en transport af vand ved diffusion fra partiklens indre ud til overfladen.

Afgangstemperaturen fra tørreanlægget er en væsentlig parameter til at regulere vandindholdet i den tørrede flis, da forskellen i partialtryk mellem vandet i flisen og tørreluften herved ændres. Skal vandindholdet i den tørrede flis være konstant uanset vandindholdet i den våde flis skal enten udgangstemperaturen eller flisens opholdstid i tromlen styres i forhold til vandindholdet i den våde flis.

Der er vurderet følgende metoder til optimering af kraftvarmesystemets tørreprincip:

- Recirkulering af røggas
- Anvendelse af røggassens relative fugtighed som styringsparameter
- Konstruktionsforbedring af tørreanlægget

3.1. Recirkulering af røggas

Med den nuværende opbygning tørres flisen af den varme udstødningsgas. Den samlede røggasmængde tilføres tørreanlægget indtil afgangstemperaturen bliver for høj. Når den fastsatte afgangstemperatur overskrides bliver en del af røggassen ledt udenom tørreanlægget og går direkte til den kondenserende røggaskøler.

Et normalt anvendt argument for at recirkulere en vis mængde røggas fra afgang til indløbet af tørreanlægget er et behov for at få sænket indgangstemperaturen. Det er der især behov for hvis der anvendes røggas fra et forbrændingsanlæg, som leverer røggas med så høj temperatur at der kan opstå brandfare.

Med røggassen fra gasmotoren er temperaturen mindre. Det mindsker brandrisikoen, så der er ikke af den grund behov for at sænke indgangstemperaturen.

Fordele og ulemper ved at recirkulere en del af røggassen efter røggas køleren og føre den tilbage i tromlen sammen med udstødningsgassen er blevet overvejet. Ved styring af den recirkulerede røggasmængde vil det teoretisk være muligt altid at føre den fulde røggasmængde gennem tromletørreren og benytte den recirkulerede mængde til at holde afgangstemperaturen på den ønskede værdi.

Forudsættes at der under tørring af flis med højt vandindhold opnås en 100 % mætning af røggassen i tørretromlens afgang vil recirkulering af røggassen ikke kunne øge tørrekapaciteten, så metoden giver ikke nogen umiddelbar gevinst på dette vigtige punkt.

Ved lav ydelse på kraftvarmeanlægget falder røggasmængden. I de situationer kan det ikke udelukkes at recirkulering vil være en fordel fordi en lav hastighed af røggassen gennem tørretromlen kan forringe opblandingen og dermed kontakten mellem flis og røggas samt varmeovergangen mellem flis og røggas.

En praktisk afprøvning af denne metode vil kræve en dyr ny og væsentligt større samt mere energiforbrugende røggassuger, da den både skal kunne suge røggassen fra motoren og den recirkulerede mængde.

Den samlede fordel ved at benytte recirkulering er vurderet til at være så lille, at der ikke er gjort forsøg på at følge op med en praktisk afprøvning af princippet.

3.2. Røggassens relative fugtighed som styringsparameter

Foruden afgangstemperaturen vil den relative fugtighed i røggassen efter tørreanlægget informere om tørreprocessens forløb. En høj afgangstemperatur og lav relativ fugtighed er et signal om at opholdstiden i tørreanlægget kan forkortes eller at der kan indfyres mere frisk brændsel.

En undersøgelse af markedsførte produkter af målesystemer til relativ fugtighed i industriel kvalitet viste at de er relativt omkostningstunge så til et indledende forsøg blev i stedet brugt to termoelementer med en tør og våd føler til bestemmelse af relativ fugtighed efter psykrometer princippet.

Målingen blev udført under tørring af flis som i forvejen var relativt tør. Der blev registreret en temperaturdifferens på 40 °C mellem det våde og det tørre termoelement under tørringen, så metoden giver et tydeligt og brugbart signal til information om den relative fugtighed.

Den relative fugtighed kan eksempelvis benyttes til at styre brændslets opholdstid i tørreanlægget. En metode hertil kan være at variere tromlens hældning, der er en faktor, som direkte påvirker tørretiden. Måleværdier for relativ fugtighed kan eventuelt også benyttes til at optimere tidspunkterne og mængden af hver portion af indfyret frisk brændsel i tørreanlægget.

Styringen af tørreanlægget på Castoranlægget er meget simpelt opbygget med en egen eltavle. Den indeholder en blanding af fast fortrådning mellem relæer og et par ældre programmerbare logikmoduler hvis kapacitet er udnyttet til grænsen. En yderligere udbygning af det gamle styreskab vil ikke være en hensigtsmæssig investering.

For at kunne få et ordentligt udbytte af en udvidelse af styringen til afprøvning af den relative fugtighed som en ekstra styringsparameter vil det kræve at der etableres en ny styring til tørreanlægget. Af hensyn til reguleringsmuligheder og dataopsamling skal en ny styring baseres på en distribueret PLC-løsning med direkte kommunikation til anlæggets PLC i hovedstyringstavlen og det tilhørende SCADA system med sin PC-baserede brugerflade.

Der er i projektet udført en komponent- og prisbestemmelse for en ændring til en PLC baseret styring af tørreanlægget der inkluderer den relative fugtighed som styringsparameter. På baggrund af omkostningernes størrelse set i forhold til den forventede procesmæssige gevinst er besluttet ikke at gennemføre denne ændring af styringen på det nuværende anlæg. Metoden vil i stedet blive søgt inkluderet i styringen af nye udgaver af BioSynergis Kraftvarmesystem hvor de ekstra omkostninger til at inkludere den relative fugtighed først og fremmest består i anskaffelsen og montagen af en industriel fugtighedstransmitter samt de tilhørende indgange i PLC-styringen.

3.3. Konstruktionsforbedring af tørreanlægget

Røggassen fra gasmotoren trækkes gennem tørreanlægget af en røggassuger. Den styres af en frekvensomformer, så der holdes et svagt konstant undertryk i tørreanlægget.

Ved måling af røggassens iltindhold før og efter tørreanlægget blev konstateret at der blev trukket meget falsk luft ind i tørreanlægget. En anden sikker indikation på utætheder kunne se når røgsugeren blev startet mens gasmotoren slukket og dermed ikke leverede røggas hvor det var nødvendigt for røggassugeren at køre med en frekvens på ca. 25-30 Hz blot for at etablere det ønskede undertryk. Under drift med kraftvarmeproduktion blev der ligeledes oplevet flere automatiske nedlukninger af anlægget når røggassugeren ofte var nødt til at køre ved fuld belastning og alligevel ikke være i stand til at overholde den fastsatte minimumsgrænse for undertrykket.

Den unødige ekstra luft gennem anlægget fører til ulemper på flere områder. Den køler og nedsætter tørreanlæggets kapacitet. Fortyndingen mindsker varmegenvindingen fra den kondenserende røggaskøler fordi røggassens dugpunkt bliver mindsket. Endelig giver det større iltindhold en forøget risiko for brand i tørreanlægget. Derfor blev iværksat en sporing af kilden til falsk luft.

Ved hjælp af røgpatroner blev sporet utætheder ved den roterende tætning i tromlens varme ende samt i celleslusen til brændselsindløbet.

I forhold til et ønske om at opnå en markant og langtidsholdbar forbedring af den roterende tætning var en reparation eller mindre forbedring af dens udformning ikke en løsningsmulighed.

I stedet blev startet forfra med flere ideoplæg og et efterfølgende valg og konstruktion af en helt ny indløbssektion til tørreanlægget.

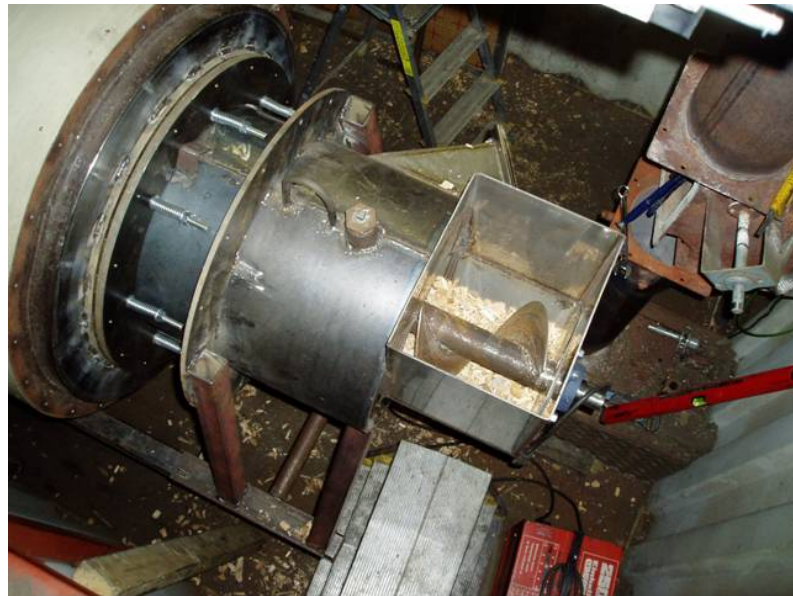
Ved valget af løsning er lagt vægt på at få den ny indløbssektionens udformet således at efterfølgende større tørreanlæg til de opskalerede versioner af bioforgasningsanlægget kan fremstilles på tilsvarende vis.

For at sikre et tæt tørreanlæg har det ligeledes været nødvendigt at udskifte den standard cellesluse, der sidder i flistransport-systemet ind i tørreanlægget. Celleslusen har gentagne gange vist sig at blive utæt efter kort driftstid og er derfor blevet erstattet af et skydespjæld, der lukker tæt.

Efter montagen af det ny indløb samt skydespjældet har det været tydeligt at se hvordan røggassugeren arbejder med mindre belastning. Mod tidligere 25-30 Hz ved start af røggassugeren alene er den nu gået ned på sin minimumfrekvens på 10 Hz. Under drift med kraftvarmeproduktion er den nu i drift ved ca. 30 Hz, hvor den tidligere havde behov for at køre ved fuld ydelse.

En yderligere væsentlig fordel ved den nye indfyringssystem er, at der siden det blev monteret ikke har været problemer med brændsel, der sætter sig fast i indløbet. Især når der bruges flis med et stort indhold af uregelmæssige større flisstykker - stikker - forekom det tidligere ofte at flis skabte blokader i celle-slusen eller i selve indfyringen til tørretromlen.

Ved projektets afslutning havde det ny indfyringssystem været i drift i ca. 500 timer uden nogen form for ændringer eller vedligeholdelse.



Figur 3: Den ny indfyringssektion under montage på tromletørreren.

4. Indhentning af driftserfaringer

En delaktivitet i projektet har bestået i at foretage en systematisk opsamling af data omkring anlæggets drift og driftshændelser.

Til det formål er ført en daglig logbog med noter om hændelser under anlægsdriften. Desuden er ført et skema med registrering

af driftstimer og energiproduktion. I samme skema er hyppigheden af manuelle opgaver til vedligehold af anlægget registreret.

Der er indhentet og registreret driftserfaringer i fire perioder i løbet af projektet. Tabel 1 viser anlæggets perioder med drift hvor der er udført registreringer.

I løbet af de fire perioder er i alt registreret 2450 driftstimer på gasgeneratoren hvoraf 1760 timers er drift med kraftvarmeproduktion på forgasningsgas.

Periode		
1	April 2008-juli 2008	Anlægsdrift før ændring af tørreanlæg
Pause	August 2008- august 2009	Teoretisk arbejde med optimering af tørreanlæg. Aftale om pause i projektet pga. aktiviteter i andre projekter.
2	September 2009-december 2009	Anlægsdrift før ændring af tørreanlæg
Pause	Dec2009-marts2010	Ombygning af indfyngningssektion på tørreanlæg
4	Marts2010- juli2010	Anlægsdrift med forbedret tørreanlæg. Udvikling og test af ny optændings- og startprocedure.
Pause	Juli-oktober 2011	Ombygning til test af ekstra reaktortrin på gasgenerator Se afsnit 5.
5	Oktober-november	Afprøvning af ekstra reaktortrin på gasgeneratoren

Tabel 1: Perioder med anlægsdrift i løbet af projektperioden.

4.1. Erfaringer med drift og vedligehold

Den dominerende regelmæssige manuelle driftsopgave er bortkørsel og tømning af den bøl, hvori der opsamles aske fra gasgeneratoren.

Tømningen skal foregå manuelt ca. 2-3 gange i døgnet. Behovet for en manuel indsats er direkte knyttet til anlæggets opbygning som pilotanlæg. På kommende større anlæg vil håndteringen af

restprodukter være mekaniseret. Det manuelle behov er dog lærerigt, for det giver en konstant påmindelse om at askemængden fra gasgeneratoren i sin nuværende opbygning er alt for stor. Hovedparten af asken består faktisk af trækul som både ud fra hensyn til energi og økonomi er en ressource der bør udnyttes.

Af den årsag er der i projektperioden gjort flere forsøg på at tilbageføre aske/trækullet fra gasgeneratoren til det indfyrede brændsel. Der er forsøgt forskellige metoder til at opblende det i brændslet både før og efter tørreanlægget, men desværre uden at der er fundet en god og anvendelig metode, som ikke medfører driftsmæssige ulemper. Konklusionen på disse forsøg blev at der i stedet bør arbejdes med at opnå en effektiv omsætning af trækullet mens det første gang befinder sig i gasgeneratoren. For at forfølge den erkendelse er projektfasen med indhentning af driftserfaringer efter aftale med Energinet.dk er blevet afkortet, og der er i stedet arbejdet med reduktion af trækulproduktionen. Dette arbejde er beskrevet i afsnit 5.

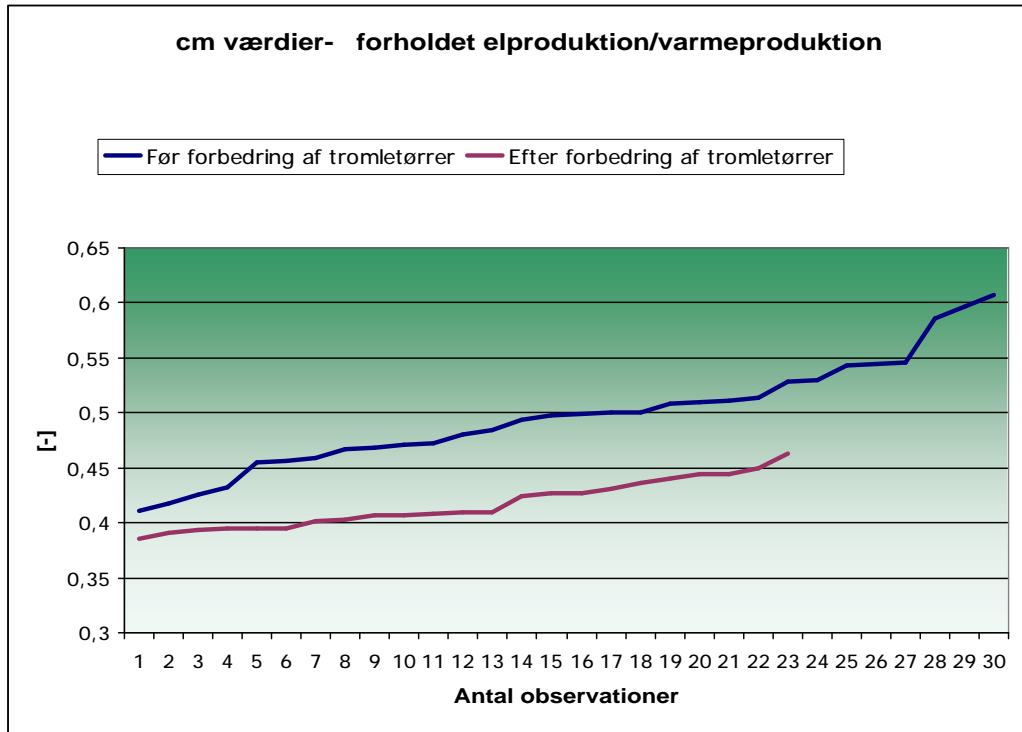
Rensning af den varme varmeveksler, der er placeret før posefilteret er også en regelmæssig opgave i forbindelse med anlægsdriften. Behovet konstateres ud fra produktgassens trykfald over varmeveksleren. Rensning kræver at anlægget lukkes ned. Gasrøret tilbage mod gasgeneratoren afspærres og de øvrige gasrør ud til gasfaklen udluftes inden varmeveksleren kan åbnes. For at øge intervallerne mellem behovet for manuel rensning er i projektet udført forsøg med en automatiseret rensning som har en tydelig effekt.

Den sidste af de regelmæssigt tilbagevendende opgaver har været rensning af multicyklonen efter tørreanlægget. Kombinationen af den pågældende cyklons udformning og det klæbrige våde træstøv får støvet til at samle sig i cyklonens indløbskammer. Rensningen af cyklonen er ret hurtigt at udføre, men kræver at motoranlægget bliver lukket ned forinden. Det vil blive forsøgt at isolere cyklonens indløbssektion for at se om en højere temperatur på det pågældende sted vil gøre en forskel.

I projektperioden er udført diverse reparationer på anlægget. Der er blandt andet blevet skiftet diverse relæer, sikringer samt småmotorer. Der udbedret flere driftsfejl i forbindelse med brændselstransportsystemet. Den ny indfyringssektion og spjæld til tørreanlægget har dog fjernet nogle af årsagerne til disse fejl.

Blandt de større reparationer har det været nødvendigt at udskifte koblingen mellem gasmotor og elgenerator fordi den havarede totalt i april 2008. Reparationernes antal er en af bivirkning-

gerne fra anlæggets oprindelige komponentvalg, hvor prishensyn gjorde det nødvendigt at vælge løsninger til etableringen, som inkluderede en del brugte anlægsdele.



Figur 4: Den ny indfyrringssektion har medført at varmeproduktionen er blevet større. Figuren illustrerer dette ved at elproduktionen er formindsket i forhold til varmeproduktionen efter at tromletørreren er blevet forbedret.

Forbedringen af tørreanlæggets tætning, som er beskrevet i afsnit 3.3, har direkte givet sig udslag en forholdsmæssig øget varmeproduktion fra kraftvarmeanlægget. Ud fra de registrerede værdier for el- og varmeproduktion i tilfældige perioder før og efter at forbedringen blev foretaget er opstillet forholdet mellem kraftvarmeanlæggets el- og varmeproduktion – ofte kaldet for Cm værdien.

Figur 4 viser at bortset fra 4-5 observationer ligger alle Cm værdier for det forbedrede anlæg lavere end de observerede Cm værdier før forbedringen.

Da anlæggets elvirkningsgrad må anses for at være uændret betyder en lavere Cm værdi at varmeydelsen er blevet forholdsmæssigt forøget. Det stemmer overens med den teoretiske be-

tragtning som siger at en mindre fortynding af røggassen hæver dugpunktet og dermed røggaskondensatorens varmeydelse.

Til brug for udbredelse af resultater fra udviklingsarbejdet er blevet forberedt en blog på internettet til en løbende kommunikation af erfaringerne. Den ligger på adressen

<http://biosynergi.blogspot.com>

På grund af det faktiske projektforsløb med flere korte perioder med indhentning af driftserfaringer i stedet for en længerevarende sammenhængende periode har bloggen endnu ikke haft en rolle i formidlingen af resultater. Den foreligger imidlertid nu i en form, så den er umiddelbart til at benytte til dette formål i forbindelse med den fortsatte udvikling af bioforgasningsteknologien. Adgangen til bloggen vil blive lagt på BioSynergis web-side når den begynder at blive brugt aktivt til videnformidling.

5. Indledende forsøg med reduktion af trækulproduktion

Erfaringerne fra anlægsdriften har tydeligt vist at det mest påtrængende behov for driftsforbedringer består i at reducere mængden af uforbrændt i asken fra gasgeneratoren.

I stedet for at fortsætte indhentningen af driftserfaringerne på den baggrund har Energinet.dk godkendt en ændring af de sidste 4 måneder af projektforsløbet, så ressourcerne i stedet kunne bruges til at finde en velegnet metode til at reducere trækulproduktionen.

Askeudtaget bevæges automatisk og fører aske/trækul ud af gasgeneratoren når trykfaldet over brændselslaget bliver for stort.

De første tanker var at forøge gassens udstrømningsareal i den nederste del af gasgeneratoren hvor gasstrøm og aske/trækul adskilles fra hinanden. Med et større areal på dette sted burde trykfaldet over brændselslaget blive mindre og askeudtaget dermed komme til at arbejde mindre.

Efter åbning af anlægget viste det sig i praksis at være en så stor opgave at foretage en sådan ombygning, at den løsning ikke kunne rummes indenfor projektets resterende tids- og budgetramme.

I stedet for er konstrueret og fremstillet en lille ekstern reaktor indeholdende et ekstra trækulforgasningstrin til montage som et appendiks på gasgeneratoren.

Det ekstra forgasningstrin er samtidig et mere definitivt og lettere kontrollerbart processtrin, der forventes at give større trækulreduktion end hvad der isoleret set kan opnås gennem en reduktion af trykfaldet over trækulzonen.

Gasgeneratoren var i forvejen forberedt, så den relativt let kunne ændres til at udtage trækul gennem en bypass forbindelse til askekammeret. Herved undgås at trækullet bliver opfugtet, som det ellers sker ved den sædvanlige passage gennem i gasgeneratorens vandfyldte bundkar.

Til forsøget blev gasgeneratorens normale askeudtag lukket, så asken i stedet føres i tør tilstand ud gennem bypass forbindelsen. Her falder det ned i den lille eksterne reaktor der er blevet dimensioneret og konstrueret til formålet. I reaktoren tilsættes luft eller et andet forgasningsmiddel til omsætning af trækullet. Den udviklede gas fra den lille trækulforgasser føres tilbage i den store gasgenerator og blandes med gasproduktionen herfra.

Den lille eksterne forgassers driftsovervågning er tilsluttet resten af anlæggets styringssystem og udstyret med den fornødne overvågning, så den kan afprøves under automatisk drift.

Afprøvningen i den sidste periode af projektet viste at det etablerede meget simple system til automatisk styring af temperaturen via kontrol af lufttilførslen kunne holde reaktoren i et passende temperaturområde på 600 - 800 °C. Et skueglas på toppen af den lille forgasser gjorde det muligt at iagttage omsætningen af trækul. Det kunne ligeledes konstateres at størrelsen af trækulstykkerne var mindre fra den eksterne forgasser i sammenligning med de stykker, som tidligere blev taget ud gennem gasgeneratorens bundkar.

Den første afprøvning af forgasseren med anlægget i kraftvarmeproduktion blev afbrudt efter ca. 1 døgn fordi det viste sig, at der var behov for at forbedre træksystemet til dens ristebevægelse. Der er nu monteret et mere robust træksystem.

Ved adskillelsen af anlægget i forbindelse med reparationen kunne der ikke ses tegn på at de andre dele af den eksterne forgasser skulle have problemer med at kunne holde til temperaturerne.

Resultaterne og erfaringerne fra den eksterne forgassers konstruktion vil blive udnyttet i forbindelse med konstruktionen af det ny system til trækulreduktion, som er sat i gang i foråret 2011 i ForskEl projekt 10635. Her udvikles og afprøves en egentlig integration af det ekstra forgasningstrin i den normale gasgenerator.

I forbindelse med afprøvningen af den færdige løsning i dette ny ForskEl projekt er planlagt driftsmålinger til bestemmelse af el og varmekoefficiensgrad for det samlede anlæg med det ekstra forgasningstrin.



Figur 5: Her ses den lille eksterne forgasser mens den er ved at blive monteret ved bypass forbindelsen ud fra den store gasgenerator i baggrunden.

o-----o