

Teknisk forberedelse af 300 kWel bioforgasningsanlæg

En Delrapport til projektet:

*Forenkling, system- og driftsoptimering af trinopdelt forgasningsanlæg til
kraftvarmeproduktion (Castor anlægget i Græsted)*



Udført for:
Energinet.dk
PSO projekt nr. 7191

Udarbejdet af
BioSynergi Proces ApS
Henrik Houmann Jakobsen
September 2009
1. udgave



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

Indhold

1. Indledning.....	3
2. BioSynergis trinopdelte gasgenerator	4
3. Fremstilling af reaktorkernen	6
4. Opstilling af reaktorkernen til afprøvning.....	7
5. Udførte afprøvninger	10
6. Vurdering af resultater.....	24

1. Indledning

BioSynergi Proces ApS afsluttede i 2003/04 opførelsen af et komplet ca. 450 kWth Open Core trinopdelt forgasningsanlæg, som har modtaget midler fra Energistyrelsens Udviklingsprogram for Vedvarende Energi (UVE). Anlægget anvender almindelig våd skovflis som brændsel til produktion af el og varme. Dets nominelle ydelse er 75 kWel/165 kW varme.

Anlægget, der omtales som Castor anlægget, er tilsluttet varmforsyningsnettet hos Græsted Fjernvarme. Det samlede kraftvarmesystem er fuldt automatiseret og tillader således uovervåget drift. Den daglige drift varetages af BioSynergi Proces.

De positive driftserfaringer fra Castoranlægget skal udbredes til større anlæg gennem en planlagt opskalering af kraftvarmesystemet. Første skridt er at etablere et ca. fire gange større demonstrationsanlæg, der er en driftsøkonomisk kommerciel størrelse, som henvender sig til bl.a. fjernvarmemarkedet.

Til teknisk forberedelse af den planlagte kommende opskalering af kraftvarmesystemet er i dette delprojekt blevet fremstillet og udført en praktisk afprøvning af funktionen af gasgeneratorens kerne (reaktorkernen). Det er den centrale komponent i det samlede kraftvarmesystem og det er samtidig den, som har størst indflydelse på den samlede forgasningsproces' funktion.

Reaktorkernen vurderes tillige som den mest kritiske komponent at opskalere. Det, der specielt opfattes som kritisk, er hvorvidt en større udgave af kernen fortsat kan skabe den fysiske procesopdeling mellem pyrolyse- og reduktionszonen, som den mindre reaktor i Castoranlægget er i stand til.

2. BioSynergis trinopdelte gasgenerator

BioSynergis trinopdelte gasgenerator eller forgasser som den også kaldes, er principielt opbygget omkring en reaktorkerne, hvis principielle opbygning er vist i figur 1. Der anvendes det medstrøms forgasningsprincip, Luft til forgasningsprocessen tilsættes tre steder til processen. Brændsel tilføres i toppen af reaktoren. Luft og brændsel samt den udviklede produktgas bevæger sig medstrøms ned gennem reaktoren.

Den samlede gasgenerator består af en del flere komponenter end selve reaktorkernen. Den indeholder blandt andet en isolerende kappe, et rørsystem til lufttilførsel og en bevægelig rist, som blandt andet medvirker til at fjerne aske fra processen.

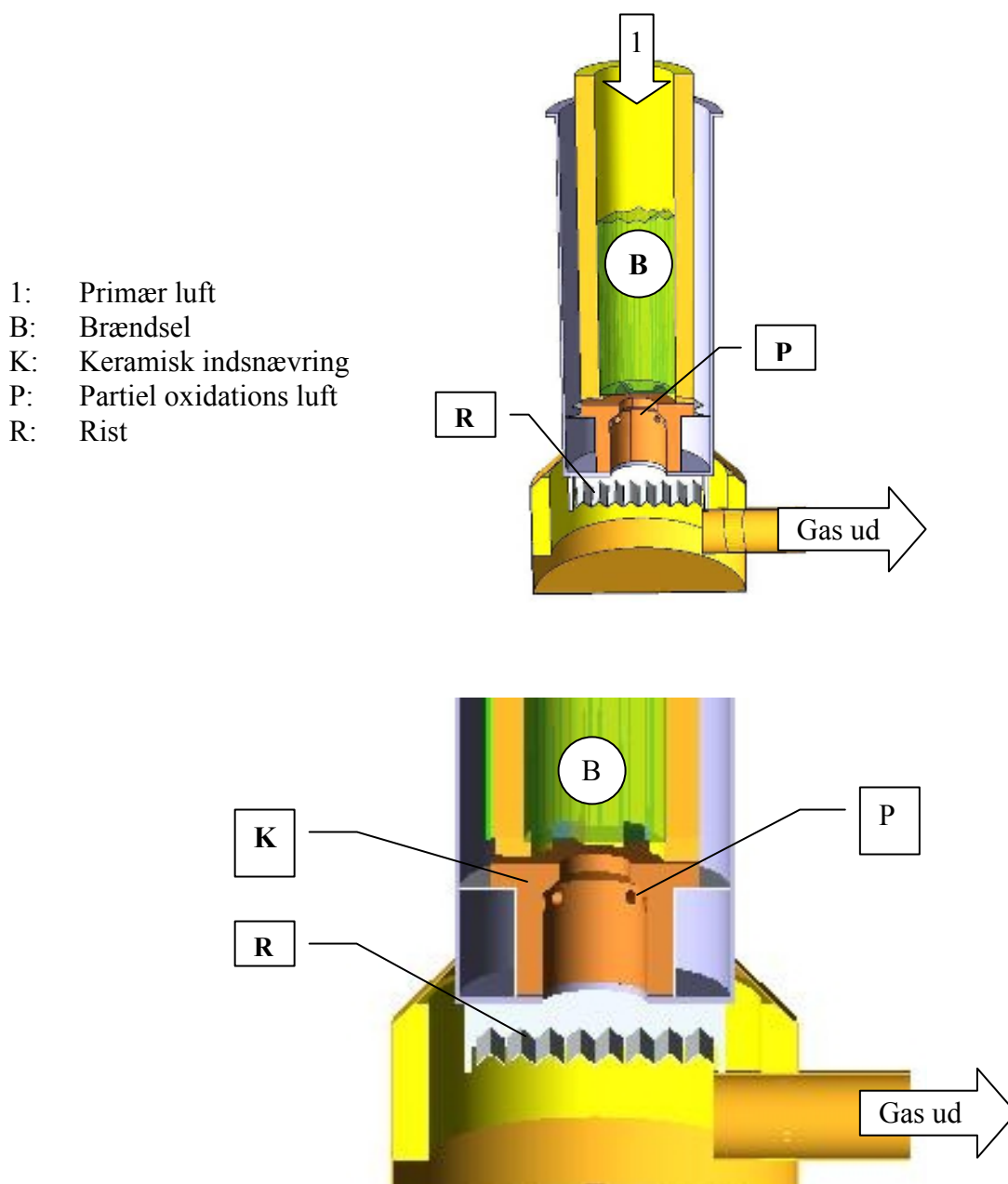
Gasgeneratoren afsluttes forneden af demonterbar bundsektion med vandlås, der også benyttes til at fjerne aske fra forgasningsprocessen.

Midt i reaktorkernen sidder en keramisk indsnævring. På det sted opnås en temperatur på 800 - 1.000 °C som følge af en ufuldstændig forbrændingsproces, der næres af lufttilsætningen. I indsnævringen tilføres også ekstra luft (partiel oxidations luft eller blot benævnt partiel luft) hvorved der sker en delvis forbrænding af de udviklede pyrolyseprodukter fra de overliggende procestrin. Den delvise forbrænding af pyrolyseprodukterne midt i reaktoren medvirker til en markant reduktion af gassens indhold af tjæreforbindelser.

Når trækoksen har passeret ned gennem reaktorens indsnævring placerer den sig i et kammer ovenpå risten/askeudtaget. Gasprodukterne fra den ovenfor liggende proces passerer videre ned igennem koksbed'en. Herved udvikles yderligere brændbare gasprodukter via en reduktionsproces, som foregår mellem den faste trækoks og de i forvejen dannede gasprodukter. Denne proces forbruger både varme og formindsker mængden af trækoks.

Hele processen foregår ved et svagt undertryk. Undertrykket skabes af en tilsluttet gassuger, der suger den udviklede brændbare produktgas ud af gas-

generatoren fra et kammer under risten. I kammeret skilles gassen fra asken, som derefter fjernes mekanisk fra gasgeneratoren.



Nærbillede af den keramiske indsnævring

Figur 1: Principskitser af BioSynergis patenterede trinopdelte gasgenerator.

3. Fremstilling af reaktorkernen

Til afprøvningen er fremstillet en reaktorkerne i en størrelse, som er egnet til drift af en gasmotor med elgenerator med en ydelse på ca. 300 kW el effekt. Det svarer til en indfyret effekt i reaktorkernen på ca. 1 - 1,2 MWth.

Konstruktionen af reaktorkernen har taget udgangspunkt i driftserfaringerne fra flere end 4000 timers drift med Castoranlæggets gasgenerator.

Gasgeneratorkernen består primært af varmekast stål og varmebestandige keramiske elementer. Disse dele er udført i de samme materialekvaliteter som anvendes i det igangværende Castoranlæg. Ved konstruktionen og fremstillingen er lagt vægt på at reaktorkernen efterfølgende kan videreforarbejdes og benyttes i det planlagte kraftvarmesystem i fuldskala størrelse.

Designet af reaktorkernen blev underkastet nedenstående konstruktionsdogmer som også gjaldt ved fremstillingen af Castoranlæggets gasgeneratorkerne.

Konstruktionsdogmer:

- Konstruktionen udformes med plads til og et design, der tillader termisk ekspansion
- Ingen svejsninger i flamme eller reduktionsområde hvor de højeste temperaturer forekommer
- Ingen afhængighed af gastæthed fra større boltsamlinger i varme zoner ind mod kamre, der indeholder produktgas
- Konstruktiv spærring for uønsket passage af pyrolysegasser ned til reduktionszonen. Al pyrolysegas, der går til reduktionszonen, må ikke kunne undgå at komme i kontakt med forgasningsluft.
- Skalerbart design
- Fri adgang fra toppen til center af reaktorkerne
- Let at adskille, samle og vedligeholde
- Lav gashastighed i forgasser efter at gas og aske separeres under risten



Figur 2: *Fremstilling af et svøb til reaktorkernen.*

4. Opstilling af reaktorkernen til afprøvning

Til afprøvningen blev etableret en udendørs opstilling af reaktorkernen. Det indgik i planen, at der skulle være mulighed for eventuelt at foretage forsøg med varm reaktor, det vil sige med antændelse af den flis som var fyldt i den. Af den årsag var det nødvendigt at finde en placering, hvor afbrænding var tilladt i henhold til kommunale regler og hvor afprøvningerne samtidig kunne foregå i en passende stor afstand fra naboer og veje, så eventuelle røggenere ikke ville give anledning til naboklager.

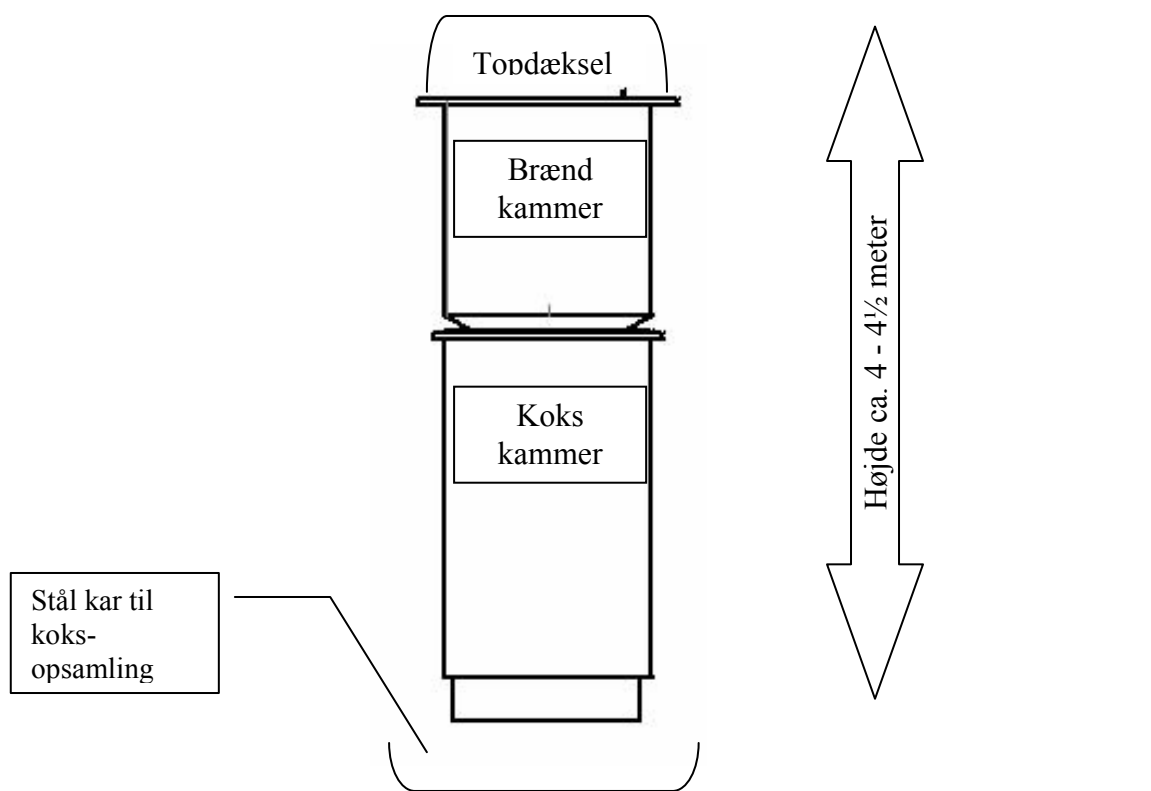
Disse krav udelukkede en opstilling i det industri kvarter, hvor Castoranlægget er placeret. Der blev i stedet fundet en placering på en gård udenfor Helsingør. Blandt andet på grund af gårdens beliggenhed i landzone var det et udmærket valg, da afstandene til naboerne var langt større end i industri kvarteret.

Der blev sendt en anmeldelse til Gribskov kommune med beskrivelse af de planlagte forsøg og vi bad om at få en skriftlig tilladelse til afprøvningen på det pågældende sted. Den blev givet på betingelse af at reglerne for afbrænding i henhold til bekendtgørelse om brandværnsforanstaltninger nr. 900 af 7/12 1999 (halm bekendtgørelsen) blev overholdt.

Bekendtgørelsens regler betød, at det var nødvendigt at indføre en begrænsning i mængden af flis i reaktorkernen. Bestemt af de afstande, som var mu-

lige at holde til bygninger og brændbare omgivelser, kunne der højst påfyldes 200 liter flis til antændelse i reaktorkernen.

Inden forsøgene gik i gang blev de nærmeste naboer tillige mundtligt orienteret om den udsædvanlige aktivitet på stedet.



Figur 3: Opstillingens hoveddele.

Til opstillingen blev fremstillet et midlertidigt maskinstativ. Montagen af de større dele foregik med hjælp af lastbil med kran. Efter at stålkonstruktionen var rejst blev de keramiske sten monteret i reaktorkernen.



Figur 4: *Reaktorkernens øverste kammer monteres med kran.*

Efter afslutning af de planlagte afprøvninger blev opstillingen fjernet igen og reaktorkernen blev lagt til opbevaring for senere brug i det planlagte kommende 300 kWel kraftvarmesystem.

5. Udførte afprøvninger

Den udendørs opstilling og montage af udstyret til afprøvning blev afsluttet så afprøvningen kunne indledes d. 10. juli 2009.

Hovedsigtet med afprøvningerne var at konstatere om den nødvendige trin-opdeling af forgasningsprocessen fortsat ville fungere i den store 300 kW el udgave.

Oplægget for afprøvningerne var følgende i følge projektbeskrivelsen:

Der gennemføres en kold og eventuel en varm test af reaktorkernen. Reaktorkernen påfyldes flis og der studeres i kold tilstand hvordan brændselsbevægelsen igennem den forløber. Dens evne til at skabe den nødvendige procesopdeling vurderes. Afhængig af resultatet fra den kolde test suppleres eventuelt med en optænding af brændslet i reaktorkernen.

Ved afprøvningerne vurderes hvor tilbøjelig flisen er til at glide gennem den keramiske indsnævring af sig selv.

Ud fra oplægget blev herefter opstillet og gennemført følgende plan for afprøvningerne:

Afprøvninger udført den:	Type af måling
10/7 og 13/7 2009	Kold test med flis og stålkors
14/7 2009	Forberedelse til test med antændelse af flisen - varm test
15/7 2009	Varm test uden koksbed
16/7 2009	Varm test med koksbed
17/7 2009	Varm test med koksbed

Anvendt flis til afprøvningen

Til afprøvningen blev benyttet den samme type flis, der anvendes som brændsel på Græsted fjernvarmeværk og på Castoranlægget. Det pågældende parti skovflis var hugget i sjællandske skove. Flisen bestod af pæne store flisstykker med en kantlængde på ca. 35-40 mm.

Vandindholdet i det pågældende parti flis blev bestemt i Græsted Fjernvarmeværks tørreskab. Her blev vandindholdet i to prøver bestemt til 12,5 og 13,3 % af totalvægt - altså en meget tør flis. Det målte vandindhold er sammenligneligt med det vandindhold, som kan opnås med tørreanlægget i Bio-Synergis kraftvarmesystem.. Flisen var således repræsentativ i forhold til gasgeneratorens normale brændselskvalitet.

Fredag 10. juli 2009

Bortset fra tilslutning af luftblæsere og montering af et topdæksel ovenpå reaktorkernen står opstillingen nu færdig. De kolde forsøg med reaktoren kan godt gennemføres selv om de nævnte dele mangler.



Figur 5: Klargøring til kold test. Reaktoren er endnu uden topdæksel.

De kolde test skal vise om det er muligt at få flisen til at blive hængende af sig selv – altså skabe prop - ovenover indsnævringen i reaktoren.

Til indledning hænges en trærand op i et tov så den ligger lige under indsnævringen. Tovet er fastgjort helt øverst i reaktoren og går lodret ned gennem indsnævringen.

Ovenpå stenene i indsnævringen er langs yderkanten sat to rækker sten ovenpå hinanden.

Ved de kolde forsøg fyldes først den ønskede flismængde ovenpå indsnævringen og rondellen. Derefter løsnes tovet og rondel samt tov trækkes nedad og den vej ud af reaktoren. Flisen vil da enten blive hængende eller falde ned.



Figur 6: Flis påfyldt øverst i reaktorkernen. De to stenrækker ovenpå hinanden omkranser flisen. Tøvet, der holder rondellen under påfyldning, går ned gennem flisen.

Forsøg 1 med flis i kold reaktor

Der påfyldes flis op til overkanten af den første række sten over indsnævringen. Det er ca. 200 liter. Rondellen fjernes. Flisen rutscher ned. Stort set al flis går gennem indsnævringen. Den geometriske udformning af indsnævringen er genbrugt fra Castoranlægget. Alligevel ses at flisen glider direkte på indsnævringen. Friktionen mellem flisen og stenene, som flisen hviler på over indsnævringen, virker lavere end hvad vi ser på Castoranlægget.

Forsøg 2 med flis i kold reaktor

Der påfyldes flis op til overkanten af anden række sten over indsnævringen. Det er ca. 400 liter. Rondellen fjernes. I starten ligger flisen stille men beslutter sig derefter til at rutsche ned. Tovet var med til at sætte bevægelsen af flisen i gang. Igen ses at flisen glider på den keramiske indsnævring. Friktionen mellem flis og sten er lav.

Forsøg 3 med flis i kold reaktor

Et tyndt stålkors af Ø12 mm rundjern sættes over indsnævringen. Stålkorset kvartdeler indsnævringens tværsnitsareal. Hver kvartdel svarer tilnærmelsesvist til tværsnitsarealet i Castoranlæggets indsnævring. Flis påfyldes op til første række sten over indsnævringen – altså ca. 200 liter flis. Flisen bliver nu hængende uden besvær. Når der prikkes i flisen med en stålstang skal der relativt meget til for at sætte flisen i bevægelse. Vi har opnået en klar trinopdeling.



Figur 7: Billedet er taget lodret opad med fotografen liggende på ryggen under den keramiske indsnævring. De 200 liter flis over indsnævringen bliver hængende, når stålkorset er monteret.

Da procesopdelingen allerede tydeligt opstår med flis op til overkanten af den første række sten var der ingen grund til at gentage prøven med flis til overkanten af den anden stenrække (400 liter flis).

BioSynergi har på Castoranlægget i Græsted i forbindelse med et udviklingsprojekt for Energistyrelsen vedrørende træpilleforgasning (EFP-2008, j.nr. 33033-0087) udført ca. 500 timers driftsforsøg med stållegemer placeret i den samme position i reaktorkernen, som den der her er afprøvet. Erfaringerne fra de forsøg viser, at det er muligt at finde stålqualiteter, der kan holde i de temperatur- og gasomgivelser, der hersker på dette sted i reaktoren.

Mandag 13. juli 2009

Forsøg 4 med flis i kold reaktor

Forsøgene fra i fredags blev gentaget. Denne gang var den keramiske indsnævring blevet smurt med sokkeltjære for at øge friktionen. Sokkeltjæren er ikke klæbrig med øger alligevel friktionen mellem flisen og indsnævringen.

Effekten heraf var tydelig. Nu bliver flisen på liggende ovenpå indsnævringen og glider ikke længere på keramikken.

Med flis op til den første række falder noget flis fortsat ned. Det er dog kun den lille del, som befinder sig i en lodret cylinder lige over indsnævringen. Den flis, som ligger på og har kontakt med indsnævrings keramik bliver liggende. Den øgede friktion virker efter hensigten.

Forsøg 5 med flis i kold reaktor

Derefter blev påfyldt flis op til overkanten af den anden stenrække. Ligesom ved det foregående forsøg var flisen også denne gang i stand til at blive hængende af sig selv.

Forholdet mellem flislagets tykkelse over indsnævringen og det fri tværsnitsareal i indsnævringen har tydeligt indflydelse på hvorvidt flisen bliver hængende eller ej ovenover hullet. Flisens friktion mod keramikken er en anden betydende faktor.

Fredagens forsøg med stålkors blev ikke gentaget, fordi den ønskede procesopdeling allerede kunne konstateres i forsøg 3.



Figur 8: Ligesom i figur 7 er dette billede taget lodret opad med fotografen liggende på ryggen under den keramiske indsnævring. Med ca. 400 liter flis over indsnævringen er der intet behov for et stålkors for at få flisen til at blive hængende.

Tirsdag 14. juli 2009

En lejet teleskoplæsser ankom om tirsdagen. Ved hjælp af den sættes et lukket topdæksel ovenpå reaktorkernen. En luge i topdækslet gør det muligt at fylde portioner af flis ned i reaktorkernen. På topdækslet sidder den rørtilslutning, som benyttes til indblæsning af luft ovenover brændselslaget ved hjælp af en centrifugalblæser.

Som beskrevet i afsnit 2 vil der normalt være undertryk i reaktorkernen. Fordi der tale om en forsøgsopstilling har det ikke været muligt at efterligne processen på dette punkt. I stedet benyttes ved afprøvningen en metode hvor en blæser sørger for luftindblæsning og dermed overtryk toppen af reaktorkernen.



Figur 9: Opstillingen er ved at være klar til forsøg med antændelse af flisen. Topdækslet er monteret og rørsystemet, der ses til venstre og benyttes til forsyningen af luft til forgasningsprocessen, er også på plads.

Normalt bliver den dannede produktgas suget ud i bunden af reaktorkernen mens der hersker et lille undertryk i toppen. Da opstillingen til forsøgene ikke inkluderer de ydre dele af gasgeneratoren var det ikke muligt at etablere et undertryk til afprøvningen. I stedet bliver produktgassen trykket af luften fra toppen og ned gennem reaktorkernen. Den ændrede metode forhindrer en egentlig styring af den tilsatte luftmængde. Det kompromis har væ-

ret nødvendigt fordi det ville være langt mere tids- og ressourcekrævende hvis de her rapporterede aktiviteter også skulle have inkluderet opbygning af både den samlede gasgenerator og det nødvendige udstyr til afprøvning med undertryk i reaktorkernen.

Onsdag 15. juli 2009

Forsøg 6. Antændelse af flis i reaktoren

Klargøring til det første forsøg med antændelse af flisen i reaktoren.

For at overholde kommunens krav til afprøvningen (se afsnit 4) var det kun muligt at gennemføre afprøvninger med op til 200 liter træflis ad gangen. Med den begrænsning var det ifølge resultaterne fra de kolde forsøg nødvendigt at benytte stålkorset over indsnævringen for at fastholde brændslet.

Stålkorset og trærandellen for enden af tovet blev derfor sat på plads inden påfyldning af flisen startede. Efter at flis var fyldt op til overkanten af den første stenrække (200 liter) blev trærandellen og tovet trukket ud. Igen blev flisen fint hængende som ønsket.

Gennem lugen i topdækslet blev det øverste lag af flisen herefter antændt med en tagpapbrænder. Da flammerne havde fået fat blev lugen lukket og de to blæsere for tilførsel af forgasningsluft blev startet.

Den normale optænding i BioSynergi gasgenerator foregår fra neden og opbygges derefter gradvist med et højere og højere kokslag op gennem gasgeneratoren. Den her benyttede metode var derfor en tillempning til normal praksis, som blev dikteret af de praktiske omstændigheder ved afprøvningen.



Figur 10: Første forsøg med antændelse af flisen.

Kort tid efter antændelse begyndte en kraftig røgudvikling. Lidt efter faldt en klump kun delvist forbrændt flis ned gennem indsnævringen og der formodes at der herefter var hul gennem brændselslaget.

Forsøget fortsatte et stykke tid. De partikler som herefter faldt fra det øverste kammer ned i opsamlingskarret var godt forkullede. Prøver af de faldende partikler blev fanget med en skovl, der blev stukket ind gasstrømmen.

Til slut blev resten af brændslet skubbet ned manuelt med en stang gennem lugen i toppen. Den udviklede synlige gasmængde var beskeden under forsøget. Gassen blev formentligt brændt inde i reaktoren i luftstrømmen fra den lille blæser, der tilførte partiel luft under indsnævringen. Røgudviklingen ud gennem lugen i topdækslet var derimod stor på grund af overtrykket, men dens indhold af brændbare gasser var kun i få øjeblikke så stor, at den antændte simultant i fri luft.



Figur 11: Fangst af trækulstykker fra gasstrømmen ned gennem reaktorkernen.

For at få en større og synlig gasproduktion var det nødvendigt at få etableret en del af den sædvanlige kokszone under indsnævringen.

Forsøgsopstillingen indeholdt ikke den sædvanlige rist i bunden af reaktoren, som kokszonen normalt hviler. Af hensyn til kommunens brandmæssige krav om højst at have 200 liter træ antændt ad gangen var der heller ikke muligt blot at lade hele kokskammeret blive fyldt op med trækoks. Heller ikke kammeret over indsnævringen kunne fyldes yderligere uden at komme i konflikt med 200 liter bestemmelsen.

For i det mindste at opnå en lille kokszone under indsnævringen, blev inden det næste forsøg opsat en fast plade i kokskammeret lige under indsnævringen.

Herved kunne der opbygges en lille kokszone ovenpå pladen. Ved at reducere brændselsmængden over indsnævringen med et tilsvarende volumen kunne kravet om maksimalt 200 liters brændende flis ad gangen fortsat opfyldes.

Torsdag 16. juli 2009

Forsøg 7. Antændelse af flis i reaktoren og med kokszone

Om morgenen blev et interimistisk stativ med en stålrandel sat op under indsnævringens udløb til kokskammeret og anlægget var igen klar til op-tænding. Herefter blev påfyldt flis til lige under den første stenrække. En smule flis faldt under påfyldningen ned og lagde sig på pladen, men hovedparten blev hængende over stålkorset. Antændelsen af flisen gik herefter i gang og skete ligesom dagen før fra toppen af brændselslaget. Blæserne til lufttilførsel blev ligeledes startet efter at lugen i topdækslet blev lukket.

Denne gang blev dannet synligt brandbare gasser med flammer, som i perioder reducerede røgudviklingen kraftigt. Kokszonens tilstedeværelse gav en klar forbedring af processen. I karret under kokszone samlede sig træstykker, som var tydeligt i gang med at blive omsat til trækoks. Det var også et godt tegn, at der ikke sås noget direkte gennemløb af uomsat brændsel fra toppen af brændselslaget til opsamlingskammeret.



Figur 12: Stålrandel placeret under den keramiske indsnævring. Rondellen fungerer som modhold for at få opbygget en lille kokszone ovenover pladen.

Fredag 17. juli 2009

Forsøg 7. Antændelse af flis i reaktoren og ændret kokszone

Inden dagens forsøg med antændelse af flisen var pladen i kokskammeret blevet hævet en smule for at øge tiden for tilbageholdelsen af brændslet i indsnævringen. Stålpladens tilstedeværelse gjorde det muligt at ændre til den samme optændingsform som bruges på Castoranlægget.

Ved den normale optænding bygges brændselslaget gradvist op ved at tilføre mere brændsel og luft fra toppen og ned ovenpå det eksisterende glødelag indtil den ønskede brændselshøjde i reaktoren er nået.

Til at efterligne den metode blev først sat en papirsæk med 10 kg trækul ovenpå stålpladen. Ovenpå trækullene blev påfyldt flis til lige under overkanten af den første stenrække.

Ved at fjerne isolering i det område hvor lufrørene til partiel luft var ført ind blev det muligt at nå ind til papirsækken og sætte ild i denne med tagpapbrænderen. Luftblæserne blev startet og kort tid efter kunne iagttages en kraftig røg og gasudvikling. På grund af luftblæsernes overtryk brændte flammer konstant ud omkring rørene til partiel luft.

Overtrykket i toppen af reaktoren betød også at røg og gas fandt ud gennem lugen i topdækslet. I bunden af kokskammeret strømmende også røg og gas ud i betydelige mængder. Denne mængde var meget let at antænde ved at strejfe gasfanen med den tændte tagpapbrænder, men efter kort tid var gasmængden så stor, at det indebar for stor personrisiko at forsøge det.

Den hidtil anvendte sikkerhedsafstand omkring 6 meter var ikke længere tilstrækkelig. Reaktoren fik lov til at brænde videre. Kort tid efter var den blevet så varm, at gassen tændte spontant udenfor reaktoren med relativt store flammer. Det var både den gas som strømmede ud gennem lugen i toppen og gassen fra kokskammeret som antændte på den måde.

Herefter blev besluttet at standse forsøget på grund af risikoen for antændelse af omgivelserne og især af hensyn til den personlige risiko. Da forsøget blev stoppet var der forløbet ca. 1½ time fra optændingen startede.

Dette forsøg manifesterede, at når reaktorkernen har en kokszone og der benyttes den korrekte optændingsform, er den i stand til hurtigt at producere gas i betydelige mængder.

Med dette resultat blev afprøvningen afsluttet. Med de rammer som var givet af omgivelserne omkring opstillingen til reaktorkernens afprøvning, var det ikke forsvarligt at fortsætte med yderligere afprøvninger.

6. Vurdering af resultater

De gennemførte kolde forsøg med reaktorkernen viste at følgende væsentlige faktorer har indflydelse på hvorvidt flisen af sig selv skaber den ønskede procesopdeling:

- friktionen mellem flisen og den keramiske overflade
- forholdet mellem flislagets tykkelse over indsnævringen og tværsnitsarealet i indsnævringen
-

Begge forhold kan der let tages højde for ved videre opbygning af den komplette gasgenerator, så den ønskede procesopdeling opnås. (Den her afprøvede benyttede metode til ændring af friktionen med sokkeltjære er selvfølgelig kun brugbar i forsøgsøjemed.)

Til det færdige anlæg vil enten blivende ændringer af den keramiske overflade eller mindre geometriændringer være den korrekte fremgangsmåde. Begge metoder er lette at udføre og ikke særligt omkostningskrævende.

Tilsvarende vil det uden vanskeligheder være muligt at udforme gasgeneratoren så der opnås det nødvendige forhold mellem højde af brændselslaget og indsnævringens tværsnitsareal, der kræves for en effektiv etablering af procesopdelingen.

Endelig har forsøgene med indsættelsen af stålkorset vist, at den metode i sig selv medfører en effektiv procesopdeling.

Konklusion på de kolde forsøg: *Forsøgene har påvist at det er muligt at opnå den ønskede fysiske procesopdeling for den afprøvede reaktorkerne, der er dimensioneret til et kraftvarmesystem med 300 kW eleffekt.*

De gennemførte varme forsøg med optænding i reaktorkernen viste at procesopdelingen også fungerer under drift og at reaktorkernen er i stand til at udvikle en betydelig mængde brændbar gas. Det sidste blev opnået med en interimistisk etableret kokszone i reaktoren og ved brug af den korrekte optændingsform.

De gennemførte forsøg har tilsammen vist, at det trinopdelte forgasningsprincip, som fungerer i drift på Castoranlægget, også er muligt at få i drift med den ønskede procesopdeling på den her afprøvede fire gange større reaktorkerne.

0-----0