

9. Forgasning og pyrolyse

Forgasning af halm er interessant ud fra ønsket om at erstatte fossilt brændsel med biomasse i små anlæg med en effekt på 0,2 - 3 MW_{el} samt i kraftværksanlæg i størrelsen 50-100 MW_{el}. Gassen fra et lille forgasningsanlæg kan bruges til drift af en motor, der driver en elgenerator. Kølevandet leverer varmt vand til et fjernvarmenet. I et kraftværk kan gassen afbrændes i en højtrykskedel, hvor dampen driver en turbine/generator.

Fra 1988 blev der bl.a. på Kyndbyværket gennemført forskellige forsøg med forgasning af halm. Forsøgene blev finansieret af ELKRAFT, Energi styrelsen og Vølund. Disse forsøg afslørede visse problemområder, som er knyttet til halmens specielle egenskaber som brændsel. Ved modstrømsforgasning (gassen trænger op gennem den indførte halm) blev der konstateret problemer på følgende områder:

- Indfyringssystemet
- Inhomogenitet i brændselsslæg, halmen pakkede sammen i kolde zoner
- Uomsat halmkoks blev blæst ud af forgasseren

Det første resulterede i mange problemer med propper i indfyringssystemet. En diskontinuerlig indfyring påvirker naturligvis forgasningsprocessen i negativ retning, idet den fremmer gennembrændingstendenser med dårlig gaskvalitet og store svingninger i gassammensætningen til følge.

Inhomogeniteten søgtes afhjulpet med et omrøringssystem, som ikke løste problemet. Muligvis var omrøreren medvirkende årsag til, at pyrolyseret halmkoks blev formålet til et meget fint pulver, som fluidiseredes i varme zoner, og som blev blæst ud af forgasseren. I kolde zoner pakkede halmen sammen i våde klumper, som var mere eller mindre ugennemtrængelige for gas. Herved blev varmetransmissionen ind i brændslet afbrudt, således at der



foto: reto hummelshøj/cowi

Pyrolyseanlægget på Haslev Kraftvarmeværk. Anlægget er påbygget værket som et demonstrationsanlæg, og er derfor ikke bygningsmæssigt indpasset. Placering i fri luft minimerer samtidig skaderne ved eventuelle gasudslip.

ikke kunne opbygges et jævnt fordelt glødelag.

Forsøg med forgasning af træflis, som blev foretaget på samme anlæg i en kortere periode, har vist at træflisens granulatstruktur samt dannelsen af relativt stabilt trækoks gør dette brændsel betydeligt mere velegnet til forgasning.

Kyndbyforgasseren har dannet model for en modstrømsforgasser i Harboøre, hvor man bruger træflis som brændsel p.g.a. de bedre erfaringer. Kyndbyforgasseren er lukket efter afslutningen af forsøgsprogrammet. I 1997 er forgasseren demonteret i forbindelse med nedrivningen af Kyndbyværkets gamle blokke.

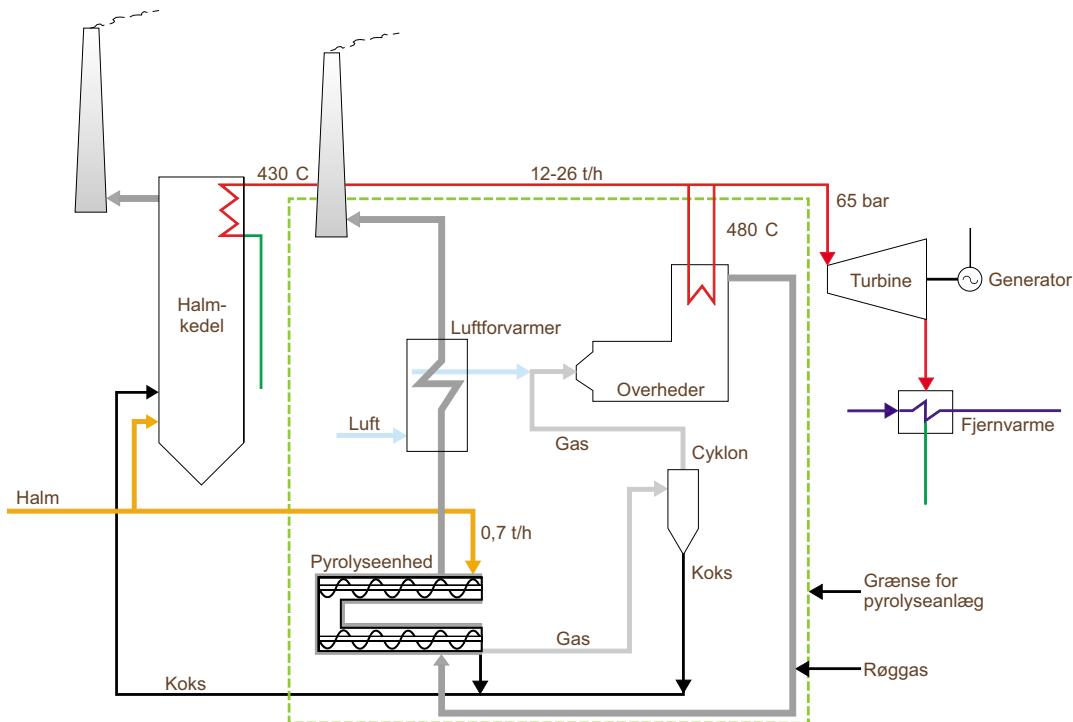
På Danmarks Tekniske Universitet (DTU) har man udviklet en 2-trinsforgasser. I perioden 1994-98 har indsatsen været koncentreret om træforgasning, idet det har været nemmere at opskalere træforgassere fra mindre til større forsøgsanlæg. Der er bl.a. gennemført længerevarende forsøg med forgasning af brikketteret brændsel.

Fra 1998 er halmforgasningen opprioriteret. Udviklingsarbejdet sigter mod to anlægstyper:

1. Små forgassere i størrelsen 0,2 - 3 MW_{el} med en varmeproduktion på 0,5 - 8 MW, der kan erstatte eksisterende kedler på fjernvarmeværker, hvor der i dag ikke er elproduktion.
2. Store forgassere i størrelsen 50-100 MW_{el} på kraftværker, hvor gassens lave indhold af alkali og klor gør det muligt at afbrænde den i en højtrykskedel. Konceptet kaldes "forkoblet forgasser" og er udviklet til træ i Finland.

Haslev pyrolyseanlæg

Halms høje indhold af klor og alkali gør det dårligt egnet til direkte afbrænding i kedler med høje dampdata. Høje dampdata er nødvendige for at kunne opnå høj elvirkningsgrad. Ved pyrolyse tilbageholdes størstedelen af klor og alkali i koksresten, hvis temperaturen holdes på maksimalt 550 °C. Endvidere udskilles partikler fra den varme gas i en cyklon. Pyrolysegassen kan således benyttes til at overhede damp uden større risiko for korrosion, erosion og belægningsdannelser på overhederen.



Figur 23: Principdiagram for pyrolyseanlægget på Haslev Kraftvarmeværk.

I efteråret 1992 blev det besluttet at etablere et fuldskala-demonstrationsanlæg for produktion af halm-pyrolysegas i forbindelse med Haslev Kraftvarmeværk. Foruden ELKRAFT har EU's THERMIE-program, Energi-styrelsen, Ansaldo Vølund og COWI Rådgivende Ingeniører støttet projektet økonomisk.

Det overordnede formål med projektet er at demonstrere hovedkomponenternes funktion samt selve konceptet, idet det kan forbedre el-virkningsgraden på affalds- og biomassefyrede kraftvarmeværker.

Allerede i 1987 vandt COWI 1. præmie ved ELKRAFT's idekonkurrence om forgasningsteknologi med ovennævnte koncept. Projektet startede i 1989 med laboratorieforsøg på DTU. Herefter blev der bygget et pilotanlæg ligeledes på DTU, hvor der i 1991 blev udført i alt 1.000 timers drift med særdeles lovende resultater. Dette dannede grundlag for be-

slutningen om at opføre et pyrolyseanlæg i Haslev.

Forsøgsdrift på pyrolyseanlægget i Haslev blev påbegyndt i efteråret 1996, og efter ca. 800 driftstimer, heraf ca. 200 på pyrolysegas, er anlægget blevet ændret og optimeret på en række punkter.

I den separate overheder, se figur 23, opvarmer gassen en delstrøm af dampen fra ca. 430 °C til ca. 480 °C, røggassen føres herefter til pyrolyseenhedens dobbeltkappe, hvorved der overføres energi til processen. Pyrolyseenheden er en sneglebaseret pyrolyseenhed, hvor den maksimale kappetemperatur holdes på ca. 600 °C. Derved kan den maksimale temperatur i pyrolyseenheden holdes på ca. 550 °C. I en lufforvarmer afkøles røggassen yderligere og sendes herfra til skorstenen. Koksresten fra pyrolyseprocessen føres til halmkedlen og brændes sammen med halmen. Pyrolyse-

anlægget har en kapacitet på 675 kg halm pr. time, svarende til en indfyret effekt på ca. 2,7 MW. Pyrolysegasens effekt er ca. 1 MW. De resterende 1,7 MW genfindes i koksen, der udnyttes i kedlen.

Ud over halm kan pyrolyseenheden fødes med tørret slam, og koksen kan benyttes til støttefyring og herved fortrænge naturgas og olie. Halmkoks kan også bruges til at regulere svingninger i halmkvaliteten, så kedellasten holdes konstant. En delstrøm af koksen kan endvidere benyttes i røgrensningssystemet og reducerer herved køb af aktivt kul.

På nye anlæg vil konceptet kunne øge eludbyttet med 10-15% på et givet varmegrundlag svarende til en forbedring på 2-3% point i elvirkningsgrad. I Haslev er samspillet mellem kedlen og pyrolyseanlægget ikke endeligt optimeret, da der stadig er tale om et forsøgsanlæg med forventet begrænset driftstid.