

Billige biobrændsler er besværlige biobrændsler

Prisen på skovflis forventes at stige i de kommende år, og det har fået flere varmekræverer til at interessere sig for alternative brændsler som haveparkaffald og gyllefibre. Det giver besparelser på varmeregningen, men det kan være en besværlig løsning såvel teknisk som administrativt.

Af Torben Skøtt

Der er masser af energi i haveaffald fra private husstande og gartnere, men det er ikke helt enkelt at skifte skovflis ud med haveparkflis på landets varmekræverer. Det viser et netop afsluttet EUDP-projekt med titlen "Udvidet Brændsels Sortiment", som Dall Energy og Københavns Universitet står bag.

Udfordringerne er både af teknisk og administrativ karakter. Det er meget vanskeligt at fremstille haveparkflis i en kvalitet, som kan bruges på landets varmekræverer, og den eksisterende lovgivning tager ikke højde for den slags brændsler. Der findes således ikke nogen bagatelgrænse for urenheder i affaldet, så hvis der er én enkelt stump plastik i et stort læs, så er hele læsset ikke længere biomasse, men blandet affald som udløser affaldsafgift. I praksis er det stort set umuligt at undgå – der vil altid være en lille rest af urenheder i haveparkflis.

Ud over haveparkaffald har projektet undersøgt om mask fra ølbrygning og gyllefibre fra biogasanlæg kan bruges som et alternativ til skovflis. Begge brændsler blev i en række forsøg blandet med skovflis i forholdet

1:6 for at få et fugtindhold og en struktur, der minder om skovflis.

Teknisk set volder det ikke de store problemer, men som lovgivningen er i dag, er det ikke tilladt at bruge hverken mask eller gyllefibre som brændsel. I projektet var det derfor nødvendigt at indhente dispensationer til at udføre forsøgene, hvilket viste sig at være en både besværlig og tidskrævende proces.

Mask er et restprodukt fra ølbrygning og består hovedsageligt af skaller fra bygkerner. I dag anvendes mask som lavværdi foder, og da foder ligger over brændsel i affaldshirakiet, må mask ikke bruges som brændsel.

Håndtering

Hos Komtek i Holsted forbehandler man rutinemæssigt haveparkaffald til en kvalitet, som accepteres til forbrænding i Tyskland, men der blev stillet større krav til den flis, der skulle anvendes i nærværende projekt. Andelen af fremmedlegemer skulle være på under 1,5 promille, og den fysiske form på flisen skulle have egenskaber, der svarer til skovflis.

– Det var bestemt ikke nogen let opgave at oparbejde haveparkaffaldet til den ønskede kvalitet, og først efter gentagne forsøg og ved hjælp af en østrigsk neddeler lykkedes det at honorere kravene. Det fortæller seniorrådgiver Simon Skov fra IGN på Københavns Universitet, der er universitetets ekspert inden for biobrændsler til varmekræverer.

Hos Komtek bliver affaldet tørret, knust og sorteret ved hjælp af et sold. Et alternativ til den metode går ud på at vaske affaldet for på den måde at frasortere fremmedlegemer og jord. De firmaer, der anvender den løsning, bruger imidlertid ikke haveparkaffald i almindelig forstand, men en mere ved-rig fraktion, som stammer fra professionel beskæring og fældning i parker. Når der anvendes en særlig fin fraktion, og der gennemføres en

Fjernvarmecentral hos Sønderborg Fjernvarme der er udstyret med en forgasserovn fra Dall Energy.



Foto: Torben Skøtt/BioPress



Foto: Torben Skov/BioPress

Komteks anlæg ved Holsted, hvor haveparkaffald bliver sorteret og forbehandlet, så det kan bruges som brændsel.

arbejdsintensiv vaskning af biomassen, bliver resultatet et produkt, der minder om stammeflis. Ulempen er, at mængden er begrænset, og prisen afviger ikke væsentligt fra prisen på skovflis, så der blev ikke udført forsøg med den type flis.

Fyringsforsøg

Fyringsforsøgene blev udført hos Sønderborg Fjernvarme, der på en af varmecentralerne har en såkaldt forgasserovn fra Dall Energy. Den udmærker sig ved lav miljøbelastning og stor fleksibilitet, hvad angår valg af brændsel.

Især haveparkflis var vanskelig at føde ind i kedlen. Der kan være lange stykker i haveparkflis, som får flisen til at danne "bro" i indfødingen. Sker det, fungerer automatikken ikke, så i lange perioder var det nødvendigt med døgnbemanding på værket. Indfødingssystemet er i dag ændret, og der bliver løbende arbejdet på at forbedre og videreudvikle systemet.

Mask og gyllefibre består af fine partikler, og derved bliver det sværere at blæse luft gennem brændslet. Hvis der er for lidt primærluft, begrænses anlæggets energiproduktion, så det var nødvendigt at skrue op for lufttilførslen, hvilket på et tidspunkt resulterede i, at blæsemotoren brændte sammen. Først efter montering af en ny motor og nogle mindre ændringer kunne der leveres tilstrækkelig primærluft til at opretholde en acceptabel energiproduktion.

Ud over problemer med indføding af brændsel opstod der en række mindre problemer med slam i røgvaskeren, uforbrændte flispartikler, ujævn fordeling af brændsler med videre.

Under hvert forsøg blev der målt på spildevandet og røggassen. Resultaterne viste som forventet, at alle grænseværdier blev overholdt.

Det var forventet, at asken kunne forbehandles, så fosforen blev lettere at opløse, men det viste sig, at den effekt var minimal.

Stor interesse fra ind- og udland

Forgasserovns evne til at kunne håndtere forskellige brændsler har interesseret mange kunder i ind- og udland. Mere end 20 forskellige interessenter har således besøgt anlægget under testperioden, og især to besøg har haft betydning for Dall Energy:

- Sindal Varmeforsyning besøgte anlægget i 2015 og købte efterfølgende et anlæg, som nu er i drift.
- Franske "Dalkia" besøgte anlægget første gang i marts 2015. Efter yderligere seks besøg og prøvefyring med fransk haveparkaffald har Dall Energy indgået aftale med selskabet om at levere en biomasseovn, der bliver dobbelt så stor som den i Sønderborg.

Dall Energy har desuden modtaget et tilskud på 18 millioner kroner fra EU's forskningsprogram Horizon 2020. Resultaterne fra EUDP-projektet har formentlig en væsentlig del af æren for, at det lykkedes.

Titel:	Udvidet Brændsels Sortiment
Kontakt:	Dall Energy, Jens Dall Bentzen, ☎ 2987 2222, ✉ jdb@dallenergy.com
Kontakt:	Københavns Universitet, Simon Skov ☎ 4017 5040, ✉ ssk@ign.ku.dk
Sagsnr.:	ENS 64014-0159
Tilskud fra:	EUDP
Tilskud:	4.700.000 kroner

Intelligent styring af biomassekedler

Intelligent styring af biomassekedler øger virkningsgraden og giver signifikant lavere emissioner af skadelige stoffer. Det viser et projekt som NBE Production A/S og Teknologisk Institut har udført med støtte fra EUDP.

Af Morten Gottlieb Jespersen, Anders Pødenphant, Kim Gregersen, Jannich Hansen, Jesper Krøger Lemme, Anne Mette Frey.

Biomassekedler er et oplagt valg ved konvertering fra fossile brændsler til en mere klimavenlig varmforsyning – især i yderområder uden fjernvarmeforsyning.

Ved forbrænding af biomasse, er det imidlertid vigtigt at sikre lavest mulige emissioner af potentielt sundhedsskadelige stoffer som partikler og kvælstofilter (NO_x). Det kan ske ved at anvende intelligent styring af kedlen, så forbrændingen til alle tider er optimeret. Ydermere vil intelligent styring have den fordel, at det samtidig bliver nemmere at regulere kedlen i forhold til ydre parametre som vejr og årstid samt til interne parametre som ønsket rumtemperatur.

EUDP-projektet "Intelligent Brænder" har haft til formål at udvikle en sådan brænder ved at kombinere eksisterende teknologier med nye komponenter og et

avanceret nyudviklet styringsystem. Derved er det lykkedes at opnå en effektiv forbrænding af biomasse med hensyntagen til parametre som vejr, skorstenstræk, luftflow og brændselsdosering. Resultatet er en biomassekedel med signifikant lavere emissioner og højere virkningsgrader end de kedler, der i dag er på markedet. Det gælder i såvel testsituationer som under simuleringer af årsdrift i danske hjem.

Stokercloud

Projektet er udført i samarbejde mellem NBE Production A/S og Teknologisk Institut. For at kunne fastsætte de faktiske og typiske forbrugsmønstre året igennem og indsamle/vurdere på relevante driftsdata har projektteamet anvendt en såkaldt cloudplatform (Stokercloud), som er udviklet af NBE. Det er et real-time monitoreringssystem, som giver mulighed for at logge alle relevante slutbrugerdata og foretage justeringer af driftsparametre. Derved er det muligt at se typiske variationer

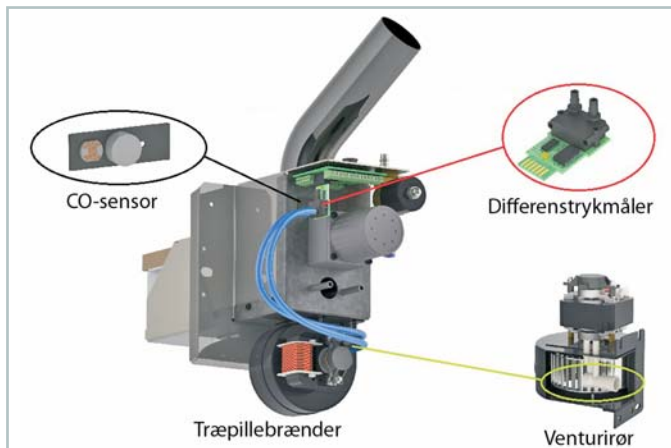


Foto: Teknologisk Institut



Foto: Teknologisk Institut

To koblede snegle jævner brændselsdoseringen ud i forhold til blot at anvende en enkelt doseringssnegl.



Den intelligente styring

Det samlede optimerede luftreguleringssystem består af et såkaldt venturirør, en differenstrykmåler og en CO-sensor:

- Venturirøret renser luftflowet, så målingen ikke bliver "snydt" af turbulens.
- Differenstrykmåleren omsætter lufttrykdifferencen fra venturirøret til styringen.
- CO-sensoren overvåger CO-niveauet i forkommeret og stopper brænderen ved højt niveau.

i såvel virkningsgrader som tænd/sluk processer og sikre, at styringen håndterer det optimalt.

Som udgangspunkt blev der anvendt en Black Star 10 kW kedel til projektet, og der blev optimeret på blandt andet lufttilførsel, brændselsdosering og isolering af kedlen.

For optimal luftdosering blev der anvendt et venturi-flowmeter kombineret med yderligere kompensation med målinger af trykdifferens. På den måde kan luftmængden reguleres bedre ved at bruge optimerede kalibreringskurver, der tager højde for ændringer som for eksempel variationer af skorstenstræk. Ved at koble disse teknologier med en kuliltesensor (CO) øges sikkerheden yderligere. CO dannes ved ufuldstændig forbrænding, hvor lufttilførslen er utilstrækkelig.

Regulering og isolering

I projektet er der udviklet et reguleringssystem, der automatisk lukker kedlen ned, hvis CO-koncentrationen på indgangssiden til brændkammeret øges. Det kan for eksempel ske, hvis skorstenen er blokeret, så røggassen løber baglæns. Generelt blev styring og algoritmer optimeret efter forbedring og kobling af komponenterne til luftstyringssystemet.

Erfaringer fra projektet viser, at det er vigtigt at isolere ordentligt omkring brænderenheden. Såvel keramik som vermiculite (Skamol) er egnet til formålet, og forskellen i forhold til emissioner er ikke signifikant.

Kedlen blev testet før og efter optimering, hvor skorstenstrækket blev varieret (10-60 Pa) for at presse kedlen. Målinger viser, at den optimerede kedel med intelligent luftstyring brændte med markant lavere emissioner under stresstest. CO var således reduceret med 53 procent og organiske gasformige forbindelser (OGC) med 40 procent.

To snegle til dosering

Brændselsdosering i en biomassekedel finder normalt sted gennem en snegl. Tilsætning er imidlertid højst irregulær og varierer med op til en faktor 20. Til brændselsdosering blev der derfor tilkoblet to snegle for at udglatte de forholdsvis store variationer i tilført mængde træpiller. Det halverer spredningen ved fuldlast, hvor problematikken er størst. Yderligere blev der indlednings-

vist lavet forsøg med lydmålinger til bestemmelse af den doserede masse ud fra signalets størrelse, hvilket kan være interessant ved udvikling af fremtidige kedler.

Supplement til typetest

Data fra Stokercloud blev brugt til at udvikle en laboratorietest (Load Cycle Test), der simulerer realistiske forhold i en bolig. Testen tilvejebringer et rigtig godt billede af såvel virkningsgrader som emissioner under varierede driftssituationer – et fint supplement til en traditionel typetest.

I den udviklede test blev der taget højde for såvel årstidsvariationer, og der blev foretaget en simulering af enkelte dage i respektive sæsoner. Dagene blev varieret i forhold til det skorstenstræk, der kan påvirkes af aktuelt vejr. Testen blev udført for såvel standard Black Star kedlen på markedet som for den optimerede kedel. Resultaterne viser, at virkningsgraden for den nyudviklede kedel var øget med 2 procentpoint fra 90,4 procent til 92,1 procent. CO-niveauet blev reduceret fra en gennemsnitsværdi over alle de simulerede dage fra 716 til 492 ppm og OGC blev reduceret fra 26,2 til 15,2 ppm. Partikelniveauet var i begge tilfælde lavt og på et sammenligneligt niveau.

Baseret på resultaterne af udviklingsprojektet er NBE blevet i stand til at producere en ny udgave af Black Star kedlen med forbedret forbrænding og sikkerhed. Den nye kedel har højere virkningsgrader og lavere emissioner, og prisen kan fastholdes på et konkurrencedygtigt niveau.

Morten Gottlieb Jespersen, Anders Pødenphant og Anne Mette Frey (amf@dti.dk) er alle ansat på Teknologisk Institut. Kim Gregersen, Jannich Hansen og Jesper Krøger Lemme er alle ansat på NBE Production A/S.

Titel:	Intelligent brænder
Kontakt:	Teknologisk Institut, Anne Mette Frey ☎ 7220 1273, ✉ amf@teknologisk.dk
Sagsnr.:	ENS 64015-0579
Tilskud fra:	EUDP
Tilskud:	1.340.000 kroner

Brint kan gøre bioolie fra pyrolyse brugbar

Brint kan bruges til at opgradere bioolie, som er fremstillet ved hjælp af pyrolyse. Derved kan 60 procent af energiindholdet i biomasse konverteres til brugbar olie. Hele processen har en virkningsgrad på 87 procent, da der også produceres koks og gas.

Processen med at bruge brint til at opgradere bioolie kaldes for katalytisk hydrolyse og minder på mange måder om pyrolyse, hvor biomasse opvarmes til cirka 500°C i en iltfri atmosfære. I den proces nedbrydes biomassen til koks, gas og bioolie. Olien har et højt indhold af oxygenater, hvilket gør, at den ikke er lagerstabil, at den danner koks ved opvarmning, har en lav pH-værdi og en lav brændværdi i forhold til benzin.

Ved katalytisk hydrolyse sker pyrolysen med en katalysator i en brinholdig atmosfære under et tryk på 10-40 bar. Herved reagerer de såkaldte oxygenater med brint på overfladen af katalysatoren, så snart de bliver dannet, og derved passiveres de før, de kan danne koks og PAH, som ellers ville deaktivere katalysatoren. I processen fjernes omkring 95 procent af iltindholdet i bioolien, og resten kan fjernes ved at sende olien gennem en traditionel hydrogeniseringsreaktor. Koksen kan brændes eller forgasses og på den måde bruges til produktion af elektricitet eller fjernvarme, og de lette gasser kan omdannes til syntetisk naturgas (SNG). Den overordnede proces har en virkningsgrad på 87 procent, og op til 60 procent af energiindholdet i biomassen ender som olie.

Brinten, der skal bruges i processen, kan med fordel produceres ved elektrolyse, hvor der anvendes strøm fra solceller og vindmøller. Det giver mulighed for at lagre overskydende elproduktion som olie og gas og kan på den måde være med til at skabe balance i energisystemet.

Titel:	H2CAP-Katalytisk hydrogen pyrolyse af biomasse til bæredygtige brændsler
Kontakt:	DTU Kemiteknik, Anker Degn Jensen, ☎ 4525 2841, ✉ aj@kt.dtu.dk
Sagsnr.:	1305-00015B
Tilskud fra:	Innovationsfonden
Tilskud:	14.410.000 kroner

Korrosion i biomassefyrede kraftvarmeværker

Et netop afsluttet projekt på DTU Mekanik har kastet nyt lys over korrosionsproblemer i biomassefyrede kraftvarmeværker. Resultaterne kan være med til at reducere omkostningerne til vedligeholdelse og sikre værkerne længere driftstid.

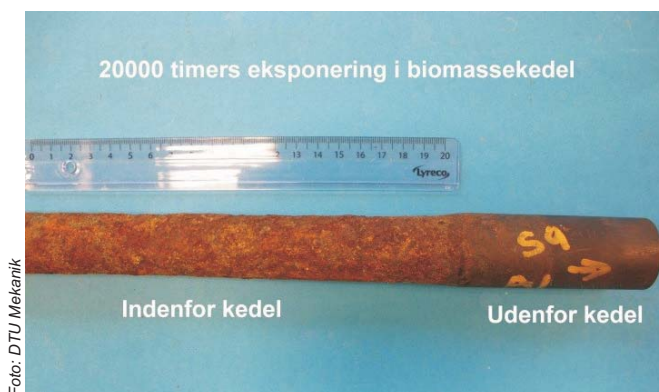
Afbrænding af biomasse i kraftvarmeværker kan give kraftig korrosion af kedelrør ved metaltemperaturer over cirka 540°C, hvilket kan medføre betydelige omkostninger til reparationer og udskiftninger (se nedenstående foto).

Korrosionsproblemer imødegås ofte ved at anvende stål med forøget indhold af krom, men ved fyring med biomasse har det vist sig, at stål med over 18 procent krom giver øget korrosion.

På DTU Mekanik har forskerne fundet en mekanisme for denne uventede opførsel: Afhængig af tid og temperatur udvikler kedelstål kromrige udfældninger, som angribes direkte af kaliumklorid, der er én af de mest aggressive komponenter i biomassen. Tendensen til at danne disse udfældninger øges, når stålets kromindhold forøges ud over 18 procent.

Projektet har desuden omfattet systematisk analyse af rørprøver udtaget fra danske biomassefyrede kraftvarmeværker igennem en årrække. Det har sat forskerne i stand til at give en mere realistisk forudsigtelse af korrosionen til gavn for værksejere og kedelproducenter.

Ud over DTU Mekanik har Ørsted deltaget i projektet. Resultaterne er blevet formidlet på netværksmøder til danske biomassefyrede kraftvarmeværker.



Kedelrør efter cirka tre års biomassefyring.

Titel:	Håndtering af Bio Korrosion
Kontakt:	DTU Mekanik, John Hald, ☎ 4525 2199, ✉ jhald@mek.dtu.dk
Sagsnr.:	ForskEL-12289
Tilskud fra:	PSO
Tilskud:	4.520.000 kroner

Forbehandling af halm til biogasanlæg

Mængden af halm, der kan tilføres et biogasanlæg, kan øges markant, hvis halmen først komprimeres og brydes. Metoden vurderes at have et godt samfundsmæssigt og miljømæssigt potentiale, men med de nuværende rammevilkår er selskabsøkonomien tvivlsom.

Halm er én af de ressourcer, der for alvor kan sætte skub i gasproduktionen på de gyllebaserede biogasanlæg, hvor biomassen består af over 90 procent vand. Udfordringen består i, at halm er et tungt omsætteligt råstof til biogasanlæg, som typisk kræver en eller anden form for forbehandling, så man kan skære ned på opholdstiden, og undgå at der dannes flydelag.

I projektet er der med succes blevet udviklet et pilotanlæg til valsning af halm med en kapacitet på 100 – 2.000 kg halm i timen, og et pilotanlæg til indfødning af halm direkte i væske med en skruepresse. Når halmen først er brudt op, kan mikroorganismene bedre omdanne fibrene til biogas. Resultatet er kortere opholdstid og mindre risiko for, at der dannes flydelag i reaktortankene. Sammenlignet med andre mekaniske forbehandlinger betragtes valsning som en energieffektiv proces.

Teknologien vurderes at have et godt samfundsmæssigt og miljømæssigt potentiale, men med de nuværende rammevilkår er forretningspotentialet for private investorer lavt.



Foto: Torben Skjøtt/BioPress

Pilotanlæg hos TK Energy til valsning af halm.

Titel:	Forøget biogasudbytte ved brug af halm, dybstrøelse og andet landbrugsaffald
Kontakt:	IPU, Klaus Schütt Hansen, ☎ 4525 4706, ✉ ksh@ipu.dk
Sagsnr.:	ENS 64015-0080
Tilskud fra:	EUDP
Tilskud:	8.930.000 kroner

Trestjernet nyhed lover mere biogas fra halm

Et øget gasudbytte og en betydelig større udnyttelse af blandt andet halm og græs i biogasanlæg kan blive resultatet af et nyt forbehandlingsanlæg, der er kåret som en trestjernet Europa-nyhed på landbrugsmessen Agromek 2018.



Det nye anlæg blev præsenteret på Agromek af Assentoft Silo, og er udviklet af Advanced Substrate Technologies A/S i Foulum. Den trestjernede nyhed omfatter udstyr til håndtering og forbehandling af halm, græs og anden svært håndterbar biomasse til biogasanlæg.

Forbehandlingen starter med neddeling i en biomikser, som er en forstærket fuldfoderblander. Herefter bliver materialet findelt i en kværn, hvor roterende stålhjul presser biomassen ned igennem en matrice. Denne behandling vil alene, ud fra de foreløbige undersøgelser, øge biogasudbyttet med 30-40 procent.

Efter findelingen kan biogasudbyttet øges yderligere ved såkaldt N-steaming. Det er en termisk-kemisk behandling af biomassen med kvælstofdamp fra tørring af fiber og/eller kvælstofstripping, hvor biomassen opvarmes til 50-55 °C. N-steameren kan også behandle neddelt biomasse, som ikke er kværnet først.

Når biomassen er kværnet og N-steamet, er den ifølge producenten let at håndtere og blande med gylle. Derved kan der tilføres mere tørstof til reaktorerne samtidig med, at der opnås en højere gasproduktion per ton biomasse.

Der er i tidens løb blevet udviklet flere forskellige teknologier, som kan gøre det lettere for biogasanlæggene at håndtere biomasse med et højt tørstofindhold såsom halm og græs. De forskellige koncepter kan i grove træk inddeles i to hovedgrupper: De avancerede hvor biomassen findeles og/eller behandles med en eller anden form for kemi, og de mere enkle løsninger hvor man blot foretager en grov neddeling af biomassen, og lader bakterierne klare resten ved at forlænge opholdstiden i reaktorerne. TS