

Sycon Energikonsult är ett företag inom Sycongruppen. Man arbetar inom många sektorer och jobbar bland annat mycket med biobränslelaterade frågor.

Företaget har tagit fram ett koncept "Energistegen".

Energistegen är tänkt som ett sätt att följa kunden från "ax till limpa". Den sista delen av Energistegen, *Verksamhetsstöd*, bygger på att hjälpa till med de problem man har under drift av anläggningen.

Ett av verktygen är bränslesimulering som ger möjlighet att prognostisera hur olika bränslen fungerar i pannan.

## Bakgrund

Bränslesimuleringen togs fram i samband med driftsättningen av Sydkafts bioförgasningsanläggning i Värnamo. Det har använts för att lättare förstå de speciella kemiska förlopp som sker i förgasaren vid cirka 20 bars tryck.

## Problem att lösa

I samband med ett intensivare nyttjande av biobränslen har det uppstått olika typer av problem i anläggningar, t ex överhettarkorrosion och igensättningar av olika karaktär.

De gängse metoderna för att klassificera biobränslen har då inte räckt till för att förklara dessa problem. Ej heller för att hjälpa driftorganisationen att undvika dem genom ett bättre val av bränslen och bränslemixar, förändring av driftförhållanden eller åtgärder i pannan.

Det har då visat sig att verktyget "Bränslesimulering" varit ett utmärkt hjälpmedel att förstå och minimera problemen.

## Verktyget

Grunden för verktyget utgörs av en bränsledatabas, förbränningsmodeller samt kemiska beräkningsmoduler.

Därutöver finns modeller för olika typer av pannor och värmeväxlare som nyttjas beroende på typ av anläggning och problem. Indata kan vara sammansättningen på bränsle, askor och rökgas, beroende på vilka problem som skall studeras. Genom parameterstudier kan även effekten

# Bränslesimulering ett verktyg för driftoptimering

av Erik Skog, Sycon Energikonsulter

av stråkbildningar för olika zoner studeras.

## Praktikfall

### 1. Minskad bränslekostnad

En bioeldad anläggning med en relativt stor rosterugn provades med olika typer av returträ.

Med det klart billigaste returträet sattes askutmatningen igen med kraftiga beläggningar efter cirka en veckas drift. Rengöringen tog två dagar, varför stillståndskostnaderna åt upp alla besparingar på bränslet.

Andra returträbränslen gick att köra kontinuerligt utan att askutmatningszonen sattes igen. De gängse analys- och utvärderingsmetoderna, se tabellen, gav inga förklaringar till skillnaden i igensättning.

En analys med verktyget "Bränslesimulering" visade att mängden smält material i askan för billiga bränslen var betydligt högre än i de bra men dyrare bränslena, vid den för askutmatningen tillåtna arbetstemperaturen, 900 C.

Genom beräkningar provades olika bränslemixar av de bra och det dåliga bränslena och en lämplig gräns på tillåten mängd smält material kunde sättas.

Detta nyttjades för att göra ett recept för maximalt tillåtna mängder av, dels det billiga bränslet och dels nya bränslen för den aktuella pannan, tex. halm och torv.

### 2. Förbättrad drifttillgänglighet

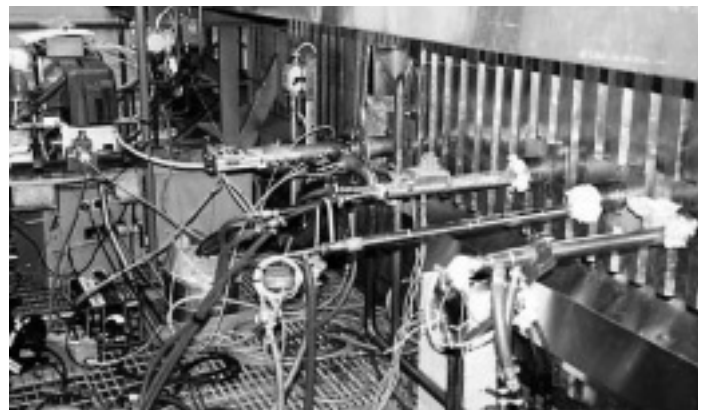
En biobränsleeldad anläggning som har en stor del returträ i mixen hade problem med att rökgaskanalen satte igen efter en tid.

Anläggningen är en rosterugn med efterföljande eldrörspanna.

*Bränslesimulering är ett verktyg som kan användas för att förutsäga vilka problem man kan få då man eldar blandningar av olika biobränslen.*

*Utvärderingen av bränslemixarna är relativt billiga då man inte behöver göra försök i pannan.*

*Utvärderingen av de simulerade underlättas dock avsevärt av referenskörningar där man kan effektivare kan hitta de områden som är mest problemskapande.*



Beläggningar analyserades och vid igensättningen fanns relativt höga halter zink. Analyser med *Bränslesimulering* och de förhållanden som uppgavs för rökgasen gav inga större mängder zink som kunde kondensera ut i eldrörspannan. Inte ens när beräkningar gjordes för bränslen med höga zinkhalter.

Närmare studier av anläggningen visade att slutförbränningen, genom tillsättning av tertiärluft, skedde nära eldrörspannan. Ett bra sätt för att hålla emissionerna av kväveoxider nere, men tyvärr inte för efterföljande beläggningar.

Beräkningsanalysen visade att mängden metalliskt zink vid aktuell rökgastemperatur var hög

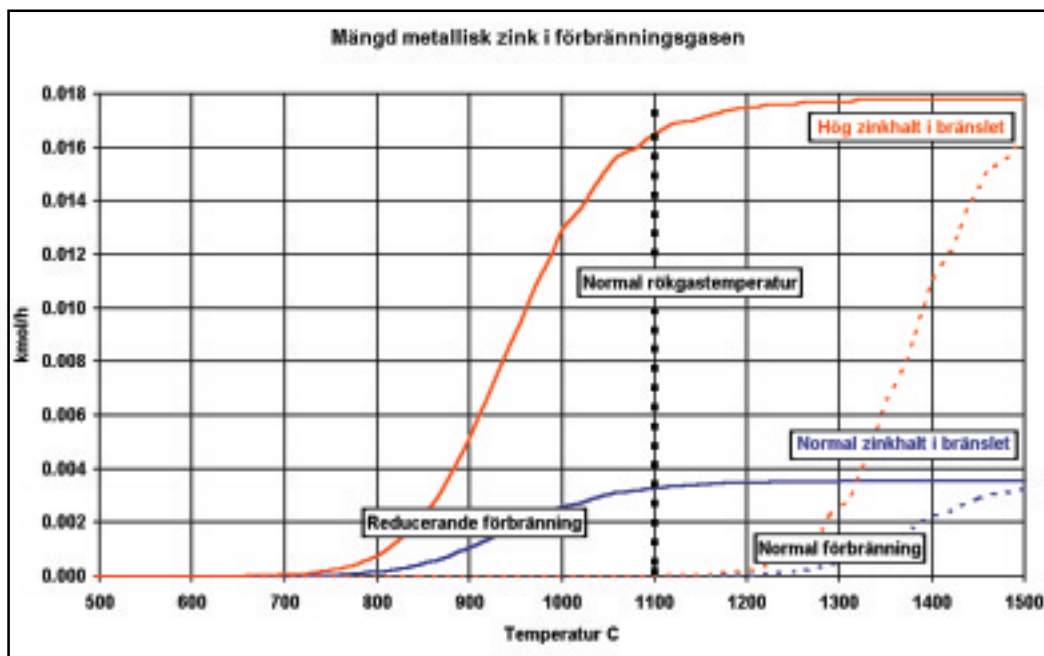
vid understökiometriska förhållanden, se figur 1.

Denna zink som i förbränningsutrymmet var i gasfas kondenserade som smälta i eldrörspannan med "klibbiga" beläggningar som följde.

Med en längre tid i en oxiderande miljö hade zinken bildat zinkoxid som inte hade gett detta problem. Man har diskuterat omfördelning av lufttillförseln, även om detta kan vara svårt med hänsyn till andra parametrar som t ex. bildning av kväveoxider.

## Överhettarkorrosion

Ett stort antal av de kraftproducerande anläggningar som eldar med träbränsle har idag problem med överhettarkorrosion. Det



Figur 1

Figuren visar hög halt av metallisk zink vid förbränning vid luftunderskott vid aktuell temperatur. Denna zink som var i gasfas i förbränningsrummet kondenserade och skapade klubbiga beläggningar i eldrörspannan.

Detta kan förhindras om zinken funnits i gasfas under längre tid med syreöverskott för då hade oproblematiske zinkoxid bildats istället.

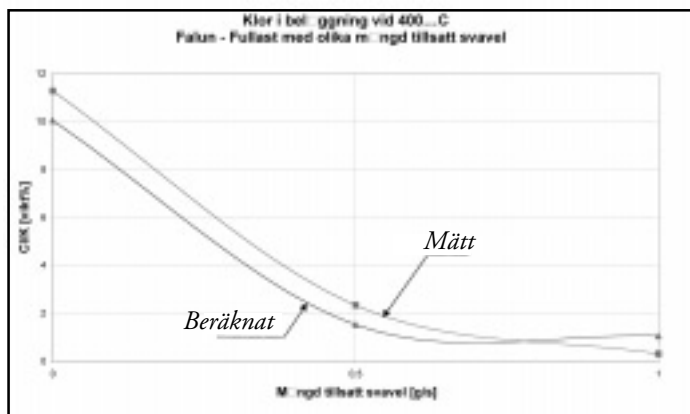


Fig 2. Bra överensstämmelse mätta och beräknade värden.

Ämne/Storhet	Enhet	Träbränsletyp	"bra"	"dåligt"
Bränsleanalys TS	C, kol	%	49.8	49.5
	H, väte	%	6.0	5.9
	N, kväve	%	0.3	0.3
	O, syre	%	41.2	42.6
	S, svavel	%	0.04	0.04
	Cl, klor	%	0.03	0.04
	Aska, 550	%	2.7	1.7
Flyktiga best. delar	%	78.5	81.4	
Fukthalt	%	42.9	-	
Effekt. värmevärde TS	MJ/kg	18.58	18.86	
Askanalys Basisk	CaO	%	34.4	23.8
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	3.14	3.38
	K <sub>2</sub> O	%	8.15	7.41
	MgO	%	4.48	3.3
	Na <sub>2</sub> O	%	2.1	3.04
	SiO <sub>2</sub>	%	28.2	26.1
Askanalys Sur	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	4.17	3.5
	TiO <sub>2</sub>	%	1.57	2.76
	MnO <sub>2</sub>	%	1.87	1
Askanalys Övrig	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	2.14	2.1
	Begynnande deform.	°C	1310	1340
Halvsfär	°C	1460	1410	
Flytande	°C	1460	1420	
Slagging index, RS		0.06	0.05	
Fouling index, RF		3.23	3.84	
Alkaliindex enl. Miles	kg/GJ	0.15	0.09	

finns inga generella förklaringar eller heller någon heltäckande förklaring till varför träbränslen är så mycket värre än kol, olja eller torv. Dessutom verkar det inte vara problem i de anläggningar där dessa bränslen blandas med träbränslet.

### Klorider är ett problem

Klorider och alkalimetaller som i träbränslen framför allt är kalium finns i stora mängder i beläggningar på korroderade överhettartuber.

De är dessutom kända för att kraftigt korrodera överhettarmaterialen.

### Torvtillsats är bra

För att försöka förstå kaliumkloridens roll beräknades rökgasens och beläggningarnas sammansättning i överhettarregionen för olika bränslemixar med trä och torv.

Resultatet från simuleringarna visade att svavelhalten i torven hade stor påverkan på mängden bildad kaliumklorid i förbränningszonen samt dess dagpunkt.

Utan torv eller svavel kondenserar kaliumkloriden på ytor kallare än 550 °C och med en svavelhalt motsvarande 30 % torv på ytor kallare än 400 °C.

Det senare innebär att ingen kaliumklorid kondenserar på överhettartytor som normalt ligger över 450 °C.

Den minskade mängden kali-

umklorid som bildas med ökad torv eller svavelinblandning bidrar dessutom med en minskad mängd som kan kondensera på överhettaren.

Istället för kaliumkloriden bildas en ökad mängd väteklorid som inte kondenserar på överhettaren.

### Prov i Falun

Genom Värmeforsk finansierades prov i Falu Energis fluidbäddspanna. Till träbränslet doserades små mängder svavel strax före inmatningen. Före provningen beräknades rökgasens och beläggningens sammansättning för olika bränslemixar. Under provningen analyserades rökgasen i överhettarregionen på mängden kaliumklorid, väteklorid samt övriga normala gaskomponenter.

Dessutom togs beläggningsprov på provtytor med temperaturnivåer 400, 500 och 600 °C. De beräknade värdena visade mycket god överensstämmelse med de uppmätta värdena, se exempel i figur 2.

Daggtemperaturerna och sammansättningarnas variation med olika halter svavel verifierades.

Detta innebär att kaliumkloridens roll som transportör av kalium och klorid från förbränningszonen till överhettartuberna bekräftats.

Dessutom att den minskas med tillsatser av svavelinnehållande bränslen. Resultatet redovisas i en Värmeforsksrapport.

Arbetet genomfördes i samverkan mellan Sandvik Steel, S.E.P., Sycon samt Vattenfall Utveckling.