

Utvärdering av Suboro Spannmålsbrännare

Suborobrännaren



Innehållsförteckning

1. Uppdraget	3
2 Metod och genomförande	3
3. Resultat	4
4 Diskussion	5
5 Förslag till åtgärder	6
Bilaga 1; Förteckning över driftprotokoll	7
Bilaga 2; Testprotokoll över brännarens slutgiltiga prestanda	8

1. Uppdraget

Företaget *Kärnvärme AB* i Grästorps har under de senaste åren arbetat med att utveckla en spannmålsbrännare för villa- och lantbruksmarknaden. Aktuell brännare är i första hand avsedd för eldning med havre, men kan även ställas om för drift med pellets. Denna redovisning är resultatet av en sk *konsultcheck* från Energimyndigheten, där vårt uppdrag varit att utvärdera prestanda- och hjälpa till med optimeringen av Suborbrännarens styr- och reglerteknik.

Produkten, *Suborbrännaren*, är en av de allra första produkterna som är konstruerad för *småskalig eldning med spannmålskärna*, i första hand i form av *havre*. Brännaren har ett för ändamålet luftkylt, specialkonstruerat brännarrör. Brännaren är sammanbyggd med ett förråd som rymmer 2- 3 dagars bränslebehov. Brännaren är framåtbrinnande och kan anslutas till de flesta i marknaden förekommande villapannor.



2 Metod och genomförande

Åfab har i samråd med tillverkaren testat brännaren när det gäller *tillgänglighet, verkningsgrad och miljöprestanda*. Vi har använt en testmetod som tagits fram i samband med andra projekt inom programmet Småskalig förbränning. Metoden kan ses som förenklad variant av SP:s metod för P-märkning av pelletbrännare.

Som bränsle har vi använt havre med en fukthalt på c:a 10%, vilket motsvarar den leveranskvalitet som lantbrukaren normalt har när han säljer till Odal-lantmän. Vi har inte gjort någon energivärdesanalys på bränslets värmevärde, men har i beräkningarna utgått från ett energivärde på c:a 4,2 kWh per kg. Detta ligger i överkant på det intervall på 4,0- 4,2 kWh per kg som brukar anges som värmevärdet för havre kring 10% fukthalt.

Vi har vid testerna registrerat CO, CO₂, THC och temperatur samt effekt och energiproduktion. Med ledning av resultaten har sedan brännarens driftprestanda beräknats med avseende på *miljöresultat, effekt och verkningsgrad*. Vi har i första hand arbetat med drift- och paustider på matarskruvar för att få så låga och stabila utsläppsvärden som möjligt. Det betyder att vi inte prioriterat verkningsgradsmätningar utan mer tittat på halterna av CO och OGC.

Testerna är utförda i vårt labb i Lidköping under perioden 2000-08-15 till den 2000-12-01 och har i huvudsak utförts av *Benny Windestål och Bengt- Erik Löfgren*.

Kärnvärme AB har önskat att uppgifter om brännarrörets tekniska konstruktion är att betrakta som affärshemlighet och därför önskat att detaljer kring rörets konstruktion inte redovisas öppet. Detta påverkar inte den öppna redovisningen av driftresultaten. De förbränningstekniska resultaten redovisas i detalj som driftprotokoll i bilagor. Denna rapport kan även laddas ned som pdf-fil från vår hemsida www.afabinfo.com.

3. Resultat

Vi har under arbetet genomfört ett stort antal dokumenterade testeldningar och med ledning av resultaten föreslagit förbättringar i såväl brännarens styr- och reglerenhet som konstruktion. Denna utvärdering skett i ett tidigt utvecklingskede, och det har varit möjligt att integrera lösningarna i den färdiga produkten. Vi bedömer produkten som färdig för marknadsintroduktion.

De inledande testerna gjordes för att bedöma produktens tekniska status. Från och med v 36 startade arbetet med att föreslå och integrera förändringar i produkten. Utan att gå in i detaljer så genomfördes tätningar av brännarens rosterrör, samt förändringar i regleringen för gång och paustid på bränslematningen.

Resultatet blev dels mycket stabilare prestanda med en kraftigt förbättrad utsläppsbild. Från de inledande testerna före vårt arbete (ej med i fig 1 t.h.) pannverkningsgraden kunnat ökas med ungefär 5%-enheter, från dryga 75% till dryga 80%.

När vi jämför motsvarande utveckling för miljöresultaten i form av CO och OGC omräknat till enheten mg/nm^3 vid 10% O_2 så finner vi motsvarande förbättring. Utsläppen till miljön har mer än halverats.

Resultaten klarar *med god marginal BBR:s krav på miljöprestanda* för installation inom tätbebyggda områden. *Observera att miljökravet klaras även i dellasteldning med återkommande start och stopp, vilket är betydligt hårdare krav än enbart ett prov vid full effekt.*

Brännaren ger vid optimal bränslematning en medeffekt (provtid 4 timmar) på 17,5 kW. Det är möjligt att lyfta effekten till en maxeffekt av c:a 23- 24 kW men då på bekostnad av förbränningsprestanda. Uppmätt maxeffekt är tillräcklig för de flesta villors- och mindre lantgårdars effektbehov.

Pannverkningsgrad Suboro

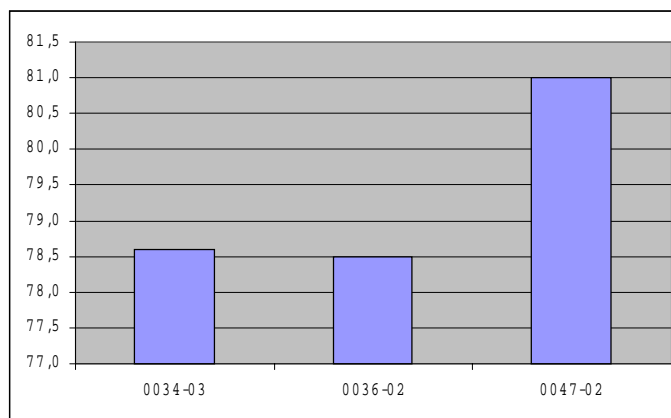


Fig 1 Diagrammet ovan visar verkningsgradsförbättringen som uppnåtts med projektet. Notera att input energi är beräknat på ett energivärde för havre med 4,2 kWh per kg. Är energivärdet lägre kan verkningsgraden vara något bättre.

Utvecklingstrend Miljöresultat

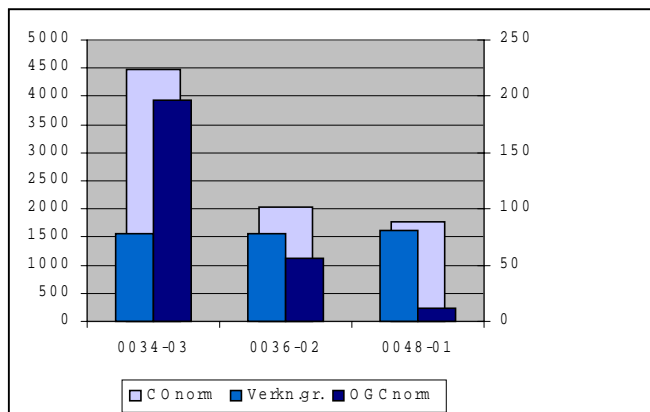


Fig 2 Diagrammet visar hur resultaten förbättrats i takt med att nya lösningar integrerats i produkten. CO-halt i vänstra- och OGC-halt i högra axeln redovisade som mg/nm^3 vid 10% O_2 .

4 Diskussion

Suboro spannmålsbrännare är ett mycket intressant alternativ för *i första hand lantbrukare med egen spannmålsproduktion*. Idag får lantbrukaren c:a 750 kr per ton när han levererar havre med 10- 12% fukthalt. Det är, räknat på energivärdet, ungefär halva det pris som villaägaren betalar för pellets. Att för lantbrukaren odla sitt eget värmebehov kan dessutom ske med en *marginellt ökad arbetsinsats*, samtidigt som han även får en *alternativ användning* för rötskadad spannmål och spannmål av dålig kvalitet.

Om/när även villamarknaden efterfrågar spannmål som bränsle öppnas *en stor alternativ marknad* som rimligtvis borde kunna betala mer för spannmålet som energi än vad som idag betalas för samma produkt som brödsäd eller foder. I ett större perspektiv kan vi också se en intressant koppling mellan öppna landskap och en alternativ användning av Europas övertaliga jordbrukareal och de kostsamma subventioner detta medför.

Suborobrännaren är i dag att betrakta som en *färdig produkt* med väl genomarbetade konstruktionslösningar. Produkten ger ett gediget intryck både när det gäller ingående komponenter, utförande och uppmätta förbränningsprestanda. Verkningsgrad och miljöprestanda ligger väl i nivå med moderna pelletsbrännare.

Förbränningsprincipen är *sidomatad och framåtbrinnande* vilket i kombination med brännarens maxeffekt (c:a 17,5 kW) ger stor flexibilitet när det gäller installationen. Bl a är flammen tämligen okänslig för pannans eldstadsutrymme.

Eftersom havre som bränsle innehåller betydligt mer aska än träpellets är det lämpligt att montera en automatisk askutmatning. I Kärnvärme koncept finns en askskruv som standard. Sammantaget innebär detta att brännare och askskruv behöver ett något större anslutningsöppning än en traditionell pelletsbrännare.

En egenhet vi noterat är att brännaren i samband med "kallstart" måste få möjlighet att starta och stoppa ett par gånger på panntermostaten innan förbränningspresstandat är stabilt. Förmodligen orsakas detta av att materialet i brännaren är kallt och det därför är svårt för förbränningen att etablera glödbädd i hela förbränningszonen. Genom att stoppa luft- och bränslematningen under uppstart etableras en glödbädd för fortsatt drift snabbare.

Brännarrörets konstruktion är optimerat för havre, men kan även användas för träpellets. Andra sädeslag har en hårdare kärna (skal) och hinner inte förbrännas i denna konstruktion av kylt brännarrör. Men vi bedömer det som troligt att man med mindre förändringar skulle kunna klara även andra sädeslag. Men detta kräver en viss forsknings- och utvecklingsinsats.

Ett alternativ att konstruera en brännare som klarar ett bredare spektra av bränslen är att isolera förbränningsröret med t ex keramik. Vi menar dock att detta vore ett steg i fel riktning. En stor fördel med ett kylt brännarrör är att risken för tillbakabrand är liten även vid strömavbrott under full drift. Vidare får produkten snabbare regleringsmöjligheter vid uppstart- och nedledning, vilket ger goda möjligheter att kontrollera förbränningspresstandat.

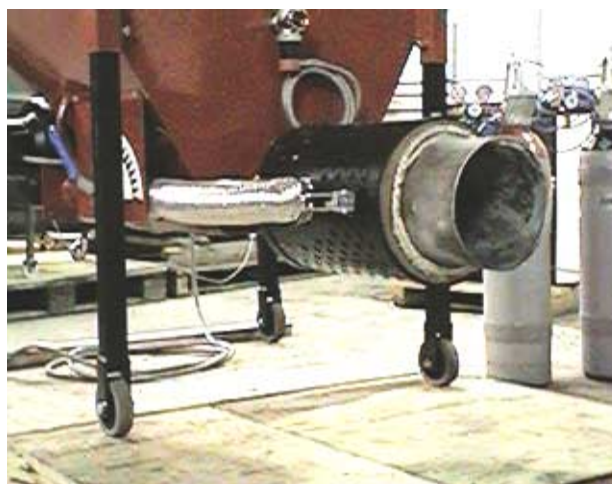


Fig 3. Bilden visar brännaren framifrån med en lätt utbytbar brännarrörs. Det är det inre röret som behöver förändras för att klara andra sädeslag än havre.

Styr- och reglerutrustningen till brännaren ger är påkostad och ger mycket goda möjligheter att påverka såväl bränslematning som prestanda. Det är lätt att ställa driftprestanda och man kan hela tiden *läsa aktuella värden*.

Möjligen skulle man kunna byta ut dagens reglerventil för luftflödet till ett spjäll med irisfunktion. Luftmängden justeras idag via en traditionell kulventil. Nackdelen med en kulventil är att den är mycket svår att justera optimala luftmängder med.

Med fullt öppen kulventil ger även ett större utslag liten förändring, medan man i andra ändan snabbt tappar flöden även med minimala rörelser. Ett spjäll med mer jämna reglermöjligheter vore därför att föredra om man vill ställa luftflödet optimalt. I praktiken trimmas därför brännaren genom att reglera bränslemängden till aktuellt luftflöde istället för tvärtom.

Skyddet mot bakbrand består av dels av en skyrventil som öppnar en vattensprinkler i händelse av hög temperatur i brännarröret. Detta är en relativt bra och säker utrustning under förutsättning att det finns vattenledningstryck.

I komplement till denna sprinkler finns ett tätslutande lock till bränslemagasinet och en gränslägesbrytare som omöjliggör drift med öppen lucka.

Dessa säkerhetssystem torde vara tillräckliga för att uppfylla bestämmelserna i BBR, men bör ändå kompletteras med ytterligare en funktion inför en ev P-märkning.

Något förslag till hur detta *extra säkerhetssystem* skall konstrueras har vi inte annat än att man skulle kunna dubblera skyrventilerna.



Fig4 Bilden visar styrboxen med en påkostad reglerteknik. Det är i princip möjligt att ställa de flesta parametrarna för att styra förbränningsprocessen.



Fig 5 Bilden visar monteringen av vattensprinklern som är det enda egentliga skyddet mot bakbrand

5 Förslag till åtgärder

Även om havre är den billigaste och mest trovärdiga energigrödan så finns det ett behov av att elda rötskadat spannmål och spannmål som av olika anledningar har en dålig kvalitet. Den åtgärd som känns mest angelägen att jobba vidare med är därför att ta fram alternativa brännarrör som klarar av att förbränna även andra energislag. Det vore en stor fördel om även dessa rör kunde bygga på den förbränningsprincip som idag finns på produkten.

Det är viktigt att teknik som denna får förutsättningar att utvecklas. Spannmål kan mycket väl vara ett minst lika viktigt energislag som pellets i ett framtida Europa. Dagens pelletsbrännarteknik har utvecklats under de senaste 10-årsperioden, och är idag ett trovärdigt alternativ till olja och elström. Utvecklingen av bättre och säkrare teknik går också fort, och det är förmodligen bara en tidsfråga innan vi har fler spannmålsbrännare på marknaden. Kärnvärme har visat att det går att elda spannmål småskaligt och tillverkarna besitter en god kunskap och erfarenhet i spannmålsteknik. Vi rekommenderar att en ansökan om ytterligare utvecklingsmedel för detta arbete lämnas in till Energimyndighetens program för "Småskalig förbränning".

Den enda förändring på dagens konstruktion vi vill föreslå är att reglerventilen för *inställningen av primär- och sekundär-luft* byts ut. Denna bör vara av en konstruktion som ger en jämnare reglerfunktion och förses med någon form av låsning.

Suboro spannmålsbrännare klarar idag BBR:s krav på miljöprestanda och ger användaren en god driftekonomi. Produkten är genomarbetad, håller hög kvalitet och ger bra och stabila prestanda. Vi vill därför rekommendera att brännaren lämnas till SP för en ev P-märkning.



Fig 6 bilden visar den kulventil som reglerar luftflödet

P-märkningsregler för spannmålsbrännare finns f n inte och produkten är (ännu så länge) tämligen ensam i sitt slag. Men det borde vara möjligt att antingen *bedöma produkten som en pelletsbrännare*, eller att *justera P-märkningsreglerna* så att vi även får en speciell klass för spannmålsteknik.

P-märkning är idag en etablerad certifiering som efterfrågas av såväl kommunala myndigheter som av marknaden. Utifrån våra erfarenheter vet vi att en certifiering skulle underlätta betydligt för en marknadsintroduktion. Utifrån de prestanda produkten visar i våra tester bör man dessutom ha goda möjligheter att utan alltför stora justeringar kunna klara P-märkningskraven.

Äfab i januari 2001

Bengt- Erik Löfgren

Bilagor

- 1. Förteckning över driftprotokoll***
- 2. Testprotokoll över brännarens slutgiltiga prestanda***

Förteckning över driftprotokoll

Suboro spannmålsbrännare

0034-1	2000-08-23	
0034-2	2000-08-23	Brutit på panntemp
0034-3	2000-08-24	On-off
0035-1	2000-08-29	Stegad dellast
0036-1	2000-09-06	Hela körningen
0036-1	2000-09-06	Ny styrning
0036-2	2000-09-07	Mot husets behov
0036-3	2000-09-11	Tätat rör
0037-2	2000-09-18	20 kW
0038-1	2000-09-19	ca 20 kW
0047-1	2000-11-22	Max
0047-1	2000-11-24	Olika laster
0048-1	2000-11-28	7,0 kW belastning

Testprotokoll Suboro spannmålsbrännare

Provobjekt

Suboro spannmålsbrännare tillverkad av Kärnvärme AB; Grästorp. Brännaren testad av Äfab den 6 sept 2000. Med protokoll 0036-2 och 0036-3 som underlag lämnas nedanstående utlåtande angående brännarens prestanda:

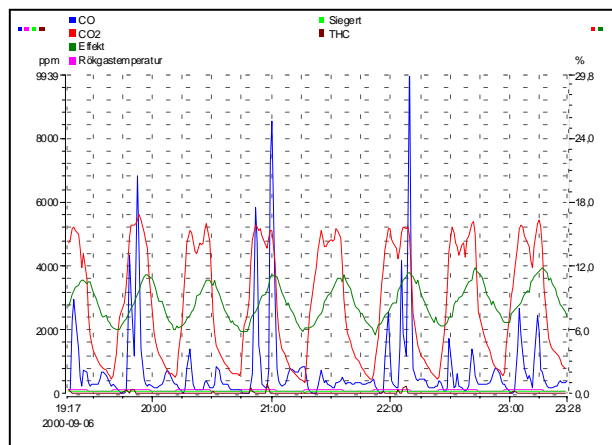
Metod

Brännaren har testats inom ramen för Energimyndighetens konsultcheck 5110-00-02626. Brännaren är ansluten till en Combifire pelletspanna och har för miljöprovet testats under 4 timmars drift mot fullt effektuttag, och för prestandaprov under 18,5 timmar med en lastcykel omfattande 3-6-9 kW:s medeleffekt.

Resultat

	Medel	Max	Min
CO (ppm)	1407		
CO ₂ (%)	9,2	17,1	0,4
Panntemp (°C)	87,7		75,4
Rökgastemp (°C)	125	164	72
Förbr.verkn.grad	86,8	95,3	
THC (ppm)	27	888	0
Effekt	9,4		
CO _{norm}	2033		
OGC _{norm}	56		

Del av Suboro 0036-2; mot husets behov



Miljövärden; fullasteldning

CO= 1006 mg/nm³ vid 10% O₂
(gränsvärde EN 3 000 mg/nm³ vid 10% O₂)

OGC= 38 mg/nm³ vid 10% O₂
(gränsvärde BBR 100 mg/nm³ vid 10% O₂)

Brännaren uppfyller därmed miljökraven enligt BBR för installation inom tätbebyggt område.

Pannverkningsgrad

Nyttiggjord verkningsgrad inkl förluster= 78,5 %
Verkningsgraden mätt vid lastcykel 4-8-12 kW med 9,4 kW medeleffekt.

Anmärkning

Det är viktigt att man vid start från kall utrustning, så snabbt som möjligt, ger brännaren tillfälle att starta och stoppa ett par gånger på drifttermostaten. Detta för att glödbädden i förbränningsröret skall etableras på rätt sätt.

Askskruven bör mynna i ett obrännbart kärl med tätt slutande lock. Om askskruven används vid pelletseldning bör man vara observant på att glödande partiklar kan följa med askan.

Lidköping den 23 jan 2001

Bengt- Erik Löfgren
ÄFAB

