

Elda spannmål i

Baxi Multiheat 2,5



Äfab rapport 01-02
Lidköping den 22 maj 2001

Innehåll

Sammanfattning	3
Bakgrund	5
Uppdraget	6
Förutsättningar	6
Utförande av försök	7
Erfarenheter	8
Resultat	9
Vete som bränsle	9
Korn som bränsle	11
Havre som bränsle	13
Slutsatser	15

Sammanfattning

Spannmål som biobränsle vinner allt fler användare bland såväl lantbrukare som vanliga villaägare. Spannmål har ett relativt högt energivärde, är billigt att köpa/odla och finns tillgängligt över hela landet. I de flesta fall eldas spannmål och halm i specialbyggda större anläggningar men på senare tid har förbränningstekniken utvecklats så att bränslet idag också kan användas småskaligt.

Spannmål med normal leveranstorrhet (max 10- 13% fukthalt) innehåller ungefär 4 kWh/kg oberoende av sädeslag, medan bulkvikten varierar på så sätt att havre är lättast och vete är tyngst. Det skiljer ungefär 35 % i vikt mellan sädeslagen.

För en lantbrukare i Mellansverige brukar avkastningen av t ex havre vara c:a 5 ton per ha, vilket betyder att en havreåker på 100 x 200 meter ger tillräckligt med energi för att ersätta ett oljebehov på 3,5 – 4 m³. Dagspriset varierar med tillgång och kvalitet, men brukar ligga på 7- 800 kr/ton plus moms. För villaägaren som köper sitt bränsle betyder det ett energipris på 26- 28 öre/kWh *färdig värme* vilket är c:a 30% billigare än träpellets och 65% billigare än olja. För lantbrukaren blir kostnaden utsäde, gödsel och arbetsinsats.

Vi har på uppdrag av *Baxi AB i Falköping* tittat på de förbränningstekniska förutsättningarna att elda spannmål i *Multiheat 2,5*. Pannan är från tillverkaren konstruerad för eldning med spannmål och träpellets i första hand, men kan även eldas med t ex flis och spån eller en blandning av bränslena. Spannmålseldning är enligt tillverkaren mycket vanligt i de Multiheatpannorna som installeras i Danmark.



Vid en första anblick är det lätt att betrakta en spannmålseldning som ett *litet nischbränsle* utan någon större marknad eller betydelse. Det kan även vara svårt att motivera varför man skall *elda livsmedel* när en stor del av världens befolkning svälter. Här nedan följer några argument som ändå talar för ett ökat användande av spannmål som biobränsle:

- Spannmål kan odlas över större delen av landet. Det betyder att energi kan produceras lokalt och ge sysselsättning i närområdet. Det kan odlas med traditionella redskap vilket för lantbrukaren innebär att han kan nyttja en befintlig maskinpark med redan gjorda investeringar. Bränslet är alltid homogent och torrt. Det innehåller ytterst lite finfraktioner och är lätt att transportera och hantera. Sammantaget innebär detta att förutsättningarna för att förbränningspresstanda skall bli likartade vid varje eldning är mycket goda.
- Askor från förbränningen kan enkelt återföras till åkern och där minska behovet av handelsgödsel. Spannmål, liksom all eldning med biomassa, är koldioxidneutralt och bidrar inte till växthuseffekten.
- Inom landet (liksom inom hela EU) finns ett överskott på åkerareal som kostar samhället varje år stora summor i olika former av stödåtgärder. Genom att elda spannmål kan man på sikt kanske minska samhällets kostnader för stödåtgärder samtidigt som vi kan bibehålla det öppna odlingslandskapet. Alternativ energiproduktion är idag ofta energiskog. En utbyggd spannmålseldning skulle dessutom ge lantbrukaren en alternativ avkastning till spannmål av sämre kvalitet etc.
- Frågan om att elda livsmedel är mer av etisk/moralisk natur. Vårt spannmålsöverskott kommer i dagsläget inte de svältande tillgodo. Men till skillnad från t ex energiskogsodling är åkermarken vid odling av energigröda när som helst möjlig att åter använda till brödsädsproduktion och situationen så kräver eller önskas.

Spannmålseldning i små anläggningar leder dock fram till en rad frågeställningar som vi försöker redovisa i denna rapport: Hur pass bra fungerar eldningen ur verkningsgrad- och miljösynpunkt? Vad handlar det om i tillsyn? Kan man minska sintringsproblematiken? Ger olika sädeslag skillnader i prestanda?

Sammanfattningsvis kan vi konstatera att spannmålseldning i de allra flesta driftfall ger både *bra- och framför allt stabila prestanda*. Miljömässigt visar våra tester att det går att utmärkt att klara BBR:s miljökrav även vid dellasteldning med start och stopp. Detta trots att askinnehållet är relativt stort och askmängden i förbränningszonen är ökande under eldningstiden. Resultaten är i stort sett likvärdiga med de resultaten vi erhåller vid pelletseldning. Detta gäller oberoende av sädeslag.

Möjligen kan vi se en tendens till att *havre* ger ett bättre resultat och att *vete* ger något sämre värden, men skillnaderna är marginella. Det största *märkbara skillnaden* för eldaren i jämförelse med pellets är askhanteringen. Spannmålseldning ger en annorlunda karaktär på förbränningen än en renodlad pelletseldning och kräver mer tillsyn. Vid spannmålseldning bör man räkna med att man behöver göra rent förbränningsrummet och se till pannan en gång per dygn åtminstone i de driftfall under eldningssäsong när energibehovet är lite större.

ÄFAB TESTER PÅ BAXI MULTIHEAT 2,5 SPANNMÅLSKÖRNINGAR MEDELVÄRDEN

Filnamn	Spannmål	CO	CO2	THC	Rökgas	mg CO	mg OGC	V-grad	Sigerts	Effekt	Noteringar
0114-2 vete Nattkörning	Vete	813	9,0	13	136	1200	28	78,3	90,5	12,5	Mot husets behov
0114-3 Låst på steg 2	Vete	457	6,5	8	97	932	24	74,3	91,2	5,5	Låst på steg 2
0114-4 fullast Vete	Vete	546	13,7	1	199	531	1	85,0	89,7	24,1	Fullast
0115-1 miljö efter 1 vecka	Vete	256	9,1	1	134	374	1	79,2	90,8	10,9	Mot husets behov
Medel av Medelvärden		518	9,6	6	142	759	14	79,2	90,6	13,3	
0115-2 Korn Fullast	Korn	583	14,1	3	210	551	4	84,4	89,3	24,5	Fullast, nysotad panna
0115-3 Nattkörning	Korn	273	8,9	3	126	408	6	83,9	91,2	10,5	Mot husets behov
0116-2 Dellast Natt	Korn	336	11,5	4	152	389	7	89,0	91,2	13,7	Mot husets behov
0116-3 Låst på steg 2	Korn	205	8,2	1	87	332	5	74,6	93,9	6,2	Låst på steg 2, retardrar ur 2st
0116-4 Fullast Korn	Korn	253	14,7	3	213	229	4	87,1	89,6	21,0	Fullast
Medel av Medelvärden		330	11,5	3	158	382	5	83,8	91,0	15,2	
0116-5 Havre Nattkör	Havre	337	10,3	1	155	457	6	87,3	90,2	14,8	Mot husets behov
0116-6 Låst på steg 2	Havre	201	5,9	1	111	451	3	80,9	89,2	5,8	Låst på steg 2, retardrar ur 3st
0117-1 Fullast Havre	Havre	976	14,2	13	205	915	18	87,5	89,7	21,0	Fullast
0117-2 Dellast Nattkör	Havre	350	10,7	2	161	453	4	84,4	89,9	13,2	Mot husets behov
0117-3 Havre utan kalk	Havre	280	10,1	2	156	369	4	85,7	89,9	12,9	Utan kalk, MER SINTRING
Medel av Medelvärden		429	10,2	4	158	529	7	85,2	89,8	13,5	

Tabellen ovan visar en sammanställning av gjorda försök. Notera att resultaten genomgående är något bättre med Havre som bränsle och att Vete är det sädeslag som är svårast att elda. "Sigerts" är beräknad förbränningsverkningsgrad som genomgående ligger på ungefär 90%.

Vi har i detta uppdrag eldat *Havre, Korn och Vete* som vi köpt i säck direkt från Odal Lantmän. Vi har studerat hur olika sädeslag påverkar förbränningsresultatet och vi har studerat effekterna av att tillsätta *en mindre mängd osläckt kalk* tillsammans med bränslet för att minska asksintringen. Något som rekommenderas av tillverkaren.

Vi har inte gjort någon speciell energivärdesanalys på bränslet, utan i våra beräkningar *utgått från att energivärdet är 4,0 kWh/kg oavsett sädeslag*. En viss osäkerhet finns därför när det gäller redovisade pannverkningsgrader i denna rapport.

Bakgrund

Sverige står inför en omställning av energisystemet där kärnkraften skall avvecklas samtidigt som utsläppen av växthusgaser skall minska. Nyckeln till denna omställning ligger i att ersätta olja och elström för uppvärmning med förnyelsebar energi från sol, vind vatten och bioenergi.

Bioenergi i form av pellets kan tillverkas där tillgången på råvara finns och för en rimlig transportkostnad fraktas till användarna. Om bara 30 % av de villaägare som *idag använder olja eller el* för sin uppvärmning skulle konvertera till pelletseldning så skulle enbart småhusmarknaden ha en potential att använda närmare 2,5 milj ton pellets per år. Det är mer än tre gånger så mycket som dagens totala användning av pellets (c:a 680 000 ton). I Sverige har vi idag en produktionskapacitet att tillverka ungefär 1 milj ton pellets årligen, fördelat på ett 30-tal fabriker från Malmö i söder till Luleå i norr.

Pellets kommer naturligtvis att få en ökad betydelse för uppvärmning av bostäder. Både som bränsle i fjärr- och närvärmesystem och som värmekälla i enskild uppvärmning. Men i takt med att efterfrågan ökar på pellets *kommer intresset även att växa för alternativa bioenergiformer* som också kan eldas mer eller mindre automatiskt.

Det faktum att vi har ett överskott av jordbruksmark i vårt land, samtidigt som det finns önskemål om att bibehålla det öppna odlingslandskapet, talar för att jordbruksmark i allt större omfattning kommer att användas för energiproduktion. Av spannmål och oljeväxter kan man tillverka biodrivmedel som etanol och rapsmetylester (RME), men även eldas som biomassa direkt eller i pelleterad form.

Med en normal avkastning på 4- 5 ton per hektar så räcker det att odla 100 x 200 meter för att producera en villas årsbehov av uppvärmningsenergi. Att så, sköta och skörda en åkerlapp på 100 x 200 meter innebär en minimal ökning av lantbrukaren normala arbetsinsats. Arbetsinsatsen skall jämföras med arbetsinsatsen att hantera 30- 35 kbm ved från skogen till asklådan, eller kostnaden att köpa 3,5 m³ eldningsolja. Spannmål är rent, bekvämt och billigt att använda, lätt att transportera och att lagra.



I och med att det nu finns utrustning som klarar spannmålseldning även i liten skala, kommer allt fler att komma i kontakt med bränslet, vilket i sin tur ökar nyfikenheten på att prova. Den största kundgruppen på kort sikt för spannmålseldning är utan tvekan lantbrukarna själva. De har redan maskinparken, den odlingsbara marken och kan med marginell arbetsinsats tillverka sin egen energi. Samtidigt får man även avsättning för spannmål av lägre kvalitet, t ex rötskadat spannmål.

Men på lite längre sikt är spannmål även intressant för den vanlige villaägaren. I synnerhet i systemlösningar där man enkelt kan välja mellan t ex träpellets och spannmål. Villaägaren kan då välja bränsleslag efter tillgång och pris. Vissa år finns det t ex stora mängder rötskadat spannmål som dumpas ut på marknaden, och då kan villaägaren passa på att köpa "billig energi". Andra år är det pellets som gäller.

Uppdraget

Baxi AB har under de senaste året märkt en kraftigt ökad efterfrågan på spannmålseldning. Multiheatpannan används mycket i Danmark som "spannmålspanna" men eftersom Baxi AB i Sverige saknar oberoende tester på eldningsprestanda under svenska förhållanden fick Äfab uppdraget att provelda ungefär 5 ton spannmål, lika fördelat mellan *Havre, Korn och Vete*.

Äfab har i detta uppdrag fått möjlighet att studera förbränningsresultaten vid såväl dellast- som fullasteldningar under kontrollerade former, vi har också "långtidseldat" veckovis för att få en uppfattning om tillgänglighet och behovet av tillsyn. Vår målsättningen har varit att ta reda på hur pass bra eldningen fungerar med hänsyn till verkningsgrad- och miljöprestanda. Vi har registrerat CO, CO₂, OGC och NO för emissionsidan och temperaturer och flöden för att bedöma verkningsgrader.



Under våra tester har vi loggat in driftvärden då pannan arbetat mot vår byggnads energibehov. Därmed kan vi påstå att försöken efterliknar *verkliga driftfall* för produkten. Pannan har i dessa driftfall fått arbeta on/off mot termostat.

Vi har även tittat på effekterna av att tillsätta kalkmjöl till bränslet med avsikt att minska sintringsegenskaperna på askan.

Förutsättningar

Naturligtvis finns det fysiska förutsättningar för användandet. Eftersom spannmål har ett högre askinnehåll än t ex pellets och askans smältpunkt i vissa bränslen är låg finns det en uppenbar risker att askansamlingen kommer att störa förbränningen. Att spannmålet är svårare att antända ger i detta fall bara en *minskad* risk för tillbakabrand sedan man väl startat upp förbränningen.

Enligt tillverkaren skall man vid spannmålseldning montera en keramikklump längst fram på matarskruven som kommer att snurra med och "röra om" i förbränningszonen. Detta för att undvika att askan smälter ihop och hindrar luftgenomsläpp. Tillverkaren rekommenderade även en tillsats av 0,5-1% kalkstensmjöl i spannmålet. Detta för att minska sintringstendenserna. Vi har eldat både med- och utan tillsats av kalk.

Ett *utmärkt hjälpmedel* att hitta rätt inställningar på matarskruvar och luftmängder finns i det dataprogram som medlevereras pannan. Genom att mata in aktuella värden beräknar programmet serviceintervall och inställningar, och vi konstaterade tämligen snabbt att dessa beräkningar stämmer mycket bra med verkliga prestanda. Vi behövde enbart göra små justeringar för att nå optimala prestanda.

Olika typer av spannmål ger olika förutsättningar för funktionen. Ett högre askinnehåll ger tätare servicebehov för rengöring och tömning av askbehållare. Genomgående för våra tester är att förbränningen skett under kontrollerade former, dels som protokollsförda mätningar och dels för att värma våra lokaler (med daglig tillsyn). Havre är det spannmål som upplevdes som lättast att elda. Delvis som en följd av att bränslet är lättare och har ett mindre hårt skal. Svårast att elda var Vete som även hade den högsta bulkvikten. Men skillnaderna är inte stora och alla sädeslag är enkla att elda.

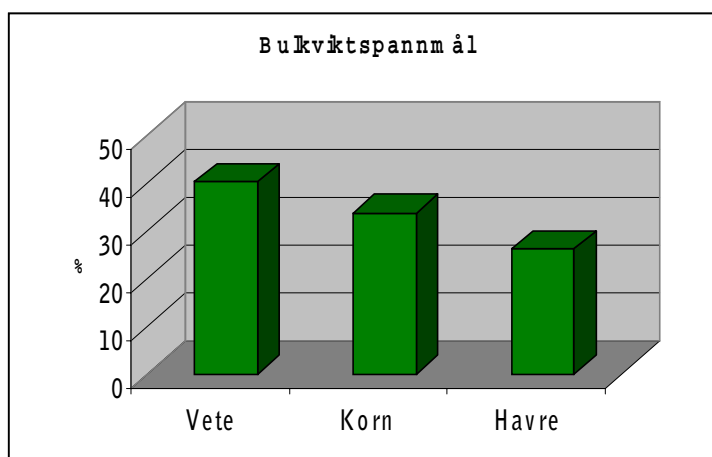
Spannmålseldning innebär betydligt större behov av tillsyn än pelletseldning. Vi kan räkna med att behöva titta till förbränningsutrymmet en gång per dygn och byta askbehållaren samt någon gång i veckan peta rent lite i själva förbränningszonen. En arbetsinsats på några minuter per dag räcker.

Utförande av försök

Vi har i detta uppdrag eldat *Baxi Multiheat 2,5* utan O_2 -styrning. Vi har använt totalt 5 ton spannmål (Havre, Korn och Vete) som inhandlats hos Odal Lantmän i papperssäck. Vi har genomfört eldningarna vid ett undertrycket i rökkanalen på mellan 12- 15 Pa. Vi har registrerat och loggat mätvärden för CO , CO_2 THC, rökgas- och rumstemperatur och även gjort enstaka mätningar på NO_x och O_2 . Därefter har vi räknat om CO och THC (OGC) till enheten mg/nm^3 normaliserat till 10% O_2 enligt de beräkningsformler som gäller. Vi har inte i våra tester mätt några kontinuerliga NO eller NO_x -värden. Totalt har vi inom uppdraget genomfört 14 st protokollsförda mätningar vid olika driftfall, varav ungefär hälften är längre provserier vid olika delaster.



För att bestämma bränslets bulkvikt använder vi en egenkonstruerad behållare (ovan) där vi känner exakt volym. Röret har en liten öppningsdiameter och kan därför med stor noggrannhet fyllas på ett



likartat sätt. Genom att sedan väga behållarens tarravikt på en krönt våg får vi ett mått på bränslets densitet och även en koppling till aktuellt värmevärde.

Havre är lättast och Vete är det sädeslag som har den högsta bulkvikten. Huruvida spannmål levererad direkt från lantbrukaren förhåller sig vågar vi inte uttala oss om. I vårt fall är det spannmål köpt i säckar som utgjort bränslet. Notera att det skiljer 35% i vikt mellan de olika sädeslagen.

Eftersom spannmål säljs per viktenhet (ton) så saknar bulkvikten i stort sett betydelse för energipriset. Men för förbränningsresultatet kan bulkvikten ha stor betydelse. Alla skruvar doserar volym, vilket innebär att både effekt och lufbehov påverkas av en förändrad densitet, och då kan resultaten påverkas avsevärt.

En fördel för spannmål i förhållande till träpellets är att spannmålskärnan är naturens egen pelleteringsform. Ren spannmål innehåller mycket små mängder finfraktioner och tål ganska hårdhänt hantering utan att förstöras.

Spannmål är lätt att hantera. Man blåser och skruvar spannmål över stora sträckor, och ett spannmålslager är ”mer flytande” än ett pelletslager och har därmed mindre tendenser till upphängning.

Tekniken att lagra och transportera spannmål är väl beprövad sedan många år. Det finns gått om utrustning till rätt pris på marknaden.



Bilden ovan visar förbränningsrummet i *Baxi:s Multiheat* under eldning med spannmål. Lagg märke till keramikklumpen i mitten av bränslehärden som snurrar med och rör om i bränslebädden.

Erfarenheter

I våra tester har spannmål med den lättaste bulkvikten (havre) genomgående uppfattats som mest lätteldat och även fått de bästa förbränningsresultaten. Men vi vill ändå betona att skillnaderna är ganska små. Det finns egentligen ingenting som talar för att man skulle behöva undvika vissa sädeslag, eller att vissa sädeslag skulle ge betydligt större problem än andra. Uppstår sådana effekter är dessa istället troligen orsakade av en felaktig inställning av pannans parametrar. Därför finns det anledning att hålla lite kontroll av bränslets bulkvikt och fukthalt.

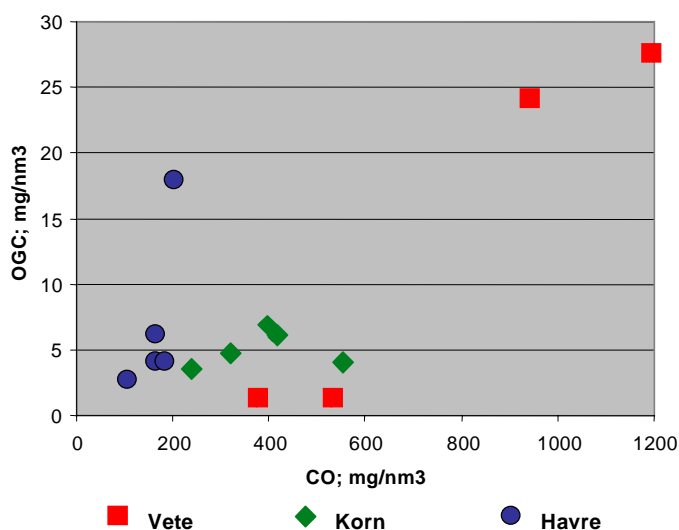
Miljövärden

Sverige håller på att anpassa miljökraven till en kommande europeisk EN-standard. Det innebär att krav kommer att ställas både på utsläpp i form av CO (koloxid) och THC (totalkolväte). Det senare omräknas till vad man kallar OGC vilket står för organiskt bundet kol. I BBR (Boverkets Byggregler) gäller idag endast krav på OGC. Halten får inte överstiga 100 mg/nm^3 vid 10% O_2 . I framtiden kan vi räkna med att motsvarande krav för CO kommer att införlivas i svensk lag och då hamna på 3000 mg/nm^3 vid 10% O_2 .

Genomgående för spannmål är att såväl CO som THC halterna är *extremt låga*. Även pikarna i samband med uppstart och nedeldning är relativt låga och korta i tiden. Driftperioden kännetecknas av att den är stabil med extremt låga utsläppstal.

Om man lägger samman *alla driftprov, med alla bränslen*, och beräknar ett ”medelvärde för spannmålseldning” och liknar detta med summan av de driftfall som inträffar i verkligheten under ett år, så kan vi anta att miljövärdena blir *ungefär 10% av BBR:s gränsvärden*. Vilket i sin tur får anses vara anmärkningsvärt bra. (se även tab på sidan 4)

Miljövärden; olika sädeslag



Diagrammet visar summan av våra eldnings miljöresultat. Notera att 100 mg/nm^3 är godkänt (BBR) för OGC och 3000 mg/nm^3 är godkänt för CO (EN)

Verkningsgrad och säkerhet

Rökgasttemperatur, luftöverskott, strålningsförluster och andel oförbränt påverkar verkningsgraden negativt. *Baxi Multiheat 2,5* har låga rökgasttemperaturer, bra förbränningsprestanda och är välisolerad. Tillsammans ger det mycket höga pannverkningsgrader. I våra tester hamnar medelvärdet på de olika eldningscyklerna på verkningsgrader mellan 79 och 85% (!) vilket kan jämföras med pannans verkningsgrad vid pelletseldning som vi med motsvarande eldningscykler testat till 85% och SP i sin test för P-märkning mätt 87%.

En spannmålseldning brinner med en något lägre avgiven effekt (ca 15%) än en pelletseldning. Kombinationen lägre effekt (rökgasttemperaturer) och ett mer svårantändligt bränsle ger *positiva effekter* för brandrisken. Man bör dock undvika att stoppa pannan utan att raka ut glöden i förbränningsutrymmet. Kombinationen glöd och het keramik gör att en bakbrand kan sprida sig och lösa ut vattensäkring.

Sammanfattningsvis konstaterar vi att spannmålseldning med bra prestanda och hyfsad bekvämlighet är lätt att uppnå i Multiheatpannan oberoende av sädeslag. Vi tror också att spannmålseldningen som energiform är underskattad av marknaden. Eldningen ger betydande ekonomiska vinster för användaren till en *relativt liten arbetsinsats* i form ökad tillsyn och askhantering.

Resultat

Vete som bränsle

Vete är det spannmål som har den högsta bulkvikten. Vetekärnan är också väldigt hård och kräver en snabb och hög temperaturhöjning för att spricka upp och förbrännas.

Vägd mängd aska efter avslutat prov ligger mellan 1,3 – 2,4 % av invägt bränsle.

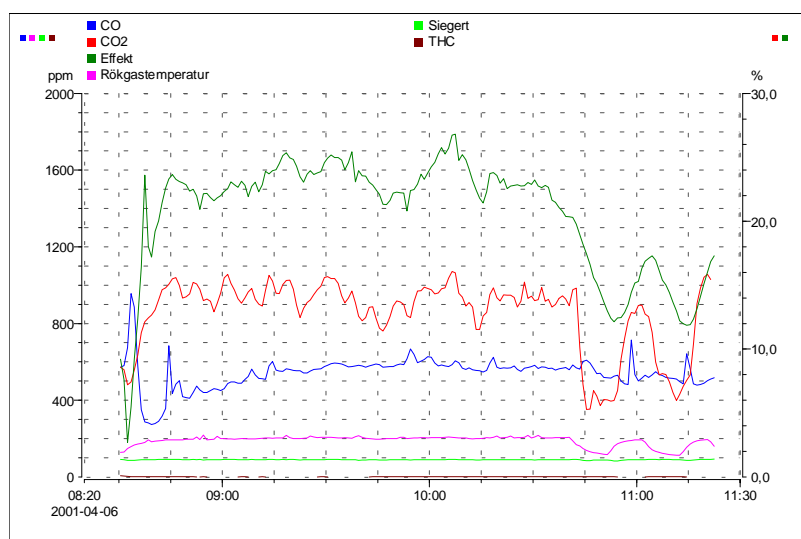
Vid eldningen har vi använt följande inställningar:

Luft_{hög} 40%

Luft_{låg} 6%,

Paustid_{hög} = 19 sek,

Paustid_{låg} = 49 sek



Fil 0114-4 "Fullasteldning med Vete". I slutet av eldningen har brännaren startat och stoppat. Maxeffekten ligger på 22- 23 kW vid eldning med vete och miljöresultaten är utmärkta.

Resultat VETE

Fil 0114-4 2001-04-06

FULLAST

		Medel	Max	Min
Provtid;	2 tim 12 min			
Bränsle; Vete	15,57 kg/62,3 kWh			
Producerad energi	53,0 kWh			
Effekt till vatten	kW	24,1	26,8	20,0
Förbränningsverkningsgrad	%	89,7	91,7	86,3
CO	ppm	546	961	273
CO ₂	%	13,7	16,7	7,2
O ₂	%	6,8	13,5	4,3
THC	ppm/propanekv.	1	6	0
Pannvattentemperatur	°C	66,6	71,0	61,5
Rök-gastemperatur	°C	199	219	127
Pannverkningsgrad	%	85,0		
CO; mg/nm³ vid 10% O₂		531		
OGC; mg/nm³ vid 10% O₂		1		

Resultat VETE

Fil 0114-2 (nattkörning)	2001-04-03		DELLAST		
			<i>Medel</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>
Provtid;	17 tim 30 min				
Bränsle; Vete	70,0 kg/280 kWh				
Producerad energi	219,3 kWh				
Effekt till vatten	kW	12,5	24,2	4,6	
Förbränningsverkningsgrad	%	89,8	94,3	-	
CO	ppm	813	3818	144	
CO ₂	%	9,0	16,2	-	
O ₂	%	11,7	-	4,3	
THC	ppm/propanekv.	13	161	0	
Pannvattentemperatur	°C	69,5	72,3	65,8	
Rökgasttemperatur	°C	136	203	89	
Pannverkningsgrad	%	78,3			
CO; mg/nm³ vid 10% O₂		1200			
OGC; mg/nm³ vid 10% O₂		28			

Korn som bränsle

Korn är det spannmål som har den näst högsta bulkvikten. Kärnan är också hård och kräver en snabb och hög temperaturhöjning för att spricka upp och förbrännas.

Vägd mängd aska efter avslutat prov ligger mellan 3,1 – 3,9 % av invägt bränsle.

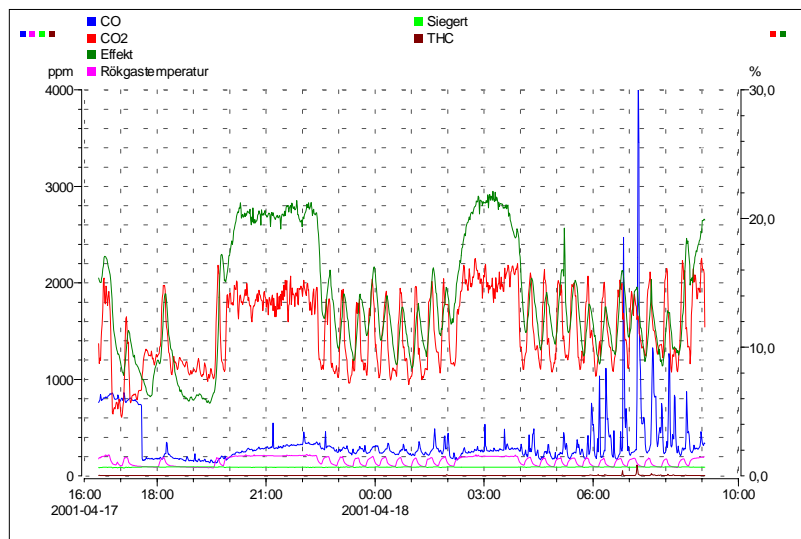
Vid eldningen har vi använt följande inställningar:

Luft_{hög} 40%

Luft_{låg} 6%,

Paustid_{hög} = 18-21 sek,

Paustid_{låg} = 49 sek



Fil 0116-2 "Dellasteldning med Korn" Notera att CO-halten i slutet av eldningscykeln börjar bli allt mer oroligt. Det är resultatet av att aska samlas i förbränningsrummet och börjar täppa till primärlufttillförseln.

Mer än ett dygn utan tillsyn är inte att rekommendera om effektbehovet ligger på 10- 12 kW.

Resultat KORN

Fil 0115-2 2001-04-11

FULLAST

		Medel	Max	Min
Provtid;	1 tim 42 min			
Bränsle; Korn	14,0 kg/56,0 kWh			
Producerad energi	47,3 kWh			
Effekt till vatten	kW	24,5	34,4	22,0
Förbränningsverkningsgrad	%	89,3	91,0	86,8
CO	ppm	583	796	521
CO ₂	%	14,1	17,1	10,6
O ₂	%	6,5	10,1	3,2
THC	ppm/propanekv.	3	4	3
Pannvattentemperatur	°C	74,0	77,7	71,0
Rökgastemperatur	°C	210	229	200
Pannverkningsgrad	%	84,4		
CO; mg/nm³ vid 10% O₂		551		
OGC; mg/nm³ vid 10% O₂		4		

Resultat KORN

Fil 0116-2 (nattkörning)	2001-04-17		DELLAST	
			<i>Medel</i>	<i>Max</i>
				<i>Min</i>
Provtid;	16 tim 40 min			
Bränsle; Korn	64,32 kg/257,3 kWh			
Producerad energi	229,1 kWh			
Effekt till vatten	kW	13,7	22,2	5,6
Förbränningsverkningsgrad	%	77,7	81,0	72,7
CO	ppm	336	4970	131
CO ₂	%	11,5	17,0	-
O ₂	%	9,2	-	16,3
THC	ppm/propanekv.	4	127	3
Pannvattentemperatur	°C	74,8	78,5	68,8
Rökgastemperatur	°C	152	227	84
Pannverkningsgrad	%	89,0		
CO; mg/nm³ vid 10% O₂		389		
OGC; mg/nm³ vid 10% O₂		7		

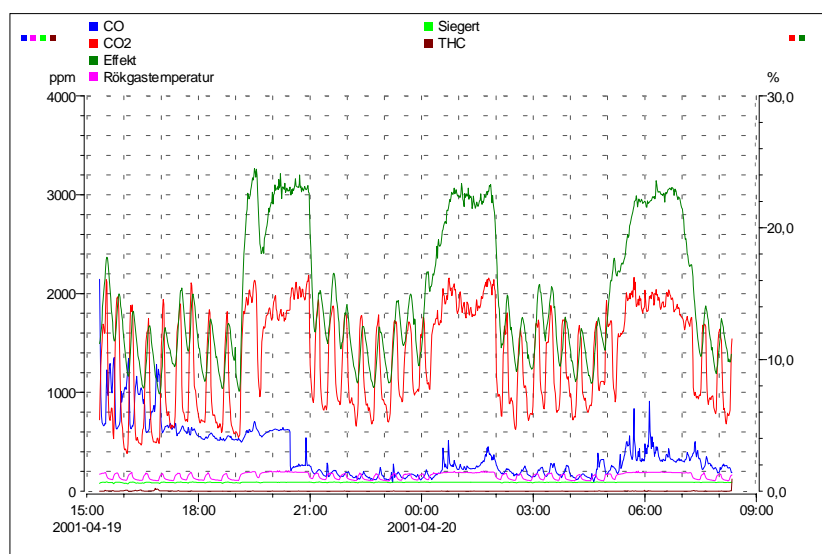
Havre som bränsle

Havre är det spannmål som har den lägsta bulkvikten. Kärnan är också mjuk och är relativt lätta att antända och förbränna.

Vägd mängd aska efter avslutat prov ligger mellan 2,1 – 3,1 % av invägd bränsle.

Vid eldningen har vi använt följande inställningar:

Luft_{hög} 42%
Luft_{låg} 10%,
Paustid_{hög} = 17 sek,
Paustid_{låg} = 46 sek



Fil 0116-5 "Dellasteldning med Havre" Notera gärna att CO-halten i denna dellasteldning är mycket stabil och att förbränningen inte visar några tecken till störning. Detta styrker den "allmänna känslan" av att det lättast att elda havre.

Resultat HAVRE

Fil 0117-1 2001-04-23

FULLAST

		Medel	Max	Min
Provtid;	2 tim 06 min			
Bränsle; Havre	12,60 kg/50,4 kWh			
Producerad energi	44,1 kWh			
Effekt till vatten	kW	21,0	27,9	14,5
Förbränningsverkningsgrad	%	89,7	91,8	86,6
CO	ppm	976	-	570
CO ₂	%	14,2	18,6	9,0
O ₂	%	6,3	11,7	2,1
THC	ppm/propanekv.	13	391	1
Pannvattentemperatur	°C	74,9	80,7	70,8
Rök-gastemperatur	°C	205	226	173
Pannverkningsgrad	%	87,5		
CO; mg/nm³ vid 10% O₂		915		
OGC; mg/nm³ vid 10% O₂		18		

Resultat HAVRE

Fil 0116-5 (nattkörning)	2001-04-19		DELLAST		
			<i>Medel</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>
Provtid;	17 tim 00 min				
Bränsle; Vete	72,2 kg/288,8 kWh				
Producerad energi	252,3 kWh				
Effekt till vatten	kW	14,8	24,5	7,3	
Förbränningsverkningsgrad	%	88,8	93,8	-	
CO	ppm	377	2145	51	
CO ₂	%	10,3	16,6	-	
O ₂	%	10,3	-	4,0	
THC	ppm/propanekv.	1	29	0	
Pannvattentemperatur	°C	78,5	82,4	71,5	
Rökgastemperatur	°C	155	209	104	
Pannverkningsgrad	%	87,3			
CO; mg/nm³ vid 10% O₂		457			
OGC; mg/nm³ vid 10% O₂		6			

Slutsatser

Spannmålseldning är ett *underskattat bränsle* på marknaden. Genom sin tillgänglighet och sitt låga pris kommer detta att bli ett allt mer attraktivt bränsle i takt med att fler upptäcker fördelarna. Man skall i sammanhanget konstatera att spannmål naturligtvis ger en större egeninsats med arbete än en renodlad pelletseldning, men möjligheten att *kunna* elda spannmål borde ändå kunna tilltala en betydligt större kundgrupp än enbart lantbrukare.

Hur pass bra fungerar spannmålseldningen miljömässigt? Vi har i våra eldningar kunnat visa att miljövärdena i stort sett är likvärdiga med pelletseldning. När det gäller OGC hamnar man i nivån 3- 10 mg/nm³ medan BBR:s gränsvärde ligger på 100 mg/nm³. För CO hamnar vi på 400- 800 mg/nm³ medan föreslaget gränsvärde enligt EN ligger på 3 000 mg/nm³. Det ger med råge godkända resultat.

Det är i Sverige inte aktuellt med miljökrav på kväveoxider (NO_x). Men eftersom spannmål är odlat på jordbruksmark innehåller spannmål högre kvävehalter än t ex träpellets. Detta återspeglas även i utsläppen, där spannmålseldningen ger ungefär dubbelt så höga utsläpp som pelletseldning. Men utsläppen hamnar ändå under 100 mg/nm³ vilket skulle klara t ex Österrikes krav. (Österrike är det enda landet i Europa som har krav på kväveoxider)

När det gäller verkningsgrader så ligger dessa mellan 79- och 85% som medelvärden. De högsta värdena får vi med Havre, som också är det billigaste spannmålet att köpa och det sädeslag som är lättast- och hårdigast att odla. Verkningsgraderna är därmed i stort sett likartade med pelletseldning. Till sammans med stabila prestanda och god tillgänglighet borgar detta för en god driftekonomi hos användaren.

Våra testresultat visar således att det *fungerar alldeles utmärkt* med spannmålseldning i Baxi Multiheat, även i modeller med manuell styrning. Säkerligen skulle en utrustning med lambdasondstyrning kunna ge ytterligare några procentenheter bättre värden. Lambda-sondstyrning kan idag köpas som tillbehör, men trenden är nog att denna kommer att bli standard i framtiden.

Vi har *inte* tittat på materialval och/eller försökt att bedöma hållbarhet eller livslängd på t ex keramikdetaljer, men vi kan konstatera att det ganska snart blir kraftiga påslag med slagg, och att förbänningsrummet behöver rengöras ungefär var 10 dag för att inte ge oacceptabelt med slagg.



Bilden visar "den roterande keramik-klampen" efter två veckors eldning med spannmål. Hårda slaggbeläggningar täcker större delen av ytan.

Den *roligaste slutsatsen* från vårt uppdrag blir ändå att vi är *positivt överraskade* av hur bra spannmålseldningen faktiskt fungerar, och hur liten arbetsinsats som krävs för att få bra prestanda och en god tillgänglighet även i små anläggningar.

Äfab den 23 maj 2001

Bengt- Erik Löfgren

Benny Windestål