Test av olika produktkombinationer vid eldning med träpellets

och

Fältundersökning av olika pelletskvalitet vid utleverans och värmekälla

En studie finansierad av Konsumentverket
Äfab rapport 2004:03

FÖRORD

Det är ingen tvekan om att den potentielle pelletsanvändaren i framtiden kommer att ställa allt större krav på förutsägbara egenskaper hos den utrustning han väljer för att säkerställa såväl driftsäkerhet som ekonomin hos sin anläggning. I synnerhet gäller detta om man konverterar från olje- eller elvärme till pelletseldning. Omvänt behöver därför även utrustningstillverkarna veta vilken variationsvidd i egenskaper som deras produkter måste kunna klara av.

Syftet med denna studie har varit att utifrån verkliga testresultat försöka avgöra om det vid övergång till uppvärmning med pellets finns olika produktkombinationer (panna / brännare) som är bättre / sämre alternativ för konsumenten. Äfab har undersökt dels hur *verkningsgrad- och miljöprestanda* påverkas om man installerar pelletsbrännare på *tre olika men representativa pannmodeller* från *tre olika åldersgrupper (utvecklingsstadier)* i kombination med *tre olika modeller av pelletsbrännare*.

I studien har vi tittat på hur *traditionella vedpannor* och *renodlade oljepannor* fungerar i kombination med pelletsbrännare och i några försök där vi även *eldat mot enbart tappvarmvattenuttag*. I bakgrunden finns då resultaten av ett projekt finansierat av Energimyndigheten (Stem projekt 20400-1) där Äfab försökt att utvärdera huruvida en ackumulatortank i kombination med pelletseldning har en positiv eller negativ inverkan på driftekonomi och prestanda. Det senare inte minst aktuellt då kombinationen pellets / sol allt oftare presenteras som en lämplig- och ”optimal miljömässig installation”.

Vi menar att det är dessa frågor som, tillsammans med bränslekvalitetsfrågorna, har en *stor- och avgörande inverkan* på pelletsteknikens lönsamhet och framtida marknadspenetration. Våra resultat och slutsatser borde därför kunna vara till stor hjälp både när det gäller konsumentens val av utrustning och tillverkarens behov av vidareutveckling av tekniken.

Äfab har i detta projekt även studerat pelletskvalitet vid framme vid brännaren efter det att bränslet passerat villaägares bulkförråd. Pelletsprov har tagits *dels* vid fabriken i samband med leverans och *dels* framme vid användarens brännare i syfte att ta reda på *dels* ev skillnader i bränslekvalitet inom olika landsändar och dels hur stor en ev kvalitetsförsämring blir vid olika typar av bränsleförråd. Vi redovisar även testresultat på några pelletsprov från importerad ”villapellets”.

Resultaten som redovisas antyder att marknaden underskattat betydelsen av att se hela systemlösningen som en helhet. Det finns säkerligen i landet tusentals installationer av pelletsbrännare som av ren okunskap, både hos installatören och hos användaren, fungerar sämre än de borde enligt de tekniska förutsättningarna.

Äfab vill rikta ett varmt tack till Konsumentverkat vars ekonomiska bidrag varit en förutsättning för denna studie och till medverkande företag både på bränsleproducentsidan och utrustningssidan som välvilligt samarbetat och ställt upp med både utrustning och mantid för projektet genomförande.

Lidköping i maj 2004

Bengt- Erik Löfgren
Äfab

Olof Arkelöv
Projektledare

Innehållsförteckning

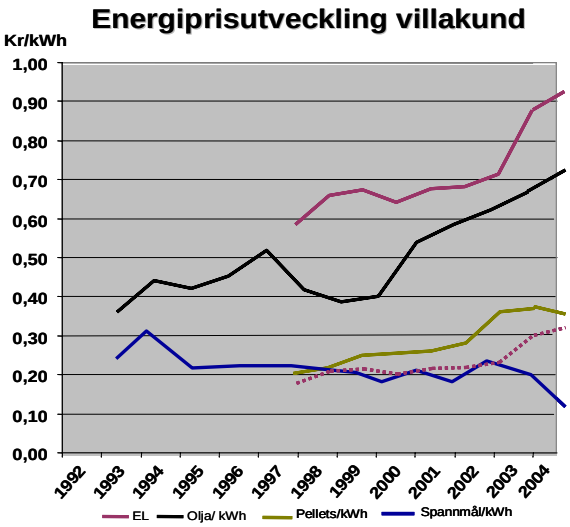
1.	**Bakgrund**	**4**
2.	**Marknaden**	**5**
2.1.	Kunden för pelletsvärme	5
2.2.	Hinder för marknadsutveckling	6
3.	**Äfab testlabb**	**8**
3.1.	Utrustning	8
3.2.	Provningsmetod	8
3.3.	Beräknade resultat	9
3.4.	Stilleståndsförluster	9
3.5	Pelletskvalitet provpellets	10
4.	**Projektbeskrivning**	**11**
4.1.	Projektet pelletskvalitet	11
4.2.	Projektet förbränningsprestanda	11
5.	**Resultat pelletsprov i fält**	**13**
5.1	Egenskaper hos pellets (trä)	13
5.2	Pelletskvalitet	14
5.2.1	Volymvikt	14
5.2.2	Aska	15
5.2.3.	Värmevärde	16
5.2.4.	Fukt	16
5.2.5	Asksmälttemperatur	17
5.2.6.	Finandel	17
5.3.	Sammanfattande resultat utleveranser	18
5.3.1.	SÅBI Vaggeryd	18
5.3.2.	SÅBI Österbymo	19
5.3.3.	SBE Ulricehamn	21
5.3.4.	V-Pellets Grums	22
5.3.5.	Statoil Säffle	24
5.3.6.	Mebio Valbo	25
6.	**Resultat eldningsförsök**	**27**
6.1.	Stilleståndsförluster	27
6.2.	Sammanfattande resultat stillestånd	28
6.3.	Sammanfattande resultat vid eldningsförsök	30
6.4.	Analys av gamla pannor (15- 25 år)	33
6.4.1	Resultat CTC Total	35
6.4.2	Resultat CTC 171	36
6.4.3	Resultat Egor v25	37
6.5.	Analys av trad pannor (5- 15 år)	38
6.5.1	Resultat CTC 1100	39
6.5.2	Resultat Thermia Tric	40
6.5.3	Resultat Vedunic 35	41
6.6.	Analys av nya pannor (modern teknik)	42
6.6.1	Resultat Baxi Bonus	44
6.6.2	Resultat Combifire	45
6.6.3	Resultat Viessmann	46
6.7	Elbehov för driften	47
7.	**Diskussion**	**48**
7.1.	Problem med pelletsdistribution/-lager	48
7.1.1.	Bättringsförslag	49
7.2.	Låglasteldning med pellets	49
7.2.1.	Ackumulatortank i kombination med pellets	49
7.3.	Framtidens pelletsteknik måste bli bättre	51
8.	**Bilagor**	

1. Bakgrund

Pellets är enklare att använda än ved och flis och kan ofta till en låg investeringskostnad enkelt konverteras till en befintlig olje- eller kombinationspanna. Men det har till dags datum inte funnits några egentligen undersökningar på *hur bra funktionen blir när man konverterar till befintliga äldre pannor*. Konsumenten har därför varit hänvisad till tillverkarens uppgifter om prestanda och till testrapporter som gäller för t ex p-märkning och som då testats under närmast optimala förutsättningar.

Den senaste tidens höjda el- och oljepriser har tillsammans med myndigheternas klimat- och miljömål placerat pelletsuppvärmning i kombination med solvärme som ett av de bästa alternativen för villavärme. Pelletseldning är också den form av fastbränsle som myndigheterna gärna ser att får en ökad andel då den ger små utsläpp till miljön samtidigt som klimateffekter och försurning minimeras.

I dagsläget eldas drygt 1 milj ton pellets i landet varav ungefär 270 000 ton pellets fördelas på ungefär 55 000 villor över hela landet. Det är en ökning på villamarknaden med 28 % jämfört med året innan (2003). Pellets finns idag tillgängligt över hela landet till ett pris för färdig värme i en bra anläggning är c:a 40- 45% lägre än kostnaden för olja och elström. Det är därför naturligt att pelletseldning snabbt har etablerats som ett allt vanligare alternativ till olja och el för villavärme.



Diagrammet ovan visar att lönsamheten att konvertera till pelletseldning från olja och el aldrig varit större än idag. Den prickade linjen är driftkostnaden för en större värmepump.

I takt med att allt fler villaägare konverterar från el- och oljevärme till pelletseldning ställs också krav på bekvämlighet och tillgänglighet och inte minst ekonomisk lönsamhet. Den vanligaste installationen i Sverige är att konvertera en pelletsbrännare till en befintlig äldre värmepanna. Detta för att konsumenten *dels* känner ett motstånd i att skrota en fungerande panna och *dels* blir hela konverteringen billigare än vid ett komplett pannbyte.

Installationen innebär att pelletsbrännare kan komma att installeras på olämpligt utformade eldstäder vilket i sin tur kan leda till *både driftstörningar och verkningsgradsförluster* som i sämsta fall t o m skulle kunna förbruka hela den ekonomiska fördelen med pelletseldning.

Äfab har noterat att det tämligen ofta förekommer klagomål på hög andel finfraktion, sintring av aska och andra problem kopplade till leverans och hantering. I vår verksamhet har vi dessutom kunnat konstatera att det kan skilja uppemot 20 % i bulkvikt mellan olika leveranser av pellets. Och eftersom en brännarskruv doserar volym – inte vikt – innebär detta naturligtvis också skillnader vid förbränningen.

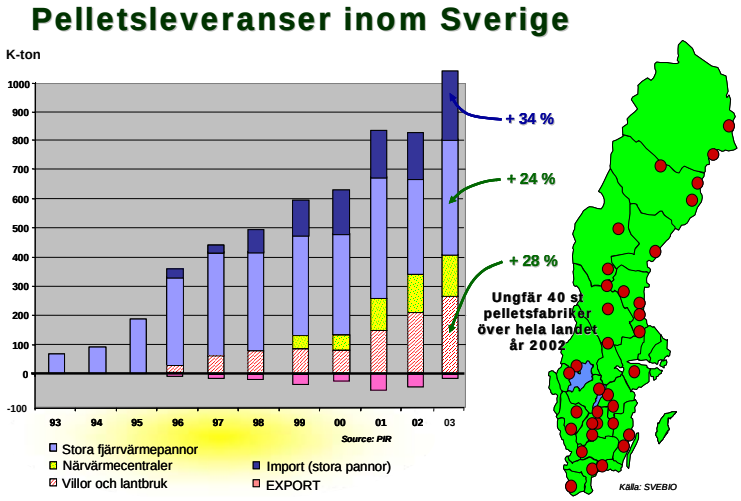
Denna studie har även syftat till att utvärdera hur stora skillnaderna är på pellets levererad från olika tillverkare och från olika landsändar, och samtidigt ta reda på hur stor kvalitetsförsämringen blir i hanteringen från fabrik till brännare. Detta samtidigt som vi försöker identifiera de vanligaste orsakerna till de kvalitetsförsämringar som hittas. Genom praktiska eldningsprov utvärderas hur stora skillnaderna blir vid olika utrustningskombinationer och åldersgrupper. Syftet har dessutom varit att kunna redovisa vilka konsekvenser en pelletskonvertering kan få om man inte har en lämplig kombination av utrustning.

2. Marknaden

Inom landet finns enligt SCB mer än 1,5 milj småhus, varav mer än 1/3 (566 000 småhus) använder enbart el för uppvärmning. Enligt skorstensfejarnas sotas varje år 440 000 oljepannor och 306 000 bioenergipannor. Varav enl Pelletsindustrins Riksorganisation (PiR) c:a 47 000 är pelletsbrännare/-pannor och 8 000 är pelletskaminer. Av installerad pelletsteknik under år 2001 hade drygt 50 % konverterat från oljeeldning och resterande fördelas lika mellan vedeldning och elvärme.

2.1. Kunden för pelletsvärme

I marknadsundersökningar beställda av Pelletsintressenters Samorganisation (PellSam) konstateras att de som konverterar från olja- och elvärme gör det i huvudsak av *kostnadsskäl* (man vill ha lägre uppvärmningskostnader), medan de som konverterar från vedeldning antingen gör det av *bekvämlighetsskäl* eller för att man har en gammal teknik och av miljö- eller åldersskäl ändå *måste byta utrustning*. Då är alternativet med pelletsteknik avsevärt billigare än en komplett modern vedpanna med ackumulering.



Med anledning av detta kan vi identifiera minst *tre olika kundgrupper* med olika önskemål, som kan tänkas vara potentiella pelletskunder:

Vedeldaren: Den typiske kunden har en omodern vedpanna utan ackumulatortank. Pannan kan vara gammal och behöver bytas ut eller så har man tröttnat på arbetsinsats och dålig komfort. I vissa fall kan även klagomål på röklukt och andra obehag från kringboende vara en orsak till en övergång till pelletseldning. Kunden *har erfarenhet* av fastbränsleeldning och upplever pelletseldning som *dyrt* men *bekvämt*.

Olje- och Elvärmekunden: Här har vi en relativt ny men mycket stor kundgrupp. Gemensamt för gruppen är att man inte alls har samma kunskap och erfarenhet av eldning som vedeldaren, utan att man ser på uppvärmningen som en nödvändig kostnad. Man är ofta ointresserad av tekniken men kräver att den skall fungera utan alltför mycket service och tillsyn. Många upplever pelletseldning som *jobbigare* än olja och el men *mycket billigare*.

Bland de som installerat pelletsvärme under 2002/03 är ändå 94 % *nöjd* eller *mycket nöjd* med tekniken och kan därför rekommendera pellets till en nära bekant. Uppenbarligen är den nyare teknik bättre - och arbetsinsatsen lägre - än vad man förväntat sig.

Direktelvärmekunden: Verkar ännu inte riktigt förstått att en pelletskamin, till skillnad från en braskamin, faktiskt är en primär värmekälla. Att en pelletskamin fungerar helautomatiskt mot en rumstermostat och lätt klarar av att ersätta uppemot 75- 80 % av en villas uppvärmningsbehov. Den behöver påfyllning bara 2- 3 ggr per vecka och ger både *trevnad* och *jämn värme* till byggnaden.

Under 2003 mer än fördubblades försäljningen av pelletskaminer – om än från en låg nivå - och installationen är förmodligen den i särklass billigaste åtgärden att radikalt kunna sänka uppvärmningskostnaden i direktelvärmda hus.

2.2. Hinder för marknadsutveckling

Det finns ännu många fördomar kring ved- och pelletseldning. Fördomar som gör att många inte ser bioenergi som ett trovärdigt alternativ till olja och el. Man vill/orkar inte sätta sig in i vad alternativen egentligen kan erbjuda. En tydlig trend på marknaden är också att *de som har tillgång till billig ved* i allt större utsträckning väljer att satsa på en renodlad vedpanna med ackumulatortank. Under 2003 fördubblades försäljningen av moderna vedpannor.

Många villaägare som står i begrepp att byta uppvärmningssystem väljer annars idag mellan pelletseldning och värmepump (berg- eller markvärme). Ungefär 3 av 4 väljer i då värmepumpen trots att investeringskostnaden är uppemot dubbelt så dyr och driftkostnaden är i stort sett jämförbar med pelletsvärme (se även diagram sid 4). En utveckling som ur samhällets synpunkt är mycket olycklig då värmepumpen ökar både den totala användningen av el[1] och behovet av toppkraft när det är som kallast.

Uppenbarligen är det fortfarande många som uppfattar pelletseldning som alltför jobbigt och besvärligt, och väljer därför andra alternativ. Man är rädd helt enkelt rädd för att pelletseldning kommer att innebära en stor arbetsinsats och att man har en besvärlig och smutsig hantering av aska. Många litar heller inte på att tekniken verkligen fungerar och är rädd för ideliga driftstopp och kostsamma haverier. *Vårt projekt har visat att det finns ett fog för den rädslan, men också att modern teknik fungerar betydligt bättre än ställda förväntningar.*

Det är riktigt att pelletseldningen i Sverige är en *relativt ung teknik.* Vi har bara haft kommersiella pelletsbrännare för villabruk på marknaden sedan mitten av 1990-talet och utvecklingen av tekniken pågår fortfarande. Men helt klart är ändå tekniken idag tillräckligt bra för att det stora flertalet kunder skall bli nöjda. Även de som konverterar med *modern teknik* från olja och el brukar bli positivt överraskade över hur bra tekniken ändå fungerar och hur liten den faktiska arbetsinsatsen är i förhållande till investering och lägre driftkostnad.

I ett försök att minska konsumentens oro för investeringen har PellSam tillsammans med försäkringsbolaget Arctic tagit fram en *6- årig trygghetsförsäkring* som ingår i priset och följer med produkten. Försäkringen kompletterar konsumentens ordinarie maskinskadeförsäkring och ersätter vid maskinskada alla utlägg för självrisk och åldersavdrag som uppstår vid skaderegleringen. Försäkringen omfattar förutom den försäkringsbärande utrustningen även *all annan utrustning som tillhör värmesystemet och som installerats vid samma tillfälle* som pelletsbrännaren.

Tanken med trygghetsförsäkringen är att branschföretagen gemensamt skall ta ett *större ansvar för såväl produkter som installation* och därmed minska kundens osäkerhet för att våga göra investeringen. Samtidigt kan man kanske locka kunden till att även byta ut den gamla pannan några år i förtid om den nya även omfattas av försäkringsskyddet. Mer information om PellSam finns på hemsidan www.pellsam.se.

När får vi skatt på pellets? och *Räcker pelletsen till?* är två andra mycket vanliga frågor som gör kunden osäker på investeringen. Bakgrunden är naturligtvis att man inser att om staten förlorar skatteintäkter på en minskad försäljning av olja och el så måste man kompensera sig.

[1] Enligt Arne Lögdberg på Svenska Energi- och Värmepumpföreningen (SEV) beräknas 73 % av de 33 000 värmepumpar som installerades 2003 ersätta en befintlig oljepanna. (Det ger en ökad elförbrukning motsvarande nästan 10 000 elvärmda villor)

Men man glömmer bort att det finns en bred majoritet i riksdagen för en *grön skatteväxlig* vars syfte är att under 10 år öka lönsamheten för förnybar energi med 3 miljarder per år på bekostnad av olja och el. En skatt på pellets skulle verka i rakt motsatt riktning mot skatteväxlingens intentioner. Att staten däremot kommer att kompensera ett skattebortfall på något sätt är däremot nödvändigt, men om man väljer att beskatta energi är det troligt att man i så fall väljer att beskatta all konsumtion av energi och / eller att beskatta elförbrukningen under den kallaste perioden.

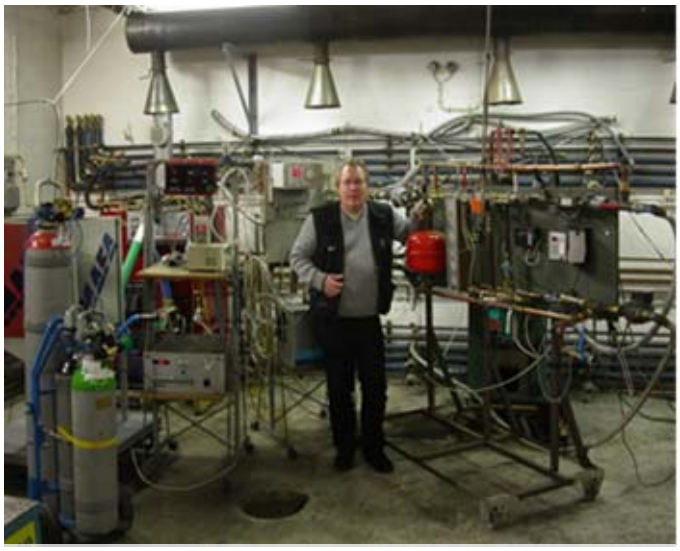
Det återstår ännu 22 miljarder att skatteväxla. Så vi kan därför vara tämligen säker på att olje- och elpriset kommer att öka under åtminstone de närmaste 7 åren. Men med ett ökat olje- och elpris öppnar naturligtvis dörren även för ett högre pris på alternativa energiformer.

När det gäller oron för att pelletsbränslet inte kommer att räcka till så finns det idag en konflikt om råvara (sågspån) mellan bl a spånplatteindustrin och pelletstillverkningen. Trots detta finns idag (försommaren 2004) närmare 20 % av årsbehovet av pellets i osålda lager. Och pellets är dessutom en utmärkt transportförpackning som tål långa transporter. Redan idag är ungefär 20 % av vår inhemska användning pellets tillverkad i framförallt Kanada, Finland, Baltikum och Polen. Enbart i Ryssland finns nästa gratis råvara som skulle kunna 10 dubbla världens användning av pellets. Råvaror som nu i allt snabbare takt tas i användning för pelletsproduktion.

Av ovanstående kan vi lätt dra den slutsatsen att pelletseldningen troligen ännu bara är i *början av en expansiv utveckling*, att marknaden fullt utvecklad på den svenska marknaden borde uthålligt kunna omsätta minst 2- 3 ggr den volym man omsätter idag. Det skulle betyda ungefär 10 000 pelletsbrännare- och minst lika många pelletskaminer per år. En betydande svensk industrinäring med goda möjligheter också till export.

Bilden är från ”Energitåget” där pelletsutrustningstillverkare gemensamt åker runt och visar upp tekniken

3. Äfab testlabb



Äfabs testlabb grundades redan 1984 i Älvdalen (Dalarna) som ett teknikutvecklingsföretag till Mora Pelletsfabrik. 1994 flyttades all verksamhet till Lidköping (Västra Götaland) samtidigt som verksamheten fick en mer renodlad inriktning på *småskalig bioenergi* inom effektområdet från villa upp till närvärmesystem på några hundra kW.

Äfab är alltsedan starten ett *privatägt oberoende konsultföretag* som enbart säljer *produktutveckling, prestandaprov* samt *utbildning* och *information*. Äfabs affärsidé är att vara en länk mellan forskarna på högskolan och tillverkningsindustrin samt mellan användare och myndighet. Mer information om Äfab finns på hemsidan www.afabinfo.com.

3.1. Utrustning

Äfabs testlabb är väl utrustat och redan från början konstruerat med tanke på att kunna testa- och utveckla förbränningsutrustning utifrån ett *användarprespektiv*. Det betyder att vi lägger stor vikt på att försöka anpassa testcykler och provningsmetoder så att de efterliknar så verkliga driftfall som möjligt.

Vi har en egen konstruerad testrigg som består *dels* av ett fläktventilerat rökgassystem där vi kan justera- och konstanthålla ett önskat undertryck och *dels* en kylrigg där vi via vår mätdator kan ”beställa” en viss kyleffekt och därmed även konstruera egna belastningscykler. Till riggen finns även en vågutrustning för att kunna registrera avbränningshastigheten på tillfört bränsle.

På instrumentsidan har vi *diverse termoelement* för temperatur, *vågar* för bränslemängd och vägning av aska och *värmemängdsmätare* för energiproduktion. Förutom detta finns även utrustning för att mäta emissioner. Totalkolväte (THC) mäts med ett flamjoniseringsinstrument av *fabrikat J.U.M.* från Boo Instrument och för övriga ämnen används dels en *Codimeter* (CO och CO_2 mm), ett *Testo350M/XL* (CO, O_2, NO mm) samt ett instrument från *Africo RGT* (CO, CO_2, NO mm)

Mätdata samlas in-, loggas och bearbetas via CombiLab mätdatasystem. Vid behov av ytterligare analys av t ex *bränslen, kondensat och askor* finns ett etablerat samarbete med AnalyCen AB i Lidköping.

3.2. Provningsmetod

I denna studie har Äfab testat enligt en konsumentanpassad testcykel som totalt omfattar 19 timmar, där de första 3 timmarna eldas mot brännarens maxeffekt (d v s utan start o stopp), följt av 13 timmar mot en varierande lastcykel med medeleffekt 4,8 kW för att sedan avslutas med en 3 timmar lång låglasteldning med ett effektuttag på drygt 1 kW.

Proveldning sker med bränsleförrådet på en *Stathmos vågutrustning* (se bilden t h) där vi med en noggrannhet av 30 gram (vid 100 kg) kan mäta avbränningshastigheten och logga denna till vår mätdator. Metoden innebär att vi monumentalt kan hålla reda på tillförd mängd energi samtidigt som vi via *Danfoss värmemängdsmätare* kan hålla läsa av producerad energi. Förhållandet invägt bränsle / producerad energi ger oss sedan en pannverkningsgrad för varje del i testcykeln.

Vi redovisar sedan *hela testcykelns* prestanda både för *miljövärden* och

som en beräknad nyttiggjord verkningsgrad. Avsikten är att redovisa mätdata som närmare beskriver de data *man som konsument* kan räkna med att man uppnår om man använder pellets för hela värme- och tappvarmvattenbehovet.

Vi redovisar också *varje belastningsfall var för sig* med verkliga miljövärden och en traditionellt beräknad pannverkningsgrad. Med utgångspunkt från detta kan sedan en intresserad konsument lättare avgöra om det t ex är lönsamt att använda el- eller solvärme för tappvarmvattenproduktion på sommaren. Vi kan i våra tester peka på att lönsamheten för t ex kombisystem med solvärme är underskattad på marknaden (se kap 7)

Varje testeldning genomförs i minst två omgångar med identiska inställningar. Om dessa tester ger ett likartat (transparant) resultat så redovisas medelvärdet av dessa test. Om resultaten är avvikande genomförs ett tredje test och det mest avvikande plockas bort. Om resultaten på de återstående proven ändå är olika redovisas ändå medelvärdet men då med *anmärkningen att driftresultaten är instabila*. Då är det sannolikt eldningsutrustningens prestanda som inte riktigt klarar av att hålla likartade restultat, varför ytterligare prov av kostnadsskäl bedömts vara onödiga.

3.3. Beräknade resultat

Uppmätta och redovisade mätdata för CO, THC och NO (NO_x) används för att beräkna miljövärden enligt BBR och EN-standard och redovisas som *mg/nm^3 vid 10 % O_2*.

För beräkning av CO används formeln CO_{ppm}*1,25*(20,95-10)/(20,95-O_2) där CO och O_2 halterna är medelvärdet av uppmätta mätdata. På samma sätt används formeln THC_{ppm}*1,64*(20,95-10)/(20,95-O_2)*1,1 för att göra om ppm THC propanekvivalent till OGC och formeln NO_{ppm}*1,05*2,05*(20,95-10)/(20,95-O_2) till NO_x med enheten mg/nm^3 vid 10 % O_2.

3.4. Stilleståndsförluster

För att kunna göra en bättre uppskattning om hur verkningsgraden påverkas vid framförallt låga effektuttag har det varit nödvändigt att även värdera riggförlusterna både i form av strålningsvärme och i form av genomströmningsförluster vid stillestånd. Detta för att vi (och säkert också andra) tidigare kraftigt underskattat betydelsen av dessa förluster.

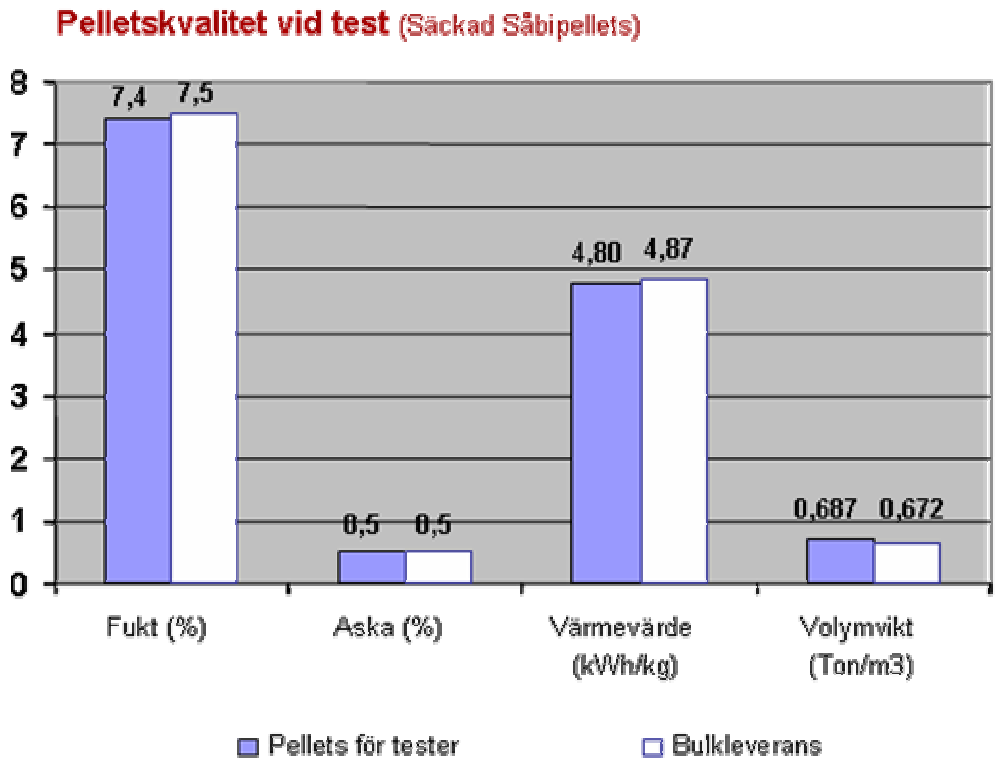
För att kunna värdera dessa förluster har vi använt oss av en *elpanna* och *via uppmätt elförbrukning bestämma effektbehovet för varmhållning.* Vi har testat- och värderat *varje provpannas* förluster med tätad rökkanal och brännarlucka (enbart isolationsförluster) och dessutom testat några kombinationer med pannan ansluten till både rökkanal och pelletsbrännare. Tyvärr har inte tiden medgett att vi hunnit kolla alla kombinationer, men vi har ändå kunnat göra en någorlunda relevant uppskattning av genomströmningsförlusterna. De beräknas som skillnaden mellan dessa båda test. Vi har även testat de förluster som uppstått i de anslutningsslangar som använts vid en pannvattentemperatur på 75 grader.

Vidare har vi för beräkningen skull ansett att alla brännare som brinner med on/off har en nyttiggjord effekt på 12 kW vilket på årsbasis (20 000 kWh) skulle ge en total drifttid på c:a 1670 timmar. Brännare med modulerande drift (Viessmann och Bequeem) har vi ansett fungerar helt utan start och stopp ned till 3 kW, vilket vi uppskattat ger totalt 6300 drifttimmar.

För att få ett någorlunda säkert mätvärde har vi loggat varmhållningen under ungefär ett dygn. Använd energi / tiden ger oss en siffra på förlusteffekten.

3.5. Pelletskvalitet

Alla testeldningar har skett med pellets från samma leverans. Vi har använt säckad pellets från Vaggeryd med värden enligt tabell nedan. Ofyllda staplar är från motsvarande test vid utleverans av bulk från samma tillverkare, men vid ett annat tillfälle. Notera att det är små skillnader i kvalitet.



4. Projektbeskrivning

Denna rapport redovisar egentligen två fristående projekt vilka *båda finansierats av Konsumentverket, dels* en studie av *bränslekvaliteter* från olika leverantörer och *dels* en studie av *praktiska eldningsprov* där vi utvärderat hur stora skillnaderna blir vid olika utrustningskombinationer och åldersgrupper. Syftet med projekten har varit att ta reda på- och kunna redovisa vilka konsekvenser en pelletskonvertering kan få om man inte har en lämplig utrustningskombination.

4.1. Projektet pelletskvalitet

Äfab har i detta projekt undersökt kvalitetsskillnader på träpellets avsedd för villamarknaden från olika geografiska tillverkningsplatser inom Sverige samt undersökt om transport och hantering från fabrik till konsument innebär betydande kvalitetsförsämringar framme vid konsumentens pelletsbrännare.

Vi har samlat in pelletsprov från fabriker i *Luleå, Skellefteå, Valbo, Vaggeryd, Österbymo, Ulricehamn, Säffle* och *Grums* samt från en mindre tillverkare med en SPC-press utanför *Vimmerby*. Vi har även fått prov på *importerad pellets* avsedd för villamarknaden. Prover har tagits i direkt samband med utleverans från pelletsfabriken. Detta första prov har sedan genomgått en *fullständig analys* innehållande såväl traditionella mätdata såsom *värmevärde, volymvikt, fukthalt, finandel, asksmälttemperatur samt innehåll av aska.*

Exempel på ett hemmabyggt pelletsförråd. (bilden hämtad från Stora Pelletsboken från Thermia)

Ett pelletsprov har även hämtats in från konsumentens pannrum från *samma utleverans.* Detta prov analyseras med tyngdpunkt på att kunna värdera hur pelletskvaliteten påverkats av att ha lagrats, transporterats och hanterats i hela kedjan. Prov har samlats in från 2-4 olika konsumenter för 6 olika pelletsleverantörer. Vid detta besök har anläggningen dessutom dokumenteras och i förekommande fall har en enklare intervju skett med anläggningsinnehavaren beträffande anläggningens funktion.

Insamlingen av alla prov har i samtliga fall gjorts av Äfabs *Olof Arkelöv*, detta för att säkerställa en likartad hantering av provet. Äfab har sedan köpt tjänsten för analys av samtliga pelletsprover från AnalyCen AB i Lidköping.

4.2. Projektet förbränningsprestanda

En preliminär idéskiss kring detta projekt diskuterades i samband med *Anders Odell* och *Anna Johanssons* besök i Lidköping den 25- 26 juni 2003. Projektförslaget har sedan förankrats vid branschmöte med medlemmarna i PellSam. Det är med utgångspunkt från dessa diskussioner har vi utformat nedanstående projekt:

Installationen av pelletsbrännare till befintliga värmepannor innebär sannolikt att brännare många gånger installeras på olämpligt utformade eldstäder. Detta *kan* i sin tur leda till *både driftstörningar och verkningsgradsförluster* som orsakar olägenheter för konsumenten. Detta projekt har syftat till att försöka utvärdera hur stora skillnaderna är på olika utrustningskombinationer och vid olika åldersgrupper samt att försöka redovisa vilka konsekvenser en pelletskonvertering får om man inte har en lämplig utrustningskombination.

Vi har genomföra provtagning på 3 olika pannkonstruktioner som är typiska för olika åldersgrupper:

- *Den första gruppen* anser vi vara representativ för pannmodeller som installerades för 15- 25 år sedan. Där har vi använt en *enkelpanna (CTC 171)*, en traditionell *allbränslepanna (CTC Total)* och en trad *vedpanna (Egor V25)*
- *Den andra gruppen* skall representera pannor som såldes för 5- 15 år sedan. Vi har testat en renodlad *oljepanna (CTC 1100)*, en traditionell *dubbelpanna (Thermia Tric)* (Denna pannkonstruktion - med keramik - finns även på marknaden idag) och en *modern fläktstyrd vedpanna (Diom Vedunic)*
- *Den tredje gruppen* skall representera modernaste teknik. Här har vi testat den *panna som bl a SP använder vid p-märkning, specialkonstruerad för pelletseldning (Combifire)*, en annan specialbyggd *panna för ved/pellets (Baxi Bonus)* och en spetsprodukt av *ny integrerad teknik (Viessman)* som är av den typ som säljs bl a i Österrike / Tyskland (och som nu även börjat säljas på den svenska marknaden).

Inom projektet har vi använt olika typer- och olika åldersgrupper av pannor. Från gammal traditionell teknik till moderna integrerade pelletspannor.

Till dessa pannor har vi valt tre olika fabrikat av pelletsbrännare. Var och en representativ för någon av de olika konstruktionsprinciper som förekommer på marknaden, *undermatad och uppåtbrinnande (Bequeem), övermatad och uppåtbrinnande (Iwabo Villa S)* och en *övermatad och framåtbrinnande brännare (Eurofire).* Alla tre är P-märkta och har goda vitsord på marknaden.

Varje brännare har sedan eldas mot varje pannmodell. För ändamålet har en speciell lastcykel konstruerats som simulerar både fullasteldning (t ex mot ackumulator), dellasteldning (medeleffekt c:a 4,8 kW vilket motsvarar ett medelbehov under höst-vinter-vår) och eldning mot enbart ett tappvarmvattenuttag. För varje kombination har sedan minst två likvärdiga testeldningar gjorts för att säkerställa repeterbarheten. I de fall där dessa prov gett avvikande och/eller olika resultat har ytterligare ett test gjorts, varvid det avvikande provet tagits bort. Sammanlagt har vi genomfört mer än 90 protokollförda eldningsförsök vilka utvärderas och ligger till grund för denna rapport.

Många konsumenter upplever idag att man *inte alls har fått den tillgänglighet och ekonomi* som man trodde sig få vid en konvertering till pellets. Okunskap i funktionen hos olika utrustningskombinationer gör det svårt att motivera t ex ett tidigarelagt pannbyte. I stället blir det ofta en halvbra installation av en pelletsbrännare till en befintlig panna.

Vi har därför lagt stor vikt på att presentera resultaten både som generella- och översiktiga resultat och – för den som är mer intresserad – även nedbrutet i varje enskild produktkombination. Avsikten med detta är att presentera materialet på ett sådant sätt att varje enskild konsument skall kunna identifiera den produktkombination som ligger närmast den anläggning han redan har, och utifrån detta kunna göra en rimlig analys över hur en framtida pelletskonvertering kommer att fungera.

5. Resultat pelletsprov i fält

Ökad växthuseffekt anses förändra jordens klimat på ett sådant sätt att det skulle få katastrofala följder för vissa delar av världen. Det största hotet är utsläppen av koldioxid, som är en av de globalt sett viktigaste växthusgaserna. För att bromsa effekten på den globala klimatförändringen är det av yttersta vikt att så snabbt som möjligt gå över till att utvinna energi från förnybara energikällor.

Pellets anses inte tillföra atmosfären ny koldioxid eftersom den koldioxid som frigörs vid energiutvinning ur biobränslen är den samma som vedråvaran under tillväxten tagit från atmosfären och via fotosyntes omvandlat till det kol växten består av och syre. Vid eldning av fossila bränslen öka man i stället atmosfärens innehåll av koldioxid eftersom dessa bränslen tar väldigt lång tid på sig att bildas.

För användaren blir det alltid billigast att köpa pellets i lösvikt. Den normala transporten sker då med en s k bulkbil (se nedan) som blåser in pelletsen i ett förråd hemma hos konsumenten. Det normala är att man vill leverera minst 3 ton (en kula) för att leveransen skall ske utan extra transportkostnad för kunden. Det betyder att förrådet måste rymma minst 7- 8 kbm för att man skall kunna ta emot en pelletsleverans utan att behöva tömma förrådet helt innan påfyllning sker.

Bilden ovan visar en bulkbil som används vid transport av pellets. Bilen har egen vågutrustning vilket innebär att man direkt på leveranssedeln kan läsa ut vikten av den levererade mängden pellets.

5.1. Egenskaper hos pellets (trä)

Det finns flera karakteristika hos trä som påverkar dess egenskaper som bränsle. *Värmevärde, kemisk sammansättning, fuktinnehåll och densitet* är några av dessa egenskaper. Färsk ved består ungefär till hälften av vatten. Av den andra hälften (torr vedmassa) utgör ca 85 % är flyktiga ämnen, 14,5 % kol och 0,5 % aska. Absolut torr ved består av ca 50 % kol. När trä förbränns omvandlas dess komponenter till i första hand koldioxid och vattenånga.

Värmevärdet beror på trädets kemiska sammansättning; ett högt innehåll av kol och väte höjer värmevärdet, medan ett högt innehåll av syre i stället sänker detsamma. Trä har egentligen ett lågt värmevärde jämfört med andra bränslen. Detta beror främst på innehållet av vatten men också på att innehållet av kol är relativt lågt och innehållet av syre är relativt högt. Till exempel kan nämnas att det genomsnittliga värmevärdet hos torrt trä ligger omkring 5,0- 5,8 kWh/kg bränsle, medan olja har ett värmevärde på ca 11,1 – 11,7 kWh/kg (c:a 10 kWh/liter) bränsle.

Av den kemiska grundämnessammansättningen hos torr pellets kan vi utläsa att kol, syre och väte utgör c:a 99% av materialet, men att det även finns små mänger av kväve, svavel och klor. Askan består i huvudsak av kalcium och kalium. Mineraler som magnesium och kisel finns också i askan men utgör endast en mindre del. De huvudsakliga komponenterna i trä är *cellulosa, hemicellulosa, lignin och extraktivämnen (t ex fetter, terpener och fenoler).*

Cellulosa utgör det viktigaste byggnadsmaterialet i blad och växtstammar och är världens vanligaste organiska ämne. En trädstam består till omkring 40-50% av cellulosa. Molekylen är en lång, linjär kedja som tvinnas samman till starka fibrer, vilket gör den olöslig i vatten. Cellulosan i veden är i sin tur inringad av hemicellulosa som ger fibern dess styrka och smidighet.

Omkring 20-30 % av veden består av lignin. I ved ligger cellulosan inbäddad i lignin, som fungerar som klister, och medverkar till att göra trä till ett stabilt och styvt material. Vedens eget innehåll av lignin fungerar därför som bindemedel vid pelletsproduktion. Men lignin används också som energikälla i cellulosaindustrin och som fyllnadsmedel i plaster samt vid framställning av vanillin.

Extraktivämnen består av olika kemiska föreningar som t ex fetter, terpener och fenoler. Fenoler är svaga syror och betraktas som en egen ämnesgrupp. Den vanligaste fenolen är just fenol, även kallad hydroxibensen, och används bl a vid framställning av viktiga plaster t ex bakelit. Terpentin fås när man torrdestillerar kådrik ved av t ex tall, destillerar man ännu en gång fås terpentinolja som bland annat används som lösningsmedel i lack, färg och fernissa.

5.2 Pelletskvalitet

Denna del av projektet belyser ett antal olika pelletsproducenters kvalitet ställt mot svensk standard (SS 187120). Här återfinns såväl svenska producenter som utländska. Projektets syfte har inte varit att göra en fullständig analys hos alla producenter, men dock väl ett representativt tvärsnitt såväl geografiskt som storleksmässigt (producerade ton/år). Standarden har tre olika gruppindelningar och det som nedan relateras är mot Grupp 1. Detta är den bästa kvaliteten och kallas normalt för ”villakvalitet”.

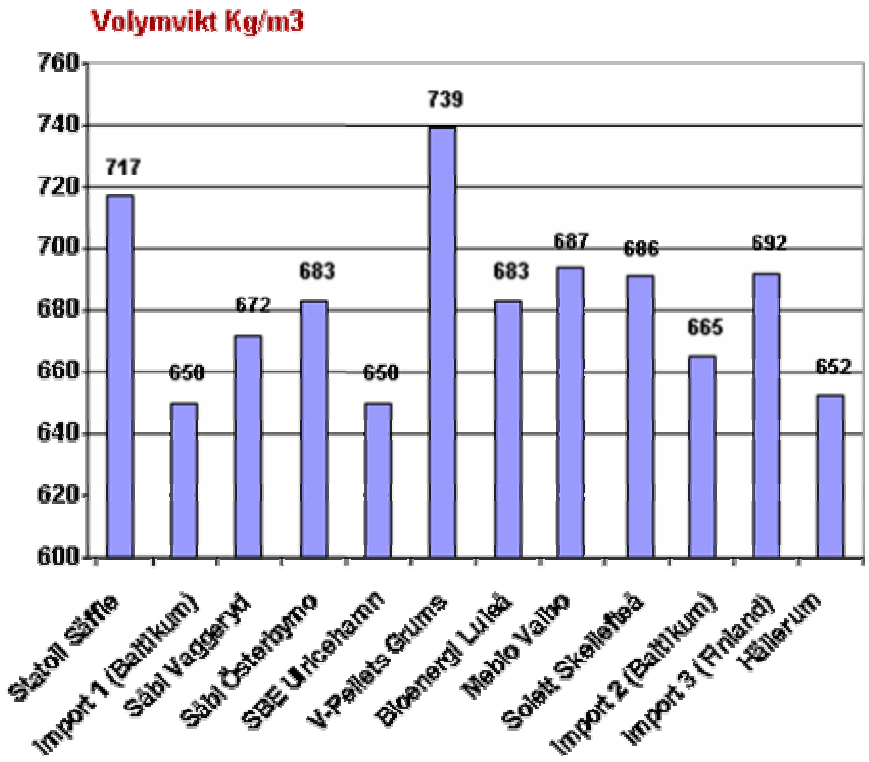
Det bör påpekas att kvaliteten från en och samma leverantör *givetvis kan variera över tiden* beroende på framför allt råvarans beskaffenhet och på hur slitna matriser etc är i pelletspressen.

Den *viktigaste slutsatsen* som direkt kan dras är den *att det är nödvändigt med en uppstramning av SS 187120 Grupp 1,* för att kunna erhålla ett fullgott resultat beträffande konsumentens uppvärmningsekonomi. Anledningen till detta är dock *inte* att de gränsvärden som standarden reglerar på något sätt skulle vara en *dålig kvalitet*. Utan orsaken är istället den att det inte finns ett spann, d.v.s ett övre- och ett undre värde. *Avsaknaden av detta spann gör att kvalitetsskillnaden mellan olika leverantörer kan bli mycket stor*. Resultatet av detta blir att onödiga driftstörningar inträffar och/eller att eldningsekonomin försämras.

5.2.1 Volymvikt

Volymvikt är förhållandet mellan volym och vikt. För träpellets anges detta som kg/m³. Alltså hur många kg pellets som upptar 1 000 liters volym. I handeln med pellets så betalar man per kg för ved och pellets, medan olja oftast betalas per volym. I projektet har vi hittat stora skillnader vad beträffar volymvikt. Dock har ingen understigit rubricerad standard SS 187120. I provtagningar under detta projekt har volymvikten varierat mellan 650Kg/m³ och 739Kg/m³ (12%).

Den eldningsutrustning som används i våra villor använder nästan uteslutande någon typ av transportskruv som frammatningssystem av pelletsen. Den styrning som återfinns i en pelletsbrännare/panna reglerar gångtiden på skruven (inmatad bränslemängd) samt lufttillförsel (via fläkt). Vid en intrimning av panna/brännare med en rökgasanalysator är det relativt enkelt att ställa in optimala värden både med tanke på konsumentens ekonomi samt miljöpåverkan.

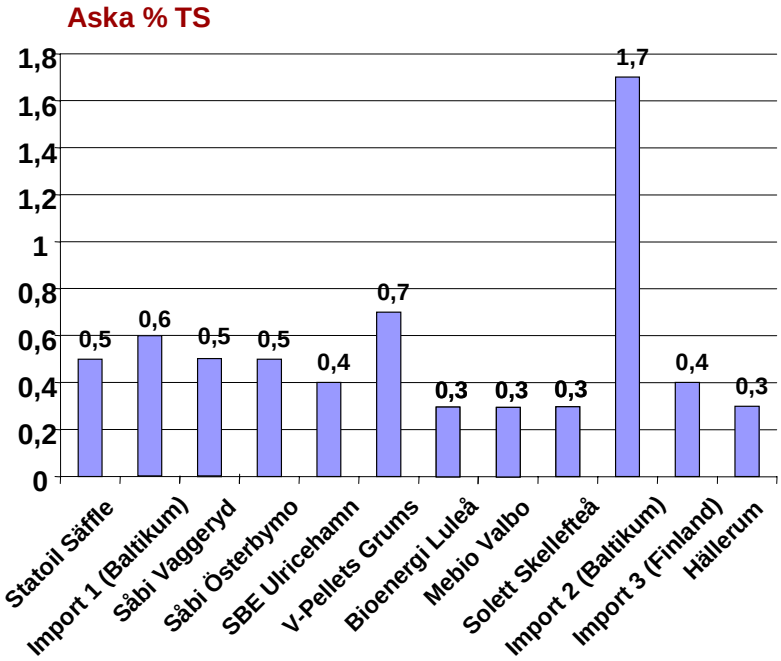


Om man då får en ny leverans bränsle så kan faktiskt variationen av framförallt volymvikt orsaka såväl driftstörningar som en försämrad eldningsekonomi, om man inte, gör en ny injustering av sin pelletsbrännare/panna. (Skruven skruvar ju som bekant volym (fyllnadsgrad i skruven) och inte KWh pellets i form av vikt). Av testad pellets är skillnaden i volymvikt hela 12 % mellan lättast och tyngst.

5.2.2 Aska

Svensk standard anger att halten aska skall definieras som % av TS (torrsubstans), vilket innebär att man definierar, i vikt, hur mycket av pelletsen som är "obrännbar". Standarden anger att askhalten får vara maximalt 0,7 % TS

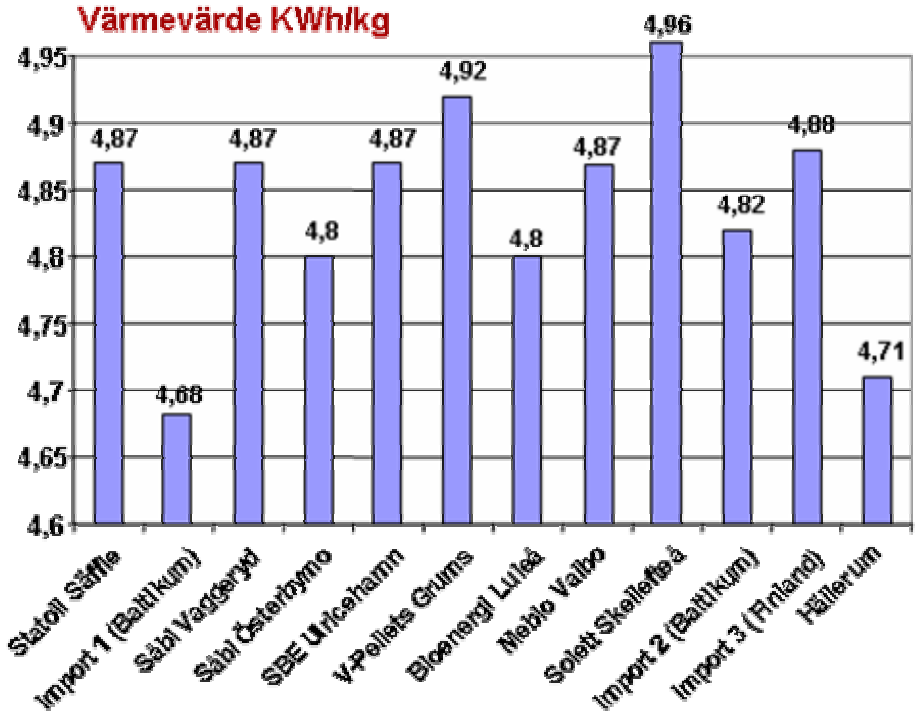
Praxis ger att askhalten från en "bra träpellets" skall ligga mellan 0,3 % TS och 0,5 % TS. I tagna prover varierar denna askhalt mellan 0,3 och 1,7 (!). Den pellets som innehåller 1,7% aska är i praktiken "inte eldningbar" då det kommer att behövas tillsyn samt rengöring av pelletsbrännarens förbränningsutrymme så gott som var dag. Med den höga askhalten kan man med också anta att pelletsen innehåller någonting mer, än endast rent trä.



Med en variation mellan 0,3% TS samt det maxvärde som anges i standarden (0,7% TS) innebär det att mängden aska kan bli fördubblad/halverad beroende på leverans.

5.2.3. Värmevärde

Värmevärdet anges i svensk standard som kWh/Kg. Standarden anger att det skall vara minst 4,7 kWh/Kg. Här kan råda oklarheter, då det finns många olika sätt att ange detta. Det ”rätta” sättet, och således det som skall jämföras är:”MJ/ton, konstant tryck, levererat tillstånd” (1 kWh = 3,6 MJ)

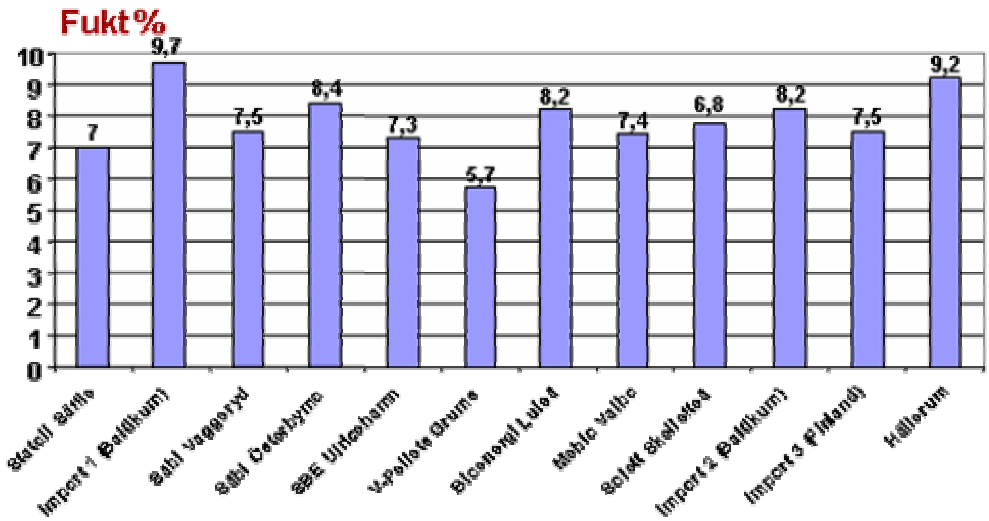


De värmevärden som under detta projekt har blivit uppmätta varierar mellan 4,68 kWh/Kg och 4,96 kWh/Kg. Vid en första anblick är det lätt att förledas och tro att det högsta värmevärdet innebär den ”bästa pelletsen”. Så är det inte alltid. Man måste ta hänsyn till hur askmängden samt asksmälttemperaturen ser ut. Den skillnad som vi har uppmätt (4,96 – 4,68 = 0,28) ger en variation på c:a 5,6 %.

5.2.4 Fukt

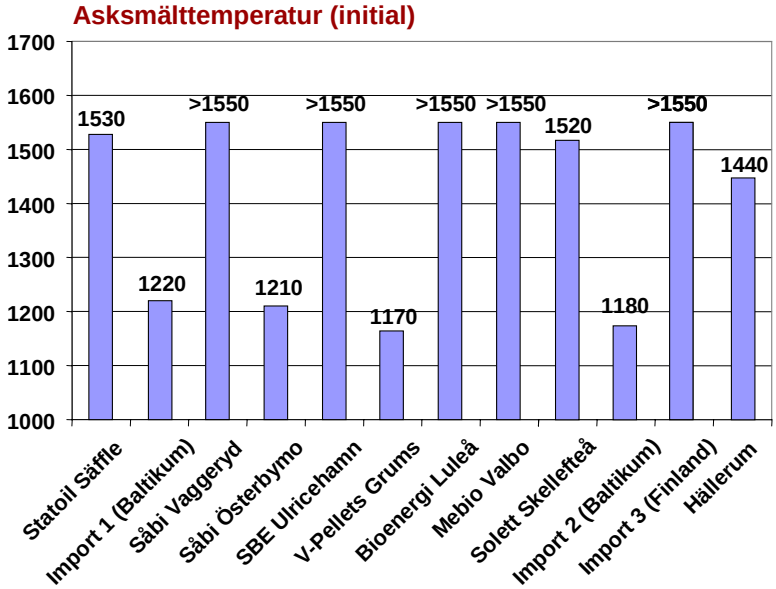
Den fukthalt som anges i standarden är max 10 %.

De fukthalter vi mätt upp under projektet varierar mellan 5,7 % och 9,2 %. Med en korrekt injustering av brännaren innebär det inte några driftsproblem att elda dessa kvaliteter. Däremot kan problem uppstå om brännaren är inställd för den låga fukthalten och man får en leverans av pellets med det högre värdet och givetvis tvärtom.

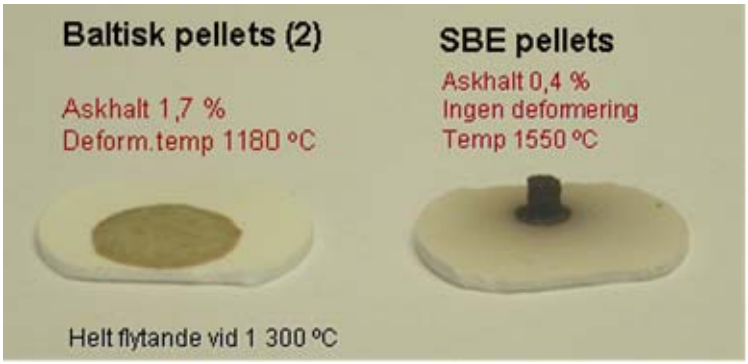


5.2.5. Asksmälttemperatur

I svensk standard framgår inte vilken lägsta asksmälttemperatur som bränslet skall ha, utan anger bara att den skall anges. En "bra" pellets torde ha en lägsta asksmälttemperatur på minst 1300ºC. Asksmälttemperaturen kan anges med lite olika enheter såsom initial, sfärisk, halvsfärisk samt flytande. Vi har valt att ange den initiala då det är då som askan börjar bli "klibbig".



Asksmälttemperaturen har under detta projekt varierat från över 1550ºC och ned till 1170ºC. Ju lägre asksmälttemperatur ju större risk för att askan sintrar i brännaren vilket i sig kan leda till driftsstörningar. Vad som påverkar asksmälttemperaturen är i första hand olika typer av salter och framförallt sand.

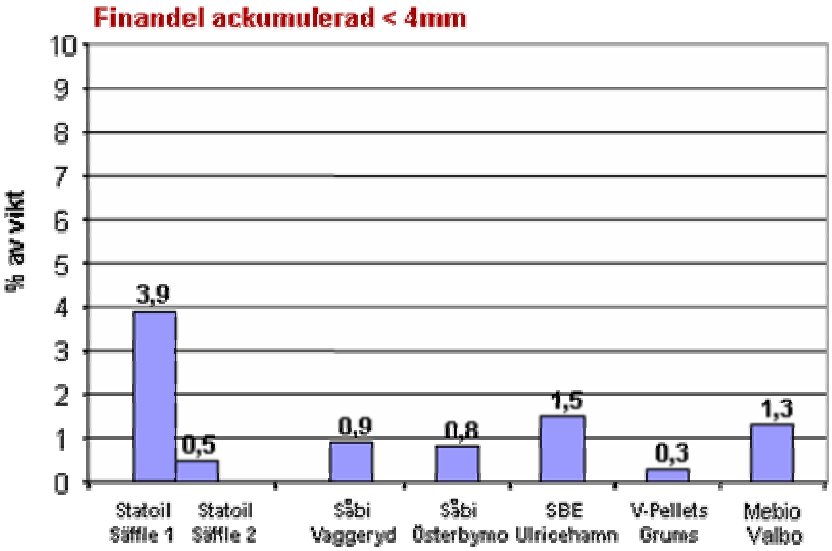


Bilden t v visar ett foto på hur olika kvalitet av pellets reagerat på temperatur.

Den baltiska pelletsen med askhalt 1,7 % blev helt flytande redan vid 1 300 °C medan pellets från SBE bara förkolnat utan att ens deformeras trots temperatur på 1550 °C.

5.2.5 Finandel

Svensk standard anger att finandelen får vara max 3 % av vikten. Detta är mätt i producentens lager. Det finns ingen standard som reglerar finandelen för leverans framme vid konsumentens lager. Med finandel så menas partiklar upp till 3mm storlek. Vi har i detta projekt mätt partikelstorlek upp till 4mm storlek då det visat sig svårt, för att inte säga omöjligt att hitta en sikt med 3mm storlek (man siktar ½, 1, 2, och 4 mm).

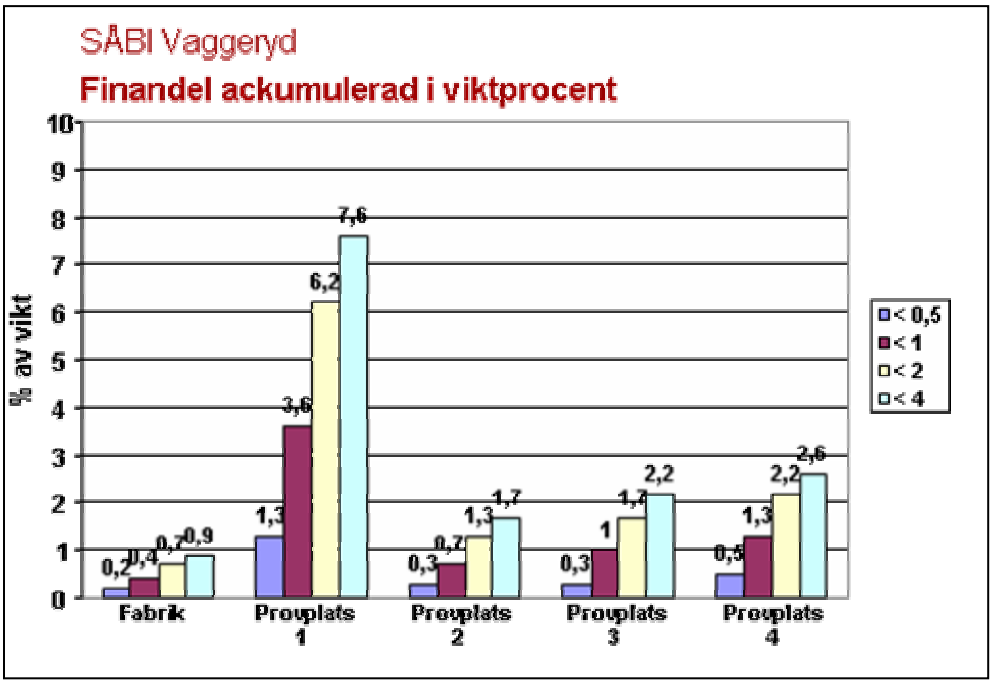


De finandelar som vi har mätt varierar i bulkutlastningen på fabriken mellan 0,3 % och 3,9 %. Om man tittar på det högsta värdet (3,9 %) så kan man anta att det antagligen skulle klara standardkravet om vi mätt fraktioner till 3mm istället för 4mm. En annan sak som kan vara av intresse är att det högsta uppmätta värdet (Statoil, Säffle), har två bulkutlastningar. I den andra utlastningen är finandelen 0,5 %.

5.3. Sammanfattande resultat utleveranser

Nedanstående tabeller är en sammanställning av de testrapporter från AnalyCen AB som vi låtit göra på den pellets som lämnar fabriken för leverans ut till konsumenten. Vi har i denna del av projektet valt att analysera hur finandelen har förändrats. Med en alltför hög halt av finandel kan man befara att man drabbas av driftsstopp. Alla besökta anläggningar har en eller flera skruvmatningssystem som skruvar materialet från pelletsförrådet till pelletsbrännaren. Olika typer av förrådsbyggnad, skruvval, skruvlängd mm. påverkar finandelen i olika grad. Nedan ger även en kortfattad beskrivning av de erfarenheter anläggningsägaren haft med sin anläggning.

5.3.1 SÅBI Vaggeryd



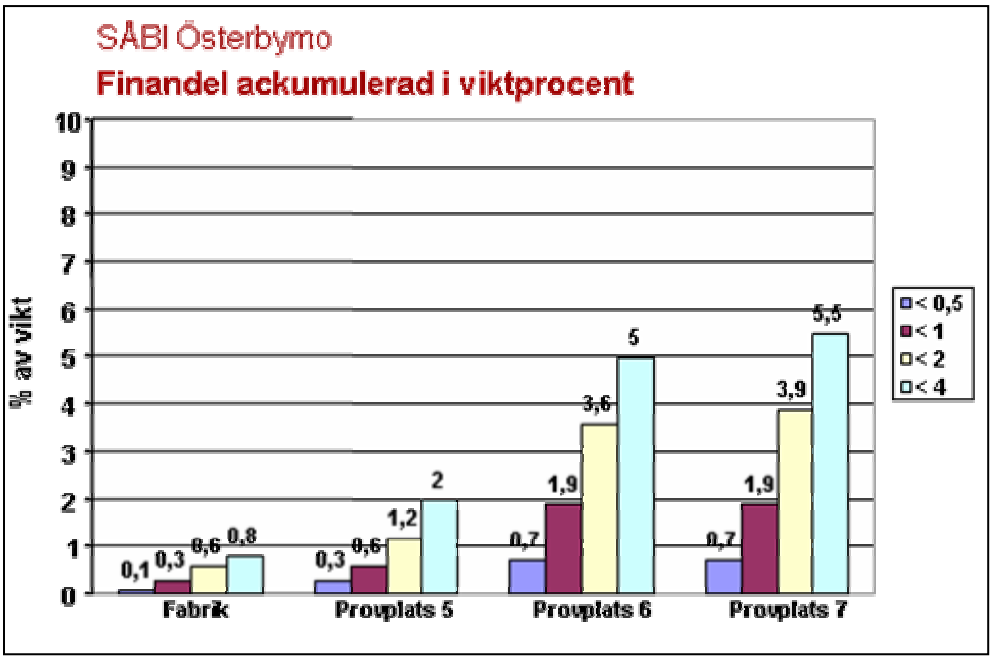
Bilden visar inmatningsränna i förrådet vid provplats 1.

Anläggningen vid provplats 1 består av en CTC 265 panna samt en pelletsbrännare från Scand-Pellet. Till vänster skymtar mellanförrådet.

Vid provplats 1 hade kunden via sin återförsäljare av pellets klagat på att den höga finandelen hade orsakat driftsproblem. Driftproblemen hade yppat sig som problem med skruvmatning samt driftsstopp i brännaren. Förrådet är egentillverkat och saknar skruv fram till brännaren. Kunden bär pellets i hinkar fram till ett mindre förråd (ca: 200 liter), därifrån matas pelletsen via en kärnlös skruv fram till brännaren.

Förråden på de tre övriga provplatserna var också egentillverkade. Vid provplats 2 fanns en skruv från pelletsförrådet till ett mellanförråd (dock ej automatisk), övriga bar pelletsen från det stora till det lilla förrådet. De pelletsbrännare som man använde sig av kom från Scand-Pellet och Naturenergi.

5.3.2 SÅBI Österbymo



Bilden visar anläggningen på provplats 5. En kombinationsanläggning för pellets och sol med en BioSol-panna samt en pelletsbrännare från Scand-Pellet.

Vid provplats 5 uppger anläggningsägaren att man har upprepade problem med stopp i skruven från förrådet. Man uppger också att bekvämligheten vid övergång från småsäck till bulkleverans inte har förbättrats då man ofta får ta sig in i bulkförrådet för att pelletsen inte vill ”ramla” ner till inmatnings-delen på skruven.

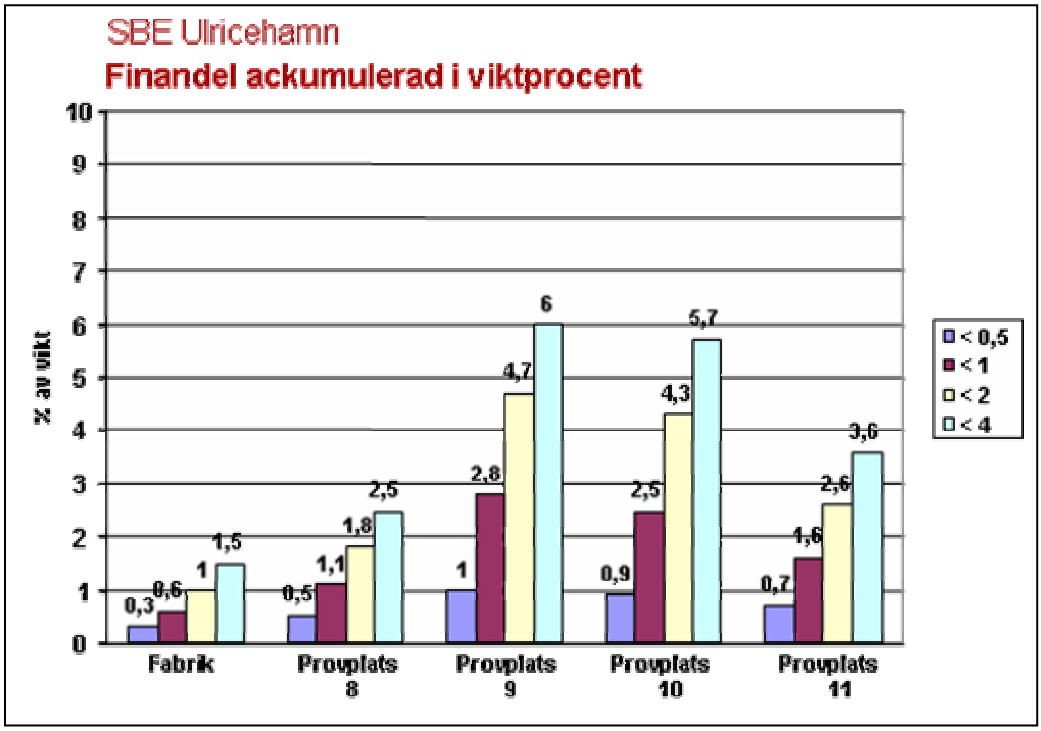
Anläggningen på provplats 6 består av en äldre dubbelpanna samt en pellets-brännare från Scand-pellet.

Bilden visar slutet på inmatningsrännan i bulkförrådet vid provplats 6.

Vid provplats 6 så säger sig anläggningsägaren ha haft upprepade problem med anläggningen. Dels att pelletsbrännaren ”tjuvstannar” samt med matningssystemet från mellanförrådet. Även i denna anläggning får man fylla mellanförrådet manuellt då det inte är utfört med skruvmatning från bulkförråd.

Provplats 7 består av en kombinationsanläggning för pellets och sol med en BioSol-panna samt en pelletsbrännare från Scand-Pellet. Anläggningen är utförd med ett egentillverkat bulkförråd som fungerar helautomatiskt med skruv fram till brännaren.

5.3.3. SBE Ulricehamn

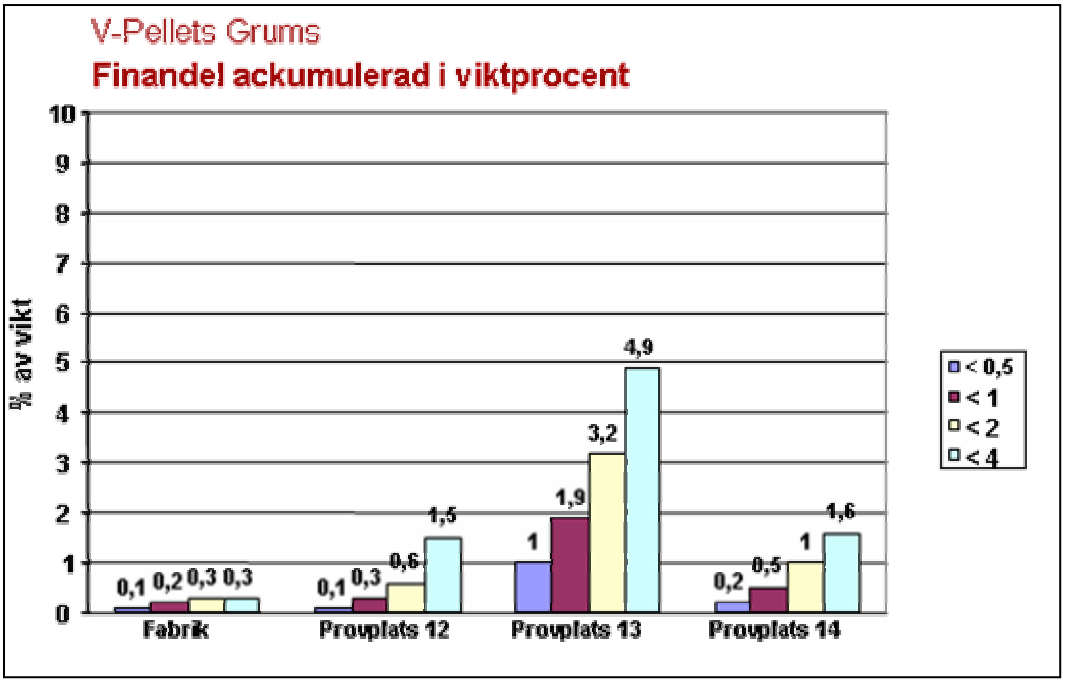


Bilden visar pelletsförrådet vid provplats 8. Notera skruvens vinkel (!)

Bilden visar ett exempel på färdigköpt pelletsförråd, provplats 9

Anläggningarna på provplats 8, 9 och 10 är samtliga helautomatiska vad beträffar frammatningssystem från bulkförråden till pelletsbrännaren. Bulkförråden är samtliga färdigköpta. Inga rapporterade fall av problem med skruvmatningarna. Nämnas kan att samtliga skruvar är med kärna. De pelletsbrännare som använts är av JanFires fabrikat. Provplats 11 är ett mellanlager hos Kvänum Energi. Leveranserna kommer med bulkbil från SBE och blåses upp i denna silo. Pelletsen kan sedan köpas i lösvikt på exempelvis en släpkärra. Provet är taget i utlastningen från denna silo.

5.3.4. V-Pellets Grums



Eldningsutrustning på provplats 12 bestod av en pelletsbrännare från JanFire monterad i en äldre kombipanna (CTC Elcombi). Anläggningen hade fungerat bra den sista tiden men man hade tidigare haft problem (då med en annan pelletsleverantör). Pelletsen bars i hinkar från bulkförrådet, som var gentillverkat, till mellanförrådet.

På provplats 13 bestod anläggningen av en vedpanna från Baxi, kopplad till ett ackumulatorsystem. Pelletsbrännaren är av Thermias fabrikat och matas via en skruv direkt från bulkförrådet. Anläggningsägaren säger sig ha haft en hel del igångkörningsproblem med anläggningen som bara hade varit installerad i ca: tre månader.

Provplats 13. Finandel tränger ut från matningsskruven.

Bilden visar anläggningen på provplats 13

Vid provplats 14 som består av en pelletsbrännare från JanFire samt ett färdigköpt bulkförråd som matar till ett mellanförråd, har man haft återkommande problem med skruven från bulkförrådet.

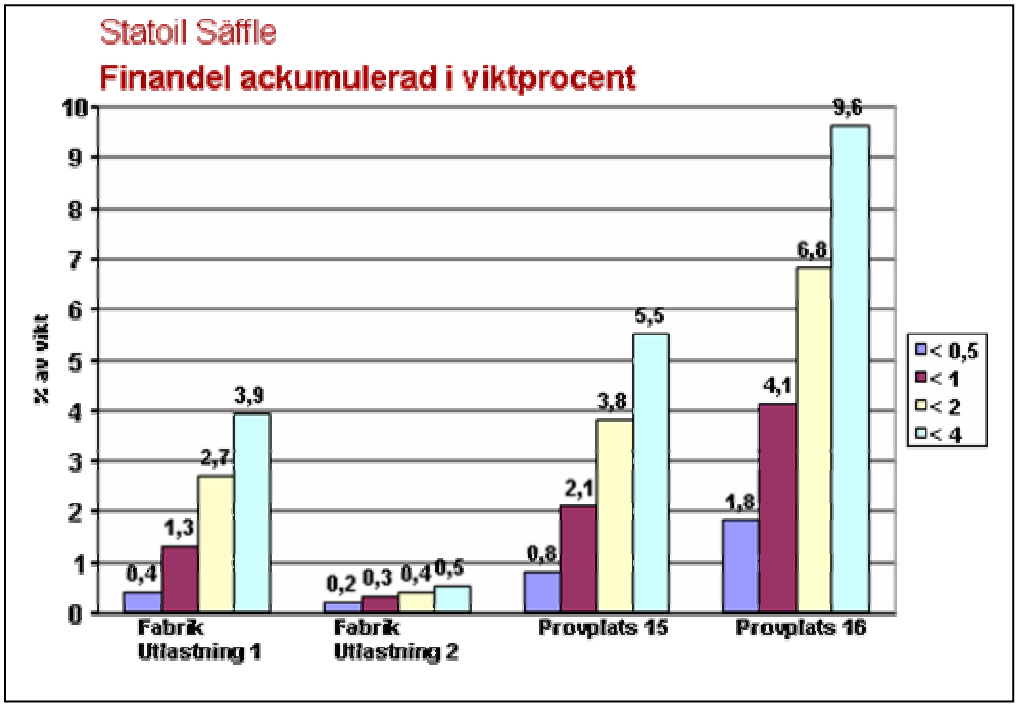
Anläggningsägaren har själv löst problemet genom att förse den kärnlösa skruven med en kärna av PEM-slang. Därefter inga driftsstörningar med matningssystemet.

Däremot finns problem med att askan från pelletsen ”sintrar” i brännaren, vilket leder till att översyn och rengöring måste ske var tredje dag.

Bilden visar skruvmatningen från bulkförrådet samt mellanförrådet vid provplats 14.

Bilden beskriver vad som är kvar av en transportskruv vid provplats 14. Efter ett antal haverier har kunden sedermera löst problemet genom att installera en böjlig PEM-slang som ”kärna” i matarskruven.

5.3.5. Statoil Säffle



Anläggningen vid provplats 15. Notera även hur damm sprids i pannrummet.

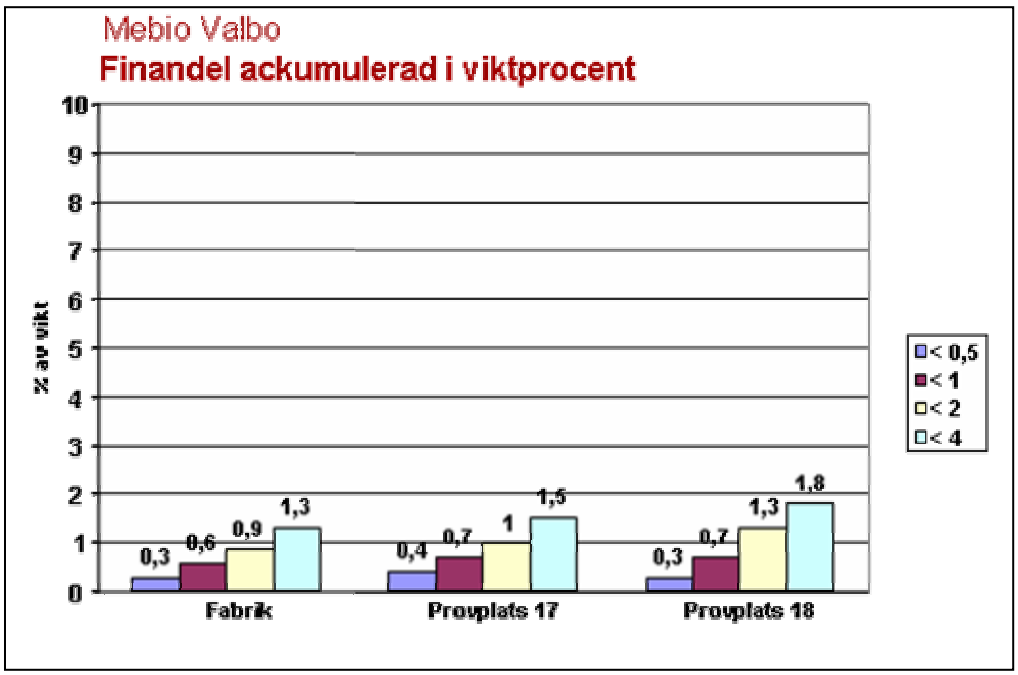
Anläggningen vid provplats 15 består av ett färdigköpt förråd, en pelletsbrännare från JanFire samt en panna av modellen CombiFire. Anläggningsägaren uppger att han, då förrådet blir halvtomt, ofta får problem med att pelletsen inte faller ner till bulkförrådets skruvintag.

Bilden visar inmatningsröret i bulkförrådet vid provplats 16.

Man ser hur pelletsen har blåsts mot taket och väggen. Provplats 16.

På provplats 16 (där vi uppmätt den största finandelen) har man en anläggning bestående av en pelletsbrännare från JanFire samt en panna från Viessman. Trots denna konstruktionsmiss har man inte haft några problem med stopp i skruvarna (!).

5.3.6. Mebio Valbo



Anläggningsinnehavaren på provplats 17 anger att när bulkförrådet blivit halvtomt så får man problem med att skruven har svårt att få tag på pelletsen i förrådet. Utrustningen består av ett färdigköpt bulkförråd, pelletsbrännare från Scand-Pellet samt en äldre kombipanna.

Vid vårt besök på provplats 17 så hade just brännaren ”poffat”.

På provplats 18 så består utrustningen av ett egentillverkat bulkförråd, en pelletsbrännare från Natur-Energi. Pannan är en äldre dubbelpanna. Pelletsbrännaren skruvmatas från bulkförrådet via ett mellanförråd helt automatiskt.

Bilden visar del av bulkförråd på provplats 18.

6. Resultat eldningsförsök

För användaren är det naturligtvis frestande att installera en pelletsbrännare på den befintliga värmepannan. I förhållande till att installera en helt ny anläggning blir investeringskostnaden blygsam. Men våra försök visar att det då är *mycket viktigt* att man väljer en pelletsbrännare som *är lämplig* för den eldstad den skall placeras i och att *installatörens kunskap om hela systemlösningen* kan vara avgörande för resultatet. Det är också stora skillnader mellan ny- och gammal teknik.

Till de flesta pannmodeller finns åtminstone någon brännare som ger *godtagbar funktion och tillgänglighet*, men långt ifrån alla pelletsbrännare är lämpliga att installera alla panntyper. Som konsument får man räkna med att både driftkostnad och bekvämlighet kan blir avsevärt sämre om man konverterar en befintlig panna än om man skulle investera i en helt ny utrustning. Att ett mindre askutrymme dessutom ger tätare uraskning och att en sämre isolering ger högre stilleståndsförluster är däremot självklart för de flesta.

Äfab har i detta projekt eldat tre olika typer av pelletsbrännare i tre olika typer av pannor från tre olika åldergrupper i syfte att försöka värdera hur stora skillnaderna blir vid olika alternativ.

6.1. Stilleståndsförluster

I begreppet ”stilleståndsförluster” har vi räknat in *dels* de strålningsförluster som läcker ut genom pannans isolering, och *dels* de genomströmningsförluster som uppstår när brännaren står still och för att kunna värderar dessa förluster har vi även mätt de förluster vi har haft på slangar och rördragning mellan elpannan och provobjektet.

Strålningsförluster och *förluster vid rördragning* är förluster som finns med i bilden hela tiden. En viss del av dessa förluster kan naturligtvis komma byggnaden tillgodo i form av värme, men som regel resulterar förlusterna enbart i en oönskad övertemperatur. För att kunna bedöma tekniken har vi därför *uppskattat att enbart 50% av strålningsförlusterna är verkliga förluster*. Hälften av förlusterna räknar vi med att tillfaller byggnaden som värme. Förluster i rördragning har vi minimerat genom att vid energimätningen mäta temperaturerna i anslutning till panna resp växlare.

När det gäller förluster i form av *genomströmning* så är dessa svårare att mäta och då genomströmningen påverkas av många fler parametrar såsom *kanalarea, rökgastemperatur, väderlek etc*. Med genomströmning menar vi summan av de förluster som uppstår när brännaren står stilla och kallare pannrumsluft sugs in genom brännaren, och värms upp av pannvattentemperaturen, för att sedan passera ut via rökkanalen. Vid oljeeldning är det vanligt att man på brännaren har ett självstängande luftspjäll som minskar/stoppar genomströmningsförlusterna vid stillestånd. På pelletsbrännare är detta

ovanligt, men åtminstone Eurofire kommer fr o m eldningssäsongen 2004/2005 att leverera detta som standard i sina brännare.

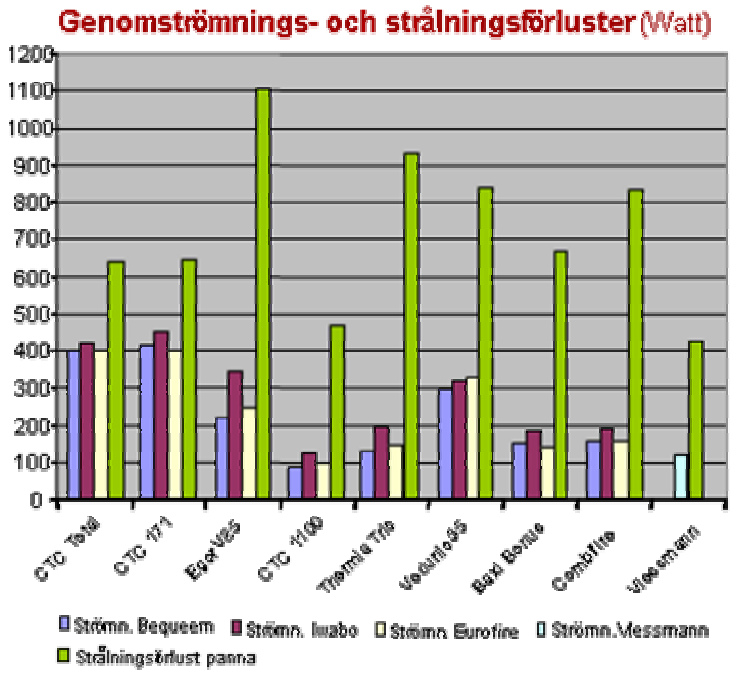
Ett annat sätt att minska genomströmningsförlusterna är att försöka *anpassa förbränningen till byggnadens effektbehov*, s k modulerande drift. Det betyder att man på ett eller annat sätt styr bränsleinmatningen – och justerar luftmängden - så att mängden pellets i brand hela tiden svarar mot effektbehovet. På så sätt kommer brännaren att brinna kontinuerligt helt utan start och stopp. Därmed uppstår inga genomströmningsförluster alls. Viessmann-pannan och Bequeem-brännaren är i detta test de produkter som har en modulerande drift, d v s att de anpassar bränsletillförseln efter behovet av energi. Övriga brännare arbetar enligt principen On/Off med eltändning.

Det är emellertid mycket svårt att anpassa bränsleinmatningen helt till byggnadens effektbehov. Redan vid en normal medeleffekt (som inträffar runt nollgrader i utetemperatur) är effektbehovet för en normalstor villa i Mellansverige bara 2- 3 kW. Det betyder *att en modellerande brännare skall klara av att elda endast 0,4- 0,6 kg pellets per timme,* och dessutom klara detta med någorlunda bra prestanda. Det är det i dagsläget ingen brännare som klarar, och det betyder i klartext att *även Veissmann och Bequeem går över till on/off drift vid låga effektbehov.*

Genomströmningsförlusterna är dessutom alltid som störst *omedelbart efter det att brännaren har stannat.* Då är rökkanalen fortfarande varm och har det bästa draget som suger kallare pannrumsluft genom pannan. Detta gör att förlusterna är svåra att mäta exakt. Rent principiellt kan vi därför påstå att ju längre gångtid- och ju färre starter och stopp en brännare behöver göra - desto lägre blir stilleståndsförlusten. Något som definitivt *talar för drift mot en ackumulatortank* och kombinationssystem med t ex solvärme. Se även kap 7.3.

6.2. Sammanfattande resultat stillestånd

Vi hade inledningsvis i vårt projekt underskattat stilleståndsförlusternas betydelse, och då i synnerhet strålningsförlusterna vid låga effektbehov. Vi har i och med detta projekt insett att dessa förluster är av den storleksordningen att man inte kan/bör bortse från dem. Därför har vi gjort en enkel - men likvärdig analys - av stilleståndsförlusterna för produkterna i vårt test (se kap 3.4) och redovisar nedan en sammanställning av dessa resultat. Denna redovisning ger en fingervisning om hur pass stor skillnaderna är mellan olika produkter.



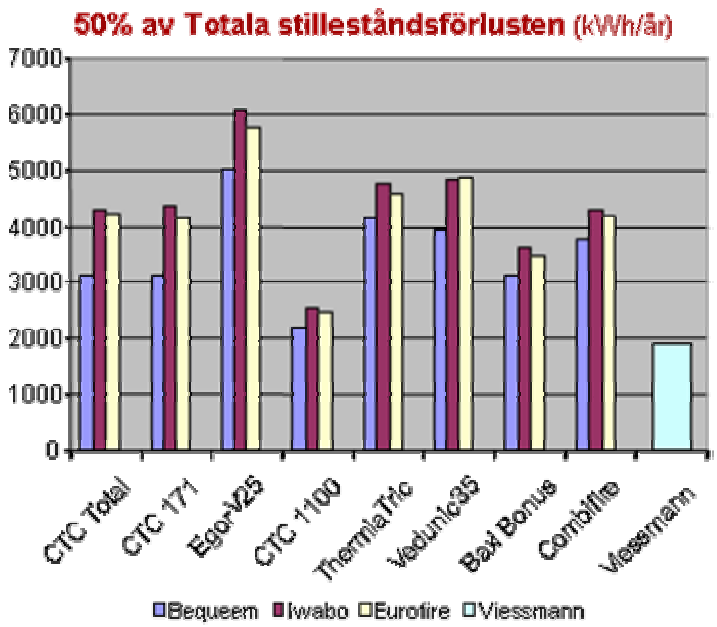
Naturligtvis påverkas stilleståndsförlusterna av många faktorer som t ex *en anläggnings fabrikat och ålder, aktuell rökkanalsarea, hur byggnaden är placerad i förhållande till väder och vindar etc.* Vi har dock inte haft möjlighet att göra en fullständig analys av hur dessa förluster fördelas inom produktgrupperna. Men helt klart är att de vid låga effektbehov radikalt påverkar den nyttiggjorda verkningsgraden.

I diagrammet till vänster redovisas både *genomströmningsförlusten* och de *uppmätta strålningsförlusterna* för varje pannmodell i testet. De senare är uppmätta mot avtätad panna under ungefär ett dygn. *Notera att skillnaden är stor (gröna staplarna).*

Utöver detta prov har vi även gjort ett 10-tal test där vi via en elpanna har

mätt elförbrukningen för att varmhålla pannan då den både har en pelletsbrännare monterad och är ansluten till rökkanalen. Den totala mängden energi minus de ovan redovisade strålningsförlusterna bör då motsvara *anläggningens genomströmningsförluster*. Vi har tyvärr inte haft möjlighet att testa alla kombinationer brännare/panna, men utifrån de kombinationer vi testat har vi ändå kunnat uppskatta förlusterna för de övriga kombinationerna med någorlunda god säkerhet. Dessa förluster ligger inom ett *uppmätt intervall* på 84 W till max 438 W.

Vi har sedan för att få några värden beräknat det totala årsbehovet av energi till 20 000 kWh och att *alla brännare* med on/off drift har 12 kW i nyttiggjord effekt och teknik med *modulerande drift* har 3 kW. Med utgångspunkt från ovanstående har vi sedan beräknat den totala stilleståndsförlusterna vid helårsdrift (8 760 timmar) och därefter även försökt att uppskatta vad som händer om man använder elström eller solvärme för tappvarmvattenproduktion under sommaren (drifttid 6 300 timmar).



Då effektbehovet för enbart tappvarmvatten är litet blir de procentuella stilleståndsförlusterna större med minskat effektbehov. Men observera att *dessa stora förluster gäller även vid oljeeldning och/eller med elvärme i form av en elpatron i pannan*. Och eftersom olja och el är dyrare energi än pellets innebär detta ändå att konsumenten får en positiv lönsamhet. Med förhållandet *understryker nyttan*, och *ökar lönsamheten*, av en separat varmvattenberedare som värms med el- eller solvärme.

I diagram t v och i tabell nedan redovisas summan av de beräknade stilleståndsförlusterna räknat som effekt uttryckt i Watt om pellets utnyttjas för *hela årsbehovet av energi*.

Beräknade Stilleståndsförluster (kWh/år)

8760 tim	Bequeem	Iwabo	Eurofire	Viessmann
CTC Total	3116	4304	4216	
CTC 171	3121	4354	4175	
Egor V25	5030	6069	5737	
CTC 1100	2200	2575	2487	
Thermia Tric	4162	4765	4590	
Vedunic 35	3944	4818	4856	
Baxi Bonus	3108	3608	3465	
Combifire	3779	4289	4191	
Viessmann				1916

6300 tim	Bequeem	Iwabo	Eurofire	Viessmann
CTC Total	2325	3513	3425	
CTC 171	2329	3562	3383	
Egor V25	3665	4704	4372	
CTC 1100	1600	1975	1887	
Thermia Tric	3021	3623	3448	
Vedunic 35	2899	3773	3812	
Baxi Bonus	2267	2767	2624	
Combifire	2749	3260	3162	
Viessmann				1395

I tabellen ovan redovisas de uppskattade stilleståndsförlusterna vid helårsdrift (8760 tim) och som driftfall där el- eller solvärme tar över tappvarmvattenproduktionen (6300 tim). Notera att 50 % av förlusterna ändå inte redovisats då de anses komma byggnaden tillgodo som värme.

Med denna enkla värdering blir det lätt att inse att verkningsgraden vid framförallt låga effektuttag måste bli mycket låg. Om vi anser att ett normalhushåll förbrukar 18 kWh (18 / 24 = 750 W) i tappvarmvatten per dygn och förlusteffekten enbart för stillestånd ligger på 650 till 1100 watt så innebär detta att nyttiggjord pannverkningsgrad sällan eller aldrig når verkningsgrader väsentligt överstigande 50 % vid drift enbart för tappvarmvatten. Dessa försök antyder att vi överlag underskattat betydelsen av dessa stilleståndsförluster.

I kap 7 ”Diskussion” har vi försökt att dra några försiktiga slutsatser utifrån några beräkningar baserade på dessa siffror.

6.3. Sammanfattande resultat vid eldningsförsök

Våra testresultat skulle helt kort kunna sammanfattas med att det blir *stor skillnad* mellan att installera en ny pelletsbrännare på en ny panna jämfört med att sätta en ny brännare på en gammal panna. Det finns all anledning att som konsument vara uppmärksam när man väljer att behålla den gamla pannan. Ökade förluster kan i sämsta fall innebära att åtminstone halva lönsamheten gentemot olja raderas ut och att miljöresultaten två- eller tredubblas.

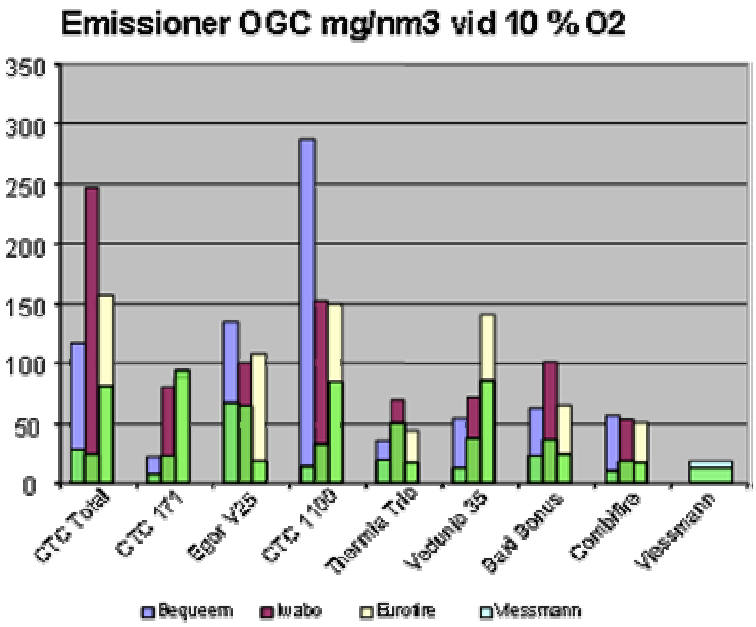
Men resultaten visar samtidigt att det även *finns bra utrustningskombinationer*. Våra resultat ger modern teknik genomgående bra prestanda. Men det finns också kombinationer av äldre teknik som med rätt produktval och en duktig installatör som kan fungera nästan lika bra som en ny teknik.

Det är också stora skillnader i prestanda om man eldar vid full effekt utan start och stopp och de resultat man får vid drift enbart mot ett tappvarmvattenbehov. I många fall är stilleståndsförlusterna större än effektbehovet för varmvattenproduktion vilket ger verkningsgrader som hamnar under 50 %. Detta understryker i sin tur nyttan av kombisystem med separat varmvattenberedning via t ex solvärme. Helt klart är att vi underskattat betydelsen av dessa förluster. Men det är intressant att notera att modernaste teknik importerad från Österrike har halverat dessa förluster.

I verkligheten är det byggnadens effektbehov som styr belastningen. Vi har därför valt att testa utrusningen i *tre olika driftsteg;* full effekt[2] (för prestanda enligt BBR), en dellastcyckel med 4,8 kW i medeleffekt vilket skall efterlikna ett genomsnittligt driftfall under en eldningssäsong (okt - mars), och ett låglastprov som skall svara mot eldning mot enbart tappvarmvattenproduktion.

För att sedan kunna förutse de prestanda som blir resultatet hemma hos konsumenten har vi *viktat in resultaten* från minst två likartade tester där dellastprovet svarar för 70% av resultatet och fullast- och låglastprovet för vardera 15%. Härmed menar vi att vi fått ett driftresultat som gör det möjligt att någorlunda rättvist kunna bedöma de olika pannornas prestanda *utslaget som medel över ett år*.

Pelletsvärme brukar presenteras som en både billig och miljövänlig energikälla.



Sammanställning av miljödata. Diagrammet visar i tur och ordning resultaten från äldre pannor, nyare produkter och modern teknik. Den grönmarkerade stapeln är resultatet för respektive produktkombination vid fullast, medan den högre stapeln är det viktade resultatet. (Se även bilaga 1)

[2] Kontinuerlig drift utan start och stopp

Tekniken fungerar automatiskt och ger användaren små möjligheter att misslyckas. Vi har funnit att det ändå är stora skillnader på miljöresultaten för olika produktkombinationer.

De grönmarkerade staplarna (diagram föregående sida) är miljöresultatet vid drift utan start/stopp så som det föreskrivs i BBR, medan de högre staplarna är resultatet från vår viktade testcykel. Notera gärna att samtliga installationer klarar BBR:s krav på emissioner (OGC= max 100 mg/nm^3 vid 10 % O2). Men notera samtidigt att det blir betydande skillnader vid den viktade bedömningen, och att det egentligen *är dessa värden* som är närmare de emissioner som i verkligheten kommer ur rökkanalen.

Här syns tydligt att *modern teknik oftast har betydligt lägre emissioner*, men också att det är de äldre produkterna som har de sämsta – och ”yvigaste” - resultaten med 2- 3 ggr högre utsläpp än vid fullast.

På ett liknande sätt kan vi se ändå större skillnader i pannverkningsgrad mellan de olika produktkombinationerna (diagram nedan). Här har vi räknat om verkningsgraden till pelletsbehov för att tillverka ett årsbehov av 20 000 kWh. Moderna pelletspannor ger låga uppvärmningskostnader.

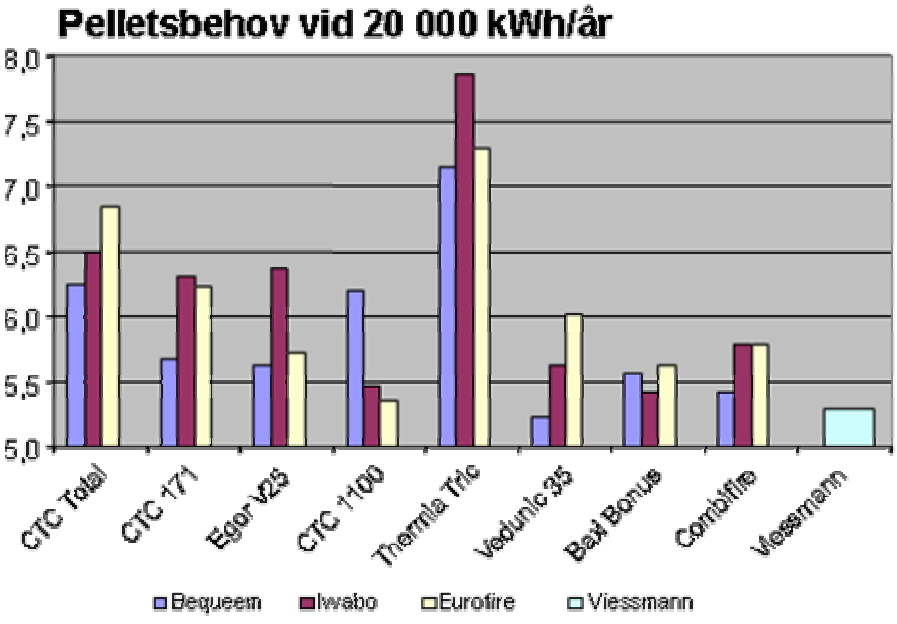


Diagram över ett uppskattat pelletsbehov för att tillverka 20 000 kWh energi. Den moderna tekniken ger de bästa resultaten, medan de traditionella dubbelpannorna CTC Total och Thermia Tric är de sämsta. (Se även bilaga 2)

Om man använder modern teknik blir det genomsnittliga pelletsbehovet c:a 5,5 ton/år. Notera samtidigt att modern teknik har relativt likartade- och riktigt bra prestanda, medan däremot äldre teknik uppvisar stora variationer. Skillnaden i pelletsåtgång för att tillverka 20 000 kWh är uppemot 35 % (från 5,1 ton i bästa fall- till 7,9 ton i sämsta).

Det är för oss inte speciellt överraskande att det är den traditionella, och så vanligt förekommande dubbelpannan, som är den pannmodell som är minst lämpad för pelletseldning. Och som därför även gett de sämsta resultaten. *Resultatet är så dåligt att om man även räknar in kostnader för service (sotning) och underhåll är det i sämsta fall tveksamt om pelletseldningen ger någon större vinst för konsumenten. Visst blir det billigare än oljeeldning men det kräver samtidigt en egen arbetsinsats.*

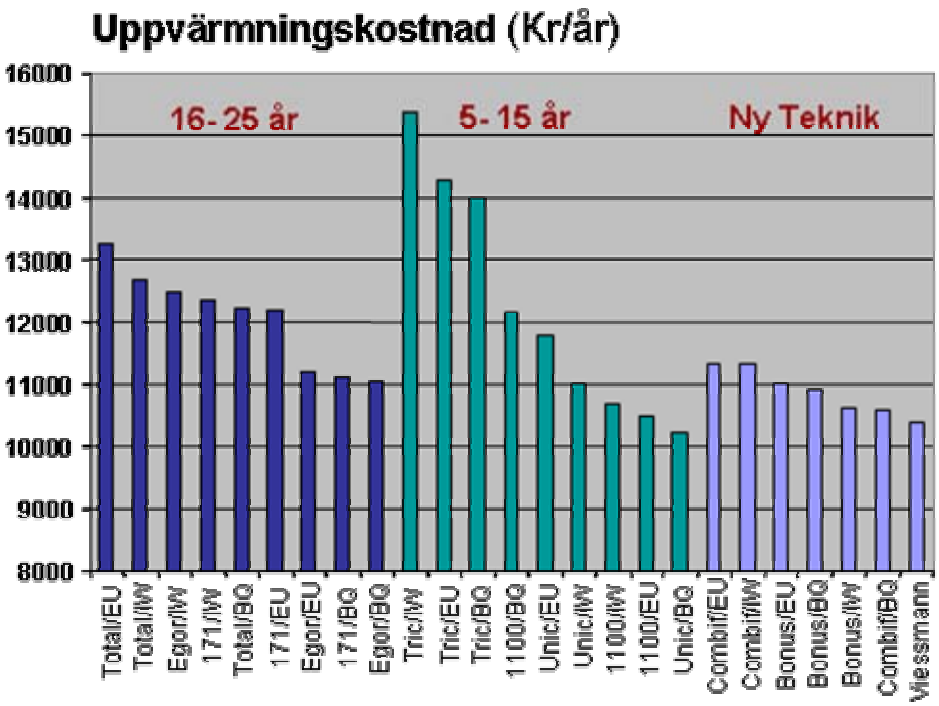


Diagram över kostnaden för Pelletsvärme i kronor. Beräknat från ett pelletspris på 1 960 kr inkl moms och transport (vid bulkleverans) (Se även bilaga 3)

Notera att den renodlade oljepannan CTC 1100 ger *bra verkningsgrader men sämre miljöresultat*. Detta beror på att pannans eldstad och rökgasvägar inte alls är *lämpade för fastbränsleeldning*, men så länge pannan är rengjord och rökgasvägarna fria så ger pannan ändå riktigt bra prestanda. Men dessa prestandan är skenbara! För användaren är kombinationen inte speciellt lyckad då den kommer att innebär många- och täta besök för rengöring.

En annan panna som ger bra prestanda är den renodlade vedpannan Vedunic 35. Pannans rökgastemperatur är trots de långa rökgasvägarna ändå ganska hög. Man måste däremot ta ur alla ev retardrar i konvektionsdelen (gjort i vårt test) så att rökgastemperaturen kommer över 90- 100 ^{o}C, vilket brukar vara tillräckligt för en kondesfri drift. Men med rätt intrimning är det möjligt att nå riktigt bra prestanda med dessa vedpannor. Att konvertera en vedeldning till pellets innebär att man ofta även har en ackumulatortank i systemet. Huruvida det är positivt eller negativt att elda en pelletsbrännare mot ackumulatortank tar vi upp i kap 7.3.

Exempel på motdragslucka som monteras direkt på rökkanalen inom pannrummet

Ett värdefullt hjälpmedel för att nå stabila driftprestanda är en *s k motdragslucka*. Denna hjälper även till att minska problemen med ev kondens då den späder in torrare pannrumsluft i rökgasströmmen och vid stillestånd även låter en viss luftström passera genom rökkanalen vilket ger en upptorkande effekt. Ytterligare en positiv effekt med motdragsluckan är att den minskar genomströmningsförlusterna genom pannan och ger stabilare dragförhållanden.

En tabell över uppmätta rökgastemperaturer och en bedömning av kondensrisken finns på sid 32 och billaga 8.

RÖKGASTEMPERATURER (°C)

Under 100 °C "*Risk för kondens*"

Brännare	CTC Total	CTC 171	Egor V25	CTC 1100	Tric+	Vedunic	Bonus	Combifire	Viessmann
BQ-hög	175	148	136	112	153	114	75	96	
BQ-hög	178	152	156	107	158	110	79	93	
BQ-cykel	149	104	109	79	136	92	68	81	
BQ-cykel	145	108	119	78	136	93	70	80	
BQ-låg	87	64	81	57	97	75	65	66	
BQ-låg	92	68	82	58	92	79	64	66	
Viktad BQ	***160***	***130***	***138***	***96***	***144***	***104***	***75***	***89***	
IW-hög	188	179	166	109	149	138	104	114	
IW-hög	206	176	162	116	160	128	95	124	
IW-cykel	151	125	132	78	139	110	82	98	
IW-cykel	170	124	124	88	139	110	81	102	
IW-låg	89	82	87	71	128	78	69	79	
IW-låg	87	75	87	61	98	82	70	89	
Viktad IW	***183***	***153***	***148***	***102***	***148***	***124***	***94***	***114***	
EU-hög	164	152	141	112	160	174	113	128	
EU-hög	161	150	143	103	162	161	126	136	
EU-cykel	131	133	101	84	134	121	90	95	
EU-cykel	128	118	94	81	137	116	93	98	
EU-låg	87	83	70	66	104	80	73	79	
EU-låg	86	80	69	70	103	68	77	76	
Viktad EU	***146***	***139***	***122***	***99***	***149***	***149***	***111***	***119***	
VM-hög									152
VM-hög									148
VM-cykel									101
VM-cykel									103
VM-låg									79
VM-låg									81
Viktad VM									***129***

Nedanstående tabell är en *sammanställning av de viktigaste resultaten från hela lastcykelns driftprestanda.* Denna tabell ger också en översikt om vilka prestanda man som konsument kan räkna med att man får vid olika produktkombinationer. I kap 6.4 och framåt i denna rapport redovisar vi mer i detalj prestandan för de olika pannmodeller och produktkombinationer vi valt, och i kap 7 kommenterar vi utförligare bl a resultaten från låglasteldning med pellets.

	Panna		CO mg/nm3	OGC mg/nm3	NOx mg/nm3	Verkn.gr.	Watt	Stabilitet	OGC-BBR	Verkn BBR
70-80 tal	**CTC Total**	*Bequem*	378	118	81	67,0	79	99,1	35	77,5
		Iwabo	2135	247	96	63,8	114	98,9	29	72,0
		Eurofire	1219	155	59	60,9	58	98,9	71	70,6
	CTC 171	*Bequem*	208	22	9	73,4	73	98,9	7	83,0
		Iwabo	21	80	6	66,1	90	95,9	23	73,0
		Eurofire	1285	88	5	66,9	44	96,8	93	75,9
	Egor V25	*Bequem*	313	134	98	73,9	68	98,6	67	78,1
		Iwabo	734	100	129	65,4	70	93,3	64	74,6
		Eurofire	1150	108	112	72,8	31	99,0	18	77,1
90-tal	**CTC 1100**	*Bequem*	152	288	1	67,1	69	97,9	13	85,9
		Iwabo	74	152	35	76,3	99	98,8	32	86,1
		Eurofire	541	150	5	77,7	54	98,7	84	85,9
	Tric	*Bequem*	353	35	107	58,3	138	97,8	19	87,8
		Iwabo	6062	70		53,1	70	98,5	49	77,7
		Eurofire	906	44	11	57,2	49	97,7	17	72,6
	Vedunic	*Bequem*	1090	54	4	79,6	70	99,4	11	87,4
		Iwabo	942	72	2	74,1	98	99,4	36	87,2
		Eurofire	860	141	36	69,2	51	99,0	86	76,3
Ny teknik	**Viessmann**	*Viessmann*	631	19	16	78,6	72	99,4	12	83,2
	Bonus	*Bequem*	817	63	182	74,8	66	97,0	22	90,1
		Iwabo	1052	102	159	76,8	43	99,3	36	87,6
		Eurofire	968	65	32	74,0	88	97,6	24	85,0
	Combifire	*Bequem*	628	57	6	77,0	65	99,6	10	90,1
		Iwabo	1318	53		72,0	91	99,5	18	83,6
		Eurofire	1707	50	59	72,0	45	99,0	16	81,6

Tabell ovan: Den inringade kolumnen för verkningsgrad är den "konsumentverkningsgrad" man kan räkna med att man uppnår vid konvertering. CO, OGC och NO_x är redovisade som mg/nm^3 vid 10 % O_2 och är beräknade på de data som viktats i konsumentprovet. Kolumnen "Stabiltitet" anger hur likartade körningarna är sinsemellan och kolumnen "Watt" anger brännarens effektbehov. De båda sista kolumnerna märkt med "BBR" är de värden som erhållits vid tre timmars eldning utan start och stopp, d v s den metod som föreskrivs i Boverkets byggregler (BBR)

Notera även att vi inom detta projekt *inte försökt att till varje pris optimera driften* av varje kombination brännar/panna. Vi har istället trimmat anläggningen med de marginaler som en installatör normalt sett tillämpar i fält för att säkerställa en så stabil funktion som möjligt. Därav också kolumnen ”Stabilitet” i tabellen ovan. Vi har strävat efter att del olika försökens verkningsgrader skall vara så likartade som möjligt och accepterar bara testeldningar där resultaten blir över 95 i marginal (diff på max 5 %).

6.4. Analys av gamla pannor (15- 25 år)

Även om pannan är gammal, så finns det ett naturligt konsumentintresse att i möjligaste mån *utnyttja en befintlig värmepanna* när man konverterar till pelletsvärme. *Dels* för att installationen totalt sett blir billigare att installera och *dels* för att det ofta även känns moraliskt fel att kassera funktionsdugliga produkter. I detta test har vi tittat på - och försökt att värdera - hur mycket sämre funktion och prestanda detta val innebär i förhållande till en helt ny installation.

Generellt sett kan vi påstå – lite överraskande - att dessa gamla pannor faktiskt kan vara lättare att konvertera till pelletseldning är något nyare varianter. Detta därför att de ofta är betydligt enklare byggda med större eldstäder och vidare (mer öppna) konvektionsytor. Nyare pannor däremot har med stigande oljepris byggts mer och mer specialanpassat för drift med oljebrännare vilket alltså kan vara en nackdel vid konvertering till pellets. Däremot är pannorna ofta *dåligt isolerade* och kan ha stora otätheter i luckor etc som i så fall radikalt ökar stilleståndsförlusterna.

Vår bestämda rekommendation vid konvertering till pelletseldning måste ändå vara att *i första hand byta ut hela anläggningen* om den är äldre än 15 år. Det ger som regel betydligt bättre förutsättningar att få både högre verkningsgrad, lägre emissioner och en bättre tillgänglighet utan onödiga och störande driftstopp. Men om man ändå väljer att nyttja den gamla pannan så skall man vara noga med att täta alla luckor och gärna även försöka tilläggsisolera själva pannkroppen. Det kan betyda tusenlappar i minskade strålnings- och genomströmningsförluster.

Vi har till denna grupp av värmepannor valt bland de pannor som vanligtvis installerades för 15- 25 år sedan och där en del fortfarande finns driftsatta. Vi har valt en *CTC Total* därför att den såldes som trippelpanna för både olja/ved/el. (Tillsammans med CTC 265 är dessa pannor förmodligen landets vanligaste pannmodell.) Valet av *CTC 171* är naturligt då detta är en mycket vanlig enkelpanna som – i samma eldstad – kan eldas både med olja och ved, och valet av vedpannan *Egor V25* var också ganska självklart då den modellen vet den i särklass vanligaste renodlade vedpannan.

GAMLA PANNOR (15- 25 år)

CTC Total

CTC 171

Egor V 25

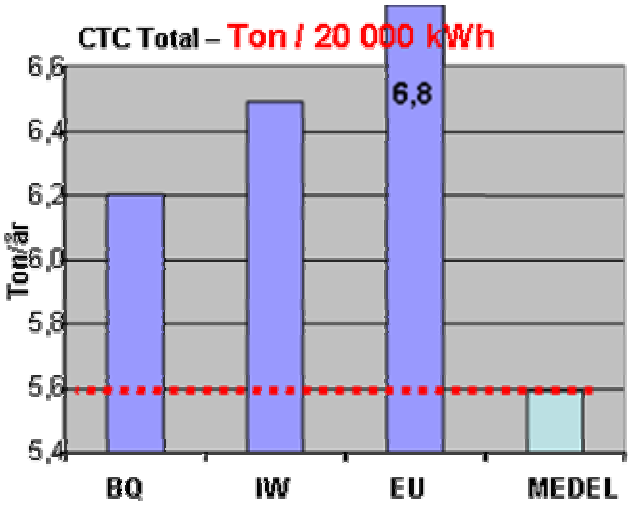
6.4.1 Resultat CTC Total

Vi har i denna test betraktat denna panna som en kombinationspanna, d v s avsedd för flera bränslen. Pannan har en *eldstad* med *överförbränning.* Pannan är konstruerad under en tid då oljeeldning var billigt och vedalternativet mer sågs som ett reservbränsle. Detta ger att pannans *värmeupptagande konvektionsdel* inte på långa vägar är lika bra som en modern pannas. Även pannans *isolationsförluster* är större då pannan har en sämre isolering.

Att just Eurofire (EU) i denna kombination avviker och ger den sämsta verkningsgraden har vi ingen bra förklaring till. Men sannolikt har de att göra med brännarens genomströmning och ökade stilleståndsförluster. Resultaten påminner också om de resultat som vi fått med den andra dubbelpannan Thermia Tric. Vilkas resultat tillsammans ger en tydlig fingervisning om att sk dubbelpannor och äldre kombinationspannor ger de sämsta resultaten vid pelletskonvertering.

Notera att Bequeem (BQ) har en bättre verkningsgradsserie så länge som den modulerande förbränningen fungerar (se nedan). Det betyder att brännaren jobbar med ett minimum av start och stopp, vilket i sin tur minskar stilleståndsförlusterna även vid fullast och lastcykel. Pannmodellen ger ett ökat bränslebehov på 10 – 20 % jämfört med ny teknik beroende på val av brännare. Vid 20 000 kWh årsbehov av värme blir detta en ökad driftkostnad på mellan 1 200- 2 350 kr per år jämfört med en ny teknik.

En liten eldstad gör att pelletslågan har svårt att brinna ut, viket i sin tur leder till förhöjda emissionsvärden, även om miljövärdet inte blir anmärkningsvärt högt. Den relativt lilla eldstaden innebär också täta intervall för att aska ur eldstaden.



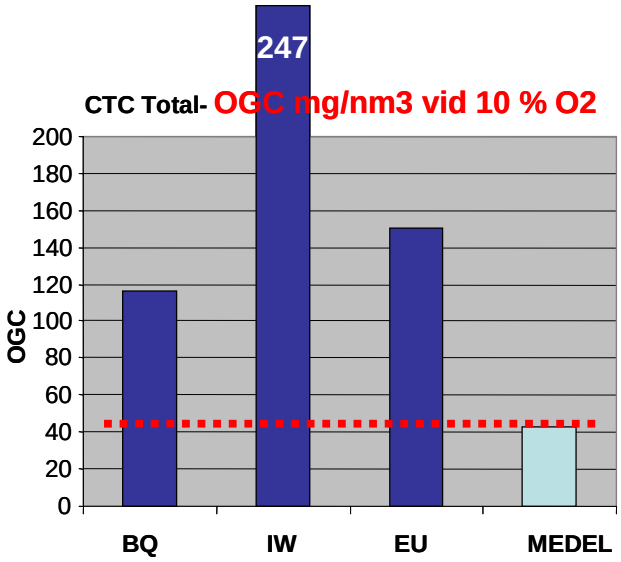


Diagram ovan: Beräknad pelletsförbrukning i ton vid 20 000 kWh årligt energibehov, samt emissioner av OGC (mg/nm^3 vid 10% O_2) redovisat som vårt viktade resultat. Prickad linje anger medel för samtliga testeldningar med nya pannmodeller avsedda specialtillverkade för pelletseldning.

Kort sagt; CTC Total är varken någon direkt lämplig- eller olämplig panna att konvertera till pellets. Pannan ger användaren onödiga servicebesök samtidigt som både pelletsförbrukning och miljövärden är sämre nödvändigt.

CTC Total	Full effekt	Lastcykel	Låg effekt	Konsument
BQ	77,5	69,5	45,3	67,0
IW	72,0	64,3	53,4	63,8
EU	70,6	61,7	47,3	60,9

Tabellen ovan visar uppmätt pannverkningsgrad som medel av två eldningsförsök. Lastcykeln värde utgör 70 % och Fullast och Låglast har vardera 15 % av redovisat värde. Kolumnen "Konsument" speglar därmed den verkningsgrad vi anser motsvara en normalvillas behov.

6.4.2 Resultat CTC 171

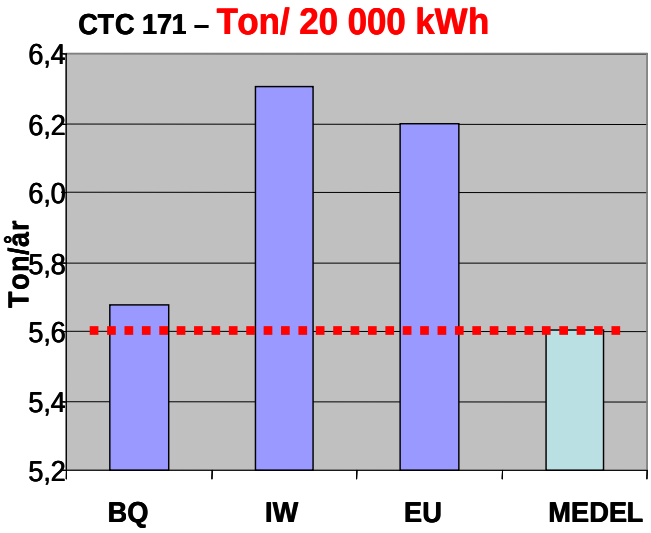
Denna *enkelpanna* har en relativt *stor eldstad* med *överförbränning* - inte alls olik de pannor som idag specialtillverkas för pelletsbrännare. Pannan är dock från början konstruerad för oljeeldning som första alternativ, vilket innebär att pannans *värmeupptagande konvektionsdel* inte är lika bra som en modern pelletspannas. Även pannans *isolationsförluster* är större då pannan har en sämre isolering.

Även i denna kombination har Bequeem (BQ) de bästa resultaten. Resultaten här är t o m i närheten av de resultat som vi uppnår med ny teknik. Anledningen till denna skillnad i verkningsgrad förklaras även här med att Bequeembrännaren arbetar med modellerande drift vilket ökar drifttiden och radikalt minskar stilleståndsförlusterna.

De övriga brännarna med traditionell start/stopp drift ger ett ökat bränslebehov på närmare 10 % eller räknat vid 20 000 kWh årsbehov av värme en ökad driftkostnad på 1 200- 1 400 kr per år jämfört med en ny teknik. Notera att Eurofire här har fått en betydligt högre verkningsgrad än mot CTC Total, vilket möjligen indikerar att vi lyckats timma brännaren med en mindre marginal i denna panna.

Miljövärdet är i samtliga fall klart godkända och indikerar att denna pannmodell kan kombineras med *i stort sett vilken brännarmodell som helst*. Den relativt stora eldstaden ger också få servicebesök för användaren (t ex aska ur eldstaden).

Kort sagt; trots att CTC 171 är en gammal pannmodell har den ändå goda förutsättningar till att ge användaren en godtagbar funktion, om än risk finns att höga stilleståndsförluster leder till en *ökad pelletsförbrukning*. Det senare ger fördel till brännare med modellerande förbränningsteknik.



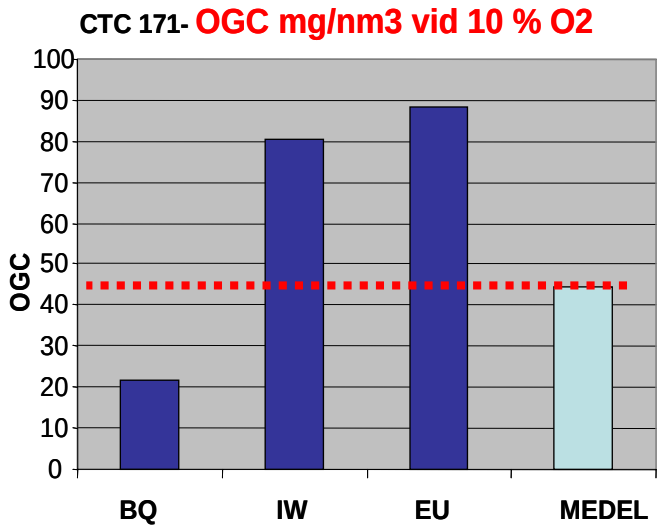


Diagram ovan: Beräknad pelletsförbrukning i ton vid 20 000 kWh årligt energibehov, samt emissioner av OGC (mg/nm^3 vid 10% O_2) redovisat som vårt viktade resultat. Prickad linje anger medel för samtliga testeldningar med nya pannmodeller avsedda specialtillverkade för pelletseldning.

CTC 171	Full effekt	Lastcykel	Låg effekt	Konsument
BQ	83,0	75,8	53,1	**73,4**
IW	73,0	66,4	57,6	**66,1**
EU	75,9	68,7	49,3	**66,9**

Tabellen ovan visar uppmätt pannverkningsgrad som medel av två eldningsförsök. Lastcykeln värde utgör 70 % och Fullast och Låglast har vardera 15 % av redovisat värde. Kolumnen "Konsument" speglar därmed den verkningsgrad vi anser motsvara en normalvillas behov.

6.4.3 Resultat Egor v25

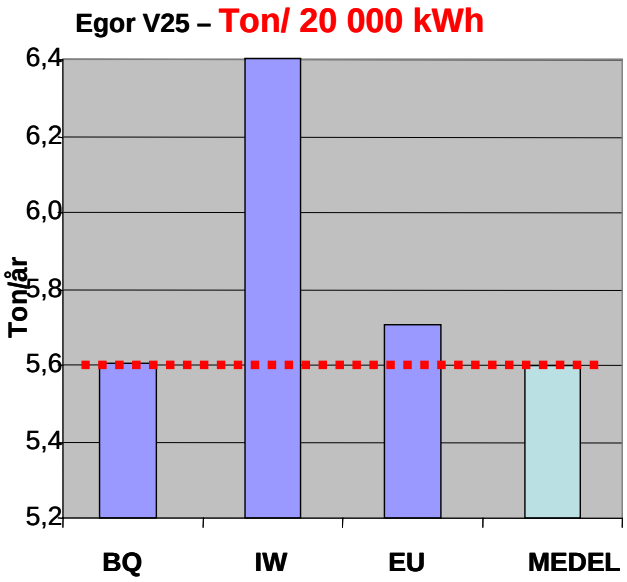
Denna panna representerar den traditionella vedpannan för självdrag. Pannan finns både med- och utan keramikinsats och är tillverkad för att eldas med ved mot en ackumulatorvolym på minst 1 500 liter. Eldstaden är stor och effekten vid vedeldning är på 25 kW vilket borde ge goda förutsättningar till riktigt bra prestanda.

Vid konvertering till pelletsbrännare har vi tagit bort den keramiska insatsen och utnyttjar hela den stora eldstaden. Pannans spjäll är ställda så att maximal rökgasväg utnyttjats. I kombination med pannans stora eldstad innebär detta att användaren får en bekväm hantering när det gäller rengöring och uraskning. Pannans vattenvolym är dock stor och pannan har stora stilleståndsförluster vilket sänker verkningsgraden.

Det verkar som om uppåtbrinnande brännare som Iwabo (IW) är den typ av brännare som fungerar klart sämst på denna panntyp då denna avviker i verkningsgrad. Vi har ingen naturlig förklaring till detta. Men resultaten är ändå tillräckligt bra för att man skall kunna acceptera dem som de är. Trots pannans långa rökgasvägar är rökgastemperaturen – även vid modulerande drift – tillräckligt hög för att undvika kondens.

Den stora eldstaden och de långa rökgasvägarna gör det förmodligen går att installera i stort sett vilken typ av pelletsbrännare som helst. Men det kan vara svårt att ställa in optimala driftprestanda då pannan innehåller en stor rökgasvolym, samtidigt som denna volym gör det möjligt att bygga anpassade lösningar till varje brännarmodell.

Kort sagt; Egor V25 kan med rätt intrimning vara en riktigt bra panna att konvertera till pelletseldning.



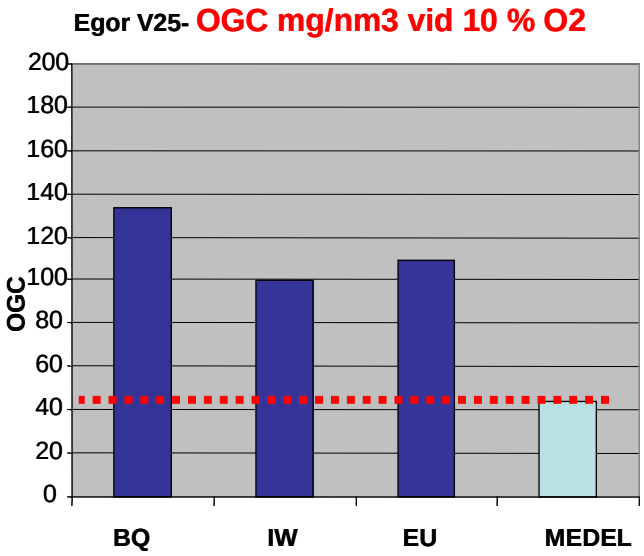


Diagram ovan: Beräknad pelletsförbrukning i ton vid 20 000 kWh årligt energibehov, samt emissioner av OGC (mg/nm^3 vid 10% O_2) redovisat som vårt viktade resultat. Prickad linje anger medel för samtliga testeldningar med nya pannmodeller avsedda specialtillverkade för pelletseldning.

Egor V25	Full effekt	Lastcykel	Låg effekt	Konsument
BQ	78,1	75,4	62,9	**73,9**
IW	74,6	65,1	53,3	**65,4**
EU	77,1	75,8	54,7	**72,8**

Tabellen ovan visar uppmätt pannverkningsgrad som medel av två eldningsförsök. Lastcykeln värde utgör 70 % och Fullast och Låglast har vardera 15 % av redovisat värde. Kolumnen "Konsument" speglar därmed den verkningsgrad vi anser motsvara en normalvillas behov.

6.5. Analys av trad pannor (5- 15 år)

Pannor inom denna åldersgrupp anses av de flesta vara alltför ny för att kunna *bytas ut i förtid*. Därför finns det många installationer med pelletselding i kombination med pannor ur denna åldersgrupp. Genom att utnyttja en *befintlig värmepanna* när man konverterar till pelletsvärme så hålls förvisso investeringskostnaden nere, men tyvärr ofta på bekostnad av sämre tillgänglighet och verkningsgrad. Ibland kan det därför ändå vara en god affär att byta ut pannan i förtid och satsa på modern teknik.

Gemensamt för dessa pannor – i förhållande till äldre pannor - är att de blivit mer specialiserade till det bränsleslag de från början byggts för. Med stigande oljepris och skärpta miljökrav har oljepannan optimerats för just olja, och vedpannan har specialkonstruerats för miljöriktig vedeldning mot ackumulatortank. Även dubbelpannorna har nu fått en miljögodkänd vedeldstad.

Vi har till denna grupp av värmepannor valt bland de pannor som vanligtvis installerades för 5- 15 år sedan och som ännu är vanliga produkter hos konsumenten. Vi har valt en *CTC 1100* som är en specialanpassad och vanlig renodlad oljepanna. Som kombinationspanna har vi valt *Thermia Tric* som även får representera en modernare modell av dubbelpanna, och valet av vedpannan *Diom Vedunic 35* är en bra representant för den fläktstyrda moderna vedpannan

TRADITIONELLA PANNOR (5- 15 år)

CTC 1100

Thermia Tric

Diom Vedunic 35

6.5.1 Resultat CTC 1100

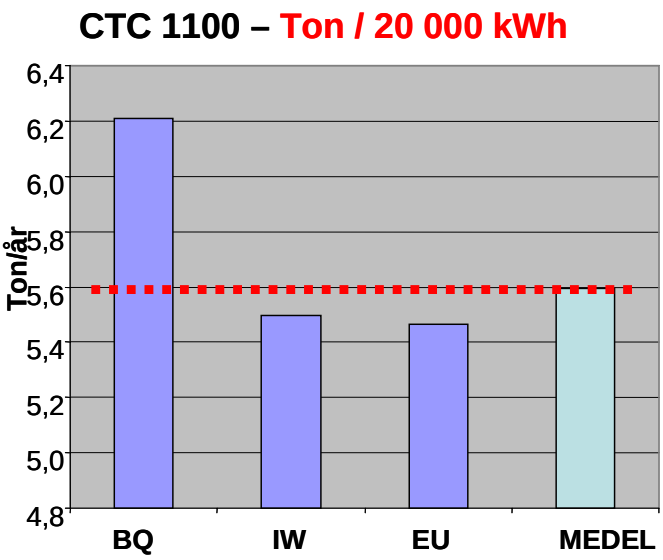
Denna relativt sett vanliga enkelpanna har utvecklats som en *renodlad oljepanna*. Det har från tillverkarens sida *aldrig varit meningen* att denna panna någonsin skulle konverteras till fastbränsle. Men med pellets som bränsle, och med modern förbränningsteknik, är det idag inte alltför ovanligt att oljebrännaren i dessa pannor ändå byts ut mot en pelletsbrännare. Eventuella rökgasretardrar tas då ur och används inte.

Eldstaden är relativt liten, vilket gör att en pelletslåga har svårt att brinna ut innan den träffar kylda ytor och konvektionsvägarna är trånga vilket betyder att de lätt täpps igen med flygaska. Trånga rökgasvägar i kombination med pannans lilla eldstad innebär att användaren måste göra tätare besök för rengöring och uraskning. Men pannans är kompakt och tämligen bra isolerad. Därför är *isolationsförlusterna* relativt små, vilket bidrar till ökad pannverkningsgrad.

Våra resultat pekar på att Bequeem-brännaren (BQ) i detta fall är en direkt *olämpligt brännarval*, samtidigt som Eurofire (EU) verkar vara det bästa alternativet. Kanske inte så underligt mot bakgrunden att Eurofire är framåtbrinnande och därmed är den av brännarna som mest liknar en oljebrännare.

Den lilla eldstaden och de trånga rökgasvägarna ger ganska kraftigt förhöjda miljövärden, och även om verkningsgraden är riktigt bra så innebär pannans konstruktion säkerligen täta besök för rengöring och uraskning.

Kort sagt; CTC 1100 är *ingen bra panna* att konvertera till pelletseldning. Vi bedömer risken som stor att det lätt blir driftproblem.



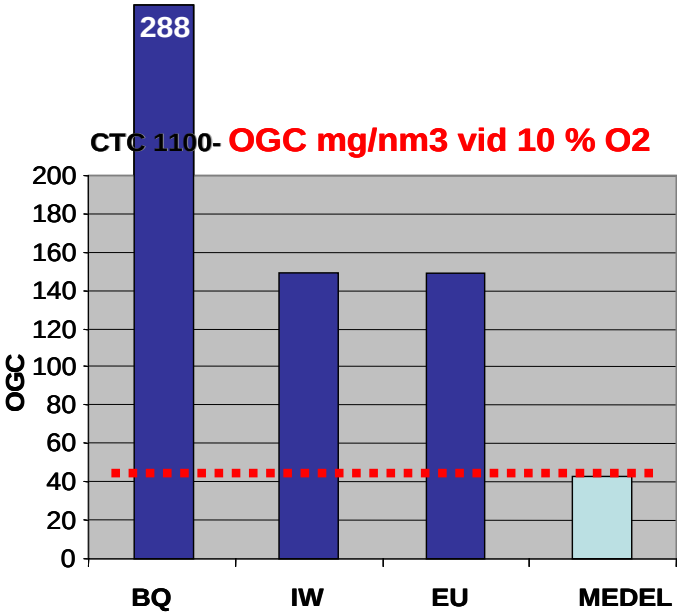


Diagram ovan: Beräknad pelletsförbrukning i ton vid 20 000 kWh årligt energibehov, samt emissioner av OGC (mg/nm^3 vid 10% O_2) redovisat som vårt viktade resultat. Prickad linje anger medel för samtliga testeldningar med nya pannmodeller avsedda specialtillverkade för pelletseldning.

CTC 1100	Full effekt	Lastcykel	Låg effekt	Konsument
BQ	85,9	62,8	68,6	**67,1**
IW	86,1	77,0	63,4	**76,3**
EU	85,9	78,7	65,0	**77,7**

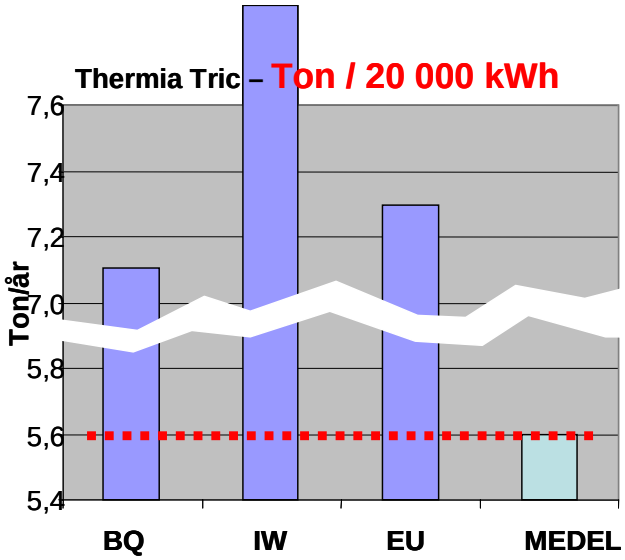
Tabellen ovan visar uppmätt pannverkningsgrad som medel av två eldningsförsök. Lastcykeln värde utgör 70 % och Fullast och Låglast har vardera 15 % av redovisat värde. Kolumnen "Konsument" speglar därmed den verkningsgrad vi anser motsvara en normalvillas behov.

6.5.2 Resultat Thermia Tric

Denna panna är representativ för de flesta moderna dubbelpannor. Den har skilda eldstäder för olja och ved, och vedeldstaden har även en keramiskt infodrad brännkammare som gör att vedeldning (mot ackumulatortank) också klarar ställda miljökrav (BBR). Pannan har elpatroner och är därmed avsedd att ge brukaren möjlighet att utnyttja det bränsle som är fördelaktigast för tillfället. Vi har använt oljeeldstaden när vi installerat pelletsbrännarna, och behåller därmed kombinationen pellets-ved-el. Men det har varit svårt att hitta stabila driftresultat, varför intrimningen fått ske med stort luftöverskott i samtliga fall, vilket naturligtvis påverkar verkningsgraden negativt.

Pannans eldstad klarar relativt sett av att slutförbränna en pelletslåga innan den träffar kylda ytor. Miljöresultaten även för en uppåtbinnande pelletseldning i Thermia Tric är därför förvånansvärt bra. Men pannverkningsgraden är riktigt dålig. Vi har ingen annan förklaring till detta annat än att förlusterna återfinns både som något höga rökgastemperaturer, luftöverskott och som strålningsförluster. Aktuell panna har de näst högsta uppmätta stråningsförlusterna av alla pannor, vilket naturligtvis också sänker verkningsgraden. Thermias egen brännare, Bequeem (BQ), har med sin modellerande drift färre antal start och stopp vilket i detta driftfall verkar vara positivt.

Våra resultat pekar på att brännare med modellerande driftsätt är att föredra. Men den lilla eldstaden och de korta rökgasvägarna gör ändå att pannmodellen inte är lämplig för konvertering till pelletsbrännare. Vi har följt panntillverkarens rekommendation vid installationen, men det är möjligt att en installation på vedeldstaden lättare skulle ha gett stabilare driftvärden.



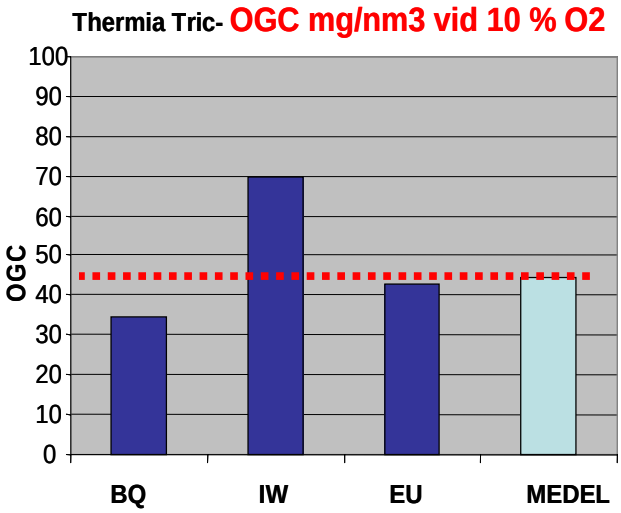


Diagram ovan: Beräknad pelletsförbrukning i ton vid 20 000 kWh årligt energibehov, samt emissioner av OGC (mg/nm^3 vid 10% O_2) redovisat som vårt viktade resultat. Prickad linje anger medel för samtliga testeldningar med nya pannmodeller avsedda specialtillverkade för pelletseldning.

Kort sagt; Thermia Tric är, liksom troligen alla andra dubbelpannor, ingen bra panna att konvertera till pelletseldning. Om inte pannan är alldeles för ny, menar vi att den är olämplig att konvertera till pelletspanna. Driftkostnaden blir mellan 3 000- 4 300 dyrare per år än med en ny modern pelletspanna.

Thermia Tric	Full effekt	Lastcykel	Låg effekt	Konsument
BQ	87,8	53,9	49,9	**58,3**
IW	77,7	52,0	33,4	**53,1**
EU	72,6	58,6	35,4	**57,2**

Tabellen ovan visar uppmätt pannverkningsgrad som medel av två eldningsförsök. Lastcykeln värde utgör 70 % och Fullast och Låglast har vardera 15 % av redovisat värde. Kolumnen "Konsument" speglar därmed den verkningsgrad vi anser motsvara en normalvillas behov.

6.5.3 Resultat Vedunic 35

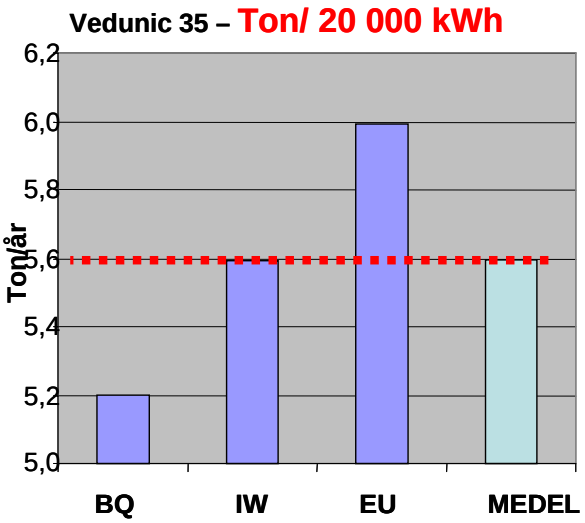
Denna panna representerar den modernare vedpannan med tryckande fläkt. Pannan är tillverkad för att eldas med ved mot en ackumulatorvolym på minst 1 500 liter. Effekten vid vedeldning är hela 35 kW vilket betyder att rökgastemperaturen vid konvertering till pelletsbrännare kommer att bli mycket låg. Det betyder i praktiken höga verkningsgrader men till priset av en *uppenbar risk för kondens i rökkanalen*.

Vid konvertering till pelletsbrännare har vi tagit bort både fläkten och den keramiska insatsen. Pannans retardrar används inte heller då rökgasvägarna är byggda för att ge låga rökgastemperaturer även vid vedeldning. I kombination med pannans stora eldstad innebär detta att användaren får en bekväm hantering när det gäller rengöring och uraskning. Pannans vattenvolym är inte alltför stor men pannan är *tämligen dåligt isolerad*.

Våra resultat pekar på att en framåtbrinnande brännare som Eurofire (EU) i detta fall är det sämre brännarvalet. Detta förmodligen för att en framåtbrinnande flamma i detta fall skickar lågan direkt ut mot pannans konvektionsdel. Men det hade varit enkelt att ”baffla pannan” (sätta in t ex en eldfast sten) som fått styra upp lågan i eldstaden innan den nått konvektionsdelen, vilket säkerligen skulle både ha ökat verkningsgraden och minskat emissionerna. Trots långa rökgasvägar är rökgastemperaturen ändå ganska hög.

Den stora eldstaden och de långa rökgasvägarna gör det förmodligen går att installera i stort sett vilken typ av pelletsbrännare som helst. Men det kan vara svårt att ställa in optimala driftprestanda då pannan innehåller en stor rökgasvolym, samtidigt som denna volym gör det möjligt att bygga anpassade lösningar till varje brännarmodell.

Kort sagt; Diom Vedunic 35 är en *bra panna* att konvertera till pelletseldning. Man bör vara observant på kondens i rökkanalen, men någon uppenbar risk kan vi inte se.



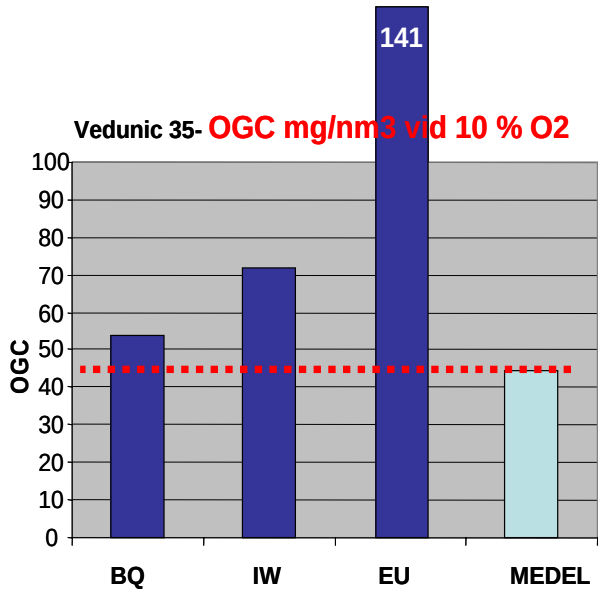


Diagram ovan: Beräknad pelletsförbrukning i ton vid 20 000 kWh årligt energibehov, samt emissioner av OGC (mg/nm^3 vid 10% O_2) redovisat som vårt viktade resultat. Prickad linje anger medel för samtliga testeldningar med nya pannmodeller avsedda specialtillverkade för pelletseldning.

Vedunic 35	Full effekt	Lastcykel	Låg effekt	Konsument
BQ	87,4	82,1	60,5	**79,6**
IW	87,2	76,9	48,0	**74,1**
EU	76,3	70,2	57,7	**69,2**

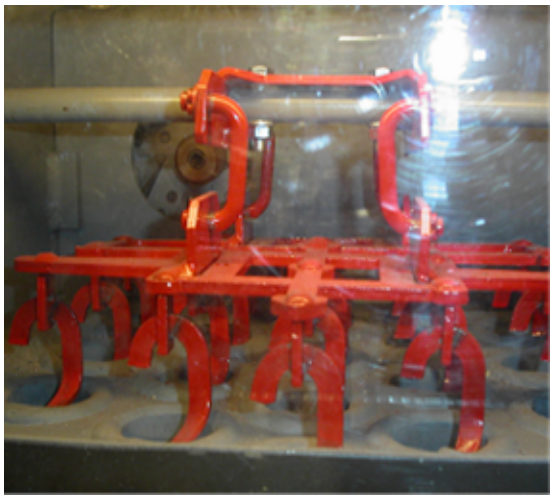
Tabellen ovan visar uppmätt pannverkningsgrad som medel av två eldningsförsök. Lastcykeln värde utgör 70 % och Fullast och Låglast har vardera 15 % av redovisat värde. Kolumnen ”Konsument” speglar därmed den verkningsgrad vi anser motsvara en normalvillas behov.

6.6. Analys av nya pannor (modern teknik)

Syftet med våra tester har ju varit att i första hand *jämföra resultaten* vid pelletskonvertering om man utnyttjar en äldre befintlig panna med resultaten i moderna pannor. Även om pannan är gammal, finns det ett naturligtvis bättre och sämre kombinationer. För att få ett jämförbart referensvärde har vi valt att testa *nya- och specialbyggda pannor för pelletsteknik*. Dels för att se hur bra installationen totalt sett blir och dels för att försöka värdera om det är rätt att kassera funktionsdugliga produkter.

Vi har till denna grupp av värmepannor valt dels en *Baxi Bonus* därför att den är tillverkad för kombinationen Ved/Pellets och har goda prestanda både som vedpanna (mot ackumulatortank) och som pelletspanna, och dels en *Combifire* som är den pelletspanna som bl a Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut (SP) använder vid t ex P-märkning. Den senare också för att få ett referensvärde som gör det möjligt att även jämföra vår testmetod med t ex P-märkningens resultat. Det är medelvärdet från dessa produkters prestanda vi sedan använt som referensvärde när vi jämfört gammal teknik med ny.

Därutöver har vi i denna grupp även testat en ny- och riktigt modern integrerad pelletspanna – *Viessmann Vitolig 30* – som får representera den *nyaste tekniken* som just nu är på väg ut på marknaden i Sverige. Pannan är för övrigt identisk med *Windhager modell BMX*. Båda dessa fabrikat finns numera representerade på den svenska marknaden.



I Österrike är oljan lägre beskattad än i Sverige, varför *pellets och oljepriset är ungefär likvärdigt*. Det har lett till att tillverkarna av pelletsteknik ”tvingats” tillverka utrustning som för användaren är någorlunda lika bekväm som en oljeeldning. På marknaden i Österrike finns redan ett 10-tal modeller som fungerar helautomatiskt.

Dessa nya integrerade pannor har ett utvecklat styr- och reglersystem som även innefattar automatisk rengöring (sotning), rensning av brännarkopp och askutmatning. Det betyder att brukarens arbetsinsats för skötsel reduceras till *nästan ingenting*. Denna nya generation av pannor kommer från Österrike där pelletsmarknaden växer minst lika snabbt som i Sverige, men där man redan från början satsat mycket mer på att få teknik som fungerar helautomatiskt och liknande en oljeeldning.

Den automatiska sotningen fungerar på så sätt att en mekanisk arm hela tiden lyfter och sänker retardrar i konvektionstuberna (se bild ovan t h) och med jämna intervall öppnas botten på brännarkoppen och tömmer ev slagg och förbränningsrester till asklådan.

Den automatiska uraskningen skruvar askan ut ur eldstaden till en tät askbox som sitter placerad utanpå pannan. Denna asklåda (se bild t h) är även försedd med handtag och hjul, som ger en dammfri och bekväm tömning av askan. Behållaren har tillräcklig volym för att behöva tömmas bara 2- 4 ggr per år.

Det är ingen tvekan om att dessa nya produkter ger användaren en bekvämlighet som är mycket nära den bekvämlighet man får med t ex oljeeldning eller med en värmepump. Ett bioenergialternativ som till skill-

nad från värmepumpen inte heller ökar det totala behovet av elenergi. Den moderna tekniken har överlag verkningsgrader som ger en driftkostnad i ungefär samma nivå som driftkostnaden hamnar för en värmepump. Men investeringen är ändå minst 30 % lägre.

Pellets är redan idag ett bra alternativ för villauppvärmning. Och med den nya tekniken även kan användaren nå en avsevärt bättre bekvämlighet när det gäller tillsyn och service. Vi har testat pannorna som visas på bilden nedan.

MODERNA PANNOR (ny teknik)

Combifire

Baxi Bonus

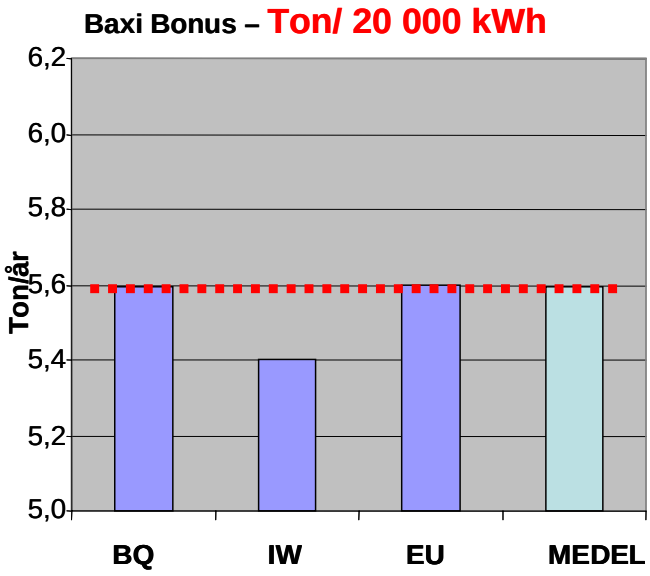
Viessmann

6.6.1 Resultat Baxi Bonus

Denna panna representerar både en modern vedpanna med riktigt bra prestanda och en panna tillverkad för att kompletteras med en pelletsbrännare. Det är ingen tvekan om att detta är ett *mycket bra val* av panna för de villaägare som vill kombinera pelletsvärme med vedeldning. Effekten är väl balanserad så att rökgastemperaturen åtminstone vid On/Off drift är tillräckligt hög för att undvika kondens men (om än nära gränsen) samtidigt tillräckligt låg för att ge riktigt bra verkningsgrader.

Pannans eldstad kan utnyttjas för konvertering till i stort sett *vilken pelletsbrännare som helst*. Långa rökgasvägar byggda för fastbränsleeldning i kombination med pannans stora eldstad innebär att användaren samtidigt får en bekväm hantering när det gäller rengöring och uraskning. Pannan kan även enkelt kompletteras med en automatisk uraskning för den som så önskar. Pannans vattenvolym är liten och pannan är någorlunda bra isolerad. Därför blir även *isolationsförlusterna* lägre, vilket också bidrar till att öka pannans verkningsgrad.

Våra resultat pekar på att det i stort sett blir likartade prestanda oavsett valet av pelletsbrännare. De skillnader som vi mätt upp är inte större än att de kan rymmas inom det intervall vi lyckats med att trimma brännaren. (Vi har inte i detta test ansträngt oss att optimera driftresultaten på brännarna, utan istället koncentrerat oss på att värdera pannans möjligheter). Men skillnaden i verkningsgrad - åtminstone till en del – kan härledas till genomströmningsförluster när brännaren står stilla (Se även kap 7 ”Diskussion”).



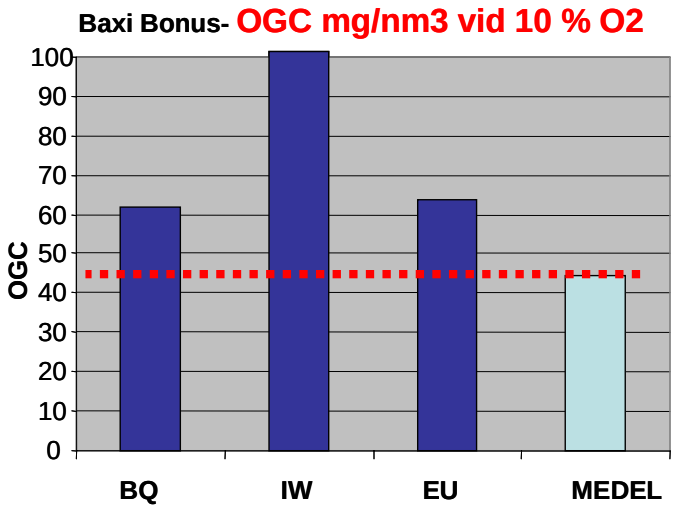


Diagram ovan: Beräknad pelletsförbrukning i ton vid 20 000 kWh årligt energibehov, samt emissioner av OGC (mg/nm^3 vid 10% O_2) redovisat som vårt viktade resultat. Prickad linje anger medel för samtliga testeldningar med nya pannmodeller avsedda specialtillverkade för pelletseldning.

Kort sagt; Baxi Bonus är en mycket bra panna att konvertera till pelletseldning. Det finns dock en risk för kondens i rökkanalen i synnerhet om en modellerande brännare används mot ett litet effektbehov.

Baxi Bonus	Full effekt	Lastcykel	Låg effekt	Konsument
BQ	90,1	77,8	45,9	**74,8**
IW	87,6	78,3	59,5	**76,8**
EU	85,0	76,6	51,2	**74,0**

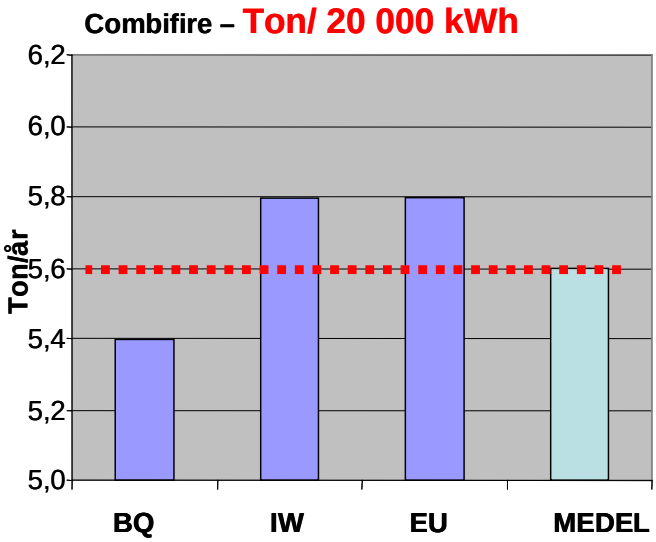
Tabellen ovan visar uppmätt pannverkningsgrad som medel av två eldningsförsök. Lastcykeln värde utgör 70 % och Fullast och Låglast har vardera 15 % av redovisat värde. Kolumnen ”Konsument” speglar därmed den verkningsgrad vi anser motsvara en normalvillas behov.

6.6.2 Resultat Combifire

Detta är den panna som används som testpanna vid SP och andra *officiella provningar* när man skall testa pelletsbrännare (bl a P-märkning). Pannan är inte optimerad för någon brännare, utan är mer konstruerad för att kunna passa alla typer av brännare. Effekten är väl balanserad så att rökgastemperaturen åtminstone vid On/Off drift är tillräckligt hög för att undvika kondens men samtidigt tillräckligt låg för att ge bra verkningsgrader. Pannans prestanda vid pelletseldning är i övrigt mycket lika Baxi Bonus.

Pannans eldstad kan utnyttjas för konvertering till i stort sett vilken pelletsbrännare som helst. Långa rökgasvägar byggda för fastbränsleeldning i kombination med pannans stora eldstad innebär att användaren samtidigt får en bekväm hantering när det gäller rengöring och uraskning. Pannan kan även enkelt kompletteras med en automatisk uraskning för den som så önskar. Pannans vattenvolym är liten och pannan är någorlunda bra isolerad. Därför blir även *isolationsförlusterna* relativt små, vilket också bidrar till att öka pannans verkningsgrad.

Våra resultat pekar på att det i stort sett blir likartade prestanda oavsett valet av pelletsbrännare. De skillnader som vi mätt upp är inte större än att de kan förklaras med hur väl vi lyckats med att trimma brännaren. (Dock är trenden att den framåtbrinnande brännaren ger lite högre förluster- förmodligen genom ett mindre motstånd vid genomströmning). Den uppmätta skillnaden i verkningsgrad - åtminstone till en del – borde därför kunna härledas till genomströmningsförluster när brännaren står stilla (Se även kap 7 ”Diskussion”).



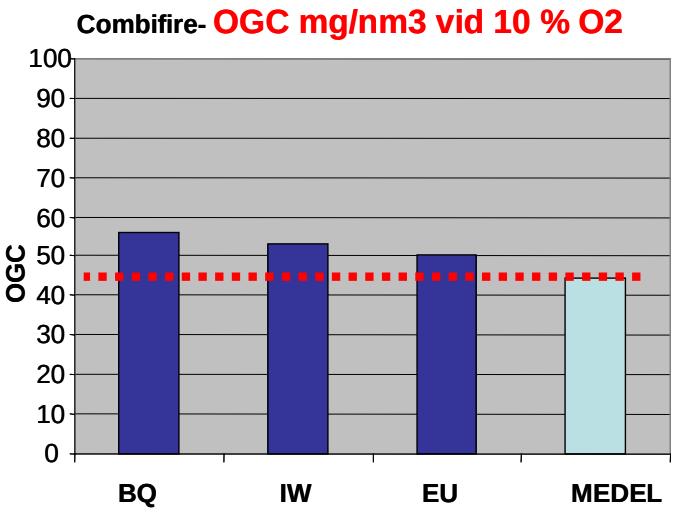


Diagram ovan: Beräknad pelletsförbrukning i ton vid 20 000 kWh årligt energibehov, samt emissioner av OGC (mg/nm^3 vid 10% O_2) redovisat som vårt viktade resultat. Prickad linje anger medel för samtliga testeldningar med nya pannmodeller avsedda specialtillverkade för pelletseldning.

Kort sagt; Combifire är en också en mycket bra panna att konvertera till pelletseldning.

Combifire	Full effekt	Lastcykel	Låg effekt	Konsument
BQ	90,1	77,7	60,9	**77,0**
IW	83,6	74,3	50,0	**72,0**
EU	81,6	75,3	47,2	**72,0**

Tabellen ovan visar uppmätt pannverkningsgrad som medel av två eldningsförsök. Lastcykeln värde utgör 70 % och Fullast och Låglast har vardera 15 % av redovisat värde. Kolumnen ”Konsument” speglar därmed den verkningsgrad vi anser motsvara en normalvillas behov.

6.6.3 Resultat Viessmann

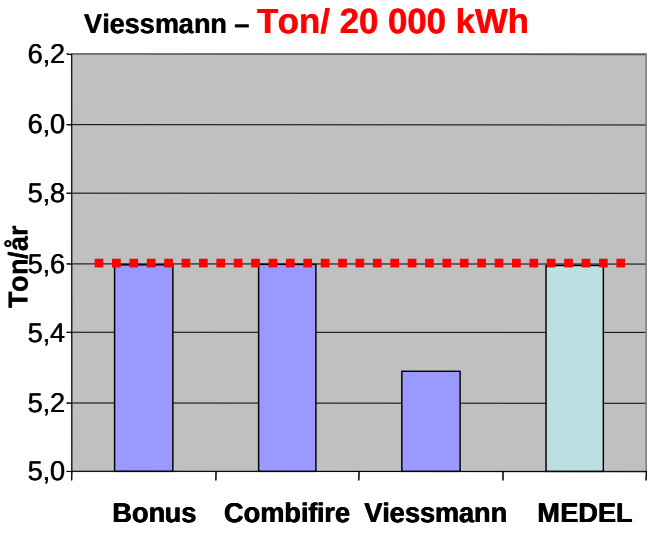
Detta är ett exempel på den nyaste generationen av integrerade pelletspannor. Modellen finns i två identiska utföranden på den svenska marknaden, Viessmann och Windhager. *Det är också den modell som ger de klart bästa resultaten.*

Tekniken har ett väl utvecklat styr- och reglersystem som även omfattar automatisk sotning och uraskning av pannan. Tillverkningen sker i Österrike där pelletspriset är likvärdigt med oljepriset. Det betyder att en pelletsteknik måste fungera i stort sett lika bra och bekvämt som en oljeeldning om produkterna skall ha framgång på marknaden.

Effekten är väl balanserad så att rökgastemperaturen åtminstone vid on/off drift är tillräckligt hög för att undvika kondens men samtidigt tillräckligt låg för att ge bra verkningsgrader. Pannans prestanda är bra även om likartade verkningsgrads- och miljöresultat kan uppnås med traditionell teknik. Den stora skillnaden finns i behovet av manuell uraskning, sotning och andra servicebesök. Här är tekniken ”out standing”.

I diagram t.h. har vi för jämförelsens skull beräknat *medelvärdet på resultaten från våra tre pelletsbrännare på alternativa pannor* (Bonus och Combifire). Vi kan därmed konstatera att den *modernaste tekniken också ger de bästa resultaten*, men möjligen med tillägget att skillnaden är mindre än vad vi hade förväntat.

Notera att Viessmann pannan *inte har någon lambdasond* som reglerar lufttillförseln automatiskt. Något som finns i andra integrerade pannor från Österrike, men som ännu inte finns att tillgå på den svenska marknaden.



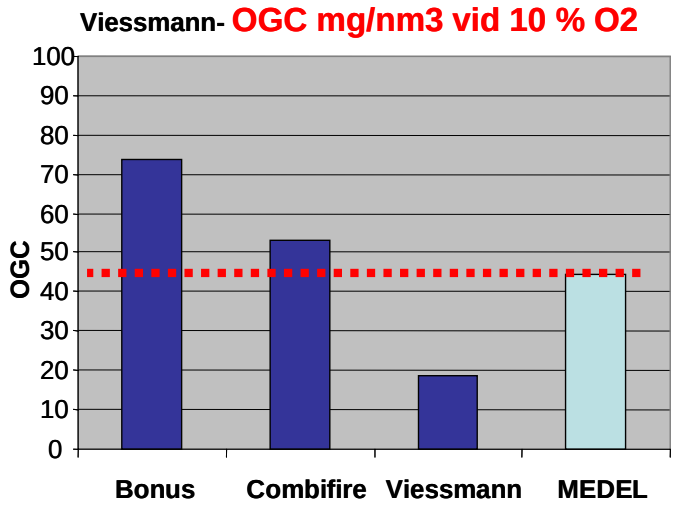


Diagram ovan: Beräknad pelletsförbrukning i ton vid 20 000 kWh årligt energibehov, samt emissioner av OGC (mg/nm^3 vid 10% O_2) redovisat som jämförelse vid bästa teknikval. Prickad linje anger medel för samtliga testeldningar med nya pannmodeller avsedda specialtillverkade för pelletseldning.

Kort sagt; Viessmann är en bra mycket panna att konvertera till pelletseldning. I kombination med automatisk uraskning, rengöring av brännarkopp och sotning ger detta konsumenten även en överlägsen komfort och tillgänglighet.

Viessmann	Full effekt	Lastcykel	Låg effekt	Konsument
Viessmann	83,2	80,1	67,0	**78,6**
Bonus	*87,5*	*77,5*	*52,2*	***75,2***
Combifire	*85,1*	*75,8*	*52,7*	***73,7***

Tabellen ovan visar uppmätt pannverkningsgrad som medel av två eldningsförsök. För pannorna Bonus och Combifire är det medelvärdet av tre olika brännare som vardera eldats två gånger. Lastcykeln värde utgör 70 % och Fullast och Låglast har vardera 15 % av redovisat värde. Kolumnen ”Konsument” speglar därmed den verkningsgrad vi anser motsvara en normalvillas behov.

6.7. Elbehov för driften

Vi har i samband med driftprovet även loggat strömförbrukningen för att hålla igång pelletseldningen. Elbehovet påverkas dels av hur mycket brännaren går (effekten) och dels hur stor- och hur ofta en eltänding behöver användas. I nedan redovisade diagram har vi redovisat det viktade medelvärdet för effekt (varje brännare individuellt) under våra eldningsförsök. Utifrån denna effekt har vi sedan beräknat strömbehovet för ett helt års pelletsdrift (20 000 kWh). I förbrukningen ingår brännare och extern matarskruv.

För Bequeem och Viessmann som båda brinner modulerande gäller ett likartat effektbehov på totalt omkring 70- 75 Watt. Den modulerande tekniken är lite svårare att kunna beräkna en total drifttid på årsbasis för. Men vi har uppskattat den totala drifttiden till c:a 5200 timmar med kontinuerlig drift plus 850 timmar on/off drift för varmvatten- totalt c:a 6 050 timmar.

Med ett medel effektbehov på 73 Watt kan strömförbrukningen för att tillverka 20 000 kWh då uppskattas till *i storleksordningen c:a 440 kWh/år eller ungefär 440 kr.*.

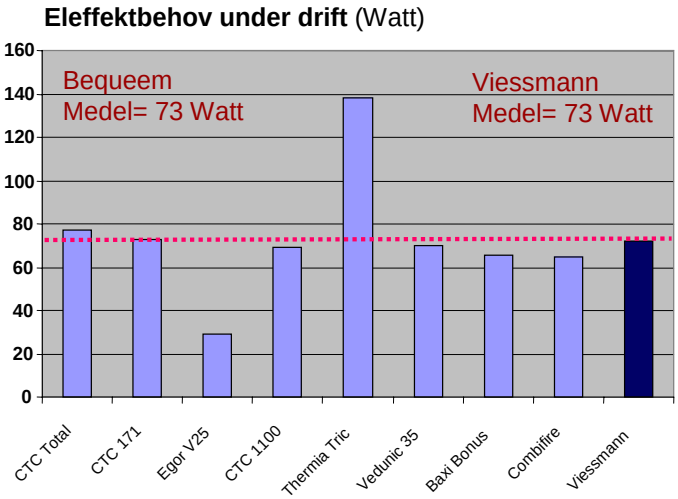
När vi studerar brännare med traditionell on/off drift är det lättare att kunna bedöma resultatet. Genomgående har vi *för jämförelsens skull* ansett att dessa brännare levererar 12 kW färdig värme till byggnaden, men det är naturligtvis möjligt att individuellt ställa brännarna i andra effektlägen och därmed påverka brinntiden.

Iwabobrännaren skiljer sig från de övriga brännarna så till vida att eleffekten på tändelementet är mycket högre än normalt. Detta säkerställer en snabb och effektiv tändning, men ger vid många start och stopp en högre elförbrukning.

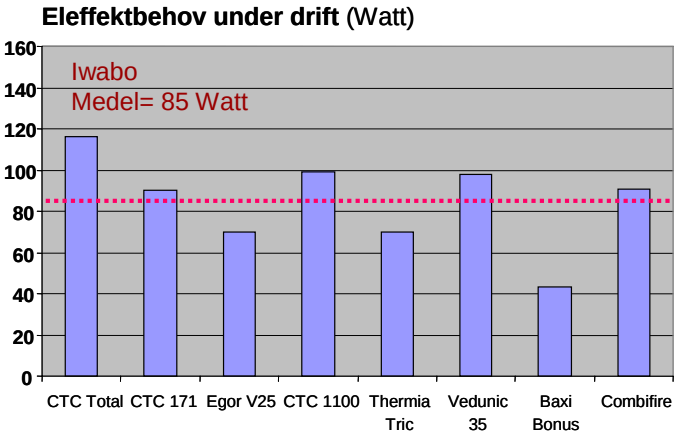
Ett årsbehov på 20 000 kWh tillverkat med en medeleffekt av 12 kW ger totalt 1 760 drifttimmar. För Iwabos del med en medeleffekt av 85 Watt ger detta ett *energibehov av ungefär 150 kWh eller c:a 150 kr,* och för Eurofire med ett medeleffektbehov av 55 Watt ett energibehov på *ungefär 100 kWh eller 100 kr per år.*

Ovanstående värden skall ser som ett riktvärde när det gäller el-energibehov och kan naturligtvis variera +/- 10- 15 % från fall till fall.

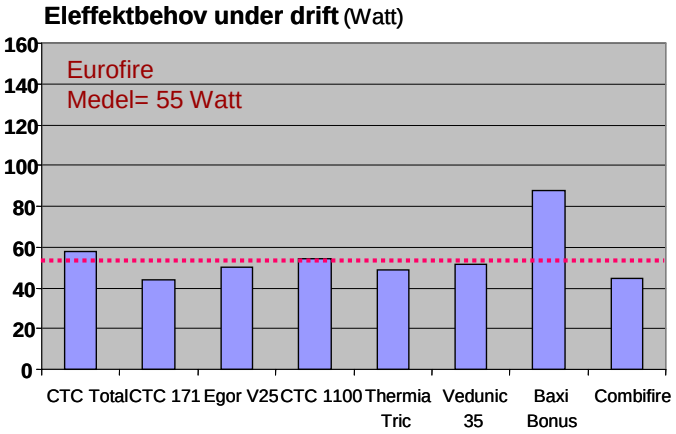
Se även kap 7 Diskussion där vi gör ett försök till vidare analys kring kombinationen med andra energikällor, t ex solvärme.



Modulerande teknik: Energibehov per år c:a 440 kWh



Iwabo: Energibehov per år c:a 150 kWh



Eurofire: Energibehov per år c:a 100 kWh

7. Diskussion

Mot bakgrunden av att pelletskvaliteten har betydelse på anläggningens tillgänglighet är det anmärkningsvärt att så lite görs för att *säkerställa pelletskvaliteten framme vid kundens brännare*. Det är ingen tvekan om att det behövs kraftfulla informationsinsatser på hur man *lämpligen bör konstruera ett pelletsförråd*. Många av de förråd vi besökte hade skrämmande brister som helt i onödan försämrar pelletskvaliteten. Den allra vanligaste driftstörningen är att pellets med hög andel finfraktion bygger valv över transportskruvar som då går i tomma trots att bränsle finns i förrådet.

Det var bara en av våra besökta anläggningar som redan från början varit nöjd med sin anläggning. Oc oftast finns problemen i bränslelagret. Det återstår med andra ord ännu en hel del utvecklingsarbete innan pelletseldningen fungerar lika underhållsfritt som olje- och elvärme. Men ändå kan vi konstatera att redan dagens teknik är avsevärt bekvämare än vedeldning och att tekniken dessutom ofta innebär en mindre arbetsinsats än vad brukaren föreställt sig. Hur många som avstått från tekniken av rädsla för att den kommer att innebära både besvär och bristande komfort är inte känt.

Vår studie visar att de största problemen inte finns vid själva förbränningen, utan i transporten av bränsle in till förbränningen och transporten av aska ut från förbränningen. Dagens pelletsbrännare är inte så känsliga för finfraktioner i bränslet som tidigare generationer varit och klarar ojämn pelletskvalitet med genomgående riktigt bra förbränningsprestanda.

Den nya tekniken med automatisk rengöring och askutmatning minskar radikalt behovet av arbetsinsats från användarens sida, och fungerar i stort sett tillfredställande. Men tyvärr är tekniken är ännu inte känd bland den breda allmänheten, men funktionen är efterfrågad och har säkerligen kommit för att stanna.

7.1. Problem med pelletsdistribution/-lager

Säckad pellets ger som regel en bättre kvalitet hos användaren, men priset är några hundralappar dyrare per ton. Därför blir bulktransporter allt vanligare till villaägarna. De största hindren för en fortsatt expansion på villamarknaden återfinns således på bränslesidan, och då i huvudsak i samband med bulktransporter. Bränslekvalitetsförsämringar uppstår lätt *i samband med transport* och i *dåligt konstruerade bränslelager och transportskruvar*. Här finns brister som orsakar mängder med onödiga driftstopp och problem för användaren. (Se kap 5.3.)

Problemen blir inte mindre av att marknaden styrs utifrån *en direkt dålig svensk standard (SS 187120).* En standard som är lätt att uppfylla och som medger mycket stora spann i bränslekvalitet hos konsumenten. Bl a så har vi konstaterat mycket stora variationer i såväl *bulkvikt* som *askhalt* och andel *finfraktioner* dock vi leveranstillstånd *samtliga inom svensk standard*.

Inte heller verkar det finnas några *klara regler och direktiv på hur transporten* skall ske. Här är det upp till den enskilde åkaren att efter eget omdöme kvalitetssäkra leveransen. (Jämför gärna med Österrike där det finns en Önorm (ÖNORM M7136) som reglerar transporten av bränslepellets.)

Det saknas också klara och tydliga *anvisningar på hur man bygger ett förråd,* och det verkar inte finnas några undersökningar gjorda när det gäller *vilken typ av matningsutrustning* (skruvar etc) som ger den skonsammaste hanteringen. Vi har i vår lilla studie kunnat konstatera att finandelen i pellets kan öka från c*:a 0,5 % vid utleverans från fabrik till närmare 10 % framme vid kundens brännare*. Något som naturligtvis är oacceptabelt och som orsakar mängder med driftstörningar och problem för konsumenten. Att sedan även bulkvikten varierar och ger användaren ännu större problem vid intrimningen av förbränningen.

Ett annat – om än mindre hinder – är att bli av med askan. Dels för att askutrymme i befintliga pannor ofta är litet och dels för att aska som blir kvar i brännarens förbränningsutrymme förr eller senare kommer att leda till driftstörningar. Här har dock den modernaste importerade tekniken kompletterats med automatisk rengöring av brännarhuvud och automatisk askutmatning. Därmed har ”dörren öpp-

nats” och idag finns även på den svenska marknaden fungerande askutmatningssystem att köpa för montage i efterhand på en befintlig anläggning.

7.1.1. Bättringsförslag

Vi ser det som direkt avgörande för *bulktranport till villamarknaden* att branschen snarast tar tag i frågan om standardisering. Man behöver inte skärpa kraven, men det är viktigt att man snabbt kommer överens om övre- och undre gränsvärden så att pellets av ”villakvalitet” blir mer lika. Detta kan enklast ske som en frivillig överenskommelse. Med en smalare standard kommer det också att bli betydligt enklare att konstruera- och trimma in förbränningsutrustning.

Vidare är det nödvändigt att hela transportkedjan kvalitetssäkras, att klara och entydiga leveransregler tas fram som gör det lättare att dels kunna följa upp en leverans bakåt (om något gått fel) och öka medvetenheten om hur kvaliteten påverkas av en felaktig hantering.

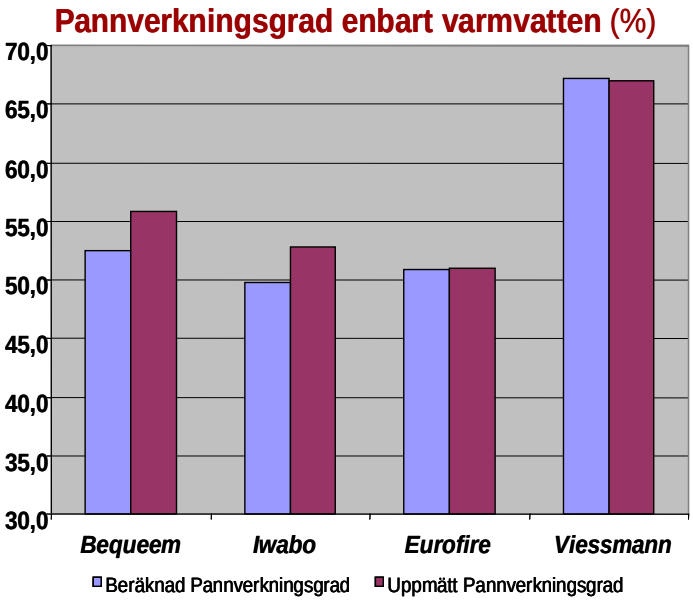
Parallellt med detta måste man ta fram ordentliga och tydliga anvisningar om hur ett bränslelager skall konstrueras och vilken matningsutrustning som skall användas. Vi har i vårt projekt kunnat konstatera att det tämligen ofta är problem med just frammatningen av bränsle. Det slår stopp i skruvar, det valvar sig i bränslelager och dammpartiklar gör att sensorer inte känner när internförråd är tomt etc. Även köpt utrustning från ledande leverantörer orsakar problem som kunden med egna innovativa lösningar tvingas försöka rätta till.

Vi är inte alls övertygade om att skruvmatning är den bästa- eller ens kanske den billigaste lösningen. I Österrike t ex har man sedan 4- 5 år tillbaka, och till nästan 100 %, gått ifrån skruvmatning och använder i stället luftburna matningssystem. Något som nästan inte alls *ens har testats* på den svenska villamarknaden.

Det finns även andra innovativa lösningar på den svenska marknaden som borde provas. Vi efterlyser därför breda och objektiva undersökningar kring vilka system som fungerar bäst i villamarknaden.

7.2. Låglasteldning med pellets

Resultaten från våra tester vid ett effektuttag enbart motsvarande endast ett tappvarmvattenbehov har visat mycket låga pannverkningsgrader. *Så låga att de borde analyseras ytterligare* då förlusterna mycket väl kan innebära att produktionskostnaden för pelletsvärme (eller olja- och elvärme direkt i pannan) kan fördubblas jämfört med priset för energi under uppvärmningssäsong.



Vi har inom detta projekt *endast kört 3 timmars driftcykler* mot ett effektuttag motsvarande drygt 1 kW (då detta är den lägsta kyleffekt vi kunnat ställa in på vår kylrigg). Denna effekt är ändå något högre än effektbehovet att tillverka 18 kWh enbart tappvarmvatten (0,75 kW). Perioder på bara 3 timmar är dessutom alltför korta driftperioder för att *få säkra resultat* när det gäller verkningsgrad. Går vi in och tittar på enskilda pannmodeller är också resultaten spretiga. Vi har därför valt att i diagrammet t v visa förhållandet mellan beräknad verkningsgrad och medelvärdet på uppmätt verkningsgrad *per brännarmodell*. Om vi väljer denna redovisningsform kan vi ändå *påstå att våra resultat och beräkningar ändå inte är alldeles fel*. Resultaten panna för panna finns redovisat i bil 7.

Oavsett brännare kan vi se att verkningsgraden ligger på i genomsnitt 50- 55 % (Viessmann dock drygt 65 %). Men noterbart är att den *beräknade verkningsgraden* skiljer från 41,4 % som lägst till 64,0 % som högst. Det betyder att energipriset för pelletsvärmt varmvatten hamnar på ett pris *mellan 64 öre/kWh och 103 öre/kWh* (Viessmann= 61 öre/kWh) med ett medelpris på *runt 75 öre/kWh*. Se även bilaga 7.

Om vi på samma sätt värderar enbart isolationsförlusterna i pannan och anser att pannan vid olje- och eldrift *inte har några som helst genomströmningsförluster* hamnar också olje- och elvärmt varmvatten på ett högt pris. C:a 161 öre/kWh (oljepris 7 300 kr/kbm) och elvärmt varmvatten på c:a 203 öre/kWh (elpris 95 öre/kWh)

Detta kan vara intressant att notera om man funderar på att t ex installera en solvärmeanläggning. Solvärmebranschen anser att en ”normalstor solfångare” till en normal villa klarar att ersätta c:a 4 000 kWh färdig värme med solenergi. Det betyder att värdet av denna solenergi kan beräknas till *mellan 2 676 – och 3 940 kr/år vid pelletseldning, 6 440 kr/år vid oljeeldning och 7 920 kr/år vid elvärme*. Pengar som skall användas till att betala ränta och amortering på investeringen.

Men notera även omvänt att om man har en dålig kombination pelletsbrännare/panna, och lägger till att sotningskostnaden ökar med c:a 300 kr/år jämfört med olja (en extra sotning) så är lönsamheten med pelletseldning för tappvarmvatten sommartid i det närmaste halverad.

7.2.1. Ackumulatortank i kombination med pellets

Fördelarna med ackumulatordrift är många. Genom att elda mot en större vattenvolym kan antalet start och stopp minskas, samtidigt som längre drifttider ger minskade utsläpp och högre förbränningsverkningsgrad. Färre och längre, sammanhängande stilleståndsperioder ger även lägre förluster och stabilare prestanda. Det är också troligt att färre antal start och stopp innebär en längre livslängd på ingående komponenter som t ex tändelement.

Längre sammanhållna driftperioder leder i sin tur till att man kan optimera injusteringen av brännaren. Brännare med On/Off reglering har idag ofta så korta driftperioder att t ex en lambda-styrning av förbränningen knappast hinner börja arbeta innan brännaren åter går in i nedeldningsfas. Med ackumulatordrift öppnas därför dörren även till mer automatiskt kontrollerande- och självreglerande teknik.

Men drift mot ackumulatortank innebär samtidigt även ökade förluster, främst då som *isolationsförluster* i längre rördragning och i själva ackumulatortanken. Om man inte ser upp kan dessa förluster bli mycket stora och t o m äventyra hela lönsamheten för installationen. Direkteldning ger *i normalfallet* därför den bästa pannverkningsgraden. (Se även Äfab Rapport 2003-10-01, Stem projekt 20400-1 *Pelletseldning mot Ackumulatortank*)

Vidare kan längre driftperioder vid ett högre effektuttag innebära att risken för *sintring och klibbande aska* ger störningar i förbränningen. (Se bild t v) Detta gör det än vikigare att man som konsument har möjlighet att kontrollera temperaturen då askan börjar smälta. Problem som av och till uppträder även vid direkteldning och som ofta kan avhjälpas med ett ökat luftöverskott.

Det saknas fortfarande bra och utprovade systemlösningar för t ex kombi-system med solvärme´, och branschsamarbetet mellan pellets- och solvärmebranschen är ännu inte speciellt väl utvecklat även om man under det senaste året börjat närma sig varandra.

I Äfabs Ackumulatorprojekt (Stem 20400-1) har vi konstaterat att en slavtankkoppling – även med en fullgod tankisolering – kan ge uppemot 10 %-enheter – eller mer – i försämrad verkningsgrad än en mer utvecklad installationsmetod. Men reduktionen uttryckt som total vikt i kilo blir ändå marginell eftersom även utsläppen även vid direkteldning är mycket låga. *”Hälften av nästan ingenting är fortfarande nästan ingenting.”*

Vi har också konstaterat att betydelsen av ackumulatortankens isolering är kraftigt underskattad. En ackumulatorkoppling bör därför *alltid* ske med bästa möjliga installationsmetod, bästa isolering och bästa styrning. Med en mer utvecklad ackumulatorinstallation kan dock nackdelarna minimeras till några få procentenheters lägre verkningsgrad.

Detta projekt - där vi för första gången kunnat värdera hur låga pannverkningsgraderna vid direkteldning mot varmvattenbehovet blir – har *övertygat oss om att ackumulatordrift ändå är positivt*. Trots ökade förluster menar vi att bra installerade- och isolerade ackumulatortankar på max 750 liters volym ger så många - och stora - fördelar att de mer än väl överväger ett verkningsgradstapp på några procentenheter. En ackumulatorvolym på 500- 750 liter är därför ett bra alternativ. I synnerhet då det även öppnar dörren för kombinationssystem med solvärme.

Även i Österrike finns kombinationen mellan pelletspanna och solvärme.

Kombinationen *solvärme sommartid* och *pelletseldning vintertid* mot samma ackumulatortank har därför alla förutsättningar att bli den optimala systemlösningen.

Vi menar också att tidigare forskning och utveckling varit alltför fokuserad på att *optimera förbrännings-resultaten* i form av verkningsgrad och miljöprestanda, att man därför ”glömt bort” att utveckla bättre systemlösningar. Det är när det *inte brinner* som vi har de största förlusterna. Det saknas ännu både kunskap och praktisk erfarenhet innan vi hittat de optimala lösningarna.

7.3. Framtidens pelletsteknik måste bli bättre

Såväl våra fältintervjuer som våra eldningsförsök mot olika äldre kombinationer visar på allvarliga brister när det gäller såväl funktion som tillgänglighet. Driftstörningar är ännu relativt vanliga hos konsumenten och tittar vi på den ”vanlige pelletseldaren” är det långt kvar innan vi kommer ens i närheten av en oljeeldnings- eller värmepumps bekvämlighet.

Driftstörningar och haverier är vanligare än vad branschen velat erkänna och förmodligen en viktig orsak till att antalet pelletsinstallationer inte ökar enligt förväntan. (De senaste 3 åren har försäljningen av pelletsbrännare legat ungefär konstant på c:a 8 000 enheter per år, medan den potentiella volymmarknaden är kanske 3- 4 ggr så stor).

När vi människor byter något vill vi gärna byta till något som är bättre. Vedeldare som konverterar till pelletsvärme upplever säkert en *radikal bekvämlighetsförbättring*. I synnerhet om man går från en omodern panna som eldats utan ackumulatortank. Här hittar vi troligen de nöjdaste pelletskunderna även om de ibland tycker att bränslet är i ”dyraste laget”.

Av de villaägare som installerat pelletsvärme under de senaste åren har c:a 50 % konverterat från olja och 25 % från elvärme. Att dessa kunder *upplever en bekvämlighetsförsämring är uppenbart*, men lika uppenbart är att denna försämring vägs upp av att priset på pellets är betydligt billigare än olja och el. Tydligen behövs också dagens prisskillnad på de närmare 50 % för att väga upp förväntad komfortsänkning, eventuella besvär i driftstopp och övrig hantering.

Sannolikt är det så att om bekvämlighet och tillgänglighet skulle bli bättre så skulle många fler kunder välja pelletsvärme. Säkert är det idag många ”volymkunder” som tvekar därför att man sett hur grannar och vänner har problem och besvär med sin pelletseldning. Det som styrker vår tes är jämförelsen med Österrike. Där kostar investeringen i en pelletspanna en bra bit över 100 000 kr, och oljan är lika billig som pellets (lägre skatter). Men ändå så växer marknaden för pelletseldning minst lika snabbt som på den svenska villamarknaden. Helt klart har bekvämligheten ett pris.

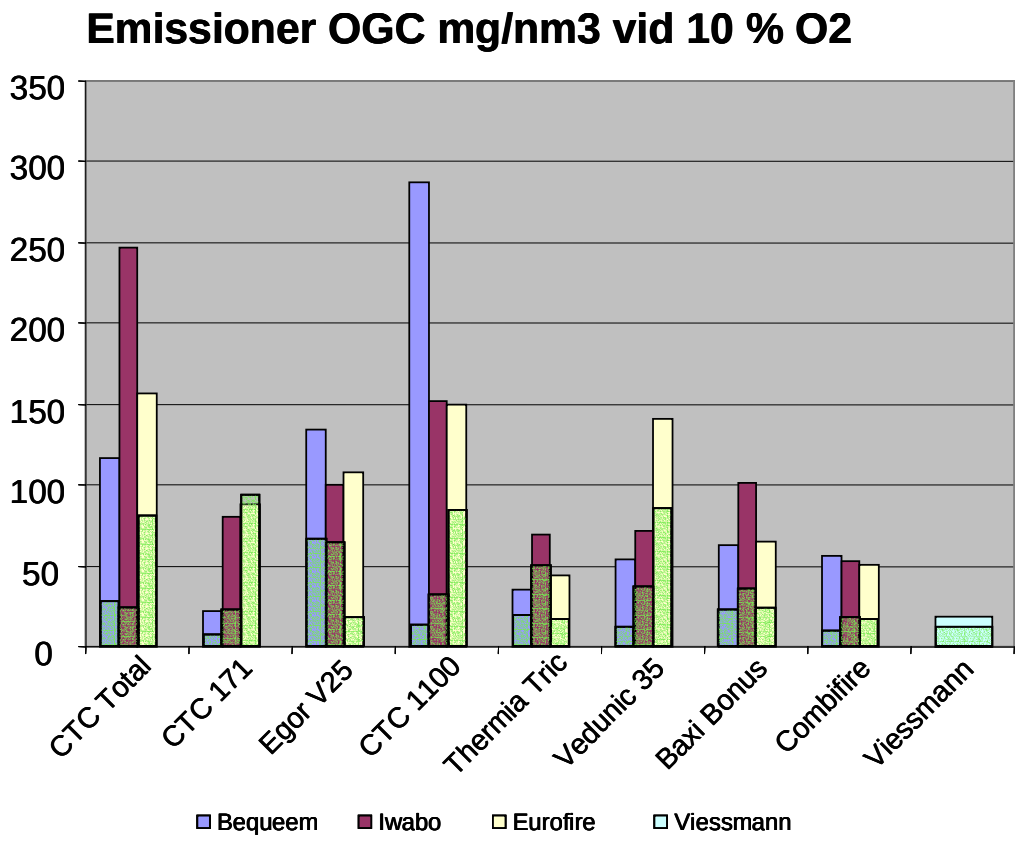
De Österrikiska systemen fungerar i stort sett likvärdigt med en oljeeldning. Man har *automatisk sotning* och *rengöring av brännarhuvud*, *helautomatisk uraskning* och i många fall även *modellerande drift med lambdasonder* som justerar förbränningsluften efter förbränningsresultatet (gör pannan självreglerande för t ex ojämn pelletskvalitet). Bränsleförsörjningen sker med *luftmatade system med mycket hög tillgänglighet* och som är mycket skonsamma för pelletsen, och all hantering och transport är *reglerat i detaljerade standarder*.

Bilder ovan visar i genomskärning hur en modern pelletspanna från Österrike kan se ut invändigt.

Detta betyder för kunden att pelletseldning är lika bekvämt som olja. Vi menar därför att om vi vill få pelletseldningen att öka så måste denna nya teknik också implementeras i Sverige. Både när det gäller att införa nya (och bättre) standarder och att förbättra systemlösningen när man konverterar lösa brännare till gamla pannor. Det finns utan tvekan mycket som skulle kunna göras bättre än det som görs idag.

T ex måste vi öka kompetensen hos landets installatörer så att de bättre klarar av att *bygga hela system* och inte bara installera pelletsbrännare. En anläggning blir aldrig bättre än dess svagaste länk, och vi menar att snålheten bedrar visheten i alltför många fall, samt att okunskapen är pelletseldningens största fiende.

Till sist gäller att: Ny teknik är bättre än gammal teknik och det finns teknik på marknaden som lever upp till mycket högt ställda krav på bekvämlighet. Smakar det så kostar det. Men även om investeringen kostar uppemot 100 000 kr så är återbetalningstiden för en pelletspanna kortare än för en motsvarande värmepump.

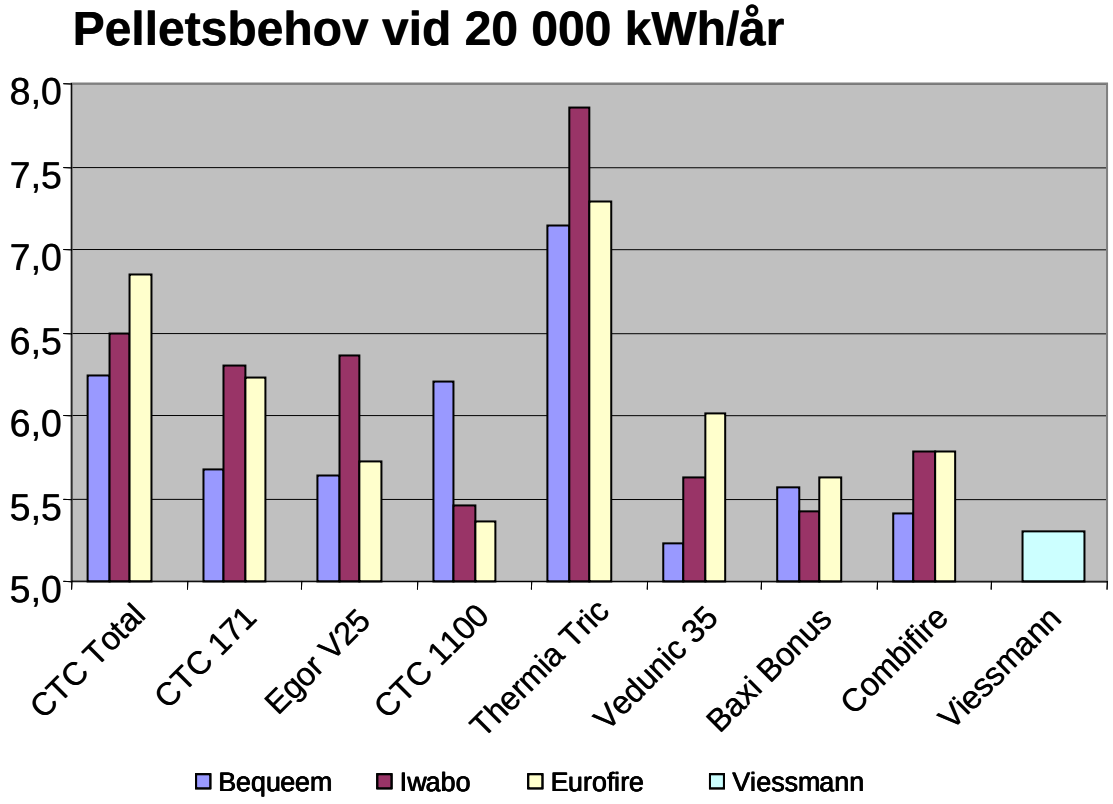


EMISIONER OGC (Viktat prov)

	Bequeem	*Iwabo*	*Eurofire*	*Viessmann*
CTC Total	118	247	155	
CTC 171	22	80	88	
Egor V25	134	100	108	
CTC 1100	288	152	150	
Thermia Tric	35	70	44	
Vedunic 35	54	72	141	
Baxi Bonus	63	102	65	
Combifire	57	53	50	
Viessmann				19

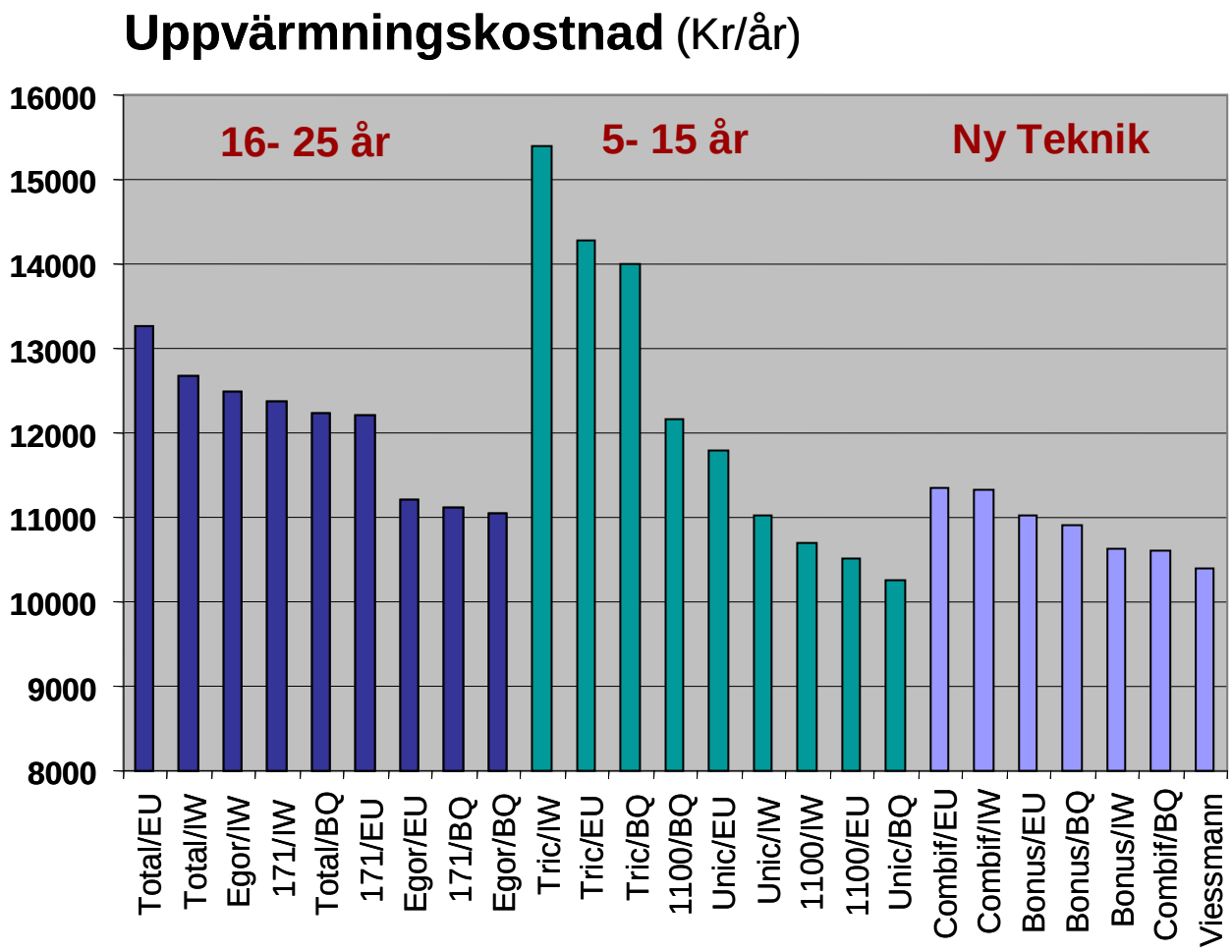
EMISIONER OGC (BBR- fullast)

	Bequeem	*Iwabo*	*Eurofire*	*Viessmann*
CTC Total	35	29	71	
CTC 171	7	23	93	
Egor V25	67	64	18	
CTC 1100	13	32	84	
Thermia Tric	19	49	17	
Vedunic 35	11	36	86	
Baxi Bonus	22	36	24	
Combifire	10	18	16	
Viessmann				12



PELLETSBEHOV
(Ton / år vid 20 MWh)

	Bequeem	*Iwabo*	*Eurofire*	*Viessmann*
CTC Total	6,2	6,5	6,8	
CTC 171	5,7	6,3	6,2	
Egor V25	5,6	6,4	5,7	
CTC 1100	6,2	5,5	5,4	
Thermia Tric	7,1	7,9	7,3	
Vedunic 35	5,2	5,6	6,0	
Baxi Bonus	5,6	5,4	5,6	
Combifire	5,4	5,8	5,8	
Viessmann				5,3



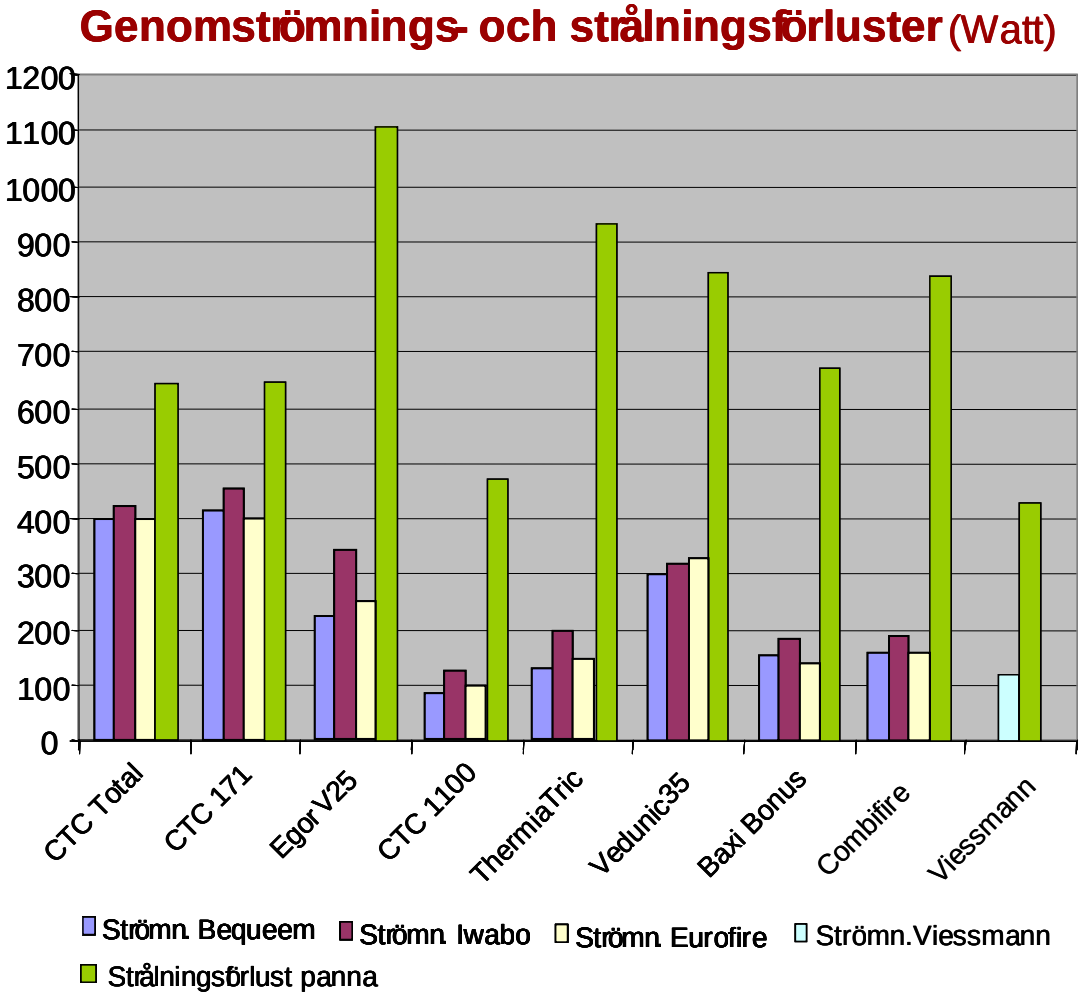
PELLETSBEHOV **KOSTNAD vid 1 960 kr/ton**

	Bequeem	*Iwabo*	*Eurofire*	*Viessmann*	*BQ*	*IW*	*EU*	*VM*
CTC Total	6,2	6,5	6,8		12236	12684	13328	
CTC 171	5,7	6,3	6,2		11121	12362	12215	
Egor V25	5,6	6,4	5,7		11053	12480	11213	
CTC 1100	6,2	5,5	5,4		12166	10701	10513	
Thermia Tric	7,1	7,9	7,3		13998	15392	14285	
Vedunic 35	5,2	5,6	6,0		10259	11027	11795	
Baxi Bonus	5,6	5,4	5,6		10917	10630	11031	
Combifire	5,4	5,8	5,8		10601	11336	11339	
Viessmann				5,3				10396

Uppmätt pannverkningsgrad vid olika last

70- 80 tal	**CTC Total**	**Full effekt**	**Lastcykel**	**Låg effekt**	**Konsument**
	BQ	77,5	69,5	45,3	**67,0**
	IW	72,0	64,3	53,4	**63,8**
	EU	70,6	61,7	47,3	**60,9**
	CTC 171	**Full effekt**	**Lastcykel**	**Låg effekt**	**Konsument**
	BQ	83,0	75,8	53,1	**73,4**
	IW	73,0	66,4	57,6	**66,1**
	EU	75,9	68,7	49,3	**66,9**
	Egor V25	**Full effekt**	**Lastcykel**	**Låg effekt**	**Konsument**
	BQ	78,1	75,4	62,9	**73,9**
	IW	74,6	65,1	57,9	**65,4**
	EU	77,1	75,8	54,7	**72,8**
90-tal	**CTC 1100**	**Full effekt**	**Lastcykel**	**Låg effekt**	**Konsument**
	BQ	85,9	62,8	68,6	**67,1**
	IW	86,1	77,0	63,4	**76,3**
	EU	85,9	78,7	65,0	**77,7**
	Thermia Tric	**Full effekt**	**Lastcykel**	**Låg effekt**	**Konsument**
	BQ	87,8	53,9	49,9	**58,3**
	IW	77,7	52,0	33,4	**53,1**
	EU	72,6	58,6	35,4	**57,2**
	Vedunic 35	**Full effekt**	**Lastcykel**	**Låg effekt**	**Konsument**
	BQ	87,4	82,1	60,5	**79,6**
	IW	87,2	76,9	48,0	**74,1**
	EU	76,3	70,2	57,7	**69,2**
NY TEKNIK	**Baxi Bonus**	**Full effekt**	**Lastcykel**	**Låg effekt**	**Konsument**
	BQ	90,1	77,8	45,9	**74,8**
	IW	87,6	78,3	59,5	**76,8**
	EU	85,0	76,6	51,2	**74,0**
	Combifire	**Full effekt**	**Lastcykel**	**Låg effekt**	**Konsument**
	BQ	90,1	77,7	60,9	**77,0**
	IW	83,6	74,3	50,0	**72,0**
	EU	81,6	75,3	47,2	**72,0**
	Viessmann	**Full effekt**	**Lastcykel**	**Låg effekt**	**Konsument**
	Viessmann	83,2	80,1	67,0	**78,6**
	Bonus[3]	*87,5*	*77,5*	*52,2*	***75,2***
	Combifire[4]	*85,1*	*75,8*	*52,7*	***73,7***

[3] Medelvärde av alla brännare på denna panna
[4] Medelvärde av alla brännare på denna panna



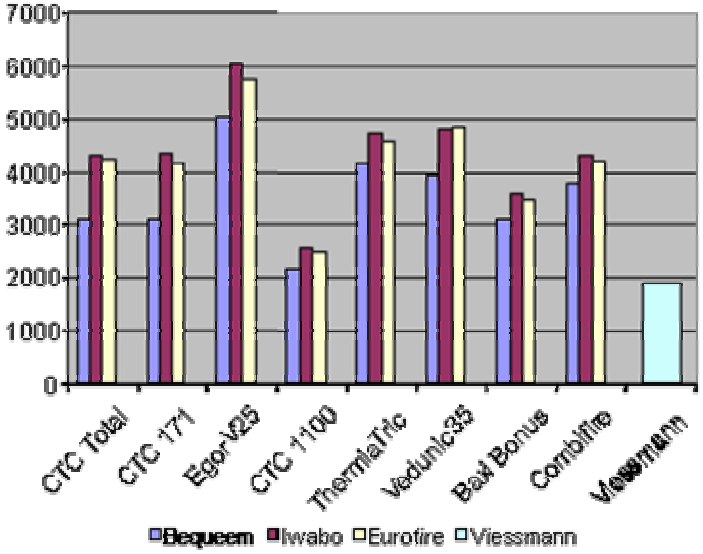
	Förluster (Watt)									
	Strålning	Strömning BQ	Strömning IW	Strömning EU	Strömning VM	Slangar mm	BQ TOTAL	IW TOTAL	EU TOTAL	VM Total
CTC Total	643	400	425	400		344	1043	1068	1043	
CTC 171	644	400	438	387		344	1044	1082	1031	
Egor V25	1110	224	345	250		344	1334	1455	1360	
CTC 1100	488	84	125	100		344	572	613	588	
Thermia Tric	928	130	200	150		344	1058	1128	1078	
Vedunic 35	849	300	314	325		344	1149	1163	1174	
Baxi Bonus	684	150	175	134		344	834	859	818	
Combifire	837	150	178	150		344	987	1015	987	
Viessmann	423				105	344	423	423	423	528

Beräknade Stilleståndsförluster (kWh/år)

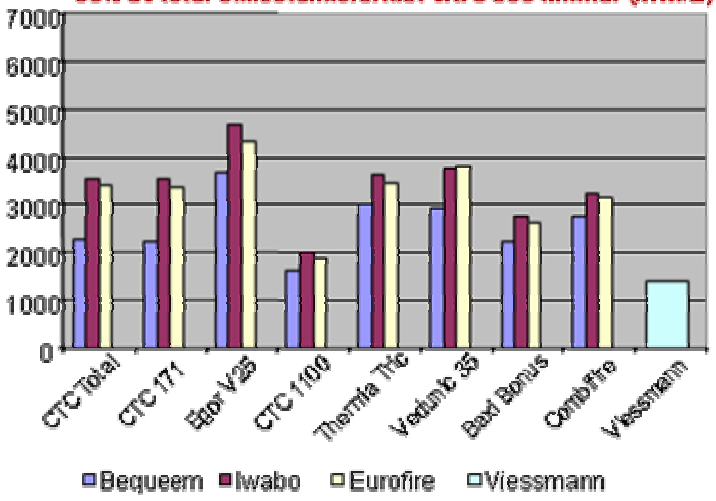
8760 tim	Bequeem	Iwabo	Eurofire	Viessmann
CTC Total	3116	4304	4216	
CTC 171	3121	4354	4175	
Egor V25	5030	6069	5737	
CTC 1100	2200	2575	2487	
Thermia Tric	4162	4765	4590	
Vedunic 35	3944	4818	4856	
Baxi Bonus	3108	3608	3465	
Combifire	3779	4289	4191	
Viessmann				1916

6300 tim	Bequeem	Iwabo	Eurofire	Viessmann
CTC Total	2325	3513	3425	
CTC 171	2329	3562	3383	
Egor V25	3665	4704	4372	
CTC 1100	1600	1975	1887	
Thermia Tric	3021	3623	3448	
Vedunic 35	2899	3773	3812	
Baxi Bonus	2267	2767	2624	
Combifire	2749	3260	3162	
Viessmann				1395

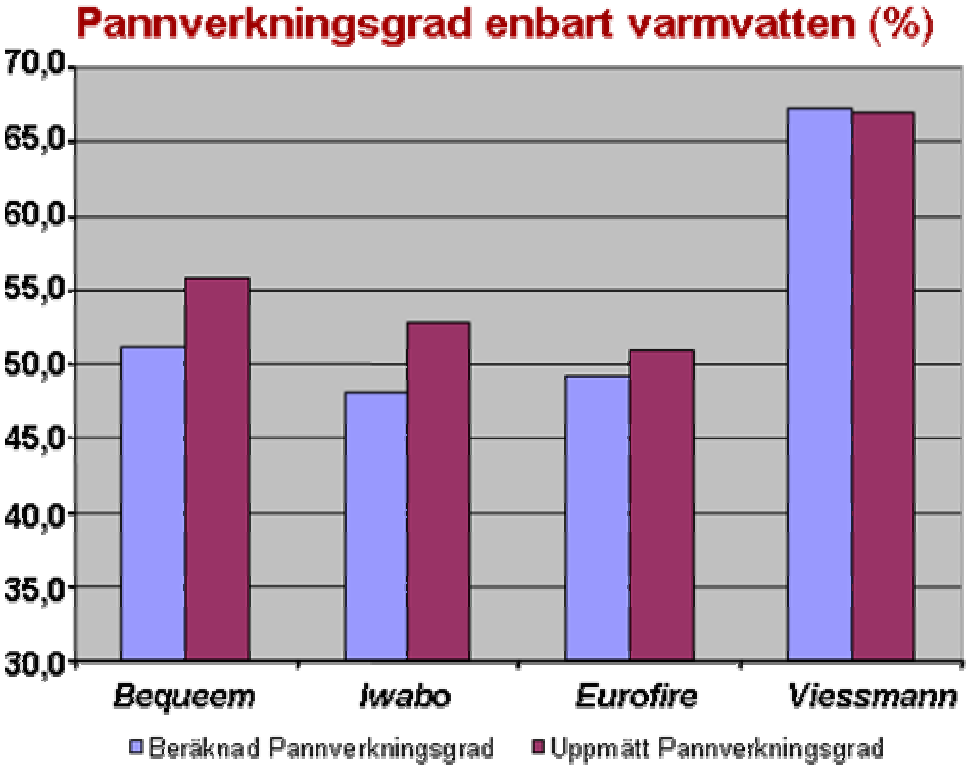
50% av totala stilleståndsförlusten vid 8760 timmar (kWh/år)



50% av total stilleståndsförlust vid 6 300 timmar (kWh/år)



Bilaga 7

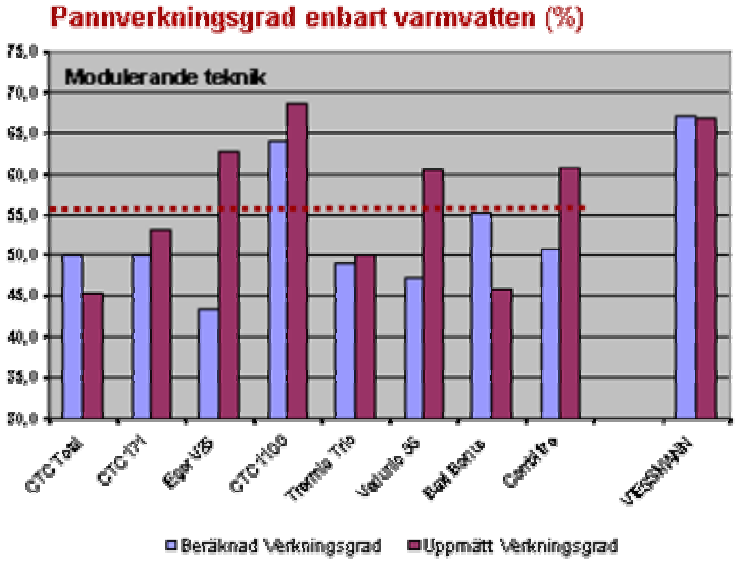


BEQUEEM	Ber.Verkn gr	Uppm.Verkn	Medel Beräknad	Medel Uppmätt
CTC Total	50,0	45,3	52,5	55,9
CTC 171	50,0	53,1		
Egor V25	43,3	62,9		
CTC 1100	64,0	68,6		
Thermia Tric	48,9	49,9		
Vedunic 35	47,3	60,5		
Baxi Bonus	55,0	45,9		
Combifire	50,8	60,9		
VIESSMANN	67,2	67,0	67,2	67,0

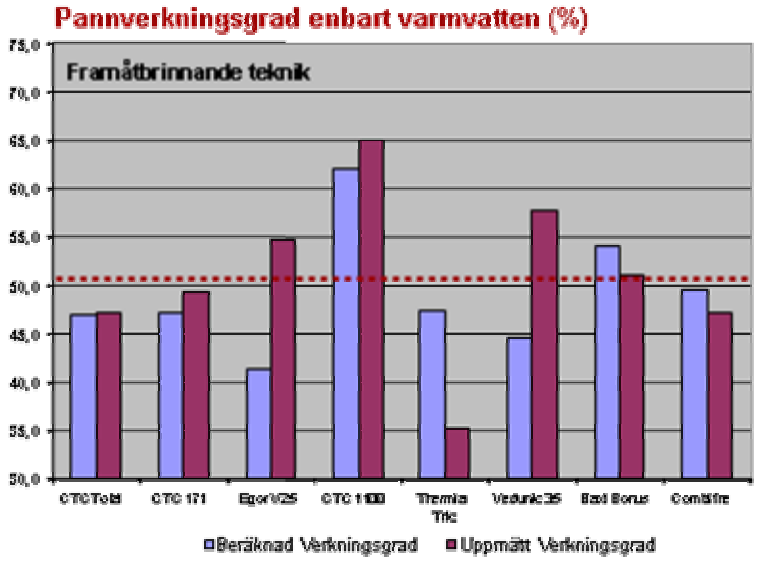
IWABO	Ber.Verkn gr	Uppm.Verkn	Medel Beräknad	Medel Uppmätt
CTC Total	46,2	53,4	49,8	52,9
CTC 171	45,9	57,6		
Egor V25	39,5	57,9		
CTC 1100	60,9	63,4		
Thermia Tric	46,0	33,4		
Vedunic 35	44,8	48,0		
Baxi Bonus	52,7	59,5		
Combifire	48,7	50,0		

EUROFIRE	Ber.Verkn gr	Uppm.Verkn	Medel Beräknad	Medel Uppmätt
CTC Total	46,9	47,3	50,9	51,0
CTC 171	47,2	49,3		
Egor V25	41,4	54,7		
CTC 1100	62,1	65,0		
Thermia Tric	47,4	35,4		
Vedunic 35	44,5	57,7		
Baxi Bonus	54,1	51,2		
Combifire	49,5	47,2		

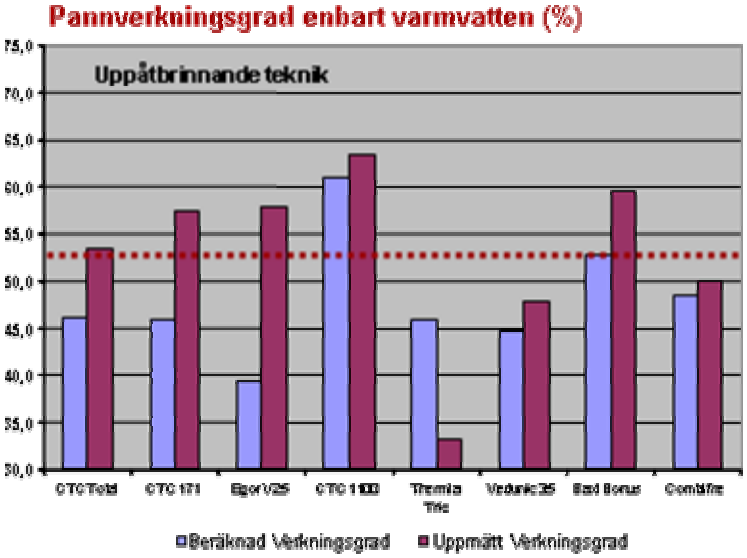
Fortsättning nästa sida



BEQUEEM	Ber.Verkn gr	Uppm.Verkn
CTC Total	50,0	45,3
CTC 171	50,0	53,1
Egor V25	43,3	62,9
CTC 1100	64,0	68,6
Thermia Tric	48,9	49,9
Vedunic 35	47,3	60,5
Baxi Bonus	55,0	45,9
Combifire	50,8	60,9
VIESSMANN	67,2	67,0



EUROFIRE	Ber.Verkn gr	Uppm.Verkn
CTC Total	46,9	47,3
CTC 171	47,2	49,3
Egor V25	41,4	54,7
CTC 1100	62,1	65,0
Thermia Tric	47,4	35,4
Vedunic 35	44,5	57,7
Baxi Bonus	54,1	51,2
Combifire	49,5	47,2

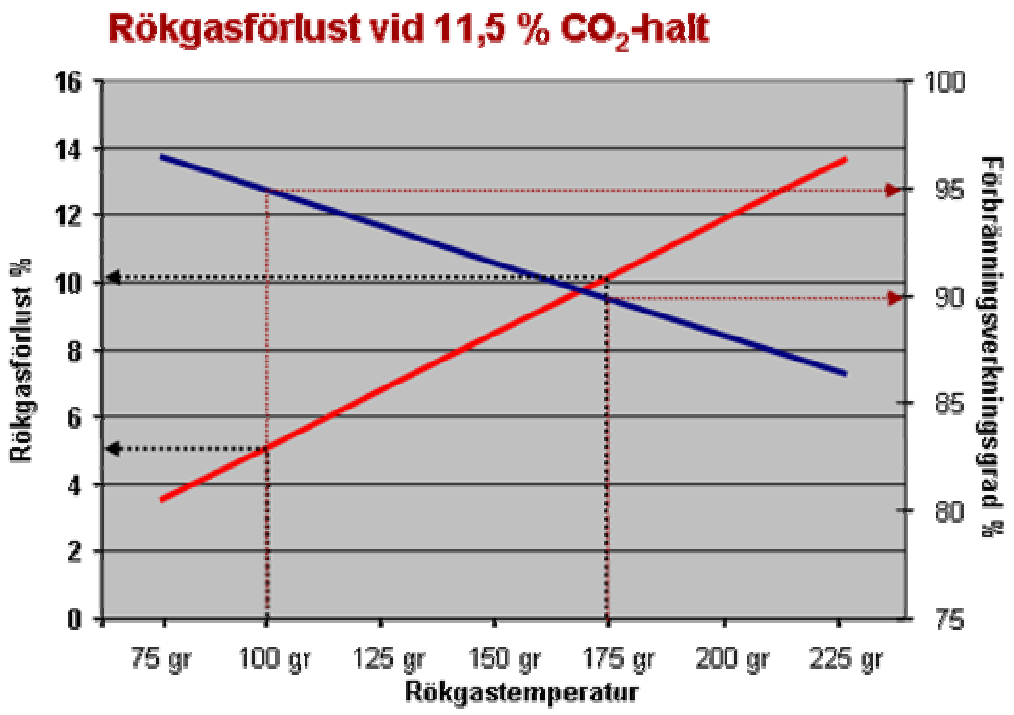


IWABO	Ber.Verkn gr	Uppm.Verkn
CTC Total	46,2	53,4
CTC 171	45,9	57,6
Egor V25	39,5	57,9
CTC 1100	60,9	63,4
Thermia Tric	46,0	33,4
Vedunic 35	44,8	48,0
Baxi Bonus	52,7	59,5
Combifire	48,7	50,0

Fortsättning nästa sida

Vad kostar ditt tappvarmvatten?

	Pris Kr/kWh Hela året	Uppmätt 2460 tim	Beräknat 2460 tim	100 dgr VV Kostnad
CTC Total				
BQ	0,61	0,90	0,82	1584
IW	0,64	0,77	0,88	1521
EU	0,67	0,86	0,87	1600
CTC 171				
BQ	0,56	0,77	0,82	1463
IW	0,62	0,71	0,89	1475
EU	0,61	0,83	0,86	1562
Egor V25				
BQ	0,55	0,65	0,94	1469
IW	0,62	0,71	1,03	1605
EU	0,56	0,75	0,99	1599
CTC 1100				
BQ	0,61	0,60	0,64	1138
IW	0,54	0,64	0,67	1212
EU	0,53	0,63	0,66	1186
Thermia Tric				
BQ	0,70	0,82	0,83	1525
IW	0,77	1,22	0,89	1948
EU	0,71	1,16	0,86	1861
Vedunic 35				
BQ	0,51	0,67	0,86	1420
IW	0,55	0,85	0,91	1627
EU	0,59	0,71	0,92	1499
Baxi Bonus				
BQ	0,55	0,89	0,74	1506
IW	0,53	0,69	0,77	1349
EU	0,55	0,80	0,75	1432
Combifire				
BQ	0,53	0,67	0,80	1361
IW	0,57	0,82	0,84	1528
EU	0,57	0,87	0,82	1559
Viessmann				
Viessmann	0,52	0,61	0,61	1123



RÖKGASTEMPERATURER (°C)

Under 100 °C *"Risk för kondens"*

Brännare	CTC Total	CTC 171	Egor V25	CTC 1100	Tric+	Vedunic	Bonus	Combifire	Viessmann
BQ-hög	175	148	136	112	153	114	75	96	
BQ-hög	178	152	156	107	156	110	79	93	
BQ-cykel	149	104	109	78	136	92	68	81	
BQ-cykel	145	108	119	78	136	93	70	80	
BQ-låg	87	64	81	57	97	75	65	66	
BQ-låg	92	68	82	58	92	79	64	66	
Viktad BQ	***160***	***130***	***138***	***96***	***144***	***104***	***75***	***89***	
IW-hög	188	179	166	109	149	138	104	114	
IW-hög	206	176	162	116	160	128	95	124	
IW-cykel	151	125	132	78	139	110	82	98	
IW-cykel	170	124	124	88	139	110	81	102	
IW-låg	89	82	87	71	128	78	69	79	
IW-låg	87	75	87	61	98	82	70	89	
Viktad IW	***183***	***153***	***148***	***102***	***148***	***124***	***94***	***114***	
EU-hög	164	152	141	112	160	174	113	128	
EU-hög	161	150	143	103	162	161	126	136	
EU-cykel	131	133	101	84	134	121	90	95	
EU-cykel	128	118	94	81	137	116	93	98	
EU-låg	87	83	70	66	104	80	73	79	
EU-låg	86	80	69	70	103	68	77	76	
Viktad EU	***146***	***139***	***122***	***99***	***149***	***149***	***111***	***119***	
VM-hög									152
VM-hög									148
VM-cykel									101
VM-cykel									103
VM-låg									79
VM-låg									81
Viktad VM									***129***

Kommentar: Om man kan sänka rökgastemperaturen från 175 °C till c:a 100 °C i de gamla pannorna med högst rökgastemperatur så ökar verkningsgraden med c:a 5 %. Vilket på ett årsbehov betyder i storleksordningen 500- 600 kr.

Bilaga 9

EXEMPEL PÅ ANDRA MODERNA PELLETSPANNOR