

Pelletseldning mot Ackumulatortank



Förord

Pellets är ett standardiserat och komprimerat bibränsle som förutom kostnadseffektiva transporter ger förutsättning till väl fungerande helautomatiska förbränningsanläggningar. Pellets är samtidigt en utmärkt väg att utnyttja lokala energikällor samtidigt som energiformen har en positiv inverkan på framför allt *Klimatmålet* och miljö kvalitetsmålet *Frisk Luft*. Pellets är en ren, CO₂-neutral och förnybar energikälla som snabbt tar allt större marknadsandelar, inte bara i vårt land utan över hela världen.

Att ansluta ackumulatortank till pelletseldning borde ge förutsättningar för ytterligare förbättrad förbränning och möjliggör samtidigt kombination med solvärme. En i det närmaste optimal lösning för svenska villaägares behov. Pellets eldas på vintern då effektbehovet är som störst och ren solenergi produceras på sommaren för tappvarmvatten.

Men kunskapen om ackumulatortankens för- och nackdelar vid pelletseldning är i det närmaste obefintligt dokumenterad. Det finns till och med motstående uppgifter som talar både till ackumulatortankens för- och nackdel och behovet av mer noggranna studier är därför stort. Problemet har länge fallit mellan stolarna då varken installatörer eller tillverkare av ackumulatortankar eller pelletsbrännare ansett att funktionen ligger på deras ansvar.

Arbetet har skett i nära samarbete med tillverkande branschföretag och försöken är att betrakta som praktiskt tillämpad forskning där syftet varit att väl kunna dokumentera kunskap kring hur kombinationen pelletseldning och ackumulatortank kommer att fungera i praktiken.

Detta projekt är därför ett av de första försöken att i samlade studier i labb-miljö redovisa hur olika driftfall ser ut.

Bengt- Erik Löfgren
Projektledare

Innehåll

- 0. Sammanfattning**
- 1. Inledning**
 - 1.1 Problemställning initialt
 - 1.2 Detta projekt
- 2. Teknik och metodbeskrivning**
 - 2.1 Vald utrustning
 - 2.2 Bränsle
 - 2.3 Systemuppbyggnad
 - 2.4 Instrumentering
- 3. Arbetsgång**
 - 3.1 Allmänt
 - 3.2 Eldningsförsök
- 4. Resultat**
 - 4.1 Riggförluster
 - 4.2 Fullastprov
 - 4.3 Direkteldning
 - 4.3.1 Övermatad- och uppåt/framåt-brinnande teknik med underhållsfyr
 - 4.3.2 Övermatad- och framåtbrinnande teknik med eltändning
 - 4.3.3 Undermatad- och uppåtbrinnande teknik med modulerande drift/eltändning
 - 4.4 Slavtankkoppling
 - 4.4.1 Övermatad- och uppåt/framåt-brinnande teknik med underhållsfyr
 - 4.4.2 Övermatad- och framåtbrinnande teknik med eltändning
 - 4.4.3 Undermatad- och uppåtbrinnande teknik med modulerande drift/eltändning
 - 4.5 Optimerad Ackumulatordrift
 - 4.5.1 Övermatad- och uppåt/framåt-brinnande teknik med underhållsfyr
 - 4.5.2 Övermatad- och framåtbrinnande teknik med eltändning
 - 4.5.3 Undermatad- och uppåtbrinnande teknik med modulerande drift/eltändning
 - 4.6 Sammanfattande resultat
- 5. Slutsatser**
 - 5.1 Bättre miljöprestanda
 - 5.2 Systemförlusterna är helt avgörande
 - 5.3 Optimerad ackumulatorkoppling ändå bäst
- 6. Diskussion**
 - 6.1 Framtiden för pellets i villa
 - 6.2 Våra tester ger lägre verkningsgrad
 - 6.3 Systemets betydelse
 - 6.4 Automatiskt luftspjäll
 - 6.5 Solvärme med samma problem
- 7. Framtida projektförslag**
 - 7.1 Hur bra är egentligen en pelletskamin?
 - 7.2 Vad händer med pelletskvaliteten mellan tillverkare och användare?
 - 7.3 Hur bra är tekniken i olika kombinationer?
 - 7.4 Hur ska man minska stilleståndsförlusterna?

0. Sammanfattning

Syftet med detta projekt har *inte varit* att i första hand göra inbördes jämförande tester utan istället försöka utvärdera *hur olika inkopplingsalternativ påverkar resultaten*. Därför är det intressantare att se hur olika alternativ faller ut i jämförelse med *samma brännare* än att jämföra olika brännarfabrikat inbördes. Kortfattat kan vi konstatera att pelletseldning i kombination med en utvecklad ackumulatordrift ger *förbättrade miljöresultat* men på bekostnad av en något *försämrad verkningsgrad*.

Uppmätta resultat för alla brännarna är också relativt likartade. Det som trots allt skiljer brännarna åt är mer relaterat till aktuell brännares lämplighet i kombination med aktuell provpanna. Vår provpanna - Thermia Tric+ - är en traditionell dubbelpanna, egentligen inte alls från början tänkt för fastbränseeldning i oljeeldstaden.

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. Längre sammanhållna driftperioder leder i sin tur till att man kan optimera injusteringen av brännaren. Det är också troligt att färre antal start och stopp innebär en längre livslängd på ingående komponenter som t ex tändelement.

Men drift mot ackumulatortank innebär också ökade *isolationsförluster* i längre rördragning och i 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 verkningsgraden.

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 ackumulatortankinstallation kan dock nackdelarna minimeras till några få procentenheters lägre verkningsgrad.

Trots ökade förluster menar vi att bra installerade- och isolerade ackumulatortankar på max 750 liters volym ändå ger fördelar som överväger ett verkningsgradstapp på några procentenheter. En ackumulatortank på 500- 750 liter är därför ett bra alternativ. I synnerhet då det även öppnar dörren för kombinationssystem med solvärme.

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

Vi menar också att tidigare forskning och utveckling varit alltför fokuserad på att *optimera förbränningsresultaten* i form av verkningsgrad och miljöprestanda, att man därför ”glömt bort” att utveckla bättre systemlösningar. Vi har med detta projekt visat att dagens teknik fungerar alldeles utmärkt i driftläge medan det finns stora vinster att hämta på att konstruera bättre systemlösningar under stilleståndsperioder. Det är när det *inte brinner* som vi har de största förlusterna.

1. Inledning

Akkumuleringstekniken framställs ofta som positiv i samband med fastbränsleteknik. Akkumuleringen innebär samtidigt att man skapar förutsättningar till ett flexibelt värmesystem som snabbt kan ställas om till den energiform som är mest fördelaktig för stunden.

Ur klimat- och miljösynpunkt skulle en kombination av solvärme sommartid och pelletsvärme under den kallare perioden kunna vara en optimal lösning för villor utanför fjärrvärmeområden. Bioenergin bidrar mycket lite till utsläpp av växthusgaser och genom att undvika eldning sommartid minskar också bildandet av skadligt *marknära ozon*.

Exempel i kombination med solvärme behövs en ackumulatortank på c:a 100 liter per kvadratmeter solfångare. Vid en tankvolym på 750 liter ger ett utnyttjande av 50°C ungefär 45 kWh i lager. Om en pelletsbrännare har optimala prestanda vid 15 kW och husets behov vintertid ligger på 5 kW- så kommer drifttiden att bli c:a 4,5 timmar innan ackumulatortanken är fulladdad. Den lagrade värmen täcker sedan byggnadens energibehov i uppemot 10 timmar. Ackumulatortanken leder alltså till max 2 start och stopp per dygn istället för 1- 2 start och stopp per timme. Det betyder att redan relativt små ackumuleringsvolymen radikalt påverkar antalet start och stopp och därmed teoretiskt även brännarens prestanda.

I dag finns dessutom närmare 100 000 villor som har en ackumulatortank installerad, i huvudsak i kombination med vedeldning i en äldre dålig ved- eller kombipanna. Enbart c:a 35 000 fastigheter har en modern ”miljögodkänd”¹ vedpanna. Även om ackumulatortanken reducerar utsläppen av skadliga ämnen radikalt så ger äldre pannor ändå oacceptabelt höga utsläpp på lite längre sikt. Ett alternativ till pannbyte kan därför även vara att installera en pelletsbrännare.

Projektets utgångspunkt har varit att även om dagens teknik av pelletsbrännare fungerar utmärkt utan ackumulatortank så borde prestanda ändå kunna förbättras ytterligare om man använder ackumuleringsteknik:

- a) Genom att elda mot en större vattenvolym kan antalet start och stopp minskas.
- b) Längre drifttider ger minskade utsläpp och högre förbränningsverkningsgrad.
- c) Brännaren kan använda optimal inställning hela driftcykeln.
- d) Stilleståndsförlusterna i pannan blir mindre.
- e) Livslängden på ingående komponenter som t ex tändelement ökar.

Mot detta talar att:

- f) Systemförlusterna från bl a ackumulatortanken med tillhörande rördragning blir större

1.1 Problemställning initialt

Det borde vara positivt att även elda pelletsbrännare mot ackumulatortankar. Men verkliga installationer leder ändå ofta till att ackumulatortanken kopplas bort därför att kunden upplever att *förbränningsresultaten blir sämre* när man eldar mot ackumulatortank.

Även marknadens aktörer är oense om ackumulatortankens betydelse. Flertalet av utrustningstillverkarna ser helst att produkterna installeras med direkteldning utan ackumulator. Det är också denna driftform som används vid t ex p-märkning av pelletsbrännare. Men det finns – å andra sidan - kommuner med LIP-bidrag som *förutsätter* att man använder ackumulatortank i kombination med all fastbränsleeldning. För att lyfta bidraget kräver man i vissa fall, förutom ackumulatortank, även en ”miljögodkänd” (enl BBR) panna vid installation av pelletsbrännare.

¹ Testad och godkänd enligt BBR

Det senare är något som *inte behövs*, då det är pelletsbrännaren som ger förbränningsresultatet och inte pannan i sig. Jämför med t ex Combifirepannan som bl a används vid P-märkningen. Den pannan är i sig själv inte ”miljögodkänd” enligt BBR, och då skulle inte heller den vara tillåten att installera, trots att alla pelletsbrännare testas mot just den pannan.

Kunskapen om ackumulatortankens för- och nackdelar är inte entydig. Det finns heller inga samlade studier som kan redovisa hur driftfallen ser ut. Att man – åtminstone i vissa fall och med vissa brännartyper – får försämrade driftprestanda vid ackumulatordrift kan dock förklaras med nedanstående argument:

Om vi antar att inställningen ger något för mycket (eller för lite-) bränsle till brännaren, så betyder detta inte så mycket om driftcykeln bara är 10- 15 minuter. Då finns kanske 4-5 enstaka pelletsutsar för mycket i förbränningskoppen. Men om drifttiden är 4- 5 timmar så kan denna övermatning leda till att det finns en ”hel hög” pellets för mycket, vilket i sin tur leder till att luftmängden inte räcker till vilket i sin tur ger försämrade driftprestanda.

Akkumulatordrift ställer alltså mycket stora krav på inställning och skötsel av pelletsbrännaren. Det är mycket svårt att med en traditionell pelletsbrännare justera bränsle/luft-blandningen helt exakt. Denna inställning påverkas dessutom av olika pelletsleveransers bulkvikt, andel finfraktioner, längd på pelletsutsarna, uraskning etc.

I praktiken innebär detta att man borde konstruera förbränningsutrusning med *aktiv styrning* som själv känner av – och kompenserar – för förändrade driftfall. Detta skulle kunna ske med t ex lambdasonder och/eller temperaturmätning i flammen t ex. Sådana förändringar kräver förutom ett nytänkande ganska omfattande ombyggnationer av brännarens styrsystem och därmed fördyrad produktion och konsumentpris.

Vi kan även förutse att ackumulatortankens isolering har stor betydelse för den totala driftekonomin. Redan isolationsförluster på 300- 400 W kan motsvara uppemot 5- 10% i försämrade pannverkningsgrad, och vi vet att många ackumulatortankar har betydligt större förluster än så.

Det är ingen tvekan om att detta område *behöver utvärderas* ytterligare och att resultaten även har betydelse för utvecklandet av nya brännare och nya systemlösningar i framtiden.

1.2 Detta projekt

Projektet har syftat till att *tillsammans med tre olika brännartillverkare* ta reda på- och värdera fördelar och nackdelar med pelletseldning mot ackumulatortank. I detta projekt har varje pelletsbrännare genomgått en jämförande test med likartade förutsättningar med både ackumulatordrift och direkteldning.

Med *utgångspunkt från resultaten* av projektet kan alla aktörer finna vägledning för att konstruera optimala systemlösningar. Detta gäller för såväl installationsteknik som för utvecklandet av ett styrsystem som fungerar brännaroberoende.

Äfab har varit en naturlig aktör för att genomföra detta projekt. Dels finns inom företaget en lång erfarenhet av pelletseldning som tillsammans med en unik övergripande produkt- och personkänedom gör att fokus direkt kunde läggas på problemet. Dels är Äfab:s labb mycket lämpligt för projekt som kräver mycket mantid då kostnaden per labbdag är låg.

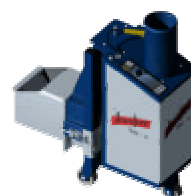
Äfab har varit utförare men arbetet har skett i nära samarbete med en arbetsgrupp bestående av *Bengt-Erik Löfgren, Olof Arkelöv och Mikael Laurén, Äfab; Christer Johansson; CJ:s Värme, Robert Ingvarsson; SBS AB (Janfire), Erik Pettersson, Ekosystem AB (Eurofire), David Wiman och Björn Danielsson; Thermia AB (Bequeem) samt Anders Thomasson; Termoventiler AB.*

2. Teknik och metodbeskrivning

2.1 Vald utrustning

Till projektet har vi valt ut tre olika fabrikat av pelletsbrännare som var för sig är representativa för tre olika förbränningssystem. Därigenom har vi försökt att täcka in de modeller som kan spegla merparten av den pelletsbrännarteknik som säljs på den svenska marknaden:

- *Janfire* är en av marknadens mest sålda pelletsbrännare med många års marknadserfarenhet. Brännaren är *uppåtbrinnande och övermatad*. Med övermatad teknik menas att bränsletillförseln faller uppifrån ned på ett rost. Liknade teknik återfinns i en lång rad fabrikat där t ex *Torsbybrännaren* och *Naturenergis Villa S* vilka förutom Janfire är de mest kända
- *Bequeem* som tillverkas av Thermia Värme AB är *uppåtbrinnande och undermatad*. Undermatad teknik kan liknas vid en traditionell stokereldning där bränslet skruvas in underifrån i en brännarkopp. Bequeem-brännaren är representativ för brännare liknande *Sahlin EcoTec* och *Itonon*. Bequeem skiljer sig dock åt från andra brännare genom en modulerande drift.
- *Eurofire* representerar i vårt test brännare som är *framåtbrinnande och övermatad*. Framåtbrinnande teknik blir allt vanligare på marknaden då flammen lämnar brännaren horisontellt och därmed mer liknar en oljebrännarlåga. Principen återfinns i en lång rad både ny och gammal brännarteknik t ex *PellX*, *Viking Bio*, *Biona* och *Infraheat*.



Samtliga tester har gjorts mot en *Thermia Tric+ dubbelpanna*. Denna panna är vald då den i kombination med pelletsbrännare *representerar en traditionell dubbelpanna* som i sin tur är den vanligaste installerade panntypen i befintliga hus. Pannan är ny vilket möjligen innebär att pannans isolationsförluster kan vara lägre än en äldre befintlig panna.

Som ackumulatortank har valts en standard 750 liter ackumulator, väl isolerad med 90 mm polyuretan från *Effectapannan AB*.

Till testriggen finns ett rökgassystem med rökgasfläkt uppbyggt vilket för detta projekt även kompletterats med en motdragslucka för att erhålla stabilast möjliga dragförhållanden. Skorstensdraget och undertryck i eldstaden har mätts upp med ett enkelt handinstrument som klarat av undertyck på upp till 60 Pa. Vid testerna har 10- 15 Pa undertyck i rökkanalen använts.

Till testriggen finns en plattvärmväxlare kopplad där kyleffekten kan varieras enligt önskemål. För dessa tester har vi valt att lägga en *fast lastcykel* som omfattar 16 timmar och skall efterlikna ett verkligt effektuttag under en normal vinterdag. I början och slutet av denna lastcykel har vi även lagt in två större tappvarmvattenuttag. (Se vidare diagram under rubriken 2.5 Eldningsförsök).



Ex på ackumulatortank för kombisystem med solvärme

2.2 Bränsle

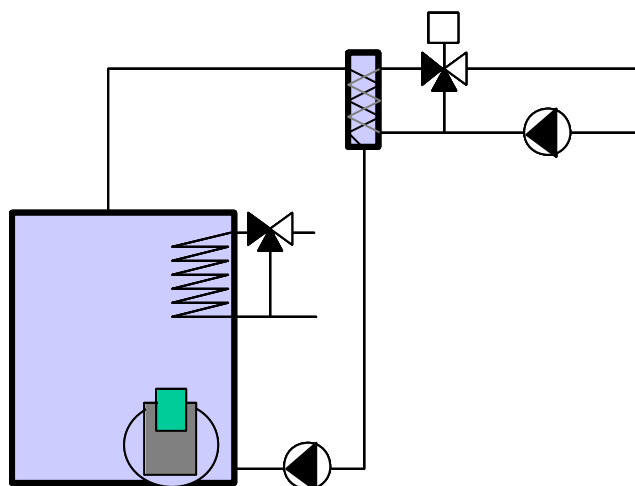
Som bränsle har vi använt säckad standardpellets från Såbi AB 8 mm från samma leverans. Då vårt projekts målsättning varit att studera skillnader mellan olika alternativa driftsätt har vi inte gjort någon speciell analys på bränslet utan istället utgått från det värmevärde som tillverkaren angett till 4,9 kWh/kg.

2.3 Systemuppbyggnad

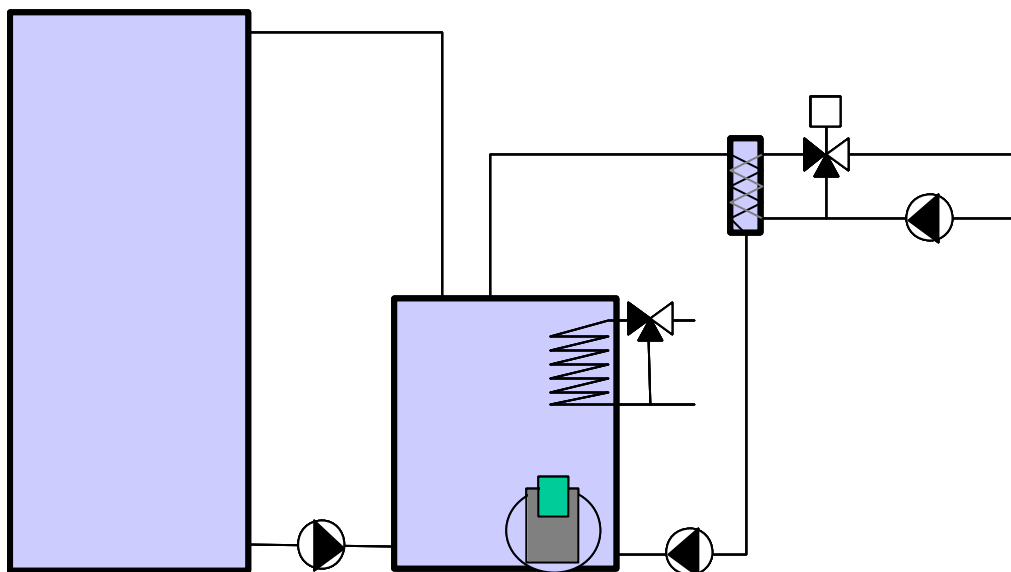
Systemet är uppbyggt kring Äfabs kylrigg. Riggen gör det möjligt att mäta både producerad energi samtidigt som en varierande kyleffekt kan beställas och kontrolleras från en PC. Denna uppbyggnad gör det möjligt att använda lastcykler som är verklighetstroga de förhållanden som råder i verkliga driftfall.

I detta projekt har vi därutöver valt att i direkteldning och slavtankkoppling använda pannans varmvattenberedare och i optimerad ackumulatorinstallation använda tankens beredare för att genomföra två tappvarmvattenuttag motsvarande två st duschar. Anledningen till detta är att vi ville få så naturtrogen påverkan som möjligt av ett hastigt ökat effektbehov.

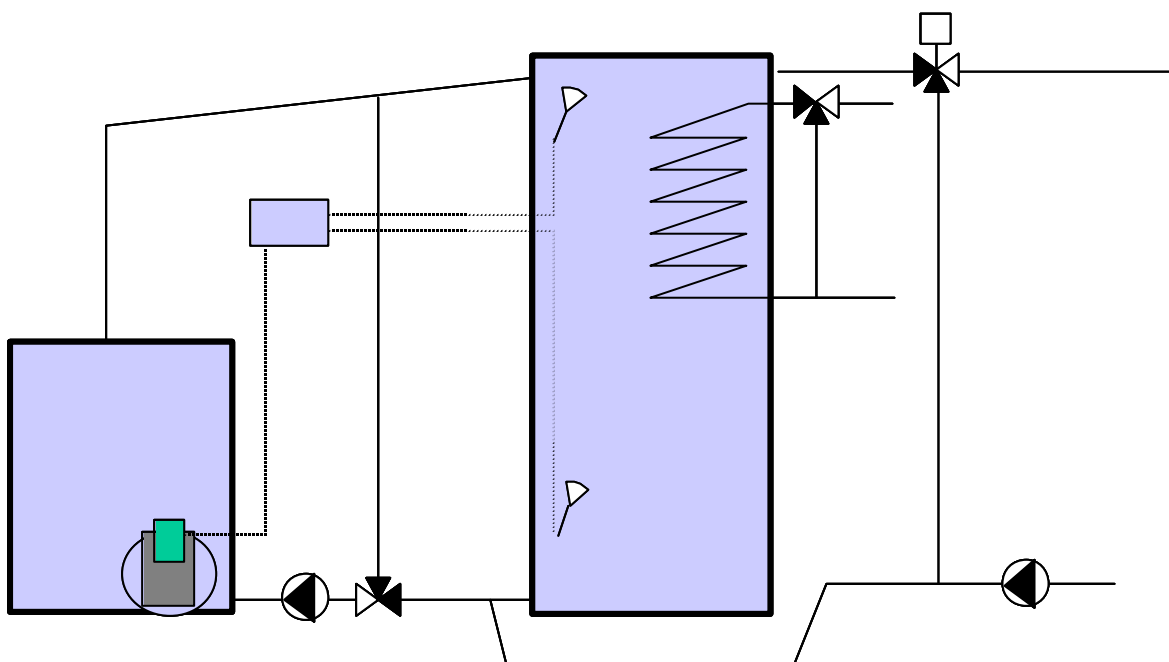
Vi har studerat *tre olika installationsmetoder*; direkteldning, enkel slavtank med kontinuerlig pumpcirkulation samt en mer optimerad ackumulatorinstallation med brännarstyrning.



För direkteldningsalternativet (se ovan) har vi kopplat pannans shuntgrupp till vår kylrigg där vi *belastat pannvattnet* med en belastningscykel som motsvarar ett normalt vinterbehov. Shuntgrupp och tappvarmvattenberedning tas ut från pannan och brännaren arbetar enligt tillverkarens instruktioner.



Alternativet med en slanttank innebär att ackumulatortanken installerats enbart som en förstoring av pannvattenvolymen (se ovan). Denna installation är troligen den i särklass vanligaste installationsmetoden hos konsument i de fall ackumulatortank finns installerad. En cirkulationsledning från pannan till tanktoppen och från tankbotten tillbaka till pannan har försetts med en kontinuerligt arbetande cirkulationspump. Shuntgrupp och tappvarmvatten tas direkt ifrån pannan.



Det sista alternativet är en installation som vi bedömer är ett mer genomtänkt alternativ. Här har ackumulatortanken installerats med en brännarstyrning som ger en hög pannvattentemperatur och underlättar skiktning i ackumulatortanken.

Brännaren har fått arbeta mot en termisk ventil som ger en stabil pannvattentemperatur och en brännarstyrning (Laddomat 33P) där två givare i ackumulatortanken samarbetar. En givare i tankens topp som kallar på värme och startar brännaren, en annan givare nära botten som avbryter eldningscykeln. Shuntgrupp och tappvarmvatten tas i detta fall från ackumulatortanken.



2.4 Instrumentering

Låg CO och THC indikerar bra förbränningsförhållanden och hög CO₂ betyder lågt luftöverskott. I huvudsak har vi använt oss av ett instrument Codimeter 90 och Testo 350 för att mäta CO/CO₂ och THC är mätt med ett flamjoniseringsinstrument från Boo Instrument. Mätvärdet *normaliserar* och redovisas som *mg OGC vid 10% O₂*. På samma sätt har uppmätta CO-halter omräknats och redovisas som *mg CO vid 10% O₂*.

Pann- och Systemverkningsgrad har beräknats med hjälp av Äfab's kylrigg. Kylriggen använder Pt100- och Pt500-givare för temperaturer samt en Danfoss energimätare för flöden. Pannverkningsgraden beräknas på förhållandet *producerad energi/ tillförd energi*. Förluster i *panna, anslutningsslangar, kylrigg och ackumulatortank* har sedan beräknats var för sig för att kunna beräkna en nyttiggjord systemverkningsgrad. Tillförd energi i form av pellets vägs med krönt våg och producerad energi mäts med godkänd värmemängdsmätning. För beräkning av förbränningsverkningsgrad har vi använt Sigers formel.

3. Arbetsgång

3.1 Allmänt

Alla tre brännarna testades enligt samma rutin. Vid injustering har vi utgått från de grundinställningar som tillverkaren rekommenderat produkten. Efter denna referenseldning som skett vid *full effekt* har varje brännare testats i kombination med tre olika inkopplingsalternativ; *direkteldning*, *slavtank* och *optimerad ackumulatorkoppling* (se kap 2.3 ovan).

Till varje inkopplingsmetod genomfördes sedan 2- 3 eldningsförsök. Om något av dessa gav ett avvikande resultat gjordes ytterligare *ett försök* och det mest avvikande resultatet plockades bort. Härigenom redovisas resultaten för varje installationsmetod *som ett medelvärde av tre eldningsförsök*.

Varje testeldning kompletterades med ett tappvarmvattenuttag i början och i slutet av testet. Detta i kombination med inställd belastning gör att pelletsbrännaren får arbeta naturligt med den inbyggda styr- och reglerutrustning som den skulle ha gjort i ett verkligt driftfall i en normalstor villa.

3.2 Eldningsförsök

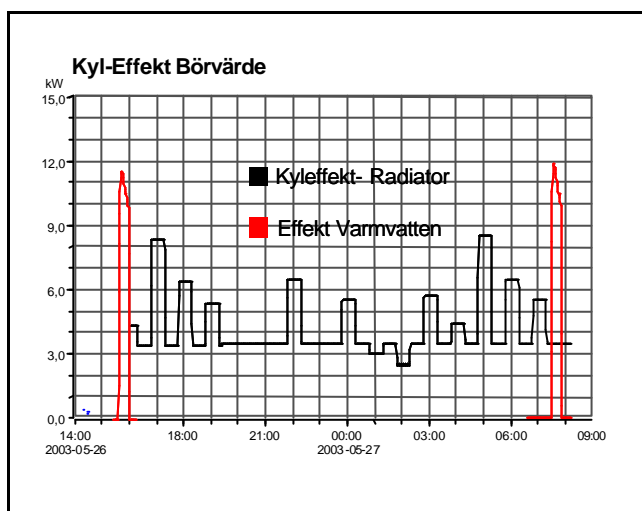
Körningarna har bestått dels av fullastprov där brännarens prestanda för effekt och miljöresultat studerades och dels dellastprov omfattande en lastcykel på ungefär 16 timmar.

Fullastproven är utförda för att få *ett referensvärde* på aktuell brännare i kombination med aktuell panna. Samtidigt med fullastprovet har brännaren justerats in enligt tillverkarens anvisningar. Fullasttestet innebär att brännaren får brinna på full effekt under 2,5- 3 timmar. Under den perioden noteras brännarens effekt, verkningsgrad och miljöprestanda.

Dellastproven vid direkteldning och vid *slavtankkoppling* utgår från att värmeproduktionen belastas med en given mall för förbrukningseffekt ungefär motsvarande ett normalt energibehov i en vanlig villa. Av mättekniska skäl omfattar eldningscykeln 16 timmar vilket innebär att eldningen kan ske utan tillsyn under natten och att mantid kan läggas på att bearbeta resultat och förbereda nästkommande försök.

Äfabs lastcykel ger en medeleffekt på ungefär 4,5 kW och innefattar även två stycken tappvarmvattenuttag motsvarande normala duschar.

Vid Ackumulatorkoppling där effektuttaget görs på ackumulatortanken har tanken över hela cykeln belastats med ett jämnt effektuttag på 4,2 kW.



4.0 Resultat

För att undvika missförstånd vill vi *först understryka* att våra testresultat i detta test inte kan/ska jämföras med andra tester (t ex P-märkning eller miljöprov) som finns utförda på dessa produkter. Dels är provningsmetoden annorlunda och dels är brännarna installerad på oljeeldstaden till en traditionell dubbelpanna vilket ger andra förutsättningar än den renodlade pelletspanna som normalt används i prestandaprov. Aktuell panna - *Thermia Tric+* - är heller inte någon ideal pelletspanna. Men vi har ändå valt just denna panntyp eftersom den är en *vanlig pannmodell* ute bland konsumenterna.

Övergripande kan vi konstatera att *miljöresultaten i de fall brännaren arbetar med start/stopp utan underhållsfyr nästan alltid blir bättre vid drift mot ackumulatortank*. Detta resultat var också väntat då ackumulatortanken innebär att brännaren får arbeta med färre antal start och stopp. I detta projekt innebär denna förbättring faktiskt så mycket som i det närmaste en halvering av utsläppen av OGC. *Bästa miljöresultat* fick vi, inte helt oväntat, med modulerande drift, där miljönyttan med en ackumulatortank helt eliminerades.



Lite mer förvånande är det då att även brännare med underhållsfyr klarar miljöproven avsevärt mycket bättre än vad vi från början hade trott. I synnerhet gäller detta i de fall man gör en mer genomtänkt ackumulatorinstallation. Då är utsläppen av OGC i princip likartat vid ackumulatordrift som vid direktledning.

Det måste dock betonas att utsläppsförbättringen skett från mycket låga nivåer och att denna förändring av utsläppen därför i praktiken *saknar betydelse för den lokala luftkvaliteten*. ”Hälften av nästa ingenting är fortfarande nästan ingenting och dubbelt upp av nästan ingenting är fortfarande mycket lite.”

När det gäller driftekonomi kan vi konstatera att *trots att vi valt en mycket bra isolerad ackumulatortank* så blir verkningsgraden som regel *sämre* mot ackumulatortank än vid direktledning. I synnerhet gäller detta för driftfallen med en slavtankkoppling där resultaten för samtliga brännare ligger på mellan 8 och 13 % lägre systemverkningsgrad. (Se vidare Kap Diskussion)

4.1 Riggförluster

För att kunna avgöra var i systemet vi hittar förlusterna har vi värderat förlusterna i våra installationsalternativ var för sig. Detta genom att under ungefär ett dygn varmhålla med el och sedan avläsa den elförbrukning som användes.

A) Pannan (Thermia Tric) med monterad pelletsbrännare (Bequeem) och 0,6 mm vp i undertryck i eldstaden och en vattentemperatur på 80°C (rumstemperatur på 20°C) hade en total förlust på 940 W som luftgenomströmning och strålning.

Med igenstoppad röckanal minskade förlusterna till 810 W vilket indikerar att brännarens genomströmningsförluster vid stillestånd är i storleksordningen 130 W.

B) Kylrigg, slangar och anslutningspunkter som de sett ut under direktledning och slavgång har förlusterna vid samma temperaturintervall uppmätts till 529 W. Ett rimligt antagande är att detta också kan vara likvärdigt med förlusterna i ett verkligt system.

Vi har även mätt förlusterna individuellt på de slanglängder vi använt vid bl a optimerad ackumulatorkoppling. Slang med 1,0 m har 69 W- och 1,5 m har 103 W i förluster.

C) Aktuell ackumulatortank, Effecta 750 liter (90 mm Polyuretanskum) har med en vattentemperatur i hela tanken på 70°C en strålningsförlust av 139 W. Sannolikt är medelförlusten över en laddningscykel något lägre eftersom tankens botten ersätts med kallare vatten vid urladdning. Vi uppskattar därför medelförlusten till ungefär 120 W.

Notera att åtminstone en del av strålningsförlusterna indirekt kan komma byggnaden tillgodo om värmeläckaget kan fylla ett naturligt värmebehov. Tyvärr resulterar oftast värmeläckaget oönskade övertemperaturer i de utrymmen där panna och ackumulatortankar är placerade.

4.2 Fullastproven

Dessa eldningsförsök har skett med brännaren installerad på aktuell provpanna (Thermia Tric+) inkopplad med Laddomat 21 direkt på kylriggen. Genom att lägga ett kylflöde som är högre än brännarens aktuella effekt kan vi med två- tre timmars eldningscykler få referensvärden på aktuell brännarens prestanda samtidigt som injustering av driftparametrar kan göras.

Vid dessa fullastprov har vi fått fram de referensvärden som vi sedan använt för att bedöma brännarens egenskaper i kombination med ackumulatortank. Samtidigt ger dessa referensvärden en bild över de prestanda panna/brännarkombinationen skulle fått vid en provning enligt BBR:s krav.

Fabrikat	FULLAST				
	Pannverkn	Systemverkn	Förb.verkn	CO _{norm}	OGC _{norm}
Janfire	79,3	77,5	89,5	591	12
Eurofire	83,1	81,2	91,7	783	6
Bequem	82,3	79,8	89,5	427	5

Sammanfattningsvis kan vi konstatera att uppmätta resultat för alla brännarna är relativt likartade. Något som också var väntat då samtliga valda produkter är P-märkta. Det som trots allt skiljer brännarna åt är mer relaterat till aktuell brännarens lämplighet i kombination med aktuell panna. Thermia Tric+ är en traditionell dubbelpanna egentligen inte alls från början tänkt för fastbränseeldning i oljeeldstaden.

4.3 Direkteldning

Dessa eldningsförsök har skett med en installation där pelletsbrännaren i princip bara har ersatt en befintlig oljebrännare. Ute i fält är detta säkerligen den vanligaste installationsmetoden för att konvertera t ex oljeeldning till pellets.

Inledningsvis kan vi konstatera att uppmätta resultat för alla brännarna är relativt likartade. Det som skiljer brännarna åt resultatmässigt är ganska marginellt och som i kombination med en annan panna säkerligen kunnat ge omvänd inbördes ordning. Se kap Diskussion.

4.3.1 Övermatad- och uppåt/framåt-brinnande teknik med underhållsfyr

Denna brännare har många olika alternativa driftsätt. Vi har valt att *följa tillverkarens rekommendation* och välja *underhållsfyr* med en max effekt på ungefär 18 kW. Flamriktare som styr flammen framåt är monterad på brännaren enligt tillverkarens anvisning.

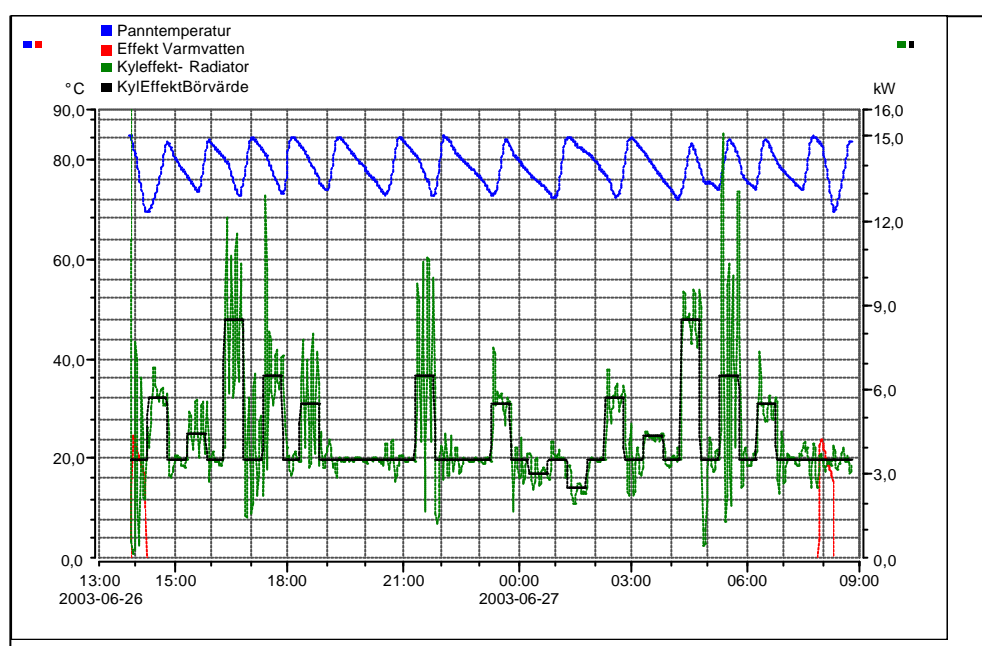
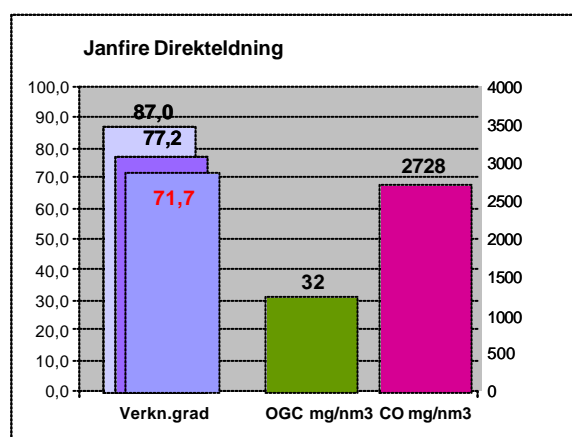


Fig ovan: I ovanstående diagram kan vi se hur riggens kylning fungerar i kombination med Janfires brännare. Den gröna kurvan är verklig registerad effekt med en upplösning på ett medelvärde per minut. Den röda kurvan är motsvarande för tappvarmvattenuttag. Den blå kurvan visar pannvattentemperaturen och därmed även antalet start och stopp.

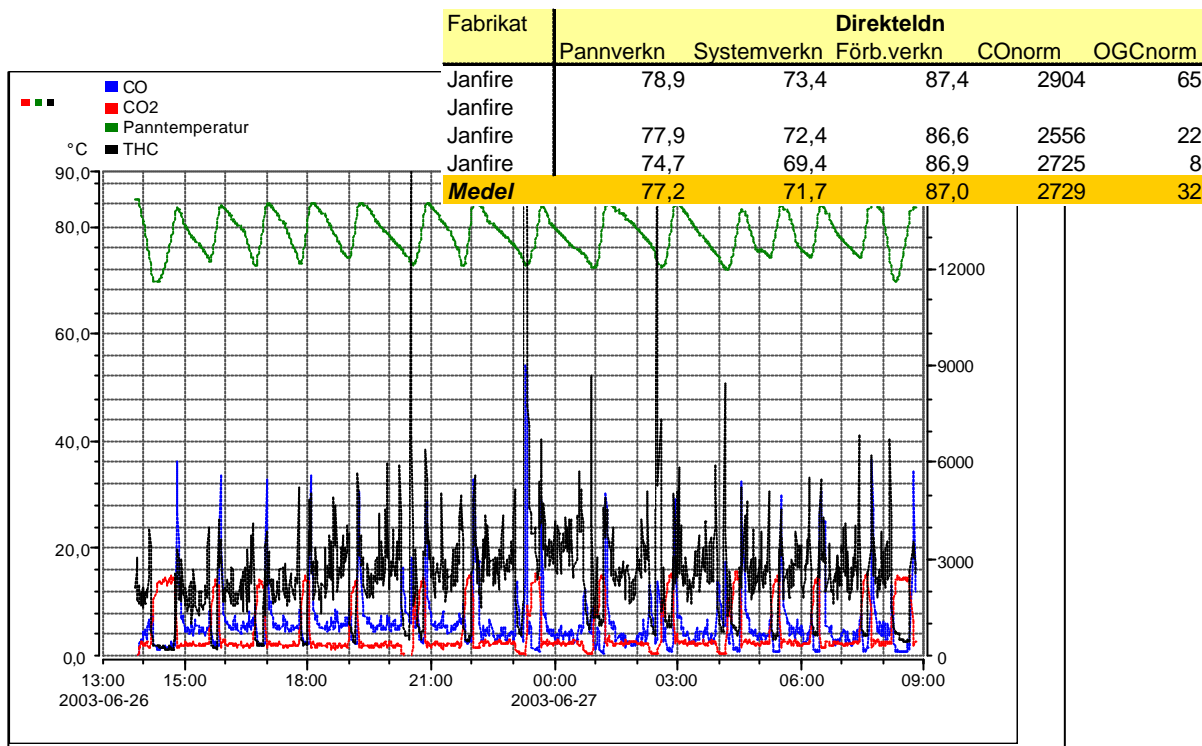
Från diagrammet ovan kan konstatera att brännaren startat och stoppat 15 ggr under proveldningen, och att pannvattenthermostaten arbetat inom ett intervall på 10-12 °C. Svängningarna i kyleffekten beror på brist på tröghet i värmeväxlaren.

I tabellen t h visar medelvärdet av 3 tester mot samma lastcykel. De blå staplarna visar verkningsgraden, där den ljusblå är beräknad förbränningsverkningsgrad och den mörkare blå är uppmätt pannverkningsgrad. Stapel med röd text är beräknad systemverkningsgrad.

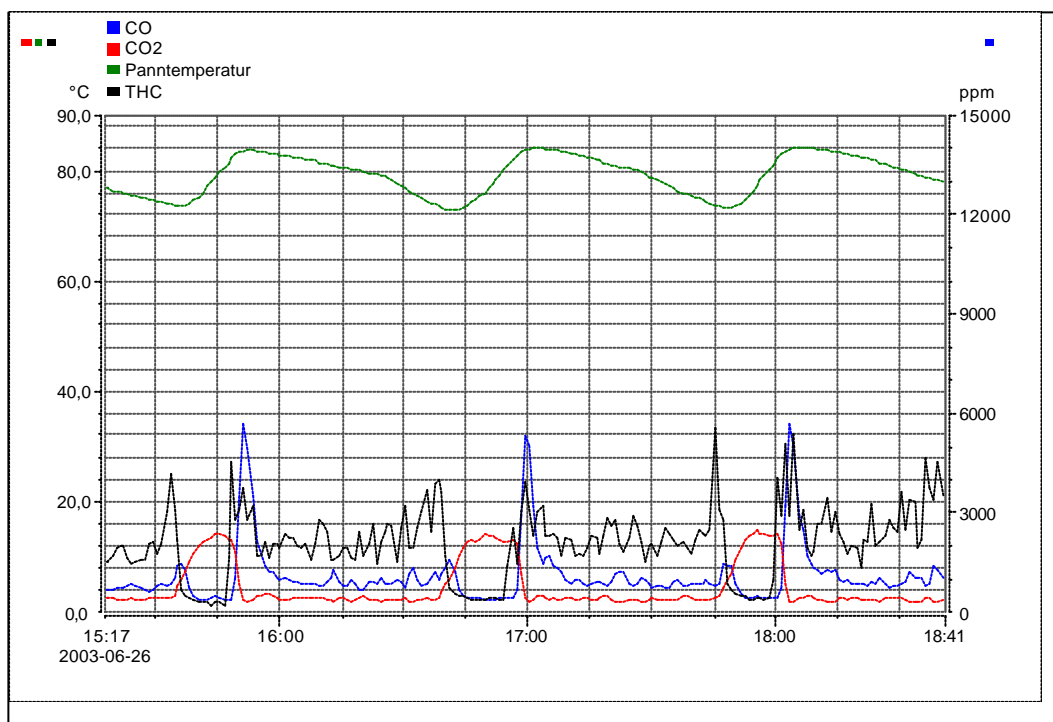
Miljövärdet som OGC och CO normaliserat till 10 %



O₂ redovisas i den gröna och röda stapeln. Nedan finns utdrag ur de driftprotokoll som upprättats vid testen.



Diagrammet ovan är hämtat från en av testerna med Janfire och direkteldning. I tabellen redovisas de olika testerna var för sig liksom beräkningen av medelvärdet.



Detalj ur diagram där tre st driftperioder och mellanliggande viloperiod redovisas

Av driftdiagrammen kan vi tydligt se hur brännaren arbetar med både driftperioder och underhålls fyr. Detta driftsätt ger både för- och nackdelar. Fördel genom att brännaren hela tiden är driftsatt så blir

uppstarten snabb och nästan helt utan förhöjda utsläpp. Nackdel genom att underhållsfyren ökar rök-gasflödet genom pannan vilket därmed också utsläppen under stilleståndsperioden.

En relativt hög effekt - plus en viss avgiven effekt även vid underhållsfyr - bidrar till att öka pannans stillestånds-förluster.

4.3.2 Övermatad- och framåtbrinnande teknik med eltändning

Denna brännare är framåtbrinnande och är därför bättre lämpad för installation på aktuell eldstad. Brännaren arbetar med start/stopp och släcker ned helt mellan varje uppstart.

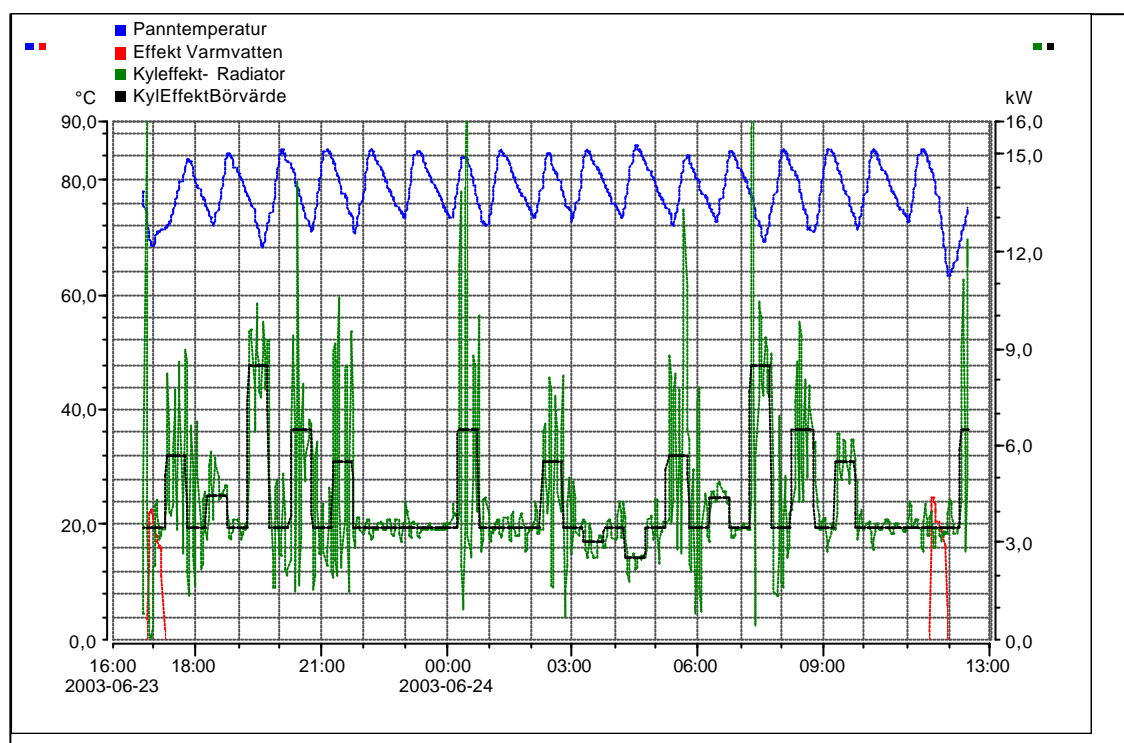
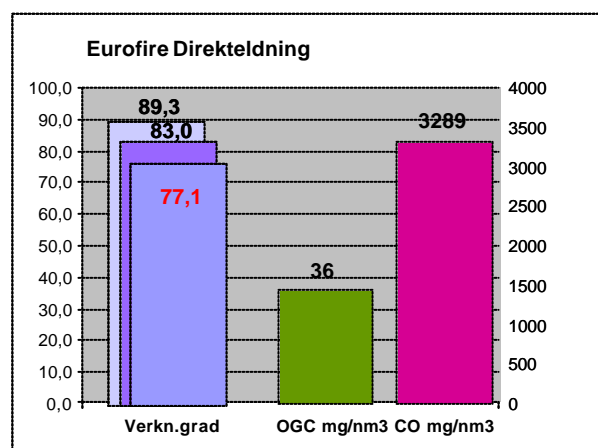


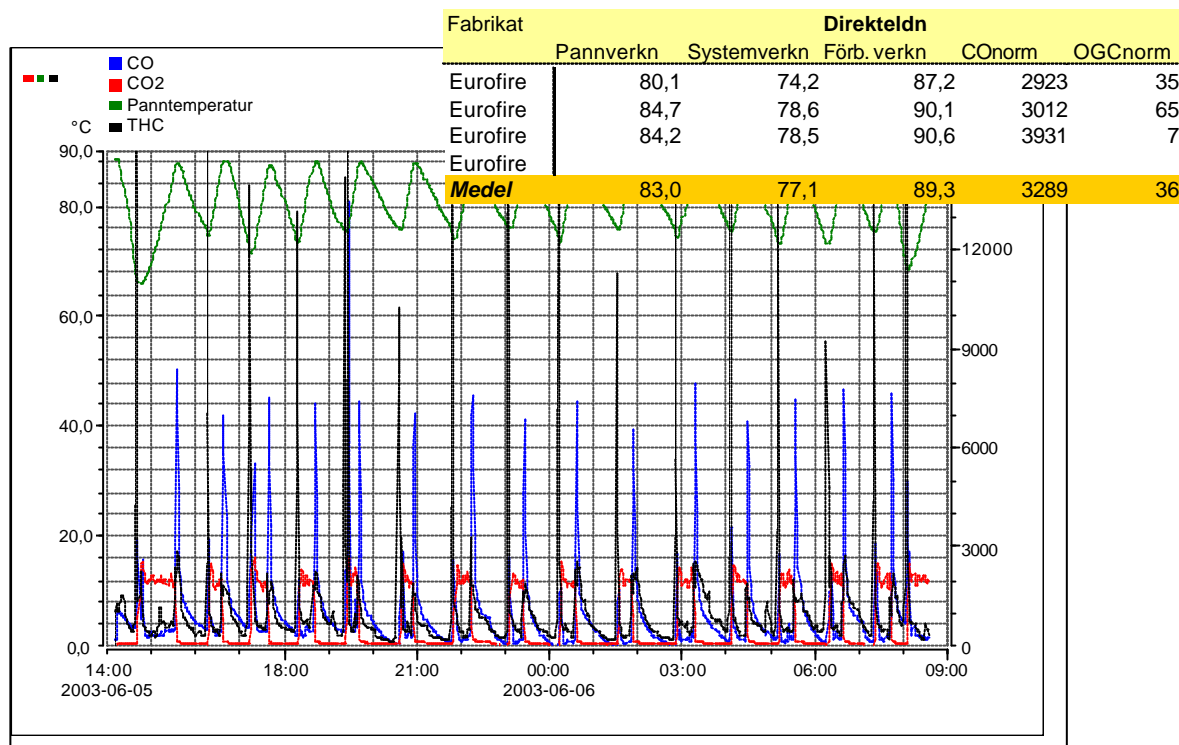
Fig ovan: I ovanstående diagram kan vi se hur riggens kylning fungerar i kombination med Eurofire. Den gröna kurvan är verklig registerad effekt med en upplösning på ett medelvärde per minut. Den röda kurvan är motsvarande för tappvarmvattenuttag. Den blå kurvan visar pannvattentemperaturen och därmed även antalet start och stopp.

Från diagrammet ovan kan konstatera att brännaren startat och stoppat 17 ggr under proveldningen, och att pannvattentemperaturen arbetat inom ett intervall på 10-12 °C. Svängningarna i kyleffekten beror på trögheten i shuntautomatiken.

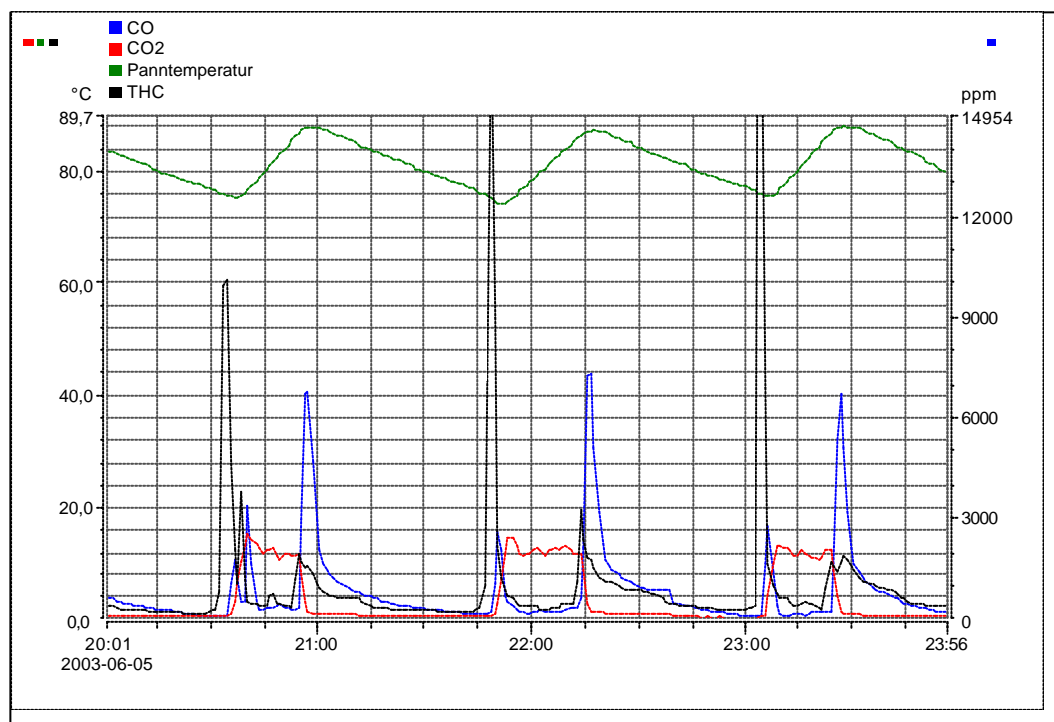
I tabellen t h visar medelvärdet av 3 tester mot samma lastcykel. De blå staplarna visar verkningsgraden, där den ljusblå är beräknad förbränningsverkningsgrad och den mörkare blå är uppmätt pannverkningsgrad. Stapel med röd text är beräknad systemverkningsgrad.

Miljövärdet som OGC och CO normaliserat till 10 % O₂ redovisas i den gröna och röda stapeln. Nedan finns utdrag ur de driftprotokoll som upprättats vi testen.





Diagrammet ovan är hämtat från en av testerna med Eurofire och direkteldning. I tabellen redovisas de olika testerna var för sig liksom beräkningen av medelvärdet.



Detalj ur diagram där tre st driftperioder och mellanliggande viloperiod redovisas

Av driftdiagrammen kan vi tydligt se hur brännaren arbetar med både driftperioder och stillestånd. Detta driftsätt ger högre utsläpp en kort stund i samband uppstart och nedeldning. En fördel är dock att brännaren har en snabb tändningsfas vilket gör att THC-piken knappast märks i medelvärdet.

Notera även att nedeldningen får förhöjda CO-värden, sannolikt till följd av ett kylande luftöverskott.

4.3.3 Undermatad- och uppåtbrinnande teknik med modulerande drift/eltändning

Denna brännare är undermatad och uppåtbrinnande och kan vid första anblick uppfattas som mindre lämpad för installation på aktuell eldstad. Det finns en uppenbar risk att flammen får arbeta direkt mot kylta ytor. Aktuell brännare arbetar med modulerande drift *utan* start/stopp ned till c:a 4 kW vilket gör att det är aktuellt effektbehov som styr brännarens effekt. En mindre flamma kompenserar därför för en trång eldstad.

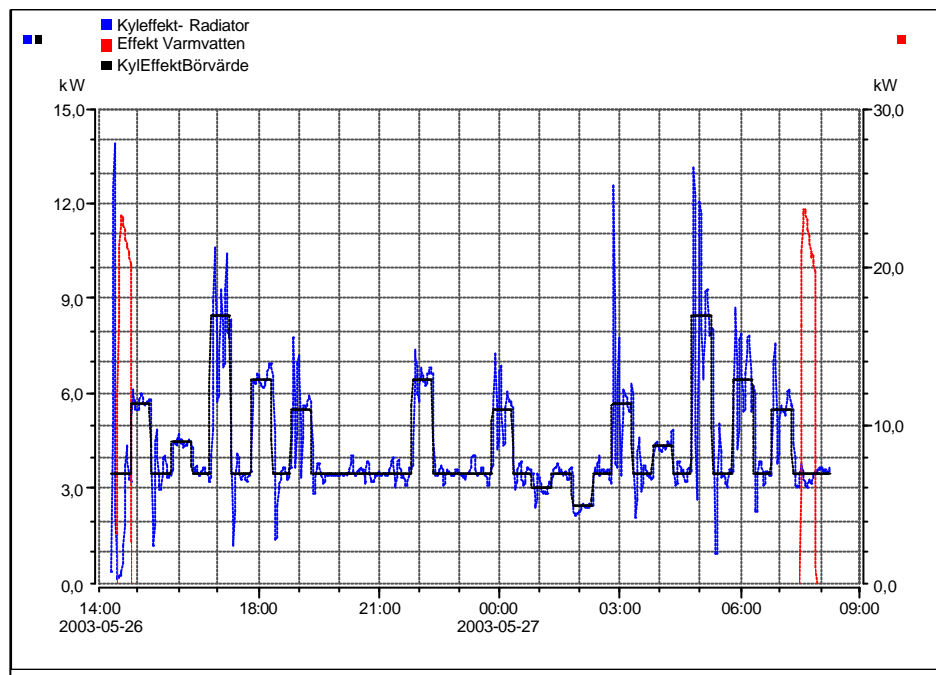
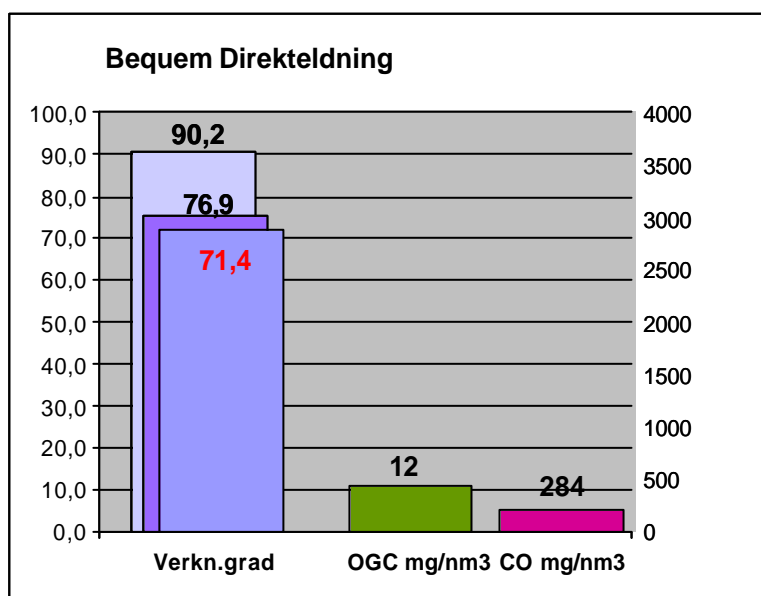
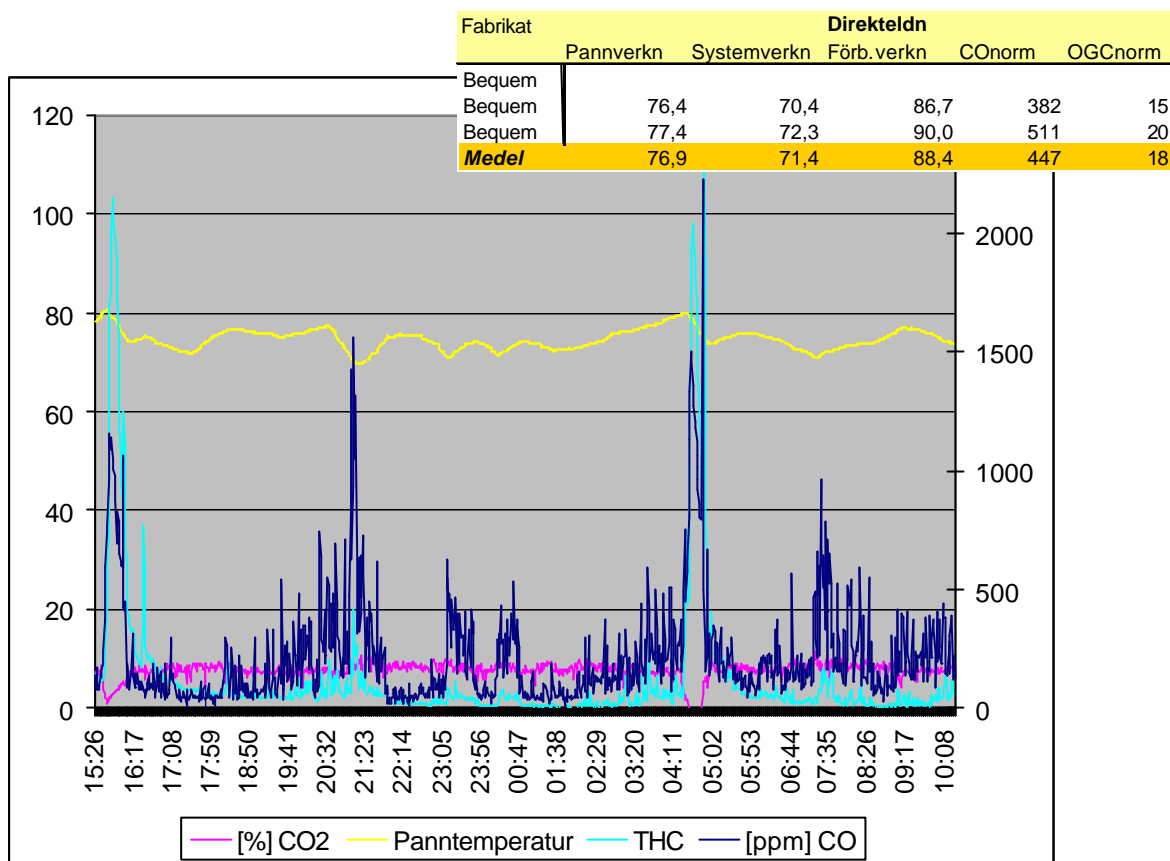


Fig ovan: I ovanstående diagram kan vi se hur riggens kylning fungerar i kombination med Bequeem. Den blå kurvan visar aktuell kyleffekt. Under perioden har brännaren stoppat två ggr. Kurva för antalet start och stopp återfinns i diagram på nästa sida.

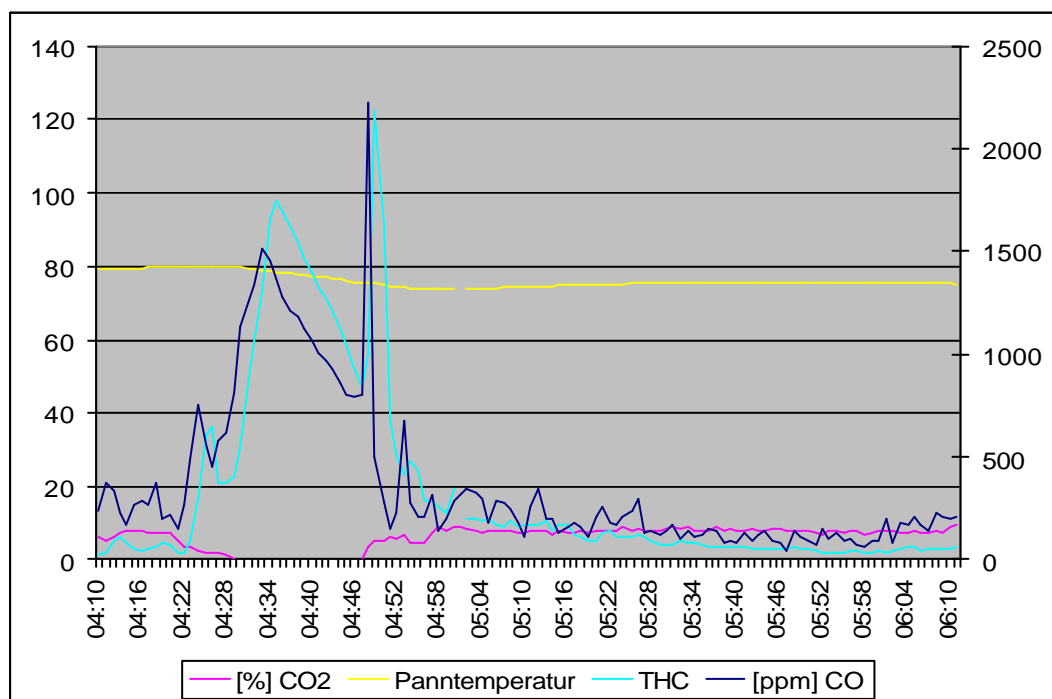
Aktuell brännarstyrning ger helt klart fördelar när det gäller miljöresultat. Men det finns svårigheter att klara riktigt låga effekter utan att få höga luftöverskott. Detta har Thermia löst genom att låta brännaren gå över till traditionell start/stopp drift om effektbehovet understiger c:a 4 kW.

I tabellen t h visar medelvärdet av 2 tester mot samma lastcykel. De blå staplarna visar verkningsgraden, där den ljusblå är beräknad förbränningsverkningsgrad och den mörkare blå är uppmätt pannverkningsgrad. Stapel med röd text är beräknad systemverkningsgrad. Miljövärden som OGC och CO normaliserat till 10 % O₂ redovisas i den gröna och röda stapeln. Nedan finns utdrag ur de driftprotokoll som upprättats vid testen.





Diagrammet ovan är hämtat från en av testerna med Bequeem och direkteldning. I tabellen redovisas de olika testerna var för sig liksom beräkningen av medelvärdet. Notera att brännaren stoppat bara 2 ggr under driftperioden



Detalj ur diagram ovan där även en start/stopp sekvens finns med.

Av driftdiagrammen kan vi tydligt se hur brännaren arbetar. I huvudsak med kontinuerlig drift, men också med två kortare stillestånd. Långa drifttider utan start och stopp skulle kunna innebära att te m-

peraturen i brännarhuvudet stiger vilket i sin tur skulle kunna öka risken för sintring. Detta i synnerhet då låga effektuttag dessutom ger ganska små rökgasflöden som skall transportera bort askan från förbränningen. Det kan vara frestande att försöka minska rökgasförlusterna genom att minska undertrycket i eldstaden.



Farhågor som också bekräftades då vi eldade med extremt litet undertryck i eldstaden.

Bilden t v visar hur sintrad aska bygger upp och täpper till lufttillförseln. Bilden är hämtad från eldningsförsök där undertrycket i eldstaden minskades till nära noll.

Pelletseldning i allmänhet ställer krav på att eldstaden har ett undertryck som är större än 0,5 mmVp. Vid mindre undertryck finns risk för att bränslet sintrar vilket ger ökade emissioner som följd.

Vid ett ökad undertryck (över 0,5 mmVp) i eldstaden finns däremot *inga tendenser till sintring* under de driftfall vi studerat.

Notera också att även om brännaren stoppar så är uppstarten både snabb och säker. Brännaren med denna styrning har extremt låga emissioner. Ett ökat luftöverskott kompenseras med en lägre rökgastemperatur och ger en i stort sett bibehållen och hög verkningsgrad.

Med en medeleffekt på dryga 4,4 kW under direkteldningscykeln klarar brännaren av att hålla en rökgastemperatur mot *aktuell panna* på ungefär 140- 150 grader, vilket är en lagom temperatur för att klara rökkanalen från kondens samtidigt som rökgasförlusterna hålls på en rimlig nivå.

4.4 Slavtankkoppling

Dessa eldningsförsök har skett med samma installation som vid direktledning så när som att pannvattenvolymen har utökats med en ackumulatortank på 750 liter. Tanken är installerad enbart med en cirkulationspump som kontinuerligt rundpumpar vattenvolymen. Ute hos konsument är detta troligen den vanligaste installationsmetoden när man i efterhand kompletterar med en ackumulatortank.

Sammanfattningsvis kan vi konstatera att modulerande drift ger avvikande och bättre resultat än underhållsfyr och start/stop drift. Pannverkningsgraden i förhållande till direktledning sjunker med mellan 6 och 10 %-enheter i samtliga fall medan miljöresultaten i de flesta fall förbättras. Den brännare som avviker är Janfire, sannolikt därför att vi i detta test valt att låta *den arbeta med underhållsfyr* i stället för on/off-drift. I detta driftfall ökar utsläppen. Se kap Diskussion.

4.4.1 Övermatad- och uppåt/framåt-brinnande teknik med underhållsfyr

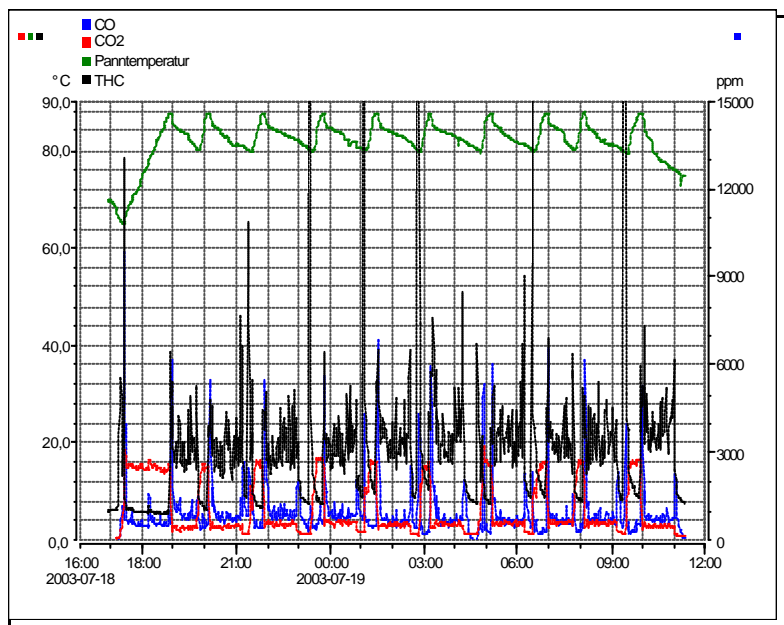
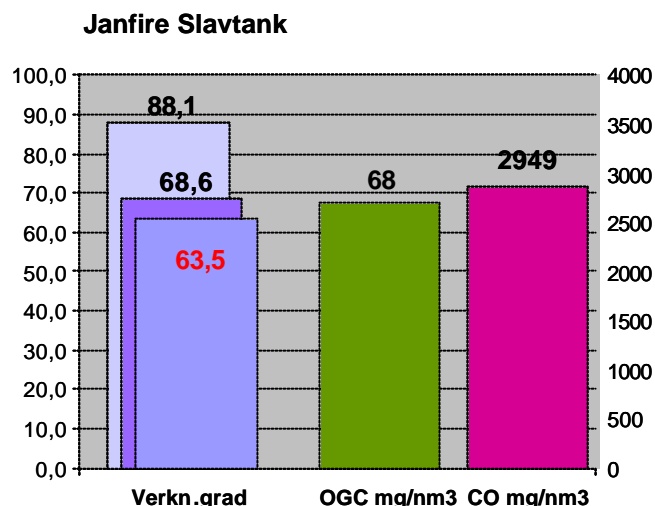
Vid direktledning startade och stoppade brännaren 15 gånger vilket i detta driftfall, mot samma lastcykel begränsades till 10 st start och stopp och arbetat i ett temperaturintervall om ungefär 8 grader (se även eldningsdiagram nedan).

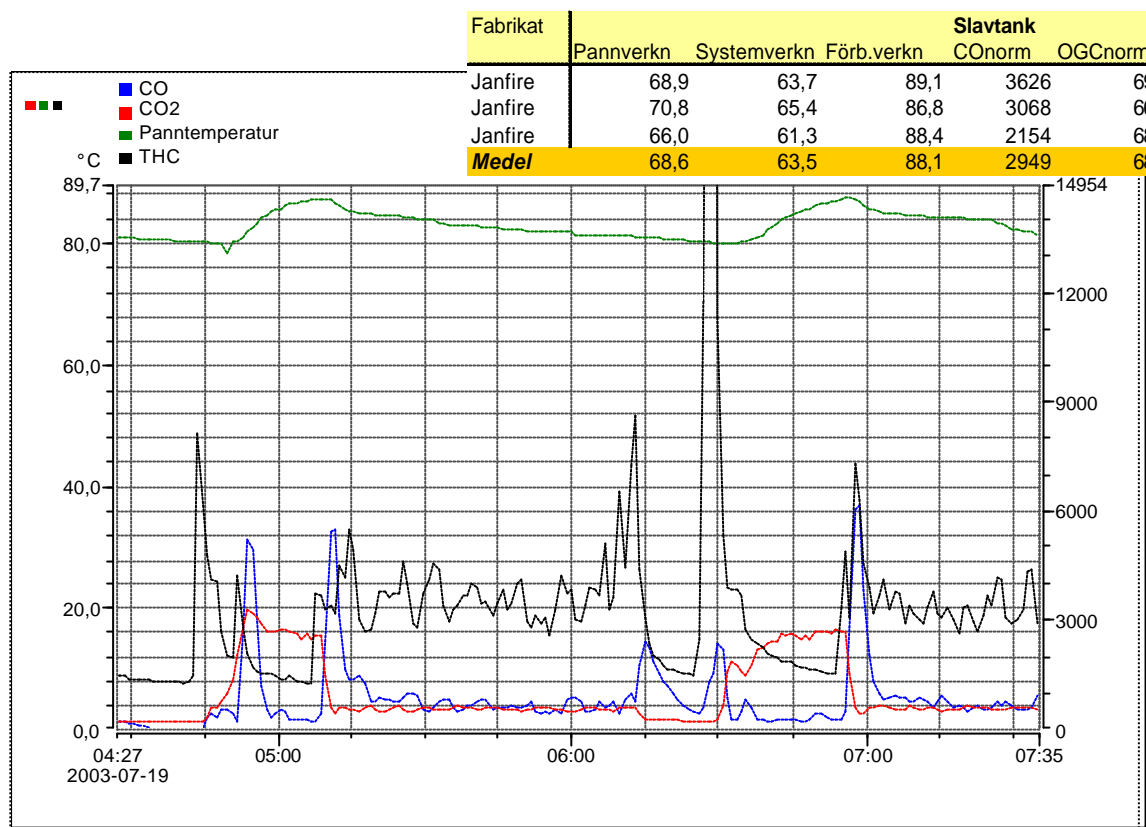
I tabellen t h visas medelvärdet av 3 tester mot samma lastcykel. De blå staplarna visar verkningsgraden, där den ljusblå är beräknad förbränningsverkningsgrad och den mörkare blå är uppmätt pannverkningsgrad. Stapel med röd text är beräknad systemverkningsgrad. Notera att pannverkningsgraden minskat från 77,2 % vid direktledning till 68,6 % d v s med drygt 8,5 %-enheter.

Miljövärden som OGC och CO normaliserat till 10 % O₂ redovisas i den gröna och röda stapeln. Även i detta fall har utsläppen ökat sannolikt som en följd av längre stilleståndsperioder med underhållsfyr. Nedan finns utdrag ur de driftprotokoll som upprättats vi testen.

Dessa relativt stora förändringar på miljösidan bör förklaras med dels att installationsmetoden är olämplig och dels att driftsättet med underhållsfyr inte är lämpligt i kombination med ackumulatortank. Ett *driftfall med eltändning* och start och stopp hade sannolikt gett ett bättre miljöresultat likvärdigt med de övriga brännarna.

Av driftdiagrammen nedan och t h kan vi tydligt se hur brännaren arbetar med både drift- och underhållsfyr. Detta driftsätt ger både för- och nackdelar. Fördel genom att brännaren hela tiden är driftsatt så blir uppstarten snabb och nästan helt utan förhöjda utsläpp. Nackdel genom att rökgasflödet ökar genom pannan och därmed också utsläppen under stillestånd.





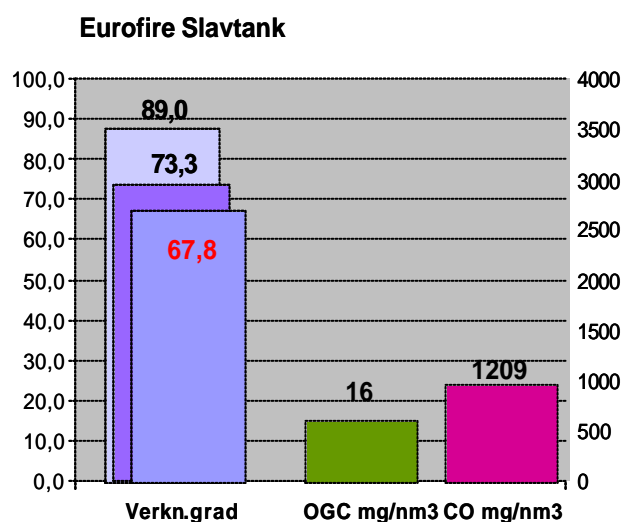
Diagrammet ovan visar detalj ur eldningsdiagram. En relativt hög effekt vid drift - plus en viss avgiven effekt även vid underhållsfyr - bidrar helt säkert till att öka pannans stilleståndsförluster.

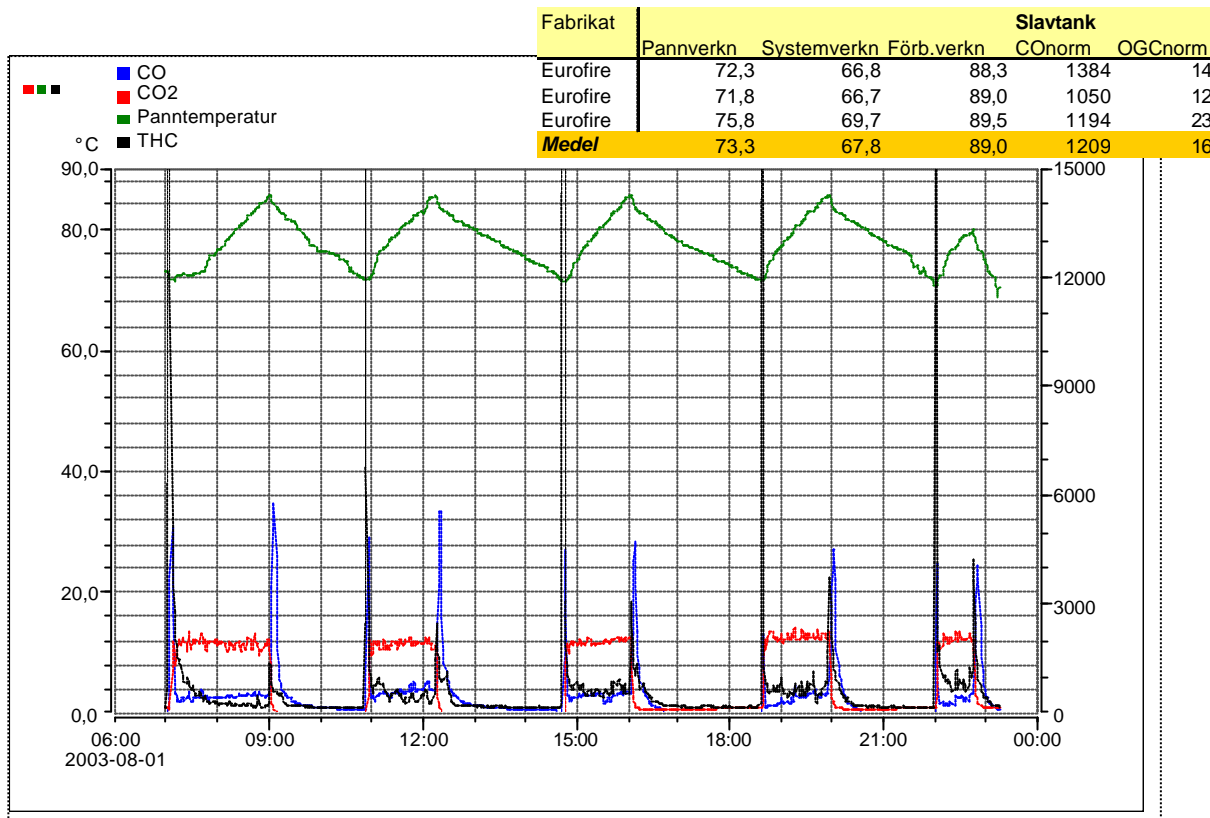
4.4.2 Övermatad- och framåtbrinnande teknik med eltändning

Denna brännare är framåtbrinnande och förmodligen den av brännarna som är bäst lämpad för installation i kombination med denna panna. Vid direkteldning startade och stoppade brännaren 17 gånger. I detta driftfall, mot samma lastcykel, begränsades antalet uppstarter till bara 5 st och brännaren har arbetat i ett temperaturintervall om ungefär 12- 13 grader.

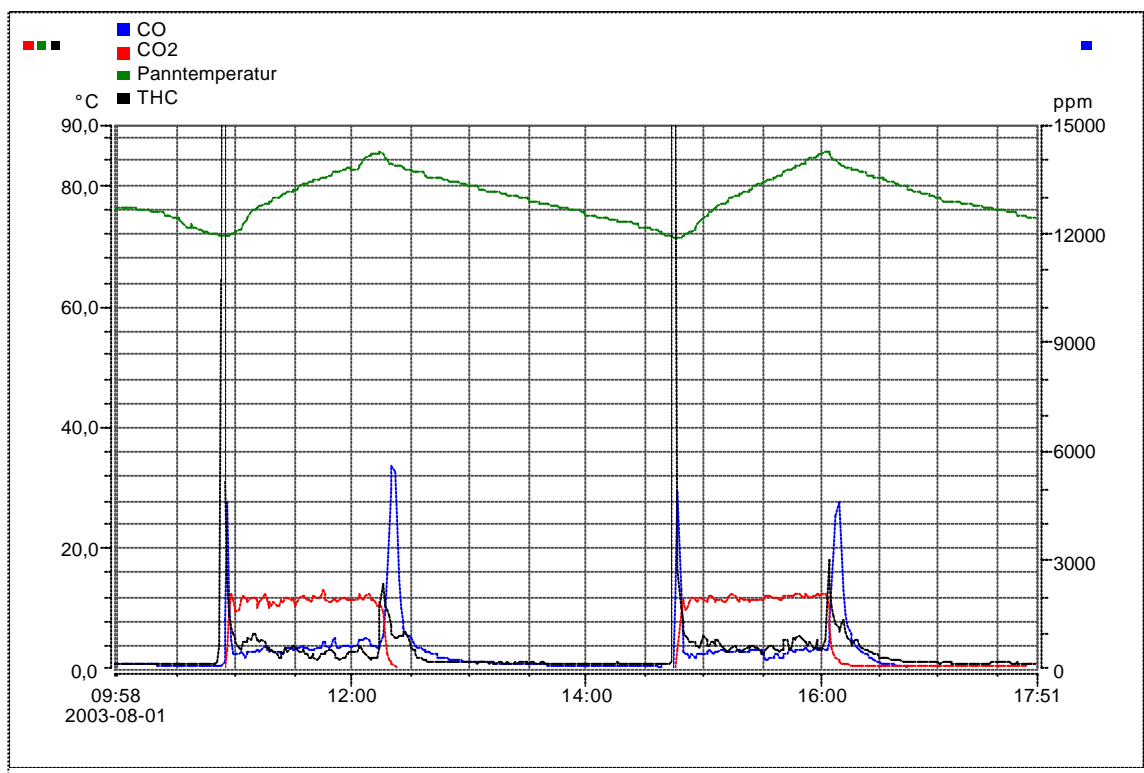
I tabellen t h visas medelvärdet av 3 tester mot samma lastcykel. De blå staplarna visar verkningsgraden, där den ljusblå är beräknad förbränningsverkningsgrad och den mörkare blå är uppmätt pannverkningsgrad. Stapel med röd text är beräknad systemverkningsgrad. Notera att pannverkningsgraden minskat från 83,0 % vid direkteldning till 73,3 % d v s med nästan 10 %-enheter.

Miljövärdet som OGC och CO normaliserat till 10 % O₂ redovisas i den gröna och röda stapeln. Här kan vi se en klar förbättring- såväl OGC som CO halterna har mer än halverats. Detta som en följd av färre start och stopp och ett driftsätt med eltändning i stället för underhållsfyr.





Diagrammet ovan visar Eurofirebrännaren i drift mot en slavtankkoppling. Notera att brännaren jobbar mot en panntemperaturdifferens på 12- 13 grader vilket i kombination med en lite lägre maxeffekt ger färre antal start och stopp än t ex Janfirebrännaren.



Om vi studerar en detalj av eldningsdiagrammet kan vi tydligt se hur brännaren arbetar. Utsläppen av THC (omräknas till OGC) sker nästan uteslutande i samband med att eltändningen ligger i vid uppsstart, medan utsläppen av CO sker både vid uppstart och vid nedeldning. Notera även hur snabb brännaren är i uppstart och nedeldning.

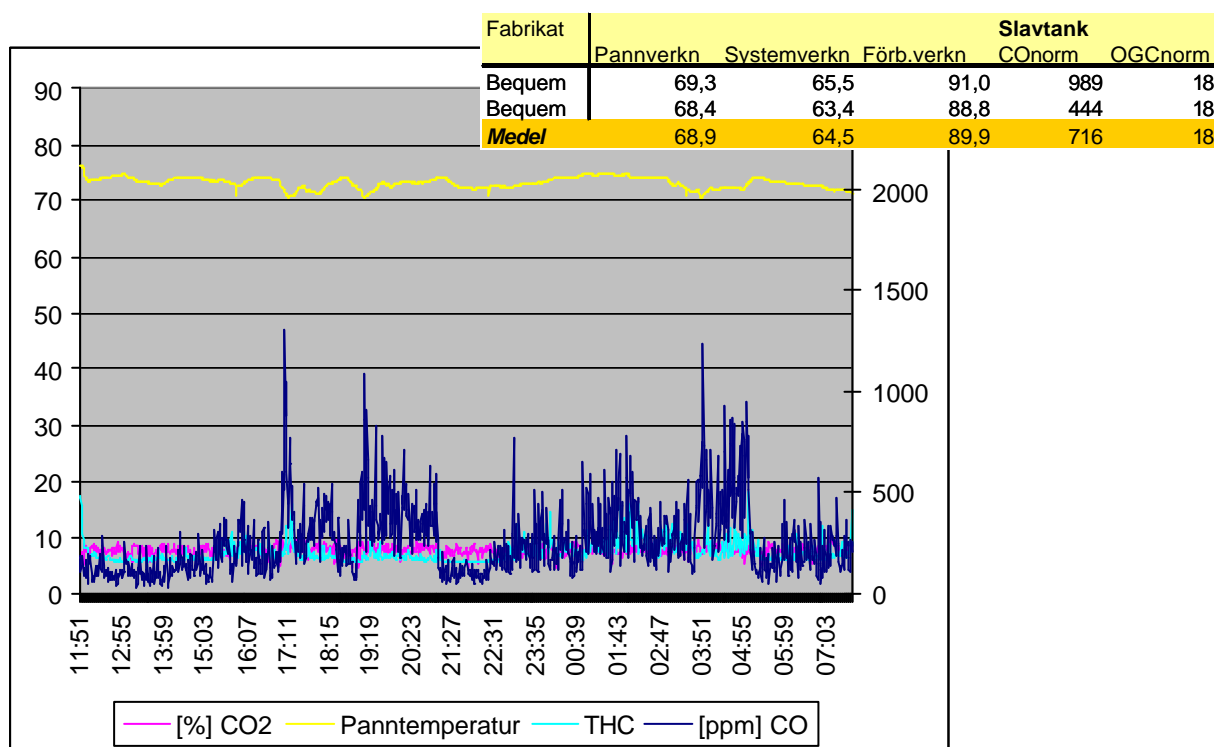
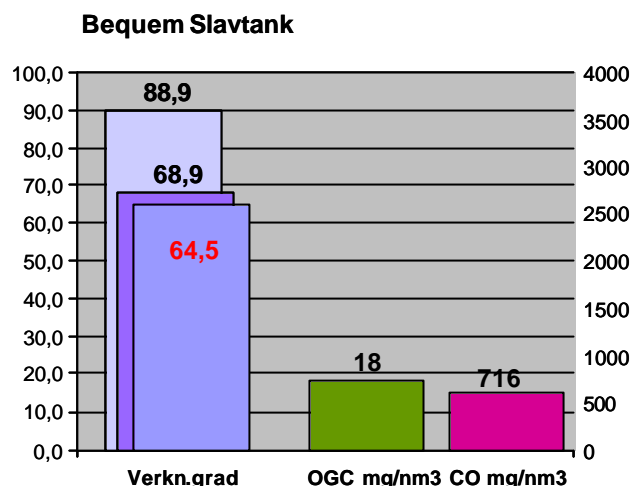
Detta är en av de pelletsbrännare som har förutsättningen att kunna fungera riktigt bra i kombination med ackumulatortank. Men trots detta är tappet av verkningsgrad mer än 9 %-enheter vilket indikerar att de mesta förlusterna sitter i förluster från isolering av rör och ackumulatortank samt förluster i själva pannan.

4.4.3 Undermatad- och uppåtbrinnande teknik med modulerande drift/eltändning

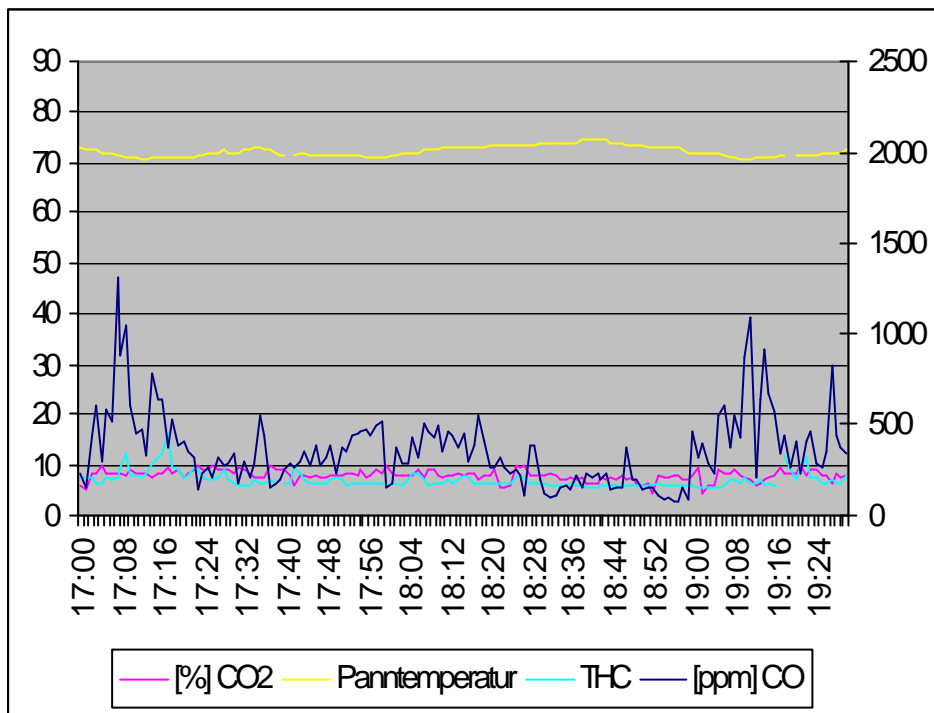
Denna brännare är undermatad och uppåtbrinnande och försedd med en modulerande driftstyrning som möjliggör drift utan start och stopp ned till ungefär 4 kW effektbehov. Först vid lägre effektbehov övergår driften till traditionell start/stopp.

I tabellen t h visas medelvärdet av 3 tester mot samma lastcykel. De blå staplarna visar verkningsgraden, där den ljusblå är beräknad förbränningsverkningsgrad och den mörkare blå är uppmätt pannverkningsgrad. Notera att pannverkningsgraden minskat från 76,9 % vid direktledning till 68,9 % d v s med 8 %-enheter. Stapel med röd text (64,5) är beräknad systemverkningsgrad.

Miljövärdet som OGC och CO normaliserat till 10 % O₂ redovisas i den gröna och röda stapeln. Efter som brännaren i princip arbetar på samma sätt som vid direktledning kan vi se likartade utsläpp av såväl OGC som CO. Brännaren har under denna driftcykel aldrig stannat.



Diagrammet ovan visar Bequeembrännaren i drift mot en slavtankkoppling. Notera att brännaren jobbar mot ett inställt börvärde på panntempen och därför har en kontinuerlig drift – egentligen motsvarande byggnadens behov. Driftfallet blir därför likartat direktledning, men med ackumulatortankens alla förluster.



Diagrammet ovan är en detalj ur föregående diagram. Här kan vi se hur brännaren arbetar. Notera att CO-halten på skalan till höger har en mycket högre upplösning än övriga brännare.

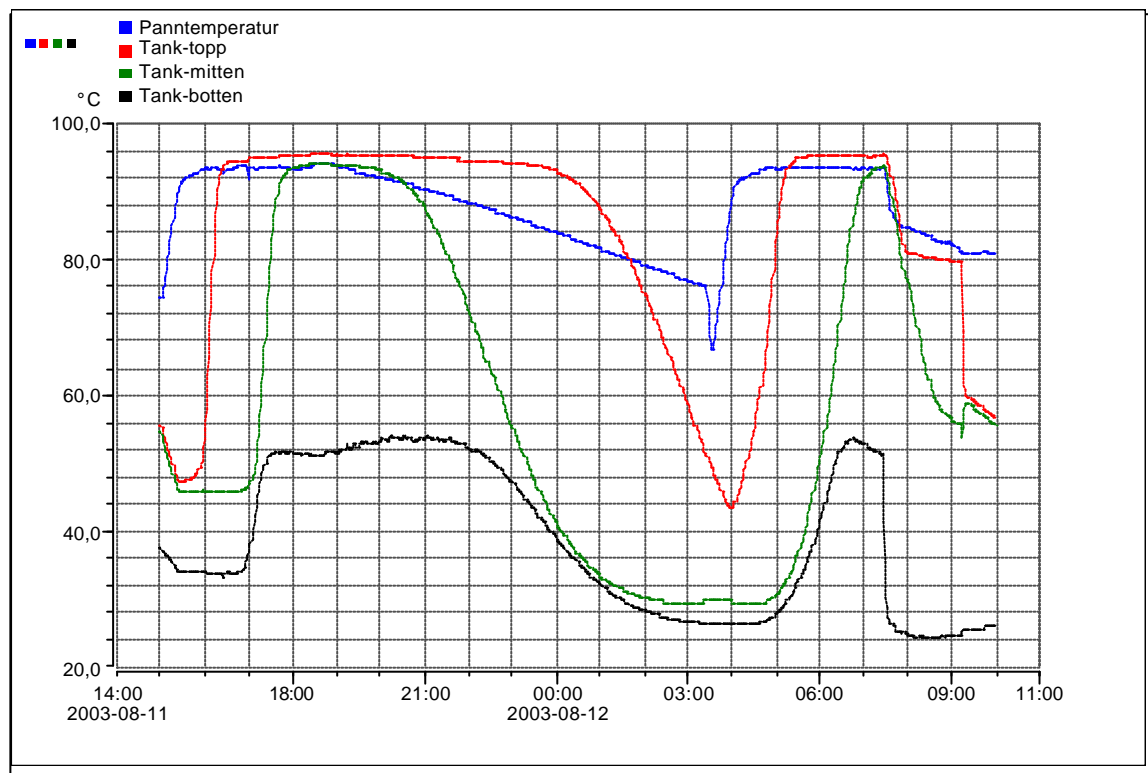
Det är därför intressant att notera att tappet i verkningsgrad – trots modulerande drift – är nästan lika stort som för de övriga kombinationerna. Bequeem tappar 8 % mot 9- 10% för övriga fabrikat. Om vi antar att skillnaden är genomströmningsförluster som vi värderat till c:a 130 W ger detta på en 16 timmars driftcykel ungefär 2 kWh i förlust. I aktuell period tillverkas runt 100 kWh vilket ger just den skillnad i verkningsgrad på 1- 2 % som här redovisas.

Vi drar därför den slutsatsen att det är i första hand värmeläckage från rörledningar och ackumulator som är avgörande för den slutgiltiga verkningsgraden.

4.5 Optimerad Ackumulatordrift

Dessa driftfall har skett med ett mer utvecklat ackumulatortänkande, där ackumulatortanken är hjärtat i värmesystemet och panna och pelletsbrännare bara är "laddningsapparater" till ackumulatortanken. Det betyder att shuntgrupp och tappvarmvattenberedning tas från tanken och att pannan installerats med en varmhållningskrets.

För att ytterligare optimera systemet har termoventilers brännarstyrning P33 installerats. Detta fungerar på så sätt att när tanktoppen kallar på värme startar pelletsbrännaren som sedan får arbeta till dess att tankbotten blir varm. På så sätt utnyttjas hela ackumulatorkapaciteten och minimerar antalet start och stopp.

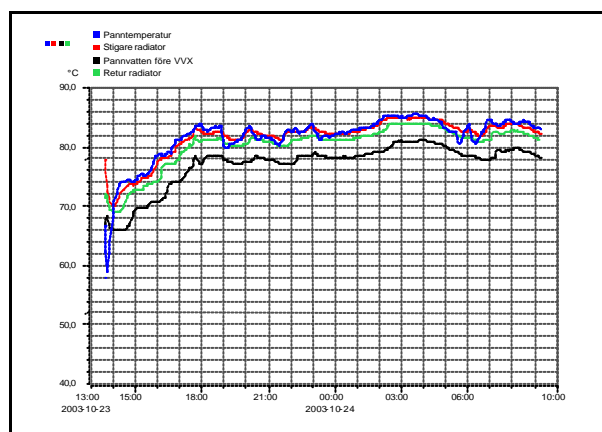


Genom att studera temperaturkurvorna ovan kan vi se hur brännarstyrningen arbetar och hur fint skiktningen av ackumulatortankens vatten följer vid både laddning och urladdning.

Sammanfattningsvis kan vi konstatera att denna styrning fungerar alldeles utmärkt och att den även ger avsevärt bättre verkningsgrader och miljöprestanda än vid en sk slavtankkoppling. Detta installationsalternativ – inklusive brännarstyrning - får nog därmed anses vara en förutsättning för att erhålla någorlunda bra prestanda vid ackumulatordrift.

Däremot kunde detta alternativ inte användas för Bequeem-brännaren. Aktuell styrning kan inte på ett enkelt sätt kompletteras med en Laddomat-styrning. Istället valdes ett driftfall där ackumulatortanken belastades med en kontinuerlig last på c:a 4,4 kW.

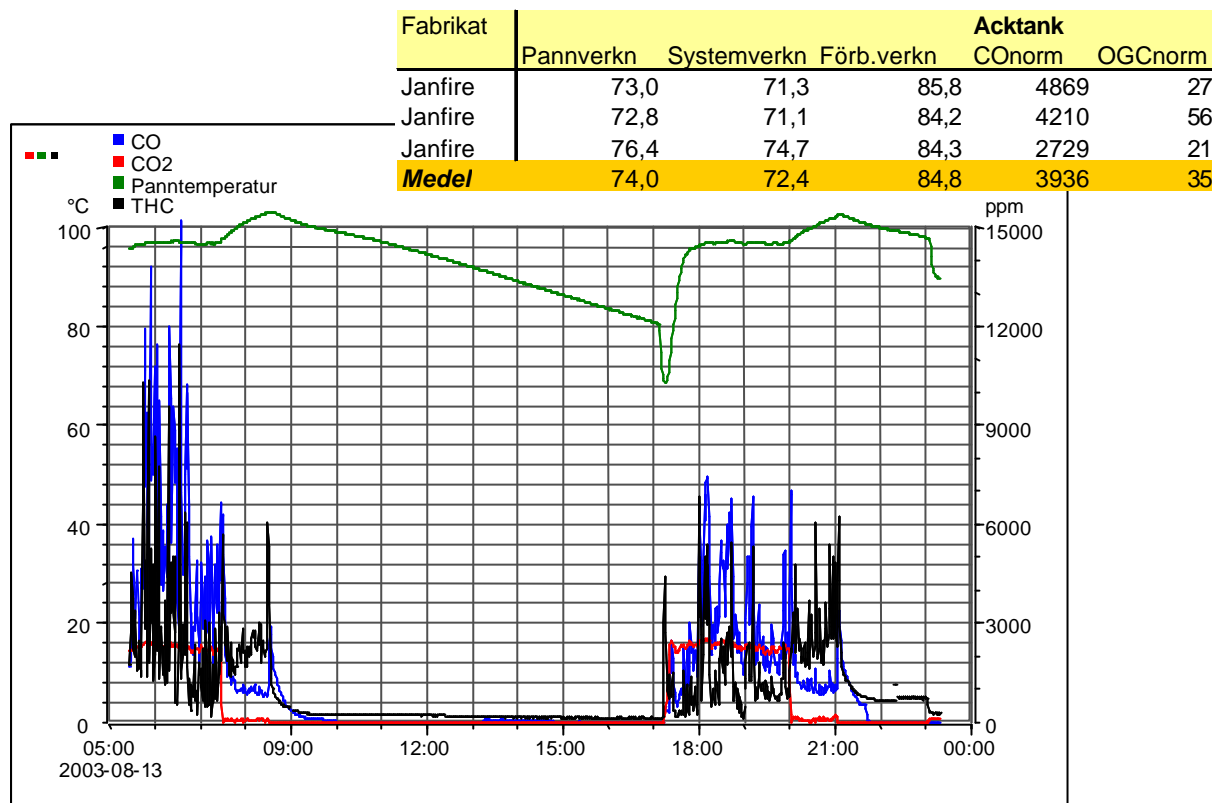
Detta driftfall gav en något annorlunda bild över skiktningen i ackumulatortanken. Se diagram till höger.



4.5.1 Övermatad- och uppåt/framåt-brinnande teknik med underhållsfyr

Trots att vi säkerligen skulle fått bättre resultat med eltändning har vi ändå valt att fortsätta eldningarna med av tillverkaren föreslagen underhållsfyr. Detta för att *dels* kunna följa upp resultaten hela vägen och *dels* för att verifiera hur miljöresultaten påverkas av olika driftsätt.

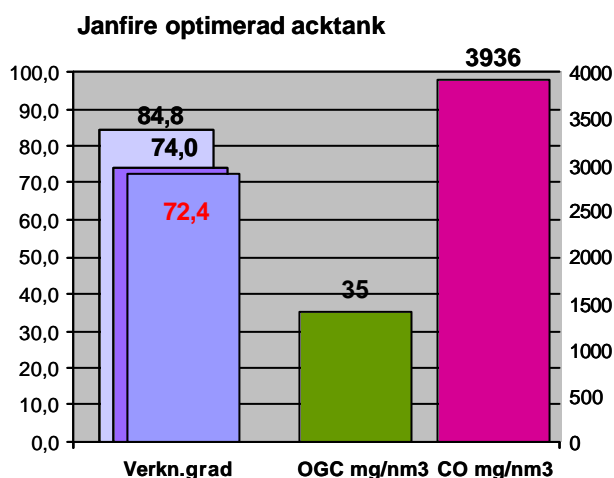
Även Janfirebrännaren kommer att stanna om tiden mellan start och stopp blir alltför lång. När termostaten sedan kallar på värme görs en ny uppstart med eltändning. Detta driftsätt finns för att säkerställa att underhållsfyren inte ger pannan en överhettning. Detta driftsätt syns tydligt i eldningsdiagrammet nedan.



Sammanfattningsvis finner vi att en optimerad ackumulatorkoppling med brännarstyrning har reducerat antalet start och stopp från 15 stycken till bara 2 stycken samt att emissionerna från underhållsfyren försvinner vid brännarstopp.

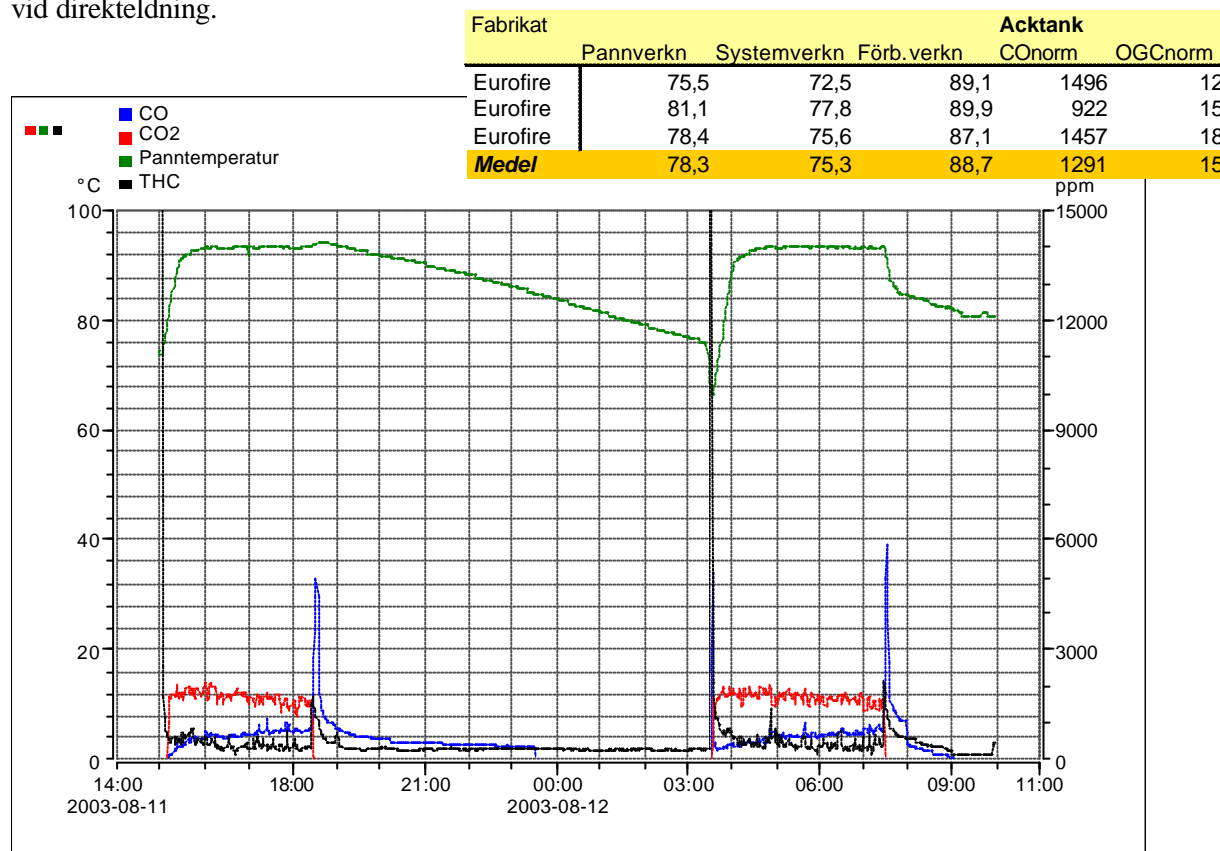
Vi kan också konstatera i diagram t h att verkningsgraden vid *optimerad ackumulatordrift* bara är drygt 3 % lägre än vid direkteldning, och 5- 6 %-enheter bättre än vid slavtankkoppling. Vi vill än en gång betona att detta driftfall och vald panna inte alls är optimal för denna brännartyp, men att *resultaten trots detta får anses vara mycket goda*.

Lite förvånande är det dock att brännaren trots att den stoppat helt under viloperioden ändå inte har reducerat utsläppen av OGC och CO. Oavsett detta ger alla driftfall utsläpp som med råge klarar gällande miljökrav i BBR.



4.5.2 Övermatad- och framåtbrinnande teknik med eltändning

Detta är den brännartyp som förmodligen är bäst anpassad till aktuell värmepanna. Den arbetar on/off med eltändning och är relativt snabb i både uppstart och nedledning. Även med denna brännare blir antalet start och stopp i kombination med optimerad ackumulatordrift 2 stycken istället för 17 stycken vid direktledning.

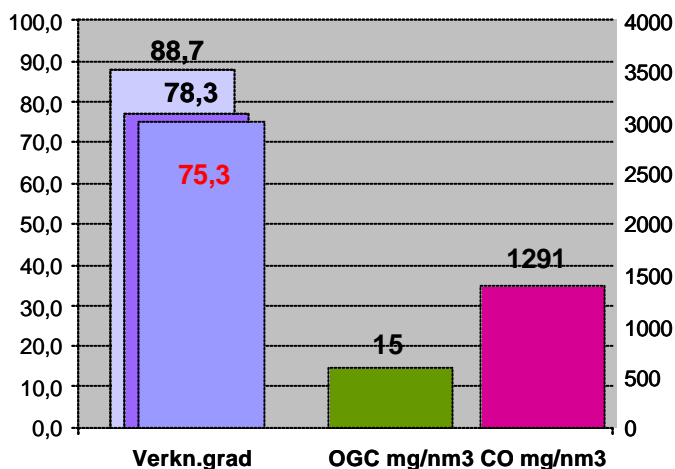


Vi kan också konstatera i detta fall i diagrammet nedan t h se att verkningsgraden vid optimerad ackumulatordrift är hela 78,3 %. Med detta är ändå c:a 5 %-enheter lägre än vid direktledning. I förhållande till slatvankoppling är dock verkningsgraden hela 5 %-enheter bättre. Den mörkare blå stapeln med röd text redovisar en verkningsgrad på 75,3 % för detta driftfall. Denna verkningsgrad är en *beräknad systemverkningsgrad*.

Att brännaren arbetar med start/stopp innebär att miljövinsten är marginell. Men notera ändå att utsläppen i samtliga driftfall är mycket låga. Trots det ger en optimerad ackumulatorkoppling ett halverat utsläpp av OGC.

Detta är ett utmärkt resultat för en traditionellt byggd pelletsbrännare, men det skall även ses mot den bakgrunden att pelletsbrännarna monterats i aktuell pannas oljeeldstad. Det betyder att en framåtbrinnande brännare troligen har lite fördelar framför annan teknik.

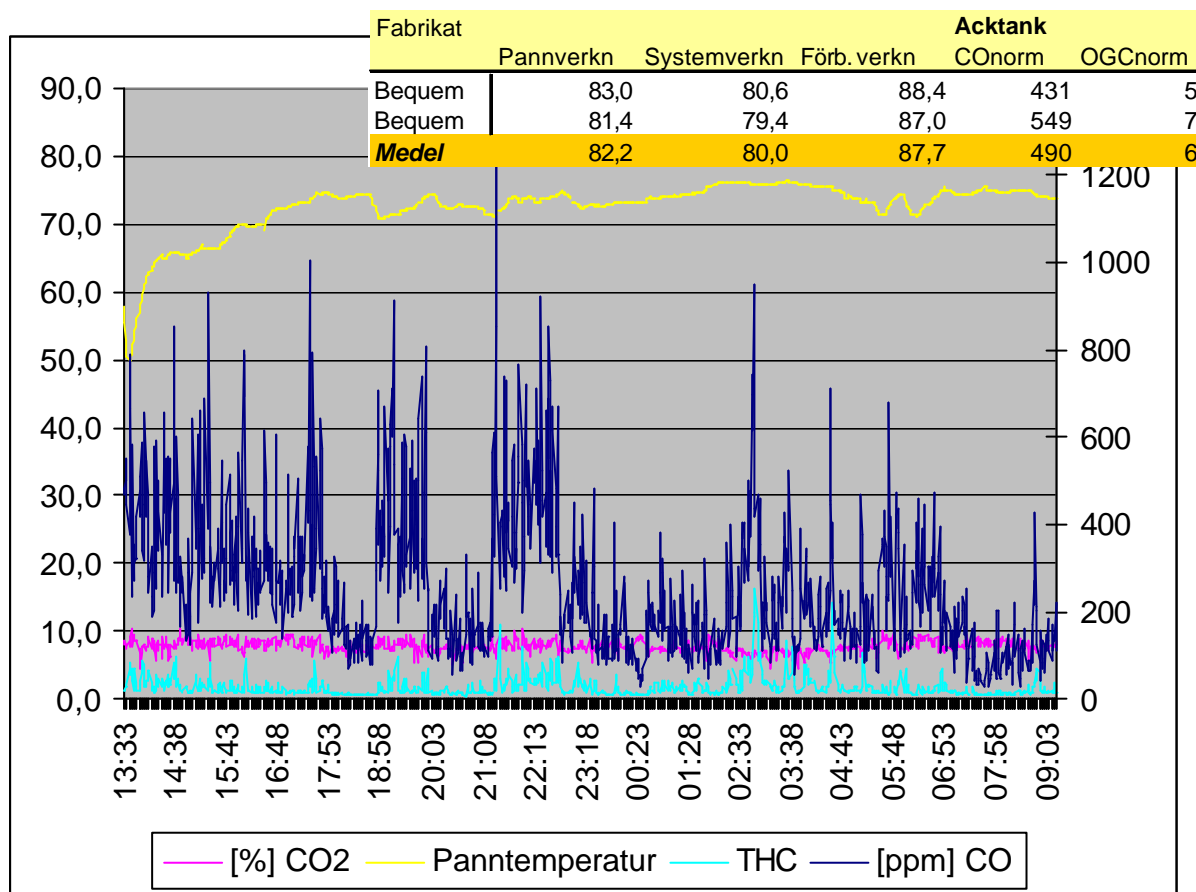
Eurofire optimerad acktank



4.5.3 Undermatad- och uppåtbrinnande teknik med modulerande drift/eltändning

Använd brännare representerar den nyaste tekniken inom brännarstyrning. Här finns en modellerande styrning direkt i brännarens egen automatik som gör att brännaren själv anpassar effekten till aktuellt behov. Brännaren arbetar modellerande ned till ett effektbehov på 4-5 kW då traditionell on/off drift tar över.

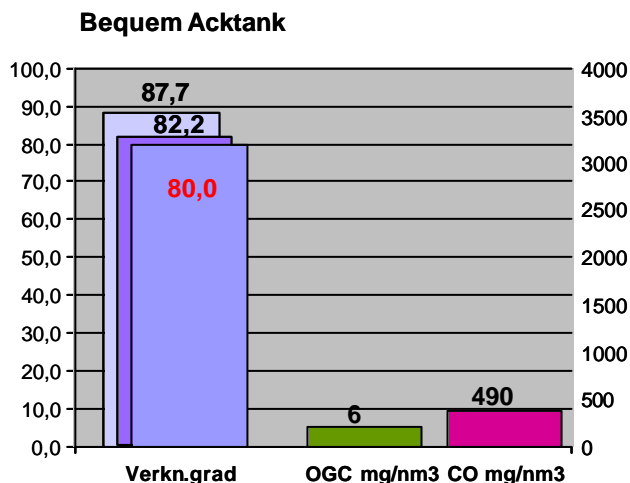
Aktuell styrning på Bequeembrännaren kan inte kompletteras med den Laddomat och brännarstyrning 33P som vi använde. Istället valdes ett driftfall där ackumulatortanken belastades med en kontinuerlig last på c:a 4,4 kW.



Vi kan i detta driftfall konstatera likartade och *t o m bättre prestanda* än vid direktledning. I förhållande till slavtankkoppling är dock verkningsgraden hela 13 %-enheter bättre. Den mörkare blå stapeln med röd text redovisar en verkningsgrad på 80,0 % för detta driftfall. Detta är en beräknad systemverkningsgrad.

Att brännaren arbetar modulerande med likartad drift i samtliga fall, innebär att miljövinsten med ackumulatordrift blir marginell. Men notera att utsläppen i samtliga driftfall är extremt låga.

Detta är ett utmärkt resultat för en uppåtbrinnande brännare i en trång oljeeldstad. Men det skall även ses mot den bakgrunden att brännaren har en väl utvecklad styrning. En komplett brännare som ändå har att vinna på att eldas mot ackumulatortank.



4.6 Sammanfattande resultat

Redovisade resultat är inte transparenta och jämförbara på pelletsbrännarna som sådana utan gäller enbart i just denna kombination panna/brännare. Detta därför att vald panna inte är någon renodlad pelletspanna. Just denna panna ger troligen fördelar för pelletsbrännare som är framåtbrinnande och mer liknar en oljebrännarlåga. Med en annan provpanna hade resultaten inbördes de testade brännarna lika gärna kunnat bli omvända.

Syftet med detta projekt har *inte varit* att i första hand göra inbördes jämförande tester utan istället försöka utvärdera *hur olika inkopplingsalternativ påverkar resultaten*. Därför är det intressantare att se hur olika alternativ faller ut i jämförelse med *samma brännare*. Om man betraktar våra resultat mot den bakgrunden så kan följande slutsatser dras:

- Direkteldning ger i *normalfallet* den bästa verkningsgraden. Undantaget är brännaren med modulerande drift.
- Miljöresultaten vinner nästan alltid på ackumulatordrift i och med att det blir färre antal start och stopp. Men vinsten uttryckt som total vikt i kilo blir ändå marginell eftersom även utsläppen vid direkteldning också är mycket låga. "*Hälften av nästan ingenting är fortfarande nästan ingenting.*"
- En slavtankkoppling – även med en fullgod tankisolering – kan ge uppemot 10 %-enheter – eller mer – i försämrad verkningsgrad än en mer utvecklad installationsmetod.
- Betydelsen av ackumulatortankens isolering är förmodligen kraftigt underskattad. En ackumulatorkoppling bör därför *alltid* ske med bästa möjliga installationsmetod, bästa isolering och bästa styrning.
- Bra installerade- och isolerade ackumulatortankar på max 750 liters volym ger fördelar som överväger ett verkningsgradstapp på några procentenheter. En ackumulatortank på 500- 750 liter är därför ett bra alternativ. I synnerhet då det även öppnar dörren för kombinationssystem med solvärme.
- Kombinationen *solvärme sommartid* och *pelletseldning vintertid* mot samma ackumulatortank har alla förutsättningar att bli den optimala systemlösningen.

Då vi studerar uppmätta verkningsgrader och *skillnaden i procentenheter* mellan de olika brännarnalternativen blir våra resultat snarlika. Detta är i och för sig väntat då olika driftfall borde ge likartade förutsättningar i alla brännarkombinationer. Men de likvärdiga resultaten visar samtidigt att mycket lite gjorts för att optimera *hela systemet*. Med ett *genomsyrande systemtänkande* skulle man säkert kunna förbättra vissa av förutsättningarna avsevärt.

Här nedan kan vi se hur resultaten inom samma brännare påverkas av valt driftfall:

JANFIRE	Fullast (Ref)	Direkteldning	Slavtank	Opt. Acktank
Pannverkn.grad %	79,3	77,2	68,6	74,0
Förb.verkn.grad %	89,5	87,0	88,1	84,8
OGC mg/nm³	12	32	68	35
CO mg/nm³	591	2729	2948	3936

Övermatad- och uppåt/framåt-brinnande teknik med underhållsfyr (Janfire)

Notera för Janfire att man tappar mer än 10 %-enheter i verkningsgrad mellan direkteldning och slavtankkoppling, medan tappet bara är 5 %-enheter i förhållande till Optimerad ackumulatordrift. Notera också att miljöresultaten *inte förbättras* vid ackumulatordrift. Detta sannolikt som en följd av längre

perioder med underhållsfyr. Miljöresultaten skulle däremot kunna påverkas nedåt om man väljer driftfall *utan underhållseldning*.

EUROFIRE	Fullast (Ref)	Direkteldning	Slavtank	Opt. Acktank
Pannverkn.grad %	83,1	83,1	73,3	78,3
Förb.verkn.grad %	91,7	89,3	89,0	88,7
OGC mg/nm³	6	36	16	15
CO mg/nm³	783	3289	1209	1291

Övermatad- och framåtbrinnande teknik med eltändning (Eurofire)

Notera att även för Eurofire att tappet är ungefär 10 %-enheter i verkningsgrad mellan direkteldning och slavtankkoppling, och ungefär 5 %-enheter i förhållande till Optimerad ackumulatordrift. Till skillnad från Janfire har dock miljöresultaten *mer än halverats* vid ackumulatordrift i förhållande till direkteldning.

BEQUEEM	Fullast (Ref)	Direkteldning	Slavtank	Acktank
Pannverkn.grad %	82,3	76,9	68,9	82,2
Förb.verkn.grad %	89,5	88,4	89,9	87,7
OGC mg/nm³	5	18	18	6
CO mg/nm³	427	447	716	490

Undermatad- och uppåtbrinnande teknik med med modellerande drift/eltändning (Bequeem)

Bequeem-brännaren har en helt annan styrning men trenden är ändå den samma som för de övriga brännarna. Man tappar drygt 10 %-enheter i verkningsgrad om man använder en slavtankkoppling. Till skillnad från övriga brännare pekar dock våra tester på att man faktiskt ser ut att vinna verkningsgrad på ackumulatordrift. Detta trots att den modulerande styrningen gör att brännarens genomströmningsförluster vid stillestånd är minimala.

Vi vill ändå göra en *liten reservation för den uppmätta verkningsgradsökningen* då vi inför ackumulatortestet funderade en hel del på hur detta skulle kunna utföras tillsammans med den brännarstyrning vi valt för övriga brännare. Detta medförde en hel del försök av karaktären "try and error" innan vi bestämde oss för att köra med brännarens originalstyrning.

Inför ackumulatordriftprovet gjordes en nya intrimningar av brännaren som medför att vi inte kan vara helt säkra på om förbättringen ligger i installationen som sådan eller om den finns i inställningen. Även om förhållandet har ett visst intresse så är ändå trenden i resultatet det viktigaste varför vi beslöt att inte undersöka detta förhållande närmare. Detta i synnerhet då både tids- och penningbrist i projektet samtidigt inte medgav några mer omfattande omtester av direkteldningsförsöken.

5.0 Slutsatser

Kortfattat kan vi konstatera att pelletseldning i kombination med ackumulatordrift ger *förbättrade miljöresultat* men på bekostnad av en något *försämrad verkningsgrad*. Detta är något förvånande resultat utifrån de tankegångar vi hade när vi startade i projektet, men resultaten styrks även av de faktum att konsumenten i många fall väljer att koppla bort befintlig ackumulatortank vid pelletseldning.

En stor vikt i projektet har därför lagts på arbetet att försöka identifiera var förlusterna sitter. Hade vi inledningsvis vetat vad vi vet idag skulle vi gärna ha genomfört ytterligare en testomgång och då i kombination med en ackumulatortank med sämre isolering, t ex 50 mm mineralull. Detta för att tydligare bekräfta isoleringens betydelse för systemverkningsgraden. (Se även 6.3 Systemets betydelse).

Om medeleffekten för värmebehovet ligger på 3- 4 kW är redan 300- 400 W i ökade förluster 10 % av effektbehovet. Det betyder att ackumulatortankdriften måste ge motsvarande bättre verkningsgrad för att kompensera förlusterna. Det ställer stora krav på *både isolering och installationsmetod*.

Vi testade tre olika pelletsbrännare som vi menar att tillsammans representerar ett tvärsnitt av den teknik som finns tillgänglig på marknaden. Vi valde avsiktligt att använda en traditionell dubbelpanna som testpanna för att samtidigt kunna se om eldstadens utformning hade avgörande betydelse för förbränningsresultatet i någon av brännarna.

Som ackumulatortank valde vi en tank på 750 liters volym, isolerad från tillverkaren med 90 mm polyuretanskum. Detta för att minimera betydelsen av isolationsförlusterna. Volymen är också vald med tanke på att även passa för *traditionella solvärmesystem*.

Vi hade förväntat oss att finna skillnader i förbränningsprestanda efter en längre tids fullasteldning. Detta orsakat av svårigheter att trimma in exakt bränsle/luftmängd (se även kap 1.1) och därmed öka risken att över- eller undermata brännaren. Men några sådana tendenser har vi *inte kunnat spåra i de resultat vi fått* inom detta projekt, utom möjligen i ett antal försök med extremt små undertyck i eldstaden i kombination med modulerande teknik.

Alla testade brännare, i alla kombinationer, har mycket stabila och bra förbränningsprestanda. Notera dock att vår tankvolym på 750 liter sällan gett drifttider som överstiger 1,5- 2 timmar. Med en betydligt större ackumulatorvolym är det *möjligt* att problem ändå skulle kunna uppstå.

5.1 Bättre miljöprestanda

Trots att vald panna inte alls är optimalt utformad för pelletseldning visar våra resultat att alla driftfall med marginal klarar gällande miljökrav i BBR. Även direkteldning inklusive start och stopp ligger *långt under de krav* som enligt BBR gäller vid full effekt.

Om en ackumulatortank installeras minskar antalet start och stopp och miljöresultaten kan i vissa fall i det närmaste halveras. Denna förbättring saknar dock praktisk betydelse då redan direkteldningens resultat är mycket låga. Om man halverar mycket låga resultat är resultatet fortfarande mycket lågt, och nyttan räknad i total mängd utsläpp förblir därför ganska marginell.

Det är därför *inte befogat* att med miljöresultat som grund kräva ackumulatortank i kombination med pelletseldning.

5.2 Systemförlusterna är helt avgörande

Det är helt klart systemförlusterna som blir avgörande för systemverkningsgraden. I och med att en ackumulatortank kommer med i bilden så måste man ta hänsyn till ökade förluster i form av värme-läckage från rörledningar, ett större expansionskärl och ackumulatorisolering.

Förvisso kommer en mindre del av dessa förluster *indirekt* byggnaden tillgodo, men större delen av detta tillskott orsakar ofta en oönskad övertemperatur. Beroende på inkopplingsmetod är förlusterna i panna och expansionskärl betydande.

Men det räcker inte med att "bara" satsa på en välisolerad ackumulatortank. Våra tester visar att även om ackumulatortanken är välisolerad så innebär en "slavtankkoppling" avsevärt större förluster än en mer optimerad installation. Detta då pannans stilleståndsförluster och förluster i rörledningar ökar avsevärt då vattnet först måste pumpas tillbaka till pannan innan det nyttiggörs i värmesystemet.

De förluster vi mätt upp i vårt projekt är sannolikt likartade de förluster som vi finner i en verklig installation hos konsument. Pannans stilleståndsförluster genom luftflöden genom brännare och panna är upp mätt till c:a 130 W vid kall eldstad medan förluster via strålning/konvektion från luckor, rökstos och genom isolering är uppmätt till c:a 810 W.

Förluster i ledningar och vämeväxlare är uppmätta till ungefär 530 W i vår provrigg, och förlusterna från ackumulatortanken via anslutningsmuffar och isolering är uppmätta till ungefär 140 W vid en tanktemperatur på 70 °C.

Med en bra isolering och en optimerad installationsmetod (tillsammans med de drifttekniska fördelarna vid optimerad ackumulatorinstallation) blir den samlade verkningsgradsförlusten minimerad till någon enstaka procent i förhållande till direktledning.

5.3 Optimerad ackumulatorkoppling ändå bäst

Om man lägger till att ackumulatordriften, som innebär färre starter och stopp, rimligtvis borde ge både en *bättre tillgänglighet* och *mindre driftstörningar*, samtidigt som slitaget på brännare och tändelement minskar, borde detta tillsammans ge en *längre teknisk livslängd* på produkten. Detta menar vi att mer än väl överbryggar nackdelarna med en något sämre verkningsgrad.

Vår slutsats är därför att optimerad ackumulatorkoppling är att föredra. I synnerhet eftersom miljöresultaten samtidigt också förbättras och en 750 liters ackumulatorvolym samtidigt öppnar dörren för en kombination med solvärme sommardag.

Viktigast att tänka på är att såväl isolering som installation är avgörande för att erhålla en god kvalitet. Traditionellt slavtankkopplade - och med 50 mm mineralull isolerade ackumulatortankar - är inte tillräckligt bra för att få en bra funktion. Sådana installationer bör alltså alltid undvikas.

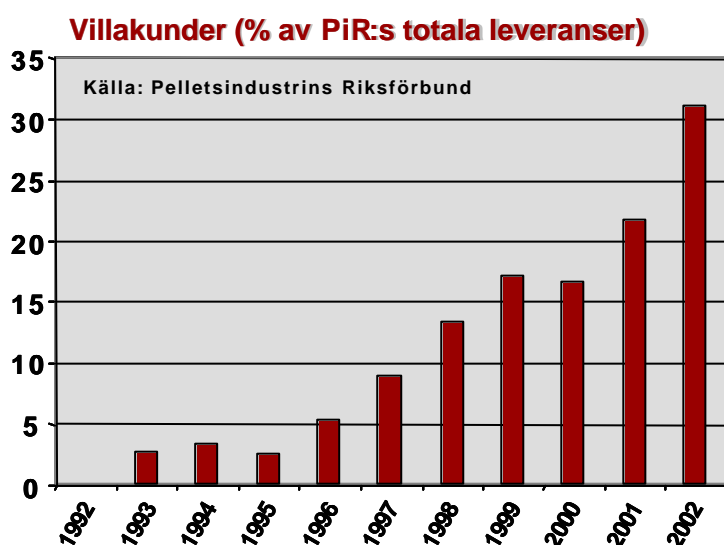
6.0 Diskussion

Vi har under projektets gång noterat och diskuterat ett antal frågeställningar som kommit upp. Några av dessa berör bara delvis det projekt vi arbetat med, men vi lyfter ändå fram frågorna som ofta pekar på andra intressanta insikter.

6.1 Framtiden för pellets i villa

Insikten om att världen i allt snabbare takt förbrukar ändliga energitillgångar samtidigt som förbränning av kol, olja och gas leder till såväl miljö- som klimatproblem har lett fram till en rad internationella överenskommelser vilka syftar till en ökad användning av förnybar energi.

Pellets är här en viktig resurs och användandet är i synnerhet lönsamt i små och medelstora anläggningar. Idag ökar pelletsanvändningen snabbt över hela världen och Sverige är i frontlinjen när det gäller såväl användande som utvecklande av förbränningsteknik.



Villamarknaden blir allt större och viktigare för svensk pelletsindustri.

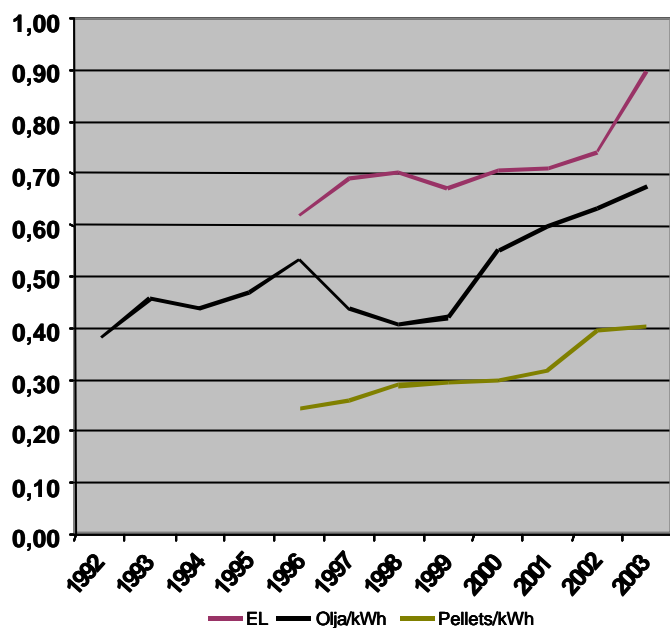
År 2002 svarade villamarknaden för hela 31 % av PiR:s totala utleveranser. Mer än 50 000 villor över hela landet eldade tillsammans ungefär 230 000 ton pellets.

Prisutvecklingen för pellets styrs av marknaden. Eftersom pelletseldning, åtminstone i dagsläget, innebär en större arbetsinsats från användaren än t ex olje- och elvärme måste det finnas ett ekonomiskt utrymme i pelletspriset att "få betalt" för denna arbetsinsats, d v s att priset alltid måste vara lägre än för alternativen.

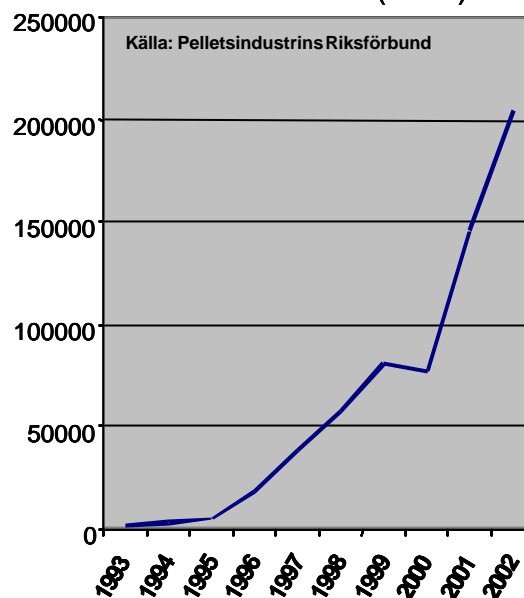
Men omvänt gäller också att det inte finns någon anledning att sätta priset *alltför* lågt. Har man investerat i en pelletsproduktion så vill man naturligtvis optimera sin vinst- och tillverkaren kommer att sätta priset nära den nivå marknaden är beredd att betala.

Många är oroad över att det blir en skatt på pellets. Men även om det blir en skatt så är det inte säkert att den kommer att påverka *konsumentpriset*. Blir priset för högt kommer marknaden istället att välja andra alternativ och då får man antingen tillverkaren sänka vinstmarginalen eller staten lägga motsvarande skatt på alternativen. Det är däremot helt osannolikt att vi skulle få en "straffskatt" enbart på pellets som är handelsvara bioenergi.

Energiprisutveckling villakund (kr/kWh)



Pelletsleveranser från Pir Villakunder < 50kW (ton/år)



Tvärt emot vad många tror så ökar lönsamheten för pelletseldning. Många har enbart noterat de stora prishöjningar på pellets som genomfördes 2001 utan att samtidigt notera att priset på olja och el också ökade. I diagram ovan kan vi därför tydligt se hur pelletspriset följer priset på olja och el. Vi kan även i diagrammet se att marknadskrafterna faktiskt fungerar. Utleveranserna till landets villaägare i ton/år visar ingen tendens till att avta.

Sannolikt kommer andelen pelletsvärmda villor istället att öka kraftigt i framtiden.

6.2 Våra tester ger lägre verkningsgrad

I våra tester har vi försökt att även räkna ut aktuell pannverkningsgrad till en *uppskattad systemverkningsgrad* som ligger några procentenheter lägre än de resultat vi – och andra – redovisat som pannverkningsgrad i tidigare försök. Det betyder att våra tester i detta projekt inte skall jämföras med andra testrapporter.

Ev skillnader kan även förklaras av att våra tester i detta projekt skett i kombination mot en *sämre anpassad panna* och att den *systemverkningsgrad* vi anger bättre skall kunna användas för att beräkna installationskvaliteten av olika installationsmetoder än en renodlad pannverkningsgrad. Detta är en redovisningsmetod som avviker från det vanliga. En traditionell dubbelpanna *ger troligen dessutom sämre prestanda* än en renodlad pelletsanna. Men på marknaden finns det både bättre och sämre alternativ än just den panna vi valt till våra försök.

Men resultaten är ändå en tydlig fingervisning om att systemverkningsgraden kommer att vara sämre än exempelvis den pannverkningsgrad som erhålls vid t ex P-märkning. En verkningsgrad som ofta används som underlag vid kalkyler inför offertgivning. Våra försök visar att det är mycket ovanligt och närmast osannolikt att tro att systemverkningsgraden för en pelletsbrännare installerad på en *äldre traditionell panna* kan bli högre än 70- 75 %. Något som naturligtvis påverkar kundens driftekonomi och återbetalningstid.

Det finns med andra ord anledning att vara uppmärksam, i synnerhet om man avser att konvertera en gammal panna till pelletseldning. En lägre verkningsgrad orsakad av en undermålig utrustning och dålig installationsmetod kan öka uppvärmningskostnaden med 1- 2 000 kr/år samtidigt som både miljöresultat och tillgänglighet försämras. Det finns idag, så vitt vi känner till, inga samlade tester på vilka förluster man rimligen borde räkna men då man konverterar en gammal och/eller en kanske olämp-

lig panna till pelleteldning. Vårt projekt kan därför ses som ett första steg till att komma närmare en mer realistisk beräkning av driftkostnaden.

6.3 Systemets betydelse

Det är ingen tvekan om att FoU-insatserna fram till idag *mest fokuserat på att nå så bra förbränningsprestanda som möjligt*. Endast en mindre del har satsats på att titta på *hela systemet* och fokusera på *vad som händer när brännaren inte brinner*.

Vårt projekt är därför ett av de första projekten där någon tittat på hela systemet och utifrån ett *användarperspektiv* och samtidigt försökt att bedöma resultaten. Detta är viktigt då det är konsumentens intryck som är avgörande för hur en bransch kommer att utvecklas.

Dagens P-märkta pelletsbrännare kan ofta redovisa pannverkningsgrader på omkring 80 % och de brännare vi har valt att arbeta med är inget undantag. Om vi då antar ett effektbehov på 6 kW så ger detta ett dygnsbehov av 144 kWh netto. Detta innebär att vi behöver tillföra $144/0,80 = 180$ kWh pellets.

Men är systemverkningsgraden bara 70 % så måste man i verkligheten elda $144/0,70 = 206$ kWh för att tillgodose behovet. Det är en skillnad på hela 26 kWh eller nästan 15 % av behovet. Intressant är då att försöka ta reda på vart dessa förluster tar vägen.

I våra tester har vi mätt ackumulatortankens isolationsförlust vid optimerad ackumulatordrift till ungefär 120-140 W i medel över ett dygn. Det ger $24 \times 120\text{W} = 3$ kWh. Pannans förluster i form av strålning och läckage till skorstenen (vid 4 timmar drift) uppskattas till ungefär 940 W (4 kWh/dygn) och en uppstart från kall panna till varmeldad panna beräknas till $150 \times 50 \times 1,163/1000 = 9$ kWh. Totalt 15 kWh.

Resterande förluster $(26 - 15) = 11$ kWh är det rimligt att anta är vad som försvinner i isolationsförluster i rörledningarna och i expansionskärlet.

Notera vad som skulle ha hänt om vi i stället hade valt två st 500 liters ackumulatortankar färdigisolerade med 50 mm mineralull. Vi kan uppskatta isolationsförlusten på en sådan tank till minst 400 W. Det ger $24 \times 400 \times 2 = 19$ kWh per dygn i förluster i stället för 3 kWh. Med samma panna och installationsmetod i övrigt måste man då elda $(180 + 42) = 222$ kWh istället för 206, systemverkningsgraden blir $144/222 = 65$ % istället för 70 %.

Valet av isolering av ackumulatortanken kan alltså betyda uppemot 5 % i ökad pelletsförbrukning, vilket motsvarar en ökning av driftkostnaden med 6-700 kr/år för en vanlig villainstallation.

6.4 Välj alltid en bra isolering

Trots att vi i våra försök har använt oss av en modulerade brännarstyrning i kombination med en riktigt bra isolerad ackumulatortank (isolationsförlust bara c:a 120 W i medel) ger pelleteldning i kombination med ackumulatortank en något sämre driftekonomi än vid direkteldning. (Möjligen undantaget brännare med modulerande drift.) Låt vara att skillnaden vid en bra installation är marginell men den finns där.



I kombination med en slavtankkoppling blir resultatet riktigt dåligt *även* om ackumulatortanken har en fullgod isolering. Rundpumpningen tillbaka till pannan kostar massor med energi och våra försök visar på att 10 %-enheter eller mera i förlorad verkningsgrad.

Om ackumulatortanken dessutom hade haft en sämre isolering hade resultatet blivit riktigt dåligt, och därmed även förklara varför så många villaägare upplever att ackumulatordning är negativ för pelletsförbrukningen.

En 500 liters ackumulatortank med 50 mm mineralull kan ha så mycket som 400- 500 W i strålningsförlust. Enbart isolationsförlusten motsvarar ungefär 10 % av det totala medeleffektbehovet vilket naturligtvis måste kompenseras med ökad pelletsförbrukning. Då är ändå ökade stilleståndsförluster i pannan oräknade.

Detta är *alarmerande insikt* mot den bakgrunden att de allra flesta installerade ackumulatortankarna är just 500 liters tankar med 50 mm mineralull, installerade som slavtankar som enbart förstör vattenvolymer. Detta är än idag också den vanligaste installationsmetoden.

Att många konsumenterna upplever ackumulatortanken som negativ i kombination med pelletseldning är ganska naturligt då de flesta ackumulatortankar är just mineralullsisolerade och slavtankkopplade.

6.4 Automatiskt luftspjäll

Det är samtidigt möjligt att vår testrigg, som har en rökgasfläkt för att säkerställa ett stabilt undertryck, kan högre genomströmning och därmed högre stilleståndsförluster än ett verkligt driftfall med en rökkanal med självdrag. Men skillnaderna i verkningsgrad mellan slavtankkoppling och optimerad koppling i vårt projekt måste ändå till större delen förklaras med förluster i panna och rörledningar eftersom dessa har större strålningsförluster än ackumulatortanken.

Våra resultat ger en värdefull pekpinne. Här finns en detalj som enkelt skulle kunna byggas in i pelletsbrännarna. Såväl miljövärden som pannverkningsgraden skulle vinna på om brännarna hade försetts med ett *självstängande luftspjäll*. Något som idag är standard i alla moderna oljebrännare. Ett sådant spjäll skulle enkelt stoppa genomströmningsförlusterna genom pannan.

Vad vi känner till finns ännu ingen pelletsbrännare med ett sådant spjäll, trots att vinsterna i förhållande till insats borde vara relativt stora. Detta gäller inte minst på miljösidan där merparten av alla utsläpp sker under brännarens stillestånd. Energivinsten varierar säkert mycket från panna till panna – men i vårt fall skulle den motsvara 15- 20 % av pannans stilleståndsförlust. Om vi antar att en pelletsbrännare har 4 timmars drifttid och 20 timmar stillestånd under ett normalt dygn och att genomströmningsförlusten är uppmätta 130 W så tappar vi 2,6 kWh per dygn.

6.5 Solvärme med samma problem

Många anser att kombinationen pelletseldning vintertid och solvärme sommartid är den optimala lösningen. Våra försök visar att ett sådant system ställer stora krav på installationen. Det är inte självklart att ett sådant kombisystem kommer att fungera tillfredsställande.

Troligen är det också så att *ackumulatorisoleringen underskattats* även när det gäller renodlade solvärmesystem. Man använder ofta standardkomponenter och försöker jaga kostnader. Då är det lätt att man underskattar betydelsen av en bra installationsmetod och en bra isolering. *Om man inte bygger ett väl genomtänkt system är det lätt hänt att systemets ökade förluster "äter upp" hela den energiproduktion som solvärmerna producerar.*

Vårt förslag till inkoppling med brännarstyrning är därför ett bra alternativ för solvärme i kombination med pelletsvärme. Även om verkningsgraden vid pelletseldning är någon enstaka procentenhet lägre än vid direkteldning så ger metoden fördelar både på miljöresultat och på tillgänglighet.

7.0 Framtida projektförslag

Pelletseldningen kommer i framtiden att öka i omfattning. Detta gäller framförallt i villor och mindre fastigheter. Genomförda telefonintervjuer hos villaägare som under det senaste året konverterat till pelletseldning visar att det redan idag är främst oljeeldade fastigheter som väljer pelletseldning. Hela 50 % av de nya kunderna hade tidigare eldat med olja, 21 % hade elvärme och 26 % eldade med ved. Resterande 3 % hade ett nytt hus eller något annat uppvärmningssystem.

Marknadspotentialen för pelletseldning är enorm. Men ännu återstår en hel del FoU innan pelletstekniken är lika bekväm och underhållsfri som olje- och elvärme. Detta är – i kombination med osäkerhet kring framtida pelletspris och ev skatt - sannolikt också en av de viktigaste anledningarna som håller tillbaka tillväxten inom branschen.

Men ännu vet vi för lite om hur tekniken fungerar i kombination med olika utrustningar. I synnerhet gäller detta utrustning som installeras på gamla befintliga pannor. Installationer som kan vara frestande att göra då det håller nere installationskostnaden.

Men vi vet också väldigt lite om hur resultatet blir om man konverterar en pelletsbrännare till moderna vedpannor på kanske 35- 40 kW. Ett alternativ med både vedeldning och pelletseldning som redan idag efterfrågas allt mer.

FoU insatserna har oftast koncentrerats på miljö- och förbränningsprestanda. Detta har också lett till en snabb och bra utveckling av ny förbränningsteknik. Men problemen kring *funktion, tillgänglighet och systemlösningar* har ofta fått stå tillbaka för mer konkreta resultat som pannverkningsgrad, effekt och miljöutsläpp.

Framtida projekt borde därför prioritera *användarvänlighet och systemlösningar* hellre än att göra en bra teknik ändå bättre. Ett tydligare fokus på att tillgodose *användarens önskemål och krav* vore därför önskvärt när det gäller framtida insatser. ”Mjuka” beteendefrågor borde få ökat utrymme parallellt med fortsatt FoU på de ”hårdare” tekniska problemställningarna.

7.1 Hur bra är egentligen en pelletskamin?

Pelletskaminen är ofta underskattad som värmekälla. I synnerhet som ett trovärdigt alternativ att ersätta toppkraft, dvs elvärme under den kallaste perioden, och som trygghet i samband med strömavbrott.

Ett sådant projekt skulle syfta till att utreda hur bra en pelletskamin egentligen är. *Inte* teoretiskt vad den har för prestanda i ett labb utan mer en studie på vilka effekter en installation har haft i verkliga driftfall. Hur mycket man kan räkna med att kapa elbehovet och till vilken arbetsinsats och kostnad.

Samtidigt skulle luftkvalitetsmätningar inne i villaområden med många pelletskaminer kunna ge svar på frågan om pelletskaminen är tillräckligt bra för att användas för att kapa toppeffekt även i villor inom tätare bebyggelse.

Detta projekt är inget tekniskt FoU-projekt kring effekt och prestanda utan förutsätter inventeringsarbete och intervjuundersökningar som borde vara lämpade som examensarbete eller liknande på någon av våra högskolor.

7.2 Vad händer med pelletskvaliteten mellan tillverkare och användare?

Önskvärt vore även att få utrett hur stora skillnaderna är på pellets levererad från olika tillverkare och på pellets från olika landsändar. Samtidigt även ta reda på hur stor kvalitetsförsämringen blir i hanteringen från fabrik till brännare, samt att försöka identifiera de vanligaste orsakerna till de kvalitetsförsämringar som hittas.

Skillnader i bränslekvalitet uppfattas idag som ett av de största hindren för att pelletstekniken skall kunna vidareutvecklas och många konsumenter tvekar inför en konvertering då man är osäker inför hur mycket arbete och driftstörningar pelletseldningen kommer att medföra.

Det är ingen tvekan om att denna frågeställning kommer att ha stort inflytande på pelletsteknikens framtida marknadspenetration. Den potentielle pelletsanvändaren kommer att ställa allt större krav på förutsägbara egenskaper hos bränslet för att vara säker på driftsäkerheten hos sin anläggning. Omvänt behöver brännartillverkarna veta vilken variationsvidd i egenskaper som deras produkter måste kunna klara av att hantera.

Resultaten skulle med största sannolikhet även identifiera de områden som är kedjans svaga punkter och som behöver ytterligare FoU-insatser.

7.3 Hur bra är tekniken i olika kombinationer?

Syftet skulle vara att utvärdera hur stora skillnaderna är på olika utrustningskombinationer och åldersgrupper samt redovisa vilka konsekvenser en pelletskonvertering kan få om man inte har en lämplig utrustningskombination.

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

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

Mycket lite är gjort för att studera hur olika utrustningskombinationer fungerar tillsammans och hur de påverkar det slutgiltiga resultatet.

7.4 Hur ska man minska stilleståndsförlusterna?

Systemtänkande faller ofta ”mellan stolarna” trots att det är just systemet som helhet som är intressant för användaren. Ett bra exempel på detta är avsaknaden av självstängande spjäll på dagens pelletsbrännare. En relativt enkel detalj som skulle kunna ge relativt goda resultat för användaren.

Men det finns säkert många fler områden som kan förbättras i ett helt system. Här krävs ytterligare forskningsinsatser för att säkerställa funktionen och inte äventyra driftsäkerheten. För att påskynda utvecklingen borde det satsas i ett antal mindre projekt – typ konsultchecker – där tillverkande företag kan få hjälp att lösa ett identifierat problem. Låter man flera aktörer jobba på samma problem får vi säkert också se flera olika lösningar på problemet.