

Henrik Persson, Mathias Johansson,
Stefan Österberg, Kristofer Gustafsson

**Utvärdering och utveckling av
säkerhetssystem mot
tillbakabrand i pellets- och
flisutrustningar**

SP Arbetsrapport 2004:09
Energiteknik
Borås 2004

STEM projekt 20606-1
Brandforsk projekt 631-031

Abstract

There is always some risk of incident associated with the combustion of solid fuels in automatically stoked boilers or stoves. These incidents are of essentially three types: smoke from the burner back into the boiler room (or back into the living room from pellet stoves), gas explosions in the combustion chamber and back burning in the stoker. There can be a number of reasons for these problems, and in many cases such incidents have not been investigated. The Swedish Building Regulations stipulate that firing equipment shall have adequate safety against fire. They also recommend that stokers/burners should have at least two independent safety systems against back burning.

The objective of this project has been to analyse such incidents and to test safety systems for pellet and wood chip burners, in order better to understand how they work. It has also included evaluation of the “fireguard” water sprinkler system.

The results from the tests with pellet burners showed that the burners that were tested provided relatively good protection against back burning. However, it was found that it was very important how and where the systems (temperature limiter, water sprinkler etc.) were fitted on the burners in order to ensure correct and effective operation of the safety system. One of the key question was also where to position electronic equipment on the burners in order to ensure that it is not exposed to temperatures higher than those for which it is designed.

Over the years, there have been major problems with back burning in older designs of wood chip burners using old technology. The chip burner used in this project was of modern type. The test with simulated back burning showed that the water sprinkler stopped the fire. However, for greater safety the water sprinklers should have included two separate water container.

The test with the pellets stove showed that the temperature sensor was of crucial importance for safety against back burning in the stove. Back burn occurred in one of the tests, but only after all the stove’s safety systems had been rendered inoperable.

The “Fireguard” water sprinkler system performed well in our tests. However, the position of the temperature sensors, and the integrity of their thermal contact, was of crucial importance for how quickly the sprinklers responded. Another water sprinkler (Syr) showed itself to be very slow to respond when its sensor were in poor thermal contact with the surface of the fuel feed chute.

Experience from the tests in this project has shown that it is relatively difficult to simulate back burning in boilers and pellet stoves, despite setting up very favourable conditions for such back burning. Although modern burners and pellet stoves are equipped with all the safety systems that can be expected, several incidents still happen every year. This means that continued analysis of incidents and development of safety systems is essential. The results from this project will be included when SP’s P-marking rules for pellet burners, pellet stoves and chip wood burners are next reviewed

Key words: Pellet burner, pellet stove, wood chip burner, safety system, back burning

Innehållsförteckning

1	Inledning	7
2	Beskrivning av olika incidenter	8
2.1	Statistik från Räddningsverket	8
2.2	Incidenter	9
2.2.1	Incidenter med rökutveckling	9
2.2.2	Incidenter med gasexplosion	9
2.2.3	Incidenter med tillbakabrand	10
3	Säkerhetssystem	11
3.1	Lagar och regler	12
4	Försöksutrustning	14
5	Genomförande	15
6	Resultat	16
6.1	Pelletsbrännare	16
6.1.1	Effekt av eftersatt underhåll	16
6.1.2	Effekt av strömavbrott i kombination med undertryck	18
6.1.3	Effekt av upprepade strömavbrott	20
6.1.4	Effekt av högt undertryck i skorsten	22
6.2	Flisbrännare	23
6.2.1	Effekt av tillbakabrand i fallschaktet	24
6.3	Pellets-kamin	24
6.3.1	Effekt av blockerad skorsten	25
6.3.2	Effekt av undertryck i huset	25
6.3.3	Effekt av blockerad skorsten och undertryck i huset	26
6.3.4	Effekt av undertryck, bortkopplad temperaturvakt och öppen lucka till bränslemagasin	27
6.4	Utvärdering av vattensprinklersystem	29
6.4.1	Fireguard	29
6.4.2	Syrventil	30
7	Diskussion	31
7.1	Orsaker till incidenter	31
7.2	Bedömning av säkerhetssystem	31
7.3	Förslag till förbättrad säkerhet för eldningsutrustningar	32
7.4	Spannmålsbränsle	33
8	Slutsatser	35
9	Fortsatt arbete	36
10	Referenser	37
	Bilaga 1	
	Förslag på kriterier för säkerhetssystem till pellets- och flisutrustningar	

Förord

Projektet finansierades av Energimyndigheten (projektnummer 20606-1), Brandforsk (projektnummer 631-031), Länsförsäkringar Dalarna, KanEnergi Sweden AB och SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut.

Projektet genomfördes med hjälp av en referensgrupp bestående av följande personer:

Jan Åke Gullaksen	KMP AB
Gunnar Sahlin	Sahlins EcoTec AB
Magnus Jansson	AB Swebo Flis & Energi
Per Axel Eriksson	Naturenergi AB
Kennet Olsson	Strömsnäspannan AB
Sören Lindblom	Länsförsäkringar Gävleborg
Ulf Erlandsson	Räddningsverket
Henry Persson	SP, Brandteknik
Henrik Persson	SP, Energiteknik (projektledare)

Projektledaren önskar tacka referensgruppen för värdefulla synpunkter och kommentarer på projektet och rapportens innehåll och utformning.

Sammanfattning

Förbränning av fasta bränslen i automatiskt bränslematade anläggningar medför alltid en risk för att incidenter skall uppstå. Man kan säga att det finns tre huvudtyper av incidenter: Rökutveckling från brännaren till pannrummet (utrykning till bostadsdel för pellets-kaminer), gasexplosioner i eldstaden samt tillbakabränder i brännaren. Orsakerna till dessa problem i utrustningarna varierar och i många fall har uppkomna incidenter aldrig utretts närmare. I Boverkets Byggregler, BBR, talas det om att eldningsapparater skall ha en betryggande säkerhet mot brand. Det rekommenderas även att det bör finnas minst två av varandra oberoende säkerhetssystem mot tillbakabrand.

Målsättningen med detta projekt har varit att analysera incidenter och att testa säkerhetssystem för pellets- och flisbrännare för att få en ökad förståelse för hur dessa system fungerar. Projektet har också haft till uppgift att utvärdera vattensprinklersystemet ”fireguard”.

Resultaten från försöken med pelletsbrännare visade att de brännare som ingick i projektet hade en relativt god säkerhet mot tillbakabrand. Dock kunde konstateras att placeringen av säkerhetssystemen (temperaturvakt, vattensprinkler etc.) på brännarna var av stor betydelse för hur effektivt systemet var. En av nyckelfrågorna var placeringen av elektroniken till brännarna för att de inte skulle utsättas för högre temperaturer än de var avsedda för.

Äldre flisbrännare, med gammal teknik, har haft stora problem med tillbakabränder genom åren. Den flisbrännare som ingick i det här projektet var av modern typ. Försöket med en simulerad tillbakabrand visade att brännaren släckte branden med hjälp av vattensprinkler. Däremot kunde man konstatera att sprinklerna borde haft separata vattenbehållare för att ytterligare öka säkerheten på brännaren.

Försöken med pelletskaminen visade att temperaturvakten var en mycket viktig komponent för säkerheten mot tillbakabrand i kaminen. I ett av försöken uppstod en tillbakabrand i kaminen. Denna brand uppstod dock efter att kaminens alla säkerhetssystem hade satts ur spel.

Vattensprinklersystemet ”fireguard” har i försöken visat god funktion. Däremot visade det sig att placeringen, och anläggningen, av temperaturgivarna till vattensprinklerna var mycket betydelsefull för hur snabbt sprinklerna löste ut. Erfarenheterna av ett annat vattensprinklersystem (fabrikat Syr) visade sig ha en stor tröghet då givarna var placerade med dålig anläggning mot bränsleinmatningsröret.

Den samlade erfarenheten från projektet har visat att det varit relativt svårt att skapa tillbakabränder i brännarutrustningarna och i pelletskaminen, även då förutsättningarna för detta har varit mycket gynnsamma. Trots att nya moderna brännare och kaminer har de säkerhetssystem som kan krävas förekommer det ändå ett antal incidenter varje år i dessa utrustningar. Detta gör att en fortsatt analys av incidenter och utveckling av säkerhetssystemen är nödvändig. Vid kommande revidering av P-märkningsregler för pelletsbrännare, pelletskaminer och flisbrännare kommer också hänsyn tas till de erfarenheter som detta projekt har gett.

Sökord: Pelletsbrännare, pelletskamin, flisbrännare, säkerhetssystem, tillbakabrand

1 Inledning

Förbränning av fasta bränslen i automatiskt bränslematade anläggningar medför alltid en risk för att incidenter skall uppstå. Man kan säga att det finns tre huvudtyper av incidenter: Rökutveckling från brännaren till pannrummet (utrykning till bostadsdel för pellets-kaminer), gasexplosioner i eldstaden samt tillbakabränder i brännaren. Orsakerna till dessa problem i utrustningarna varierar och i många fall har uppkomna incidenter aldrig utretts närmare.

I Boverkets Byggregler ¹, BBR, talas det om att eldningsapparater skall ha en betryggande säkerhet mot brand. Det rekommenderas även att det bör finnas minst två av varandra oberoende säkerhetssystem mot tillbakabrand. SPs P-märkning för pelletsbrännare ², flisbrännare ³ och pelletskaminer ⁴ ställer krav på minst tre av varandra oberoende system. Vid P-märkning av brännare och pelletskaminer utvärderas dessa säkerhetssystem och man testar utlösningstemperaturer på givare, mäter höjder på fallschakt osv. LBK (Lantbrukets Brandskyddskommitté) ⁵ har rekommendationer för brännare till lantbruken. Trots att dessa regler och rekommendationer finns för pellets- och flisutrustningar så inträffar ändå ett antal incidenter varje år.

Det finns idag många olika säkerhetssystem för brännare och pelletskaminer av vilka en del fungerar bra medan andra har en mer tveksam funktion. Placeringen av säkerhetssystemet (t.ex sprinkler, temperaturvakter etc.) på brännaren/kaminen är ofta av stor betydelse för hur effektivt systemet är.

Målsättningen med detta projekt har varit att analysera incidenter och att testa säkerhetssystemen för att få en ökad förståelse för hur dessa system fungerar. Utrustningarna som har utvärderats i projektet har varit pelletsbrännare, flisbrännare och en pelletskamin. Projektet har också haft till uppgift att utvärdera ett vattensprinklersystem som har utvecklats av Länsförsäkringar tillsammans med Strömsnäspannan AB.

I projektet har säkerhetssystemen bedömts och provats och vanligt förekommande incidenter har beskrivits. Dessa bedömningar och beskrivningar är baserade på tester som utförts i projektet och samlade erfarenheter från provningar. Dessutom har rapporter (skriftliga och muntliga) från både tillverkare och privatpersoner dokumenterats och analyserats. Projektets referensgrupp har också bidragit med mycket kunskap.

Ett förslag på kravspecifikation för säkerhetssystem redovisas i bilagan till rapporten. Denna specifikation kan i ett senare skede komma att användas vid revidering av P-märkningsreglerna och kan även komma att användas som hjälp när man skall bedöma olika säkerhetssystem.

2 Beskrivning av olika incidenter

I avsnitt 2.1 ges några exempel på insatsrapporter från incidenter med flis- och pelletsbrännare som inkommit till Räddningsverket. Avsnitt 2.2 ger en förklaring till hur incidenter kan uppstå i pellets- och flisutrustningar.

2.1 Statistik från Räddningsverket

I Räddningsverkets statistik över bränder som inträffade 2002 stod bränder som startade i pannrum för 4,2 % av totala antalet bränder⁶. Däremot talar statistiken inte om om dessa bränder orsakades av pellets- eller flisbrännare.

Räddningsverket initierade 1996 ett brandutredningsprogram. I detta program samlas rapporter och brandutredningar från 41 st. brandutredare runt om i landet in och utvärderas. Från resultaten av det insamlade materialet försöker man hitta orsaker och mönster till bränderna. Ett sådant mönster skulle då t.ex. kunna vara att en speciell brännare ofta förekommer i rapporterna. Är detta fallet så tar man kontakt med tillverkaren och försöker utreda om det är något på brännaren som inte fungerar eller om man behöver komplettera brännaren med något ytterligare säkerhetssystem. Programmets huvudsakliga syfte är att försöka minska de incidenter som leder till bränder i bostäder. Dock skall sägas att man i detta brandutredningsprogram ännu inte har funnit någon speciell brännare som har orsakat många bränder.

Nedan ges några kortfattade exempel på undersökningsprotokoll från verkliga incidenter som rapporterats till Räddningsverket under åren 2001-2003:

Exempel 1: Incident med flisbrännare

Händelse: Brand i pannrum samt en hel del rök i huset orsakat av en flisbrännare.

Spridningsrisk: Vid utebliven släckinsats hade branden spridit sig i övriga fastigheten och därmed lett till en totalskada. Risk för människors liv och hälsa samt för omfattande förstörelse av egendom har förelegat.

Erfarenhet: Denna anläggning visar stora brister i konstruktion och säkerhet. Den är ej heller anmäld till, eller kontrollerad av sakkunnig. Brandtillbud av detta slag styrker behovet av en sakkunnig kontroll innan anläggningen tas i bruk.

Exempel 2: Incident med flisbrännare

Händelse: Brand med explosion i pannrumsbyggnaden.

Spridningsrisk: Trots kraftig gnistbildning och vind i riktning mot bostadshuset bedöms risken för brandspridning som ringa även om branden ej hade bekämpats.

Erfarenhet: Branden har med stor sannolikhet uppstått genom att en pannpuff i förugnen tryckt upp askluckan och kastat ut gnistor och glöd på golvet där brännbart skräp tagit eld. En förklaring till pannpuffen kan vara att man eldade med färsk flis med högt vatteninnehåll. Elden i ugnen har inte tagit sig ordentligt utan mest producerat gaser. När dessa slutligen antändes blev det en gasexplosion.

Exempel 3: Incident med pelletsbrännare

Händelse: Brand i pelletsbrännare.

Spridningsrisk: Ingen brandspridningsrisk. Faktisk rökspridning till övriga delar av huset.

Erfarenhet: Brandmännen bar ut pelletsbrännaren i det fria. Källaren och resten av huset ventilerades. Skadorna på huset blev relativt små. En trolig brandorsak är ett elektriskt fel i en av komponenterna i elboxen. Fläkten har inte startat. Det dåliga draget kan ha haft en viss inverkan på händelsen.

Incidenterna ovan visar på behovet av att utreda alla större incidenter i detalj för att på så sätt kunna härleda incidenter till en viss teknik eller konstruktion. Vikten av en sakkunnig installation av brännarna bekräftas också i exempel 1 ovan.

2.2 Incidenter

I nedanstående avsnitt ges några exempel på orsaker till olika incidenter i brännare och kaminer.

2.2.1 Incidenter med rökutveckling

Rökutveckling från brännare kan bero på att man har ett övertryck i pannans eldstad eller att man har ett undertryck i pannrummet (eller i byggnadens bostadsdel för kaminer). Ett övertryck i pannans eldstad kan uppstå genom att skorstenen blockeras av något föremål eller att skorstensdimensionen är för liten så att man får ett alltför stort tryckfall över skorstenen. Rökutveckling kan också ske när brännaren inte har askats ur med de intervall som tillverkaren anvisar. Askbädden som då byggs upp i brännarröret ger ett tryckfall över brännarröret med påföljd att röken tränger bakåt i brännaren (se avsnitt 6.1.1). En annan vanlig orsak är att ventilen in till pannrummet är igensatt eller eventuellt för liten, med påföljd att man får ett undertryck i pannrummet.

De flesta pelletskaminer är utförda med en rökgasfläkt som trycker ut rökgaserna i skorstenen samtidigt som den suger in förbränningsluft till förbränningen. Genom att fläkten trycker ut rökgaserna får man ett övertryck en bit in i anslutningsröret till skorstenen eller, om man inte har ett anslutningsrör, direkt i skorstenen. Är samtidigt skarvarna till kaminen eller skorstenen dåligt tätade så kan utrykning ske. Ett annat troligt scenario är installation av en pelletskamin i ett mekaniskt frånluftventilerat hus där man inte tar förbränningsluften utifrån. Detta kan då leda till att röken tränger bakåt i kaminen eftersom undertryck råder i dessa typer av hus.

Utrykning i pannrum behöver inte leda till någon större skada eller obehag för husägaren. Sker däremot utrykningen i byggnadens bostadsdel, som i fallet med pelletskaminer, så kan detta vålla stora problem.

2.2.2 Incidenter med gasexplosion

Gasexplosioner kan ske då en upptändning av bränslet har misslyckats och brännaren försöker upprepa tändförsöket. Brännaren har då i en del fall matat in en dubbel tänddos bränsle vilket gör att gasmängden blir stor då bränslet börjar avgasa. När sedan temperatur och luftmängd är de rätta sker en explosion istället för en lugn upptändning. Vid ett av försöken uppkom just en sådan situation. Gasexplosionen medförde att brännaren (som inte var låst till pannan!) kastades bakåt och lågor slog fritt ut i rummet från brännaren.

En annan trolig orsak till gasexplosion är ett för dåligt undertryck i skorstenen vilket gör att skorstenen inte transporterar bort den rökgasmängd som produceras och gasen stannar då kvar inne i eldstaden. Ytterligare en orsak kan vara att pannans konvektionsdel har för högt tryckfall, dvs. pannan och brännaren är feldimensionerade för varandra och man uppnår samma effekt som med ett dåligt drag i skorstenen.

En brännare som inte är ordentligt låst till pannan kan vid en explosion skjutas ut från pannan och där brinna fritt i pannrummet. Risken för en allvarlig incident är då uppenbar. En gasexplosion i pannans eldstadsrum kan också leda till att pannan och skorstenen blir skadade. Värmeutvecklingen från en gasexplosionen kan i vissa fall tränga bakåt i brännaren och antända bränslet så att en tillbakabrand uppstår.

2.2.3 Incidenter med tillbakabrand

Tillbakabränder är kanske den allvarligaste formen av de tre beskrivna incidenterna i pellets- och flisutrustningar. Dessbättre sker detta i mindre omfattning. Icke desto mindre måste dessa incidenter minskas, och helst inte uppstå alls, om tekniken skall kännas säker. Orsakerna till tillbakabränder kan vara svåra att utreda, men många tillbakabränder kan förmodligen kopplas till att underhållet av brännaren har varit eftersatt, bl.a. har inte brännaren och pannan askats ur med de intervall som tillverkaren föreskriver.

I det värsta scenariot kan en tillbakabrand bränna ner egendomen och vara en fara för liv och hälsa. Incidenter som inte går så långt som att bränna ned fastigheten kan ändå leda till stora skador och kostsamma saneringsarbeten.

3 Säkerhetssystem

Att bedöma olika säkerhetssystem kan vara svårt. Flera av systemen kräver regelbunden service för att vara tillförlitliga medan andra system förutsätter att brännaren underhålls och askas ur. För att få en översikt av säkerhetssystemen så kan en indelning göras i två typer, nämligen aktiva och passiva system. I ett aktivt system löser säkerhetssystemet ut efter någon form av signal och släcker eller stoppar bränslematningen till brännaren/kaminen. Ett passivt system kännetecknas av någon form av konstruktionslösning som skall säkerställa att branden inte kan ta sig förbi systemet. En fördel med de aktiva systemen är att de arbetar för att släcka tillbakabranden medan de passiva systemen inte släcker branden men kan förhindra eller stoppa en brand. De aktiva systemen har den nackdelen att de är beroende av att alltid fungera mekaniskt eller elektriskt vilket då innebär att regelbundna serviceintervall krävs.

En indelning i aktiva respektive passiva system samt en beskrivning av dessa system har gjorts nedan.

Aktiva säkerhetssystem:

Vattensprinkler

System där vatten används som släckmedel. En behållare med vatten ger ett vattentryck och leder vattnet till en eller flera sprinkler.

Brandspjäll

Spjället är monterat på brännaren och stänger vid övertemperatur. Spjället förhindrar att branden tar sig vidare bakåt i brännaren.

Temperaturvakt

En sensor är monterad på t.ex. fallröret där pellets faller ned till förbränningen. Sensorn bryter bränslematningen till brännaren/kaminen om temperaturen blir för hög i fallröret.

Tryckvakt

En sensor är monterad för att känna av en tryckskillnad. Vid utlösning av vakten stoppas matningen av bränsle. Denna typ av säkerhetssystem är vanliga på pelletskaminer.

Pulversläckare

Fungerar i princip på samma sätt som vattensprinkler men med pulver som släckmedel istället för vatten. Pulversläckare finns idag inte för villabrännare eller pelletskaminer utan används uteslutande till större anläggningar.

Passiva system:

Fallschakt/fallrör

Ett rör eller schakt där bränslet faller fritt ned till förbränningszonen eller till en andra matningsskruv.

Tättslutande lock

Brännare som har ett integrerat bränsleförråd och där detta förråd är utfört med ett låsbart lock med luckbrytare. Locket är också utfört med en tätninglist.

Dubbla matarskruvar

Brännaren är utförd med två bränslematningsskruvar. En skruv som matar fram bränsle från ett bränsleförråd och den andra skruven som matar bränslet vidare till förbränningen. Skruvarna går med olika hastighet för att inte bränsle skall ansamlas mellan skruvarna. Vanligtvis finns även ett fallschakt mellan dessa skruvar. Detta system skulle också kunna betraktas som ett aktivt system om den har en så kallad nödutmatning. Detta innebär att skruven från bränsleförrådet stannar om temperaturvakten känner av en tillbakabrand och den främre skruven matar in allt resterande bränsle i pannans eldstad.

Cellmatare

Kan bestå av en roterande cylinder som portionerar bränslet till en matningsskruv eller direkt till förbränningen. Cellmataren skall vara tät så att en tillbakabrand stoppas.

Låsning till pannan

Brännaren har spännen som är fästa i pannan och som gör att brännaren inte kan skjutas bakåt från pannan vid en gasexplosion.

Avbrännbar plastslang

Plastslang som förbinder brännaren med den externa bränslematningsskruven och som smälter av vid en tillbakabrand.

Ejektorverkan

Säkerhetssystemet fungerar genom att förbränningsfläkten skapar ett undertryck i fallröret samtidigt som den blåser in luft till brännarens förbränning.

3.1 Lagar och regler

I detta avsnitt redovisas vilka lagar och regler som kan användas för säkerhet mot tillbakabrand i pellets- och flisutrustningar.

I BBR, Boverkets Byggregler, står det ” Eldningsapparater skall vara utförd med betryggande säkerhet mot brand. Där det är aktuellt skall eldningsapparaten vara försedd med anordning som hindrar eld att sprida sig genom eldningsapparaten till bränsleförrådet”. Som rådtext till ovanstående står det att eldningsapparater bör vara utförda med minst två av varandra oberoende system mot tillbakabrand.

P-märkningen för pelletsbrännare, pelletskaminer och flisbrännare är frivilliga men ställer krav på att det ska finnas minst tre av varandra oberoende säkerhetssystem.

LBK Lantbrukets Brandskyddskommitté har rekommendationer för eldningsutrustningar till lantbruk. Dessa rekommendationer säger att brännarna skall vara utförda med minst två av varandra oberoende system mot tillbakabrand.

Där arbetsmiljölagen gäller dvs. för yrkesmässig hantering av pannanläggningar är det AFS 2002:1⁷ som skall användas. Varmvattenanläggningar över 50 kW omfattas av denna föreskrift. Fastbränsleanvisningarna⁸ används som råd till pannanläggningsägare för att ge anvisningar om godtagbara lösningar som ger den säkerhetsnivå som förutsätts i AFS.

Räddningstjänstlagen ersattes 1 januari, 2004 med en ny lag om skydd mot olyckor SFS 2003:778. Lagens struktur bygger på de tre skedena, förebyggande åtgärder, räddningstjänst och efterföljande åtgärder, samt ansvar för den enskilde, för kommunen och staten.

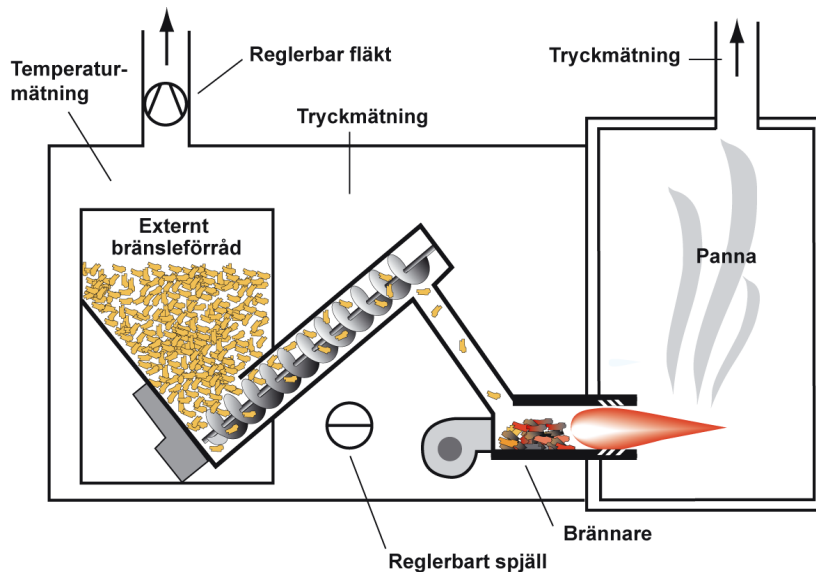
Det finns en Europastandard för automatiskt eldade pannor (kombinationen pelletsbrännare och panna) med beteckning EN 303-5⁹. För att uppfylla kraven på säkerhet mot tillbakabrand i denna standard krävs att det finns ett säkerhetsystem. Bedömningen enligt denna standard torde bli ganska godtycklig eftersom standarden inte talar om hur detta säkerhetssystem skall kontrolleras för att godkännas.

En Europastandard¹⁰ för enskilda pelletsbrännare är under utveckling. Standarden kommer bl.a. att behandla säkerhetssystemen för pelletsbrännare. Förslaget är hittills (2004-01-26) att det ska finnas minst två säkerhetssystem som ska skydda mot tillbakabrand. Man diskuterar även att bedöma brännarnas elektronikenheter som på något sätt är kopplade till säkerhetssystemen. Denna bedömning skall då klassificera riskerna för tillbakabrand i tre nivåer där:

- Nivå 1 är den nivå där man bedömer risken liten för tillbakabrand och därmed behöver ingen funktionstest göras.
- Nivå 2 innebär att det finns en elektronikenhet som skall förhindra bakbrand och att fel i denna enhet inte ska innebära någon säkerhetsrisk. En bedömning av elektroniken skall göras enligt EN 60730-1.
- Nivå 3 innebär att elektronikenheten skall säkerställa att ingen risk för t.ex. gas-explosioner sker. Här krävs inte bara en kontroll av själva enheten utan även det som säkerställer att elektronikenheten fungerar.

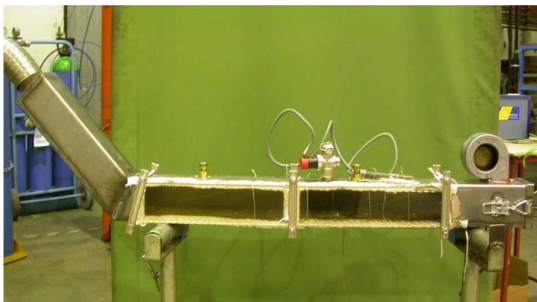
4 Försöksutrustning

För att skapa ett undertryck runt brännarna och pelletskaminen, och därmed simulera undertryck i pannrum eller i en byggnads bostadsdel, konstruerades en testkammare av obrännbart material, se Figur 1. Undertrycket i kammaren varierades med hjälp av en varvtalsstyrd fläkt. På kammarens ena sida monterades en plexiglasskiva för att förloppen skulle kunna följas. En ventil var också monterad i sidan på kammaren för att reglera luften in till brännaren/kaminen. Vid försöken med brännare var testkammaren monterad till en panna som brännarna dockades emot.



Figur 1: Testkammare för att simulera undertryck i pannrum eller bostadsdel.

För att testa vattensprinklersystem konstruerades ett ”stokerrör” där ena sidan försågs med glas för att branden skulle kunna följas visuellt, se Figur 2. Sprinklerna monterades på röret och röret fylldes med bränsle. Längst bak var en fläkt monterad och antändningen av bränslet skedde här.



Figur 2: Utrustning för test av vattensprinklersystem.

I övrigt mättes temperaturer med termoelement typ K. Tryckmätningar utfördes med differenstryckmätare. I något fall mättes kolmonoxidhalten med ett CO-instrument av typen Binos 100.

5 Genomförande

Projektet genomfördes under hösten 2003 och våren 2004. Till försöken användes tre pelletsbrännare en flisbrännare och en pelletskamin. Ett flertal tester utfördes på respektive utrustning. Följande försök har genomförts:

- Långtidstest med uppbyggnad av aska och slagg i brännarröret
- Strömavbrott
- Undertryck i pannrummet
- Undertryck i bostadsdel för pelletskamer
- Kombination av undertryck och strömavbrott
- Högt undertryck i skorsten för att framkalla en s.k. cigarreffekt.
- Brand i fallschakt.

Dessutom har vattensprinklersystemet Fireguard utvärderats.

6 Resultat

I nedanstående avsnitt redovisas resultaten från försöken. I avsnitt 6.1 redovisas fyra olika försök med pelletsbrännare. I avsnitt 6.2 har ett försök utförts med en flisbrännare och i avsnitt 6.3 redovisas försök med fyra olika förutsättningar för en pelletsamin. Avsnitt 6.4 behandlar vattensprinklersystem.

6.1 Pelletsbrännare

Det är inte bara säkerhetssystemen i sig som har betydelse för hur incidenter kan stoppas eller förhindras i pelletsbrännare. Olika konstruktioner av brännare är i olika grad känsliga för tillbakabränder. Testerna som har genomförts har eftersträvat att likna tänkbara situationer i så stor utsträckning som möjligt. I vissa fall har extrema förutsättningar skapats för att få en märkbar effekt av tillbakabrand eller utrykning.

Den första pelletsbrännaren som provades var utrustad med ett fallrör där pelletsen föll från den externa matarskruven, via en avbrännbar plastslang, till brännarens förbränningszon. Förbränningsgaserna var riktade horisontellt in i pannan. Följande säkerhetssystem fanns på brännaren (6.1.1-6.1.2):

- Temperaturvakt på fallröret
- Fallschakt
- Avbrännbar plastslang

Den andra pelletsbrännaren var en brännare som arbetade med underhållseldning och där bränsleförrådet var sammanbyggt med brännaren. Förbränningsgaserna var riktade horisontellt in i pannan. Följande säkerhetssystem fanns på brännaren (6.1.3):

- Två separata vattensprinkler
- Tättslutande lock med luckbrytare

Den tredje pelletsbrännaren som användes i försöken var en brännare försedd med cellmatare och ett mindre internt bränsleförråd. Från detta interna förråd matades pelletsen fram till förbränningen med hjälp av en skruv. Brännaren arbetade med principen underhållseldning. Förbränningsgaserna var riktade uppåt i pannan. Följande säkerhetssystem fanns på brännaren (6.1.4):

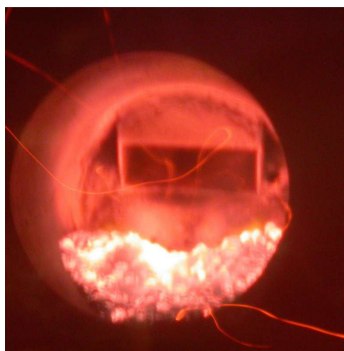
- Temperaturvakt på bränslematningsröret.
- Cellmatare.
- Avbrännbar plastslang

6.1.1 Effekt av eftersatt underhåll

Som nämndes ovan är olika konstruktioner i brännarna i olika grad känsliga för påverkan av t.ex. aska och slagg, undertryck i skorsten etc. Den testade brännaren i det här försöket har ett brännarrör i vilken förbränningen sker. Flamman är riktad horisontellt in i pannan. När brännarens fläkt tillför luft till förbränningen skapar den samtidigt ett undertryck i brännarens fallrör, en s.k. ejektorverkan. Detta undertryck i fallröret fungerar också som ett säkerhetssystem eftersom draget i fallröret då blir riktat in i pannan.

I försöket provades brännaren mot ett effektuttag på ca 8 kW i pannan. Pelletsbrännaren förbrukade 450 kg pellets under provperioden. Av detta blandades ca. 5 % barkpellets i

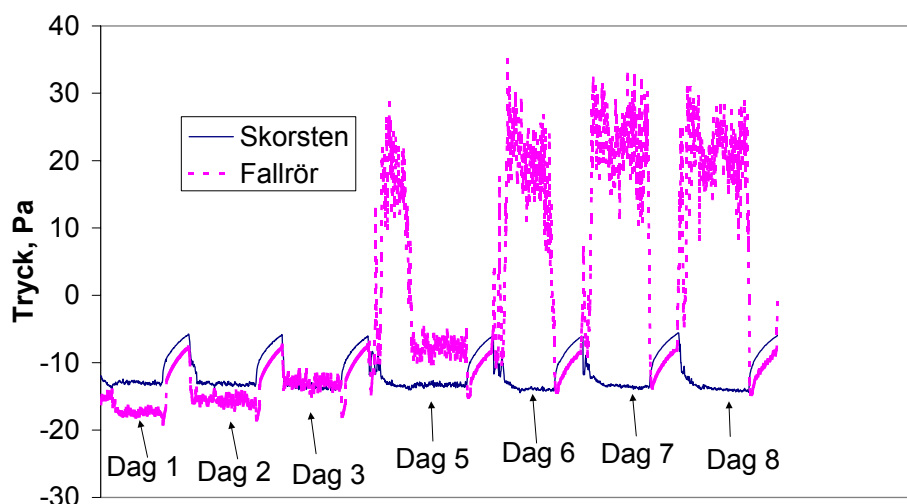
bränslet för att forcera askupbyggnaden ytterligare i brännarröret. Uppbyggnaden av aska kan därför inte jämföras med ”normal” drift.



Figur 3a: Första dagens eldning.

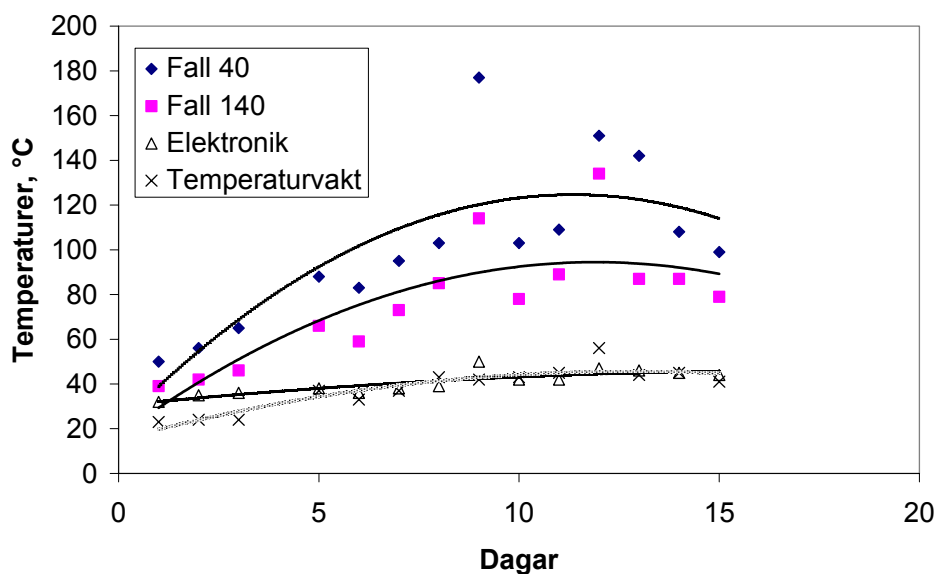
Figur 3b: Sista dagens eldning.

Vid försökets början var undertrycket i brännarens fallrör, vid drift, ca. 17 Pa och undertrycket i skorstenen var 12 Pa. Allteftersom brännaren eldades växte också askbädden inne i brännarröret, se Figur 3. När askbädden vuxit tillräckligt mycket skapades ett tryckfall i brännarröret och det tidigare undertrycket i fallröret hade från och med dag 5 vänt och istället skapat ett övertryck, se Figur 4a. En del av fläktens luftmängd blev då riktad mot bränslemagasinet vilket gav en utrykning som följde. Denna utrykning skedde i större eller mindre omfattning beroende på hur mycket bränsle som fanns i bränsleförrådet. Utrykning i pannrummet behöver i sig inte vara en direkt fara men kan dock vålla obehag och ge upphov till saneringsarbete.



Figur 4a: Tryckförhållanden i skorsten och brännare vid långtidstest.

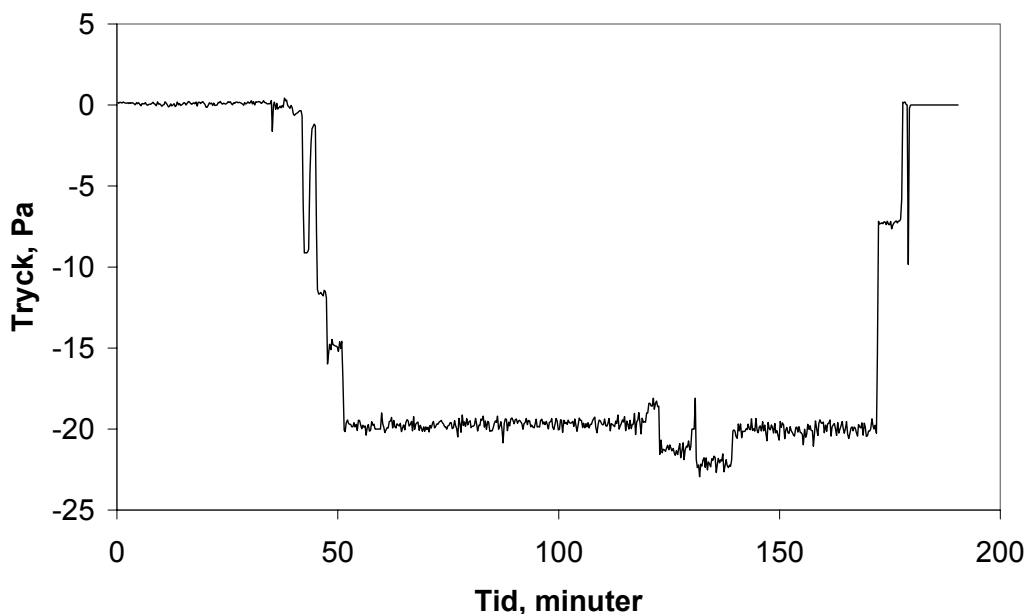
I Figur 4b visas temperaturer på fallrör, elektronikkort samt vid sensorn för temperaturutlösning vid försöket. Temperaturen steg efterhand som aska byggdes upp i brännarröret och var som mest 180 °C 40 mm upp i fallröret. Elektroniken i brännaren var som mest utsatt för en temperatur på 50 °C.



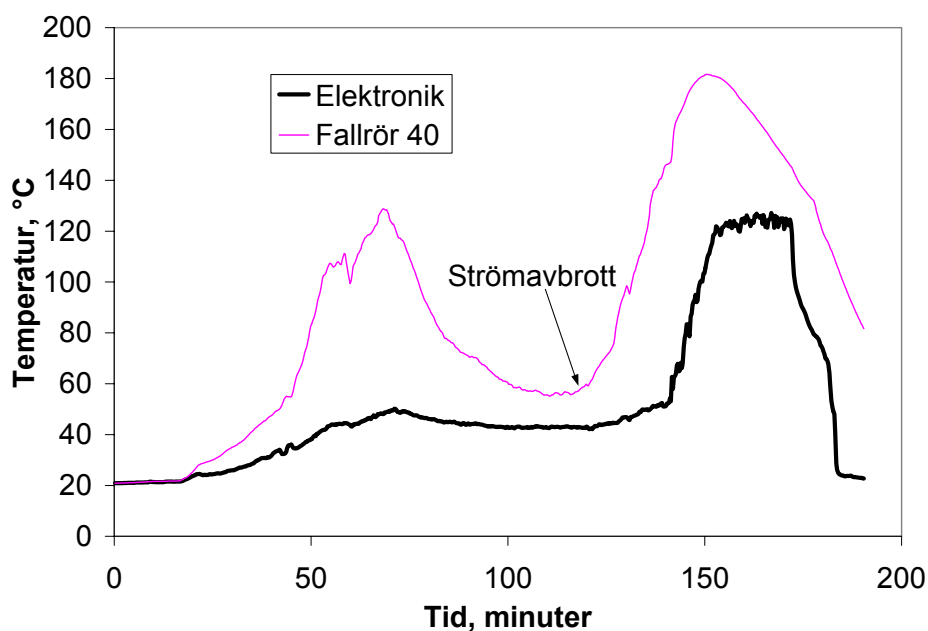
Figur 4b: Temperaturer under långtidstest med pelletsbrännare. Fall 40 innebär att en givare var placerad 40 mm upp på fallröret, fall 140 innebär att en givare fanns 140 mm upp på fallröret, en givare var placerad vid elektroniken och den sista givaren var placerad vid brännarens temperaturvakt.

6.1.2 Effekt av strömavbrott i kombination med undertryck

I ett av försöken med pelletsbrännaren undersöktes vad som hände om man ökade undertrycket runt brännaren (simulerat undertryck i pannrum) kombinerat med ett plötsligt strömavbrott. Vid försökets början fick brännaren brinna vid ”normala” förhållanden. Efter ca. 40 minuter ökades undertrycket i testkammaren till 20 Pa, se Figur 5a. Temperaturerna i fallröret steg då från 50 °C till drygt 120 °C. Därefter sjönk temperaturerna i fallröret till ca. 60 °C pga. att undertrycket i skorstenen ökade något när rökgastemperaturen steg. Ett strömavbrott simulerades efter två timmars drift av brännaren med bibehållet undertryck i testkammaren. Temperaturerna i brännaren steg kraftigt och var som mest 180 °C i fallröret se Figur 5b. Även elektroniken utsattes här för höga temperaturer (> 120°C). En kraftig utrykning skedde i brännaren till följd av strömavbrottet. Dock inträffade inte någon tillbakabrand i brännaren. Efter försöket undersöktes brännaren och man kunde konstatera att elektroniken hade skadats av den höga temperaturen den varit utsatt för. Brännaren gick heller inte att återstarta efter detta försök.

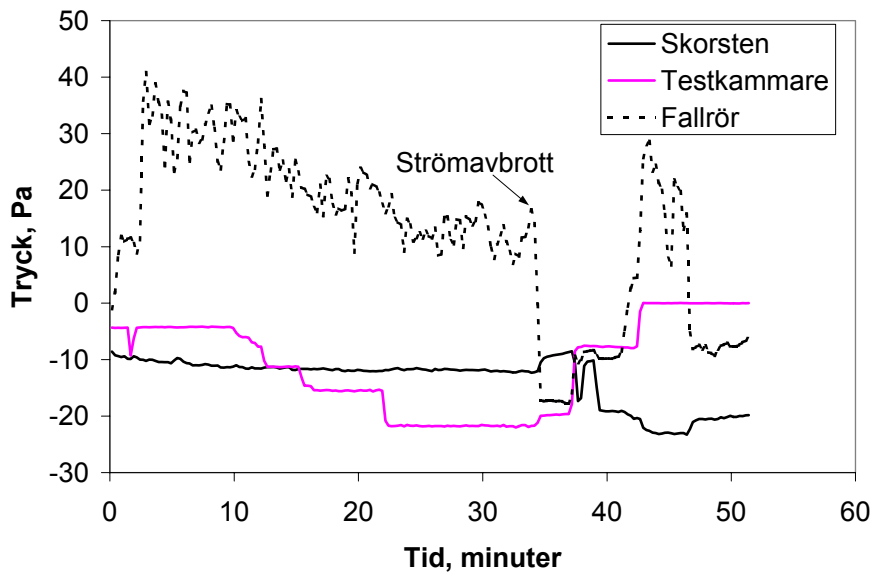


Figur 5a: Undertryck i testkammaren vid försöket med strömavbrott i kombination med undertryck.

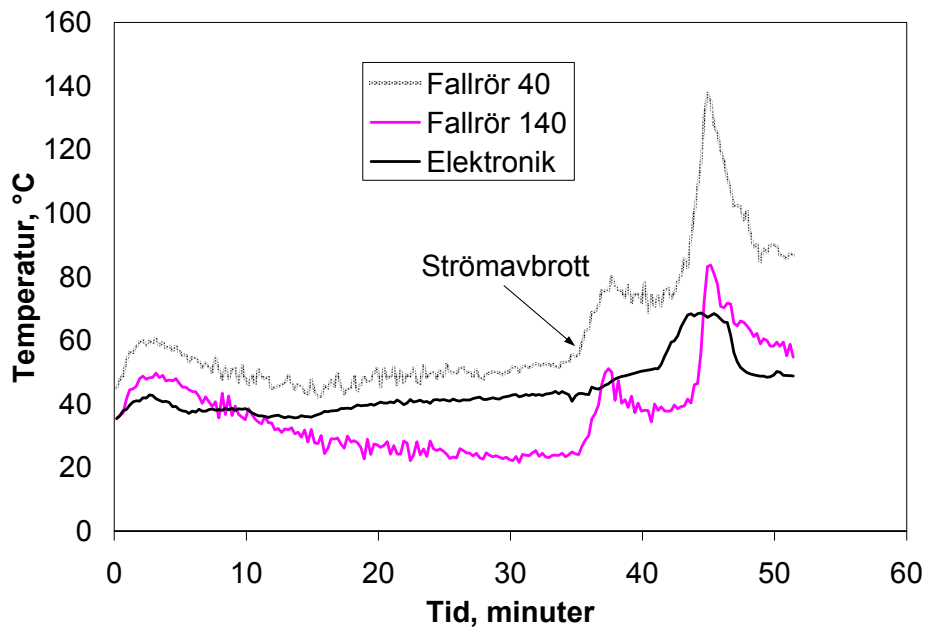


Figur 5b: Temperaturer i pelletsbrännaren vid strömavbrott. Fallrör 40 innebär att temperaturgivaren sitter 40 mm upp på fallröret. En temperaturgivare är även placerad vid elektroniken till brännaren.

Efter försöket med askuppyggnad (långtidstest) i brännarröret, se avsnitt 6.1.1, simulerades även ett strömavbrott till brännaren i kombination med undertryck i testkammaren. Undertrycket i testkammaren var vid strömavbrottet 20 Pa, se Figur 6a. Noterbart var att det övertryck som fanns i fallröret till brännaren innan strömavbrottet inträffade (ca. 13 Pa) vände och blev ca. 15 Pa undertryck under strömavbrottet. Temperaturerna i fallröret till brännaren steg vid strömavbrottet från ca. 60 °C till 140 °C, se Figur 6b. En kraftig rökutveckling från brännaren skedde även i det här försöket.



Figur 6a: Tryck i skorsten, testkammare och fallrör vid försöket med strömavbrott i kombination med en askuppyggnad i brännarröret efter långtidstest.



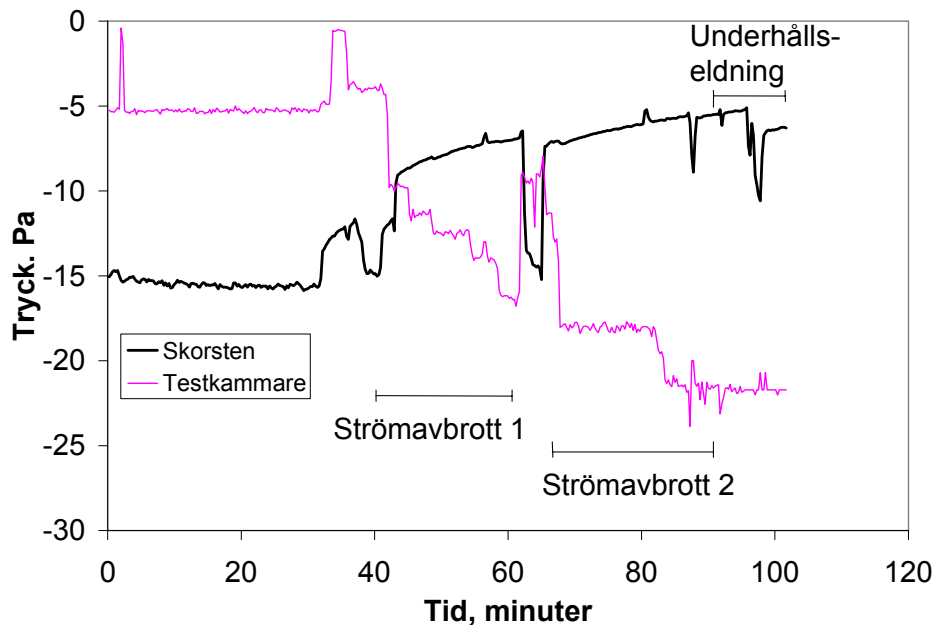
Figur 6b: Temperaturer i brännaren vid strömavbrott efter långtidstestet.

6.1.3 Effekt av upprepade strömavbrott

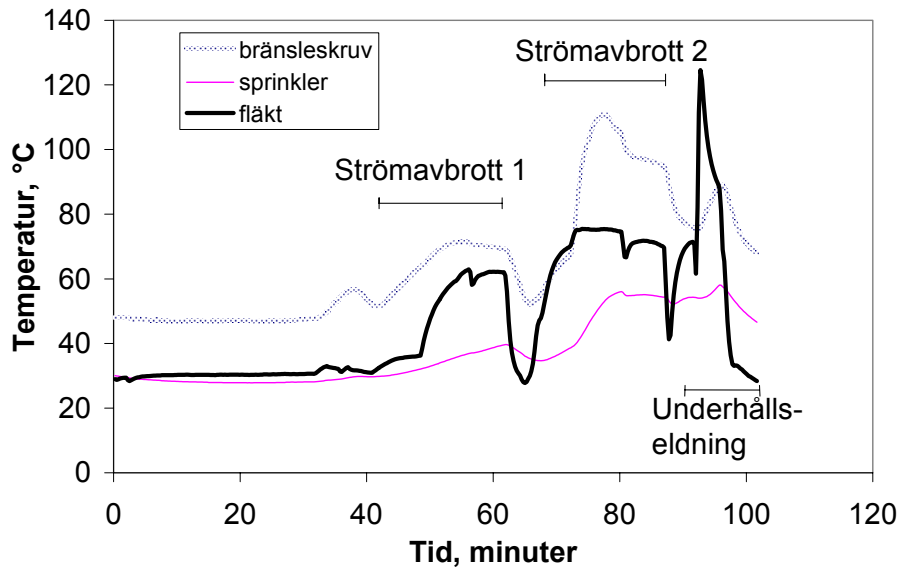
Pelletsbrännare med underhållsfyr kan vara känsligare för strömavbrott och för undertryck i pannrummet än brännare med eltändning. Detta för att vid drift med underhållseldning erhålls en lägre effekt och ett lägre drag (undertryck) i skorstenen. Ett försök genomfördes med en brännare som arbetade med principen underhållseldning (se avsnitt 6.1 för beskrivning av brännaren). Brännaren utsattes för upprepade strömavbrott samtidigt som ett undertryck simulerades i testkammaren. Luckan till bränsleförrådet ställdes även på glänt för att undertrycket i testkammaren skulle verka mer gynnsamt på

tillbakabranden. Vid försökets början fick brännaren arbeta vid nominell effekt och undertrycket i testkammaren var 5 Pa se Figur 7a. Detta undertryck visade sig inte ha någon effekt på temperaturerna i bränslematningsröret eller vid fläkten. Första strömavbrottet skedde efter drygt 40 minuter och varade i 20 minuter. Undertrycket i testkammaren ökades samtidigt till 15 Pa. Temperaturerna steg något i bränslematningsröret och vid fläkten se Figur 7b. En kraftig rökutveckling genom fläkten uppstod vilket även indikerades av ett CO-utslag se Figur 7c. Det andra strömavbrottet skedde ca. 5 minuter efter det första avbrottet och undertrycket i testkammaren ökades till 20 Pa. Nu steg temperaturerna kraftigare i bränslematningsröret och i fläkten. Temperaturen vid den första vattensprinklern steg till drygt 50 °C. Även här trängde rök ut i kammaren från brännarens förbränningsluftfläkt. Efter ca. 20 minuter slogs åter strömmen på till brännaren. Därefter fick brännaren gå ned på underhållseldning. Nu steg temperaturen i fläkten (ca. 120 °C) och en kraftig rökutveckling skedde från fläkten. Dock avstannade tillbakabranden ca 10 till 15 cm in i bränslematningsröret.

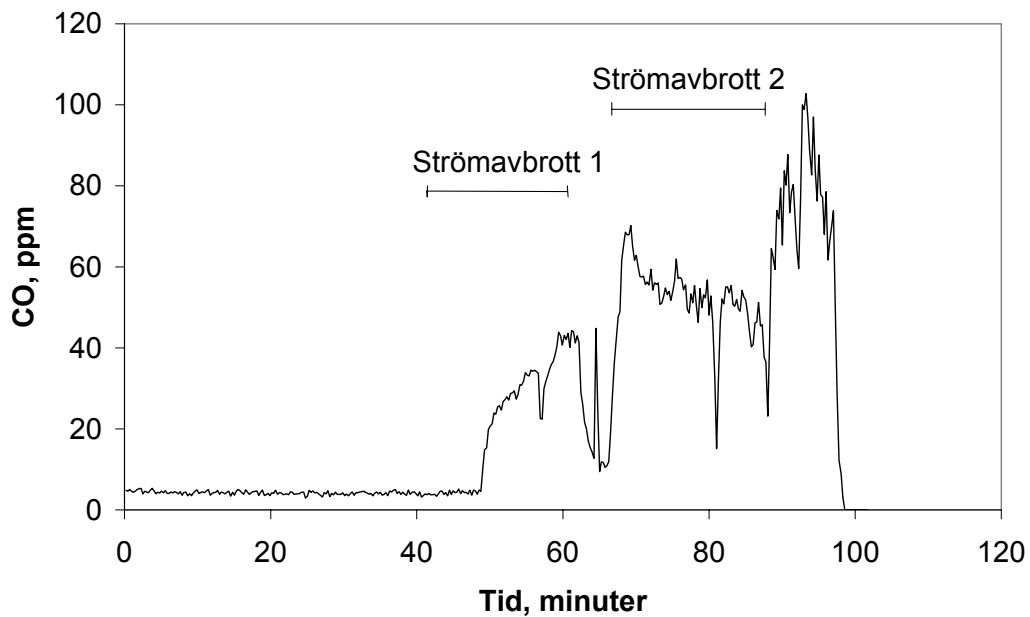
Det kan konstateras att någon tillbakabrand i brännaren inte inträffade vid försöket trots mycket gynnsamma förutsättningar. Däremot uppstod kraftig rökutveckling från förbränningsluftfläkten. Denna rökutveckling hade troligen kunnat upplevas som en tillbakabrand i en verklig situation. Att tillbakabranden upphörde någon decimeter in i inmatningsröret kan bero på att skruven var helt fylld med bränsle och branden stimulerades därför inte av någon syretillförsel. En tillbakabrand hade troligen gynnats om bränsleskruven endast till en del varit fylld med pellets. Detta scenario kan ske då bränslet börjar ta slut i förrådet och skruven därmed inte helt fyllts av bränsle.



Figur 7a: Undertryck i testkammaren vid försöket med upprepade strömavbrott för brännaren med underhållseldning.



Figur 7b: Temperaturer i brännaren vid försöket med upprepade strömavbrott.



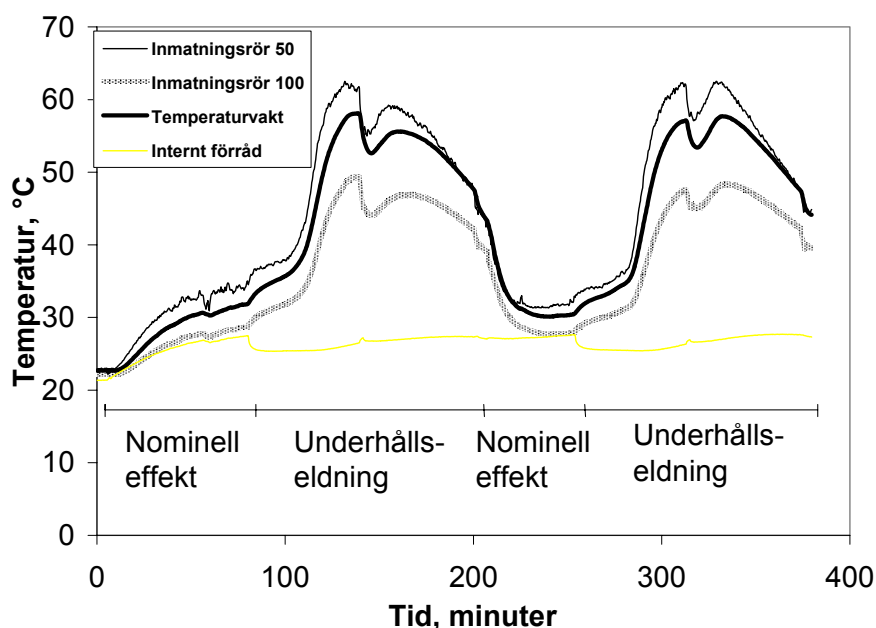
Figur 7c: Kolmonoxidhalt i testkammaren vid försöket med upprepade strömavbrott.

6.1.4 Effekt av högt undertryck i skorsten

En fråga som diskuterades i de inledande försöken av projektet var om problem kunde uppkomma i vissa typer av brännare genom ett högt undertryck i skorstenen, en sk. cigarreffeekt. Detta provades i ett försök där en pelletsbrännare som arbetade med principen underhållseldning användes. För beskrivning av brännaren se avsnitt 6.1. Försöket startade med att brännaren fick brinna kontinuerligt vid nominell effekt, undertrycket i skorstenen var 20 Pa. Temperaturerna på inmatningsröret och på det

interna förrådet steg från drygt 20 °C till ca. 30 °C se Figur 8. Efter 80 minuter ändrades driften på brännaren till underhållselddning men med bibehållet undertryck i skorstenen. Temperaturerna på brännarens inmatningsrör steg nu från ca. 30 °C till som högst 60 °C. Efter drygt 2 timmars elddning med underhållseffekt återställdes brännaren till nominell effekt och undertrycket i skorstenen ökades till 40 Pa. Temperaturerna på inmatningsröret sjönk. Därefter ställdes återigen brännaren in på underhållselddning med bibehållet undertryck i skorstenen (40 Pa). Temperaturerna steg även denna gång till som högst ca. 60 °C.

Det kan konstateras att temperaturerna i inmatningsröret steg vid underhållselddningen. I det här försöket var det inte någon uppenbar risk för tillbakabrand i brännaren. Dock kan man inte utesluta att en sk. cigarreffekt kan uppkomma när brännaren är i drift med underhållselddning. Vid försöket kunde heller inte noteras någon utrykning från brännaren.



Figur 8: Temperaturer på brännaren vid försöket med högt undertryck i skorstenen. Inmatningsrör 50 innebar att en temperaturgivare var placerad på bränsleinmatningsröret 50 mm från pannan. Inmatningsrör 100 innebar en givare placerad 100 mm från pannan. En givare var placerad vid brännarens temperaturvakt samt en givare vid det interna bränsleförrådet.

6.2 Flisbrännare

Flisbrännare är ofta konstruerade för lite högre effekter än pelletsbrännare till villor. Dessa brännare installeras också i första hand på lantbruk där man har ett något högre effektbehov än i villor. Ofta har man också en egen utrustning för att tillverka flis. Problemen med tillbakabränder i flisläggningar har varit/är stort för vissa anläggningar. Länsförsäkringar har tillsammans med Strömsnäspannan tagit fram ett vattensprinklersystem som benämns Fireguard och som i första hand är avsett för redan installerade och äldre modeller av flisbrännare (se 6.4.1).

P-märkning av flisbrännare skiljer sig åt från P-märkningen av pelletsbrännare när det gäller säkerhetssystemen. P-märkta flisbrännare skall t.ex vara utrustade med vattensprinkler (dubbla temperaturkännare är ett krav).

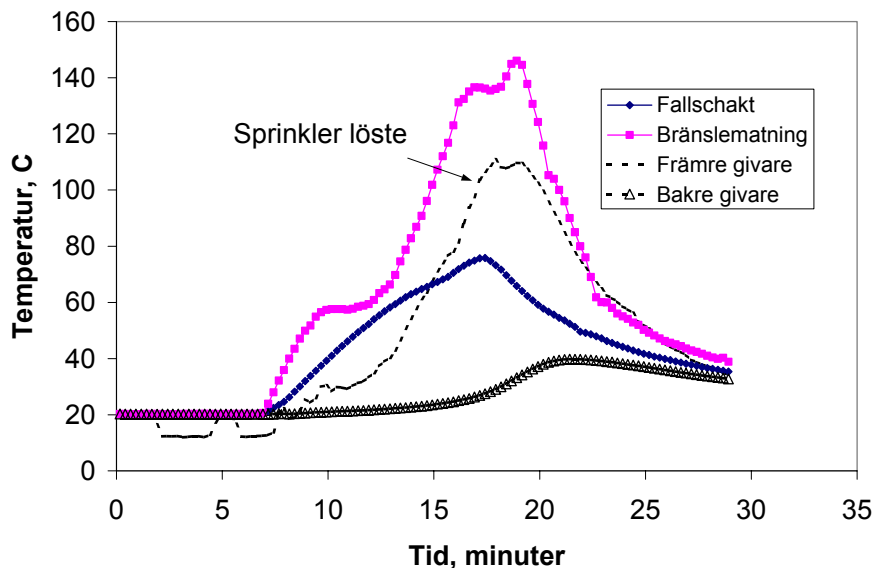
Den flisbrännare som testades i det här projektet var försedd med dubbla matarskruvar. Den ena skruven transporterade flisen från brännarens bränsleförråd horisontellt till fallschaktet mellan skruvarna. Den andra skruven matade bränslet vidare in till förbränningen. Förbränningsgaserna var horisontellt riktade in i pannan. Flisbrännaren var utrustad med följande säkerhetssystem:

- Dubbla matarskruvar med fallschakt emellan.
- Vattensprinkler (två sprinkler och två givare)
- Tät lucka med brytare

Vattensprinklern var placerad ovanför fallschaktet och temperaturgivaren var placerad på den första inmatningsskruven från förrådet. Den andra sprinklern var placerad på inmatningsröret från bränslemagasinet och givaren några centimeter framför densamma. De två sprinklerna löste ut oberoende av varandra. Dock var vattenbehållaren gemensam för båda sprinklerna.

6.2.1 Effekt av tillbakabrand i fallschaktet

För att få en tillbakabrand och få vattensprinklerna att lösa ut i flisbrännaren simulerades en tillbakabrand. En mindre mängd flis antändes i fallschaktet mellan de båda inmatningsskruvarna. När temperaturen var strax under 100 °C vid den främre temperaturgivaren löste vattensprinklern ut se Figur 9. Hela vattenbehållaren (10 l) tömdes då i den främre sprinklern och fyllde i stort sett hela fallschaktet med vatten. En del vatten rann även in i inmatningsskruven och vidare in i bränsleförrådet. Branden släcktes och temperaturen i bränsleinmatningen sjönk. Det kan konstateras att om branden hade fortsatt mot den bakre sprinklern så hade inte något vatten funnits kvar att släcka branden med.



Figur 9: Tillbakabrand i flisbrännaren. Temperaturer mättes ovanför fallschaktet, på bränslematningsröret samt vid de båda temperaturgivarna till sprinklerna.

6.3 Pelletskamin

Ganska få incidenter har kommit SP tillkänna när det gäller pelletskaminer. De incidenter som SP kunnat ta del av har rört sig om utrykning från anslutningsröret, som leder rök-gaserna till skorstenen, och i något fall har man haft utrykning från bränslemagasinet.

Utrykning är ett problem som kan vara nog så allvarligt eftersom pelletskaminer oftast installeras i byggnadens bostadsdel och därmed finns det risk för koloxidförgiftning när rök tränger ut i rummet. I det här projektet har försök gjorts på en pelletskamin för att simulera de vanligast förekommande orsakerna till att utrykning sker i kaminerna. Resultaten redovisas nedan med tester av: blockerad skorsten, undertryck i huset, kombination av blockerad skorsten och undertryck i huset samt ett värsta scenario där flera förutsättningar för tillbakabrand fick sammanfalla.

Pellets kaminen som har använts vid försöken var försedd med ett bränsleförråd där pellets transporterades via en cylinder och ett fallrör till förbränningen. Pellets kaminen var utrustad med följande säkerhetssystem:

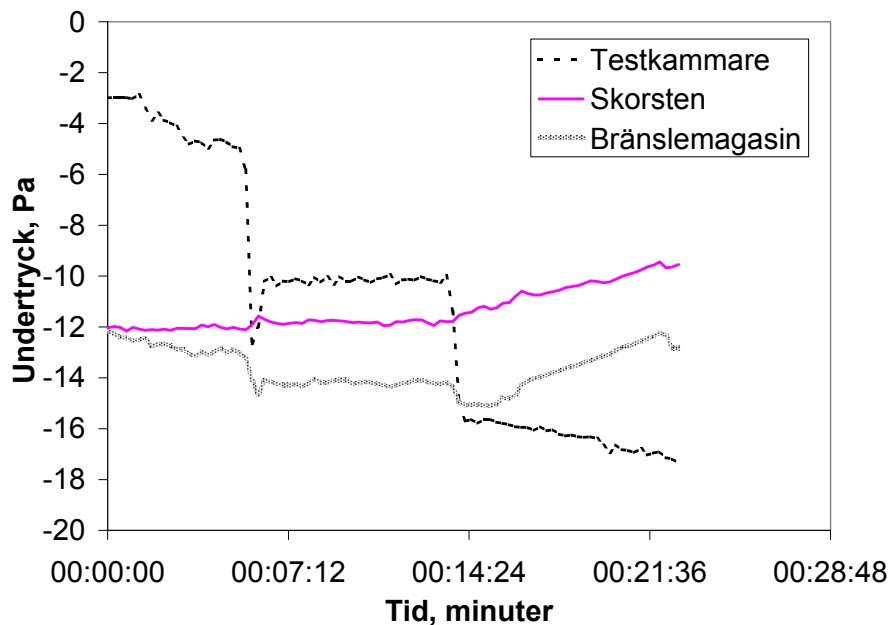
- Temperaturvakt på fallröret som löser vid 85 °C
- Fallrör som ger ett avbrott mellan förbränningen och bränslemagasin
- Tättslutande lock till bränslemagasinet med luckbrytare

6.3.1 Effekt av blockerad skorsten

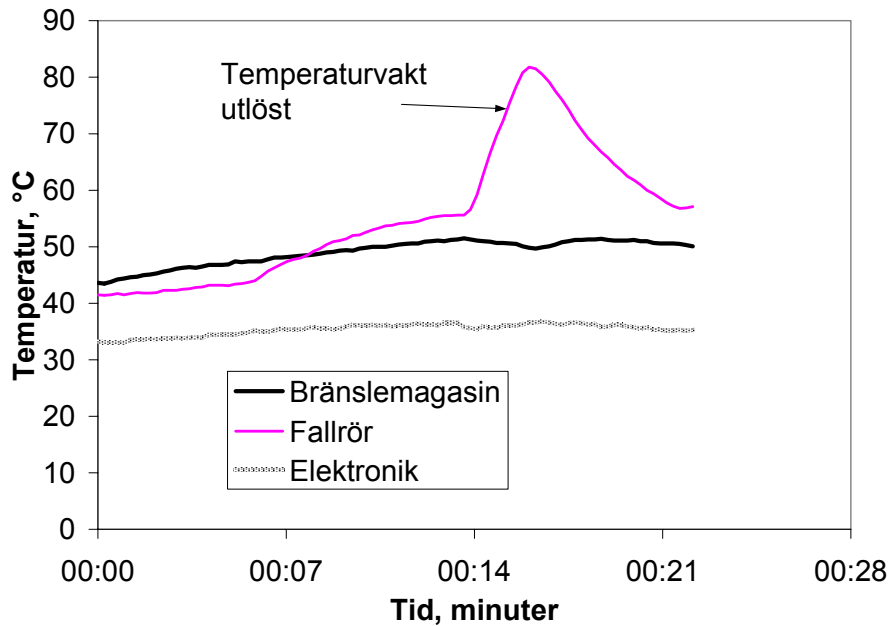
Skorstenen blockerades i toppen till ca. 90 % av diametern. Därefter startades kaminen från kallt tillstånd. Provet pågick ca 2 timmar och någon avsevärd temperaturhöjning i fallröret eller i pellets kaminens bränslemagasin kunde inte noteras. Däremot minskade undertrycket både i skorstenen och i bränslemagasinet till följd av blockeringen i skorstenen.

6.3.2 Effekt av undertryck i huset

Hus med så kallad mekanisk frånluftventilation har normalt ett undertryck på ca 10 Pa men kan, vid felaktigt eller dåligt injusterat ventilationsystem, komma ända upp till 20 Pa undertryck. I Figur 10 redovisas ett försök med effekt av ökat undertryck i testkammaren. När undertrycket i kammaren ökas till 10 Pa så stiger temperaturen i fallröret till kaminen. Ökar man sedan undertrycket ytterligare så att det är större undertryck i testkammaren än det är i skorsten och bränslemagasin så ökar temperaturen i fallröret kraftigt. Slutligen löser temperaturvakten ut som sitter i fallröret och kaminen slocknar.



Figur 10a: Tryck i testkammaren, skorsten och bränsleförrådet vid försöket med pellets-kamin och undertryck i testkammaren.



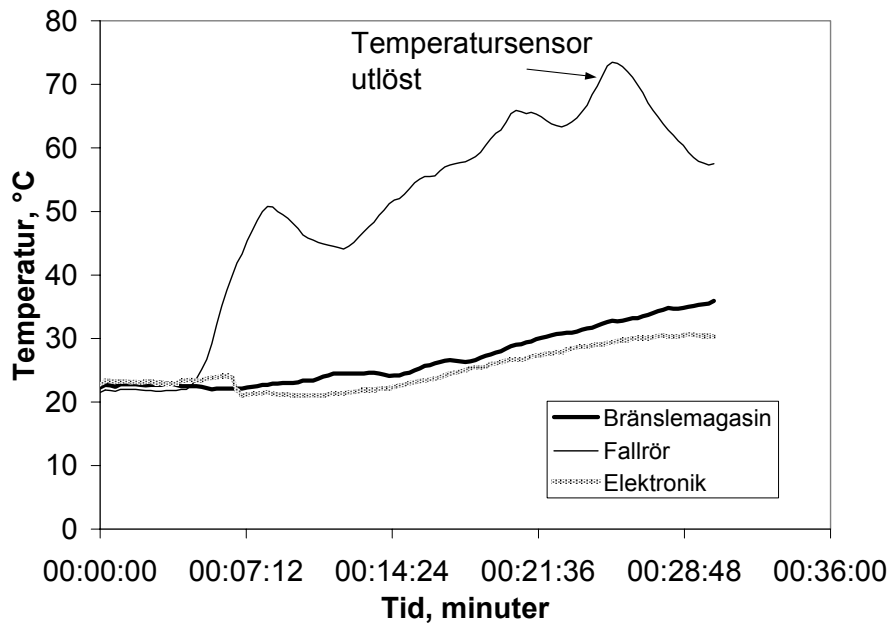
Figur 10b: Temperaturer i pelletskaminen vid försöket med undertryck i testkammaren.

Av försöket att döma var temperaturvakten en mycket viktig komponent för säkerheten på kaminen. Man kan också konstatera att trots att temperaturen ökade kraftigt i fallröret så ökade inte temperaturen på elektronikortet nämnvärt. Vilket innebar att elektronikens placering på den här kaminen var bra.

Pelletsaminer som installeras i hus med undertryck bör ha en separat kanal ansluten utifrån och direkt till kaminens luftintag för att på så sätt undvika problem med undertrycket i huset.

6.3.3 Effekt av blockerad skorsten och undertryck i huset

I detta försök var skorstenen blockerad samtidigt som kaminen utsattes för ett undertryck i testkammaren. I Figur 11 visas hur temperaturen i fallröret steg till det att temperaturvakten löste ut vid ca 70 °C och stoppade bränslematningen. Temperaturerna i bränslemagasinet och vid elektronikortet var inte anmärkningsvärt höga vid försöket.

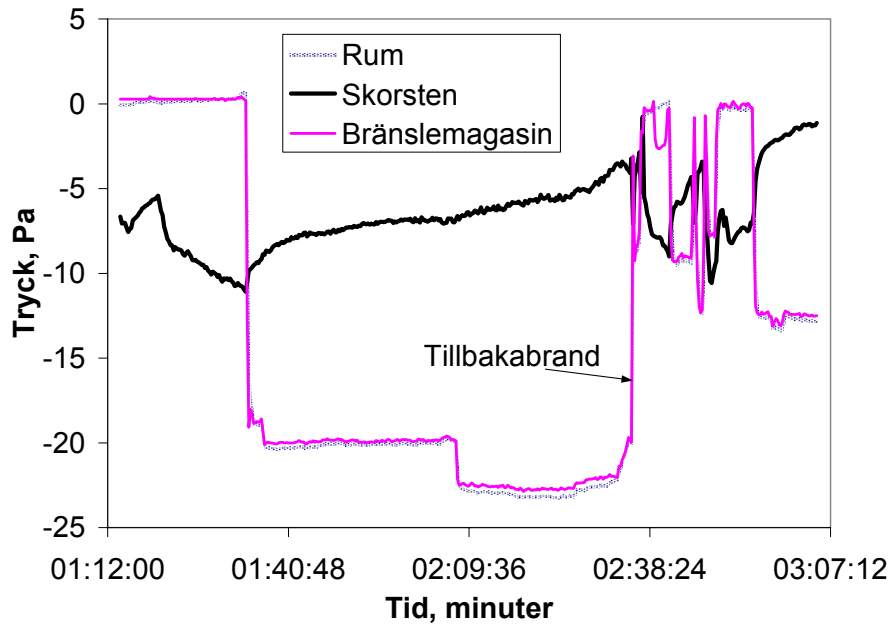


Figur 11: Temperaturer i pelletskaminen vid försöket med undertryck i testkammaren i kombination med blockerad skorsten.

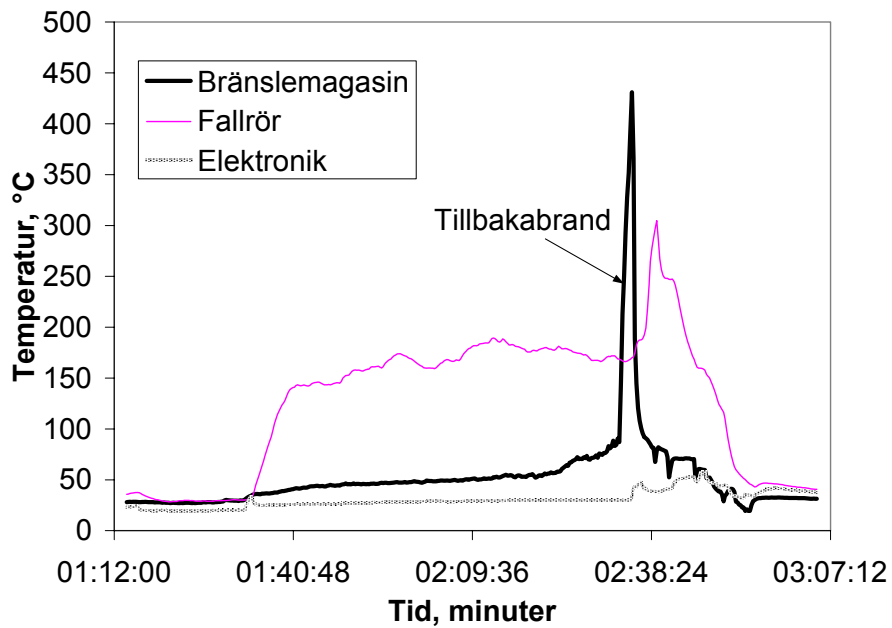
6.3.4 Effekt av undertryck, bortkopplad temperaturvakt och öppen lucka till bränslemagasin

För att uppnå en tillbakabrand i pelletskaminen utfördes ett ”värsta scenario” där flera förutsättningar fick sammanfalla. Kaminen utsattes dels för ett undertryck på 20 Pa, dels var temperaturvakten på fallröret bortkopplad och dels ställdes bränsleförrådets lock i öppet läge och luckbrytaren kopplades bort. Således hade tre olika förutsättningar för en tillbakabrand simulerats på en och samma gång. Att ett liknande scenario skulle uppstå i verkligheten är dock mindre troligt.

I Figur 12b ser man hur temperaturen i fallröret steg från ca 40 °C till ca 150 °C när undertrycket ökades till från 0 - 20 Pa se Figur 12a. Efter drygt 30 minuter ökades undertrycket ytterligare i testkammaren till 23 Pa. Detta visade sig däremot inte ha någon större effekt. Ca 1 timme efter att undertrycket hade satts till 20 Pa startade spontant en tillbakabrand i bränsleförrådet. Temperaturerna steg kraftigt i fallrör och bränsleförråd däremot blev inte temperaturerna i och runt elektroniken särskilt höga under tillbakabranden. Elmotorn som driver bränslematningen i fallröret brandskadades och kaminen var ej brukbar efter detta försök. Att bränslemagasinet plötsligt antändes se Figur 12b efter ganska lång tid med långsamt stigande temperaturer är typiskt för många brandförlopp.



Figur 12a: Tryckförhållanden vid försöket med undertryck i testkammaren, bortkopplad temperaturvakt och öppen bränslelucka.



Figur 12b: Temperaturer i pelletskaminen vid försöket med undertryck i testkammaren, bortkopplad temperaturvakt och öppen bränslelucka.

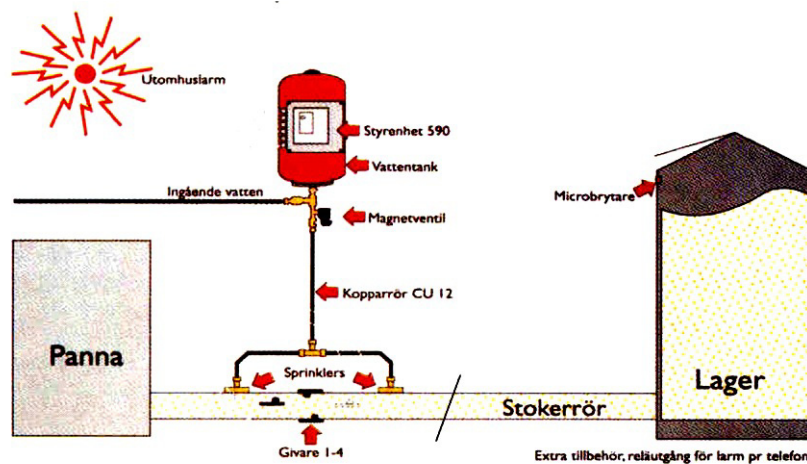
6.4 Utvärdering av vattensprinklerssystem

Ett av projektets syften var att utvärdera vattensprinklerssystemet Fireguard. Detta gjordes genom en jämförelse med en vattensprinkler av fabrikatet syr med vattenbehållare.

6.4.1 Fireguard

Vattensprinklerssystemet Fireguard har utvecklats av Länsförsäkringar tillsammans med Strömsnäspannan AB, se Figur 13. Tanken med systemet är att man lätt skall kunna montera det på befintliga anläggningar, i första hand flisbrännare. Länsförsäkringar har i sina villkor angett att befintliga flisanläggningar skall vara utrustade med vattensprinklerssystemet Fireguard. Är det fråga om nyinstallation av flisbrännare till lantbruk skall dessa vara P-märkta för att försäkringen skall gälla i alla delar.

Säkerhetssystemet fungerar genom att avkänningen av brand görs med hjälp av fyra temperaturgivare som kontinuerligt mäter temperaturen, om någon givare kommer över den inställda temperaturen öppnas en magnetventil och vatten sprinklas ner i stoker-skraven. Vattnet är inkopplat till dess att temperaturen på stokeröret har sjunkit 2 °C under inställd temperatur. Magnetventilen öppnar då 1 sekund var 8: e sekund. Om temperaturen stiger 20 grader över larmgränsen öppnas magnetventilen helt. Samtidigt som magnetventilen öppnar börjar en larmsignal att ljuda. Alla larm indikeras till dess att de blir kvitterade på kontrollenheten. Kontrollenheten är också utförd med en batteri-backup.



Figur 13: Vattensprinklerssystemet Fireguard.

Sprinklersystemet provades genom att jämföra hur effektivt systemet släckte en brand dels med givarna monterade direkt på stokeröret och dels med givarna placerade i de dyrör som levererades med systemet. Syftet med försöket var att se hur "trögt" systemet blev om man placerade givarna i dyrör. Stokeröret fylldes med en blandning av spån och pellets och antändes. Vid försöket med givarna direkt anslutna på stokeröret släcktes branden när temperaturen var ca. 50 °C, vilket också var den inställda utlösningstemperaturen på kontrollenheten. Därefter placerades givarna i dyrören och försöket upprepades med samma mängd bränsle. Sprinklerna löste här ut vid 105 °C. Branden hade i det senare försöket tagit sig ca. 15 cm längre bakåt i stokeröret jämfört med när givarna placerades direkt på stokeröret. Provningsen av vattensprinklerssystemet fireguard visar att systemet fungerar mycket bra. Dock kan konstateras att om man placerar givarna i dyrör istället för med en direkt anläggning mot stokeröret så ökar trögheten i systemet och

sprinklerna löser ut vid en betydligt högre temperatur än om man placerar givarna direkt på röret.

6.4.2 Syrventil

Ett andra vattensprinklersystem har också provats i projektet för att jämföra med vattensprinklersystemet fireguard. Detta vattensprinklersystem (temperaturbegränsare), med en ventil av fabrikatet Syr tillsammans med en temperaturgivare och vattenbehållare, är kanske det vanligaste systemet när det gäller vattensprinkler för brännarutrustningar. Provningsen av syrventilen visar att utlösningstemperaturen ligger kring 90 –100 °C. Även här provades systemet med varierande grad av anliggning för temperaturgivaren på stokerröret. Skillnaden i utlösningstemperatur av sprinklern var ca. 50 °C för olika bra kontaktytor av givaren. I något fall spred sig branden förbi sprinklern innan denna löste ut.

I Danmark ¹² har man uppmärksammat ett problem med att SYR-ventilen i vissa fall kan läcka. Ett läckage i ventilen kan fukta upp pelletsen eller flisen vilket då innebär försämrad förbränning och dålig upptändning.

Det har också påpekats från referensgruppen till projektet att vätskefyllda givare (som är vanliga till syrventiler) kan börja läcka och därmed förlora sin funktion.

7 Diskussion

Resultaten från mätningarna och referensgruppens erfarenheter från incidenter med pellets- och flisutrustningar diskuteras nedan.

7.1 Orsaker till incidenter

Som nämnts i inledningen har de incidenter som skett sällan analyserats i detalj och man har heller inte fastställt orsaken till varför incidenten uppkommit. Många gånger kan förmodligen incidenter kopplas till dåligt underhåll av brännaren eller kaminen vilket också rapporten ”Erfarenheter från användning av pelletsbrännare och pelletskaminer”¹³ pekar på. Men i en del fall har incidenter uppstått genom att en rad olyckliga omständigheter har sammanfallit.

Vissa konstruktioner av brännare och kaminer är som tidigare nämnts känsligare för vissa typer av incidenter. Exempel på detta kan vara brännare som arbetar med underhållseldning. Vid underhållseldning sjunker undertrycket i skorstenen och risken för tillbaka-brand ökar därmed.

Ett försök att lista olika scenarier som kan initiera en tillbakabrand, rökutveckling eller gasexplosion har gjorts nedan. En mer detaljerad beskrivning av hur orsaker till att incidenter uppstår i dessa utrustningar görs i avsnitt 2.2.

- Ej uraskad brännare (eftersatt skötsel)
- Dåligt drag i skorstenen eller blockering av skorstenen
- Undertryck i pannrummet
- Strömavbrott
- Lågeffektsläge
- Pannans konvektionsdel har för högt tryckfall
- Ej tillräcklig effektiv tändning
- Störning av elektroniken (t.ex. blixtnedslag)

Vikten av rätt placering av elektroniken till brännarna eller kaminen har också påtalats från referensgruppen till detta projekt. Utsätts elektroniken för höga temperaturer kan, i värsta fall, säkerhetssystem som på något sätt är kopplade till elektroniken sättas ur spel.

7.2 Bedömning av säkerhetssystem

Att bedöma olika säkerhetssystem för flis- och pelletsbrännare kan vara svårt. Flera faktorer påverkar om ett säkerhetssystem fungerar tillförlitligt och effektivt eller inte. De aktiva systemen (se avsnitt 3) kräver regelbunden tillsyn och underhåll för att fungera. De passiva systemen förlorar inte sin funktion på samma sätt som ett aktivt system kan göra, däremot får man ingen indikation på om en incident har skett. Brännarnas och kaminernas konstruktion kan också göra att de blir mer eller mindre känsliga för olika incidenter. I bilagan finns en lista på olika säkerhetssystem och förslag på kriterier man bör ställa på dessa system för att de skall anses vara godtagbara. Dessa kriterier bygger på erfarenheter från provningar och synpunkter från referensgruppen för projektet.

I Tabell 1 redovisas olika säkerhetssystem och vilka effekter de kan ha på tillbakabrand, gasexplosioner respektive utrykning från brännarna. Av tabellen att döma så är de flesta idag befintliga säkerhetssystem inriktade på tillbakabrand. Inget av systemen motverkar att en gasexplosion kan ske, förutom att man kan späna fast brännaren vid pannan så att

den inte kan skjutas från pannan vid en explosion. Endast tre system kan ha en inverkan på utrykning från brännarna.

Tabell 1: Bedömning av säkerhetssystem.

Typ av säkerhetssystem	Avbryter en tillbakabrand	Förhindrar gas-explosion	Förhindrar utrykning
Vattensprinkler	Ja	Nej	Nej
Temperaturvakt	Ja	Nej	Nej
Fallschakt	Ja	Nej	Nej
Cellmatare	Ja	Nej	Nej
Tryckvakt	Ja ¹	Nej	Ja ¹
Avbrännbar plast-slang	Ja	Nej	Nej
Tät lucka till bränsleförråd	Ja	Nej	Ja
Fästen för att låsa brännare till pannan	Nej	Nej ²	Nej
Brandspjäll	Ja	Nej	Nej
Dubbla matar-skruvar med olika hastighet	Ja	Nej	Nej
Ejektorverkan	Nej	Nej	Ja ³
Pulversläckare ⁴	Ja	Nej	Nej

1. Med rätt placering av tryckvakten kan denna stoppa bränslematningen och förhindra en tillbakabrand samt förhindra att utrykning uppstår.
2. Låsningen till pannan förhindrar inte en gasexplosion men den tillser att brännaren inte skjuts ut från pannan vid en explosion.
3. Ejektorverkan fungerar som ett säkerhetssystem så länge effekten av ejektorverkan kvarstår (se avsnitt 6.1.1).
4. Finns inte på dagens villabrännare men kan förekomma i framtida säkerhetssystem.

7.3 Förslag till förbättrad säkerhet för eldningsutrustningar

I det här projektet har incidenter för pellets-kaminer, flis- och pelletsbrännare delats in i de tre kategorierna utrykning, gasexplosion samt tillbakabrand. Nedan diskuteras förslag till förbättrad säkerhet för dessa incidenter i nämnd ordning.

Utrykning: Rökutveckling från pellets- och flisbrännare kan uppkomma av flera orsaker. Att försöka förhindra en rökutveckling från dessa utrustningar handlar i första hand om att tillse att draget i skorstenen är tillräckligt och att man inte bygger upp en askbädd i brännaren (uraskad brännare). När det gäller pelletskaminer så är anslutningen av kaminen till skorstenen av största vikt. Skarvarna mellan anslutningsröret och skorstenen måste vara täta. Speciellt viktigt är detta när kaminen har en s.k. sugande fläkt (rök-gaserna trycks ut i anslutningsröret). Vidare kan konstateras att för de pelletskaminer som installeras i hus med mekanisk frånluftventilation så skall en separat kanal anslutas utifrån och fram till kaminens förbränningsluftintag.

Utrykning innebär i de flesta fall endast ett obehag och leder inte till någon risk för liv och hälsa (förutom för pelletskaminer!). Att förhindra att utrykning uppstår är fullt möjligt med olika givare men att stoppa en påbörjad utrykning är däremot svårt. Ett enkelt sätt att varna för utrykning är att montera en rökdetektor i pannrummet, dock förhindrar inte en sådan detektor rökutvecklingen.

Gasexplosion: Dålig antändning av bränslet är en trolig orsak till många gasexplosioner i pellets- och flisutrustningar. För att förhindra detta bör man i första hand utvärdera hur effektiv brännarens tändkonstruktion är. Man bör även undersöka om brännaren klarar att antända fuktigare bränslen som t.ex. flis. Spannmål är också ett bränsle som kan vara svårare att antända än träpellets varför man särskilt bör beakta hur brännarens tändanordning fungerar för det specifika bränslet.

Gasexplosioner sker oftast inne i pannans eldstadsutrymme och kan i värsta fall leda till att brännaren skjuts ut från pannan och brand sprids från brännaren. För att förhindra att brännaren skjuts bakåt vid en explosion skall brännaren vara låst till pannan. Låsningen skall även vara utförd med en brytare som förhindrar att brännaren kan brinna utanför pannan.

Tillbakabrand: För att få till stånd en tillbakabrand vid försöken krävdes det flera samverkande faktorer. När väl en tillbakabrand skedde i försöket med pelletskaminen så var brandförloppen mycket snabbt, vilket också är typiskt för bränder i allmänhet.

För att släcka en redan uppkommen tillbakabrand krävs ett aktivt säkerhetssystem såsom vattensprinkler (ev. pulversläckare), brandspjäll eller eventuellt en temperaturvakt. Vattensprinkler kan fungera bra om sprinklerna är motionerad och inte igensatt med spån. Ett väl fungerande vattensprinklersystem är det system som kallas för ”fireguard” där man använder sig av flera sprinkler och flera givare. Systemet har även en batteribackup vid spänningsbortfall.

Ett vanligt säkerhetssystem för pelletsbrännare är att man använder sig av en avbrännbar plastslang mellan brännare och extern bränslematning. Det har diskuterats om denna slang ska räknas som ett säkerhetssystem eftersom brand kan sprida sig, då slangen brunnit av, till andra delar av pannrummet. Dock har denna plastslang vid flera ”verkliga” fall brunnit av och man kan förmoda att den då också har förhindrat att branden fortsatt bakåt till den externa matarskruven. En tryckgivare monterad i fallröret till brännaren kan vara ytterligare en lösning för att i ett tidigt skede stoppa bränslematningen till brännaren om man har ett drag i fel riktning i röret (se avsnitt 6.1.1).

När det gäller placering av elektroniken för dessa utrustningar så bör det noga beaktas om de är placerade på ett sådant sätt att de kan utsättas för höga temperaturer. I vissa pelletskaminer är elektroniken placerad högst upp i bränsleförrådet där, vid en brand i förrådet, elektronik och kablage kan antändas. Detsamma gäller för elektronik som är placerad i brännare.

En tillbakabrand är kanske den allvarligaste formen av incident och kan i värsta fall bränna ned egendomen och vara en fara för livet. För att pellets- och flisbrännare i framtiden skall ha en marknad måste man kunna garantera säkerheten i dessa produkter.

7.4 Spannmålsbränsle

Eldning av spannmål i brännare expanderar idag. De flesta spannmålsbrännare finns hos lantbrukare men marknadsföring sker även mot andra kunder. När det gäller säkerhet för dessa brännare är det risken för korrosion i skorsten och panna man i första hand diskute-

rar. Om spannmål har en större benägenhet för incidenter med tillbakabrand i brännarna är inte analyserat i det här projektet. Däremot har JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik utvärderat en spannmålspanna (0,2 MW) ¹¹ med avseende på utsläpp och säkerhet. Provningsen av spannmålspannan visade att vid ett lågt effektuttag från pannan fick man en utrykning från brännaren som resulterade i att driften av pannan stoppades. I övrigt så finns det ingenting som tyder på att spannmål som bränsle skulle ha en större benägenhet för incidenter i form av tillbakabrand, gasexplosion eller utrykning.

8 Slutsatser

Erfarenheterna från försöken i det här projektet har visat att det varit relativt svårt att simulera tillbakabränder i brännarutrustningarna och i pelletskaminen, trots mycket gynnsamma förutsättningar. Det finns en stor flora av brännare och kaminer på marknaden idag med olika säkerhetssystem och med varierande kvalitet. Detta gör att en fortsatt utveckling av säkerhetssystemen är nödvändig.

Övriga slutsatser från projektet redovisas nedan i punktform.

- Det krävs sannolikt flera sammanfallande faktorer för att en tillbakabrand skall uppstå i pelletsbrännare, flisbrännare eller i pelletskaminer.
- De säkerhetssystem som finns på marknaden är i första hand inriktade på att skydda mot tillbakabrand och inte så mycket för att hindra gasexplosion eller rökutveckling från brännarna.
- För att få en fullgod funktion av säkerhetssystemen är det av stor vikt hur och var systemet placeras på brännarna och kaminerna.
- Vikten av en sakkunnig installation av brännare och kaminer bekräftas bl.a av de incidentrapporter som inkommit till Räddningsverket.
- Någon cigarreffekt, dvs att glöden kryper bakåt i brännaren vid ett högt undertryck i skorstenen, kunde inte konstateras vid försöken. Dock kan inte en sådan effekt uteslutas, framförallt vid drift med underhållseldning
- Elektronikens placering i pelletsbrännare och pelletskaminer bör nog beaktas så att de inte kan utsättas för högre temperaturer än de är avsedda för.
- Pelletskaminer som installeras i mekaniskt frånluftventilerade hus bör ta förbränningsluften utifrån i en separat kanal, eftersom dessa hus arbetar med undertryck.
- Vattensprinklersystemet ”fireguard” som utvecklats av Länsförsäkringar och Strömsnäspannan AB har i försöken visat god funktion.
- Vattensprinklersystem av fabrikatet Syr visade sig ha en stor tröghet då givarna var placerade mot bränsleröret med dålig anliggning. Dessutom konstateras, av referensgruppen till projektet, att Syrventiler med vätskefyllda givare i vissa fall kan läcka och därmed förlora sin funktion.
- Det har i detta projekt inte framkommit att spannmål som bränsle skulle vara mer benäget att brinna bakåt i brännarna än träpellets. Dock har spannmål inte testats i projektet.

9 Fortsatt arbete

För att bedöma säkerheten på olika brännarkonstruktioner och funktionen av olika säkerhetssystem bör ett statistiskt underlag tas fram. För detta underlag kan en databas upprättas där nya incidenter med pellets- och flisbrännare kontinuerligt dokumenteras. En sådan databas skulle även kunna få ett stort värde när t.ex. regler skall revideras (P-märkning, BBR etc.).

Trots att nya moderna brännare och kaminer har de säkerhetssystem som kan krävas förekommer det ändå ett antal incidenter varje år i dessa utrustningar. Detta gör att en fortsatt analys av incidenter och utveckling av säkerhetssystemen är nödvändig. Vid kommande revidering av P-märkningsregler för pelletsbrännare, pelletskaminer och flisbrännare kommer också hänsyn tas till de erfarenheter som detta projektet har gett.

10 Referenser

1. Boverkets Byggregler BFS 1993:57 med ändringar till och med 2000:19
2. Certifieringsregler för pelletsbrännare SPCR 028
3. Certifieringsregler för flisbrännare SPCR 124
4. Certifieringsregler för pelletskaminer SPCR 093
5. Lantbrukets Brandskyddskommitté, senast uppdaterad 2003-12-01
6. www.srv.se Räddningstjänsten
7. AFS 2002:1 Användning av trycksatta anordningar
8. Tryckkärlsstandardiseringen, ”Fastbränsleanvisningar”, 1993.
9. SS EN 303-5, Heating boilers – Part 5: Heating boilers for solid fuels, hand and automatically stocked, nominal heat output up to 300 kW – Terminology, requirement, testing and marking
10. CEN TC 57/WG7 (Teknisk kommitté till Europastandard för pelletsbrännare).
11. Hadders Gunnar, Tarstad Gert, Landin Roland, ”En ny 0,2 MW brännare för spannmålskärna”, JTI-Institutet för jordbruks- och miljöteknik, 2002
12. Winther Kim, ”Teknologi til forhindring af røggener samt tilbagebrand i små biobrændselkedler”, Teknologisk Institut, Augusti 2003
13. Persson Henrik, Bachs Albert, Löfgren Bengt-Erik, Dahlström Jan-Erik, Björkman Björn, ”Erfarenheter från användning av pelletsbrännare och pelletskaminer”, Energimyndigheten, december 2001

Förslag på kriterier för säkerhetssystem till pellets- och flisutrustningar

Nedanstående lista är ett förslag på vilka kriterier som bör gälla för godkända säkerhetssystem. Systemen är indelade i aktiva respektive passiva system (se avsnitt 3).

AKTIVA SYSTEM:

Vattensprinkler

Funktion: En givare placerad på bränslematningsröret känner av temperaturen och utlöser en (eller två) sprinkler.

Fördel: En vattensprinkler är ett av få aktiva system som kan släcka en brand.

Nackdel: Spån kan sätta igen sprinklern. Regelbunden motionering krävs. För vissa brännare kan det vara svårt att montera dit en vattensprinkler.

Kriterier: Vattensprinklersystem skall ha en vattenbehållare på minst 5 l och vara försedd med nivåvakt. Dessutom bör systemet vara utfört med två av varandra oberoende sprinkler. Temperaturgivarna bör vara av elektronisk typ och då vara vilströmskontrollerade.

Temperaturvakt

Funktion: Temperaturgivare som vid hög temperatur stoppar bränslematningen

Fördel: Enkel att applicera på de flesta brännare och kaminer. Billig i inköp.

Nackdel: Givaren kan sluta fungera. Placeringen av givaren är mycket viktigt för hur effektivt säkerhetssystemet blir.

Kriterier: Det bör noga kontrolleras att givaren är placerad på det mest lämpliga stället för att fungera effektivt.

Tryckvakt

Funktion: Känner av tryckskillnader. Finns i många pelletskaminer med sugande fläkt.

Fördel: Blir skorstenen blockerad av något föremål och en tryckstegring sker till följd av det löser tryckvakten ut och stoppar bränslematningen.

Nackdel: Är beroende av regelbunden tillsyn. Känner inte av om det är undertryck i rummet (mekaniskt ventilerade hus).

Kriterier: En information måste finnas i skötselanvisningen till pelletskaminen (ev. pelletsbrännaren) hur funktionen av tryckvakten skall kontrolleras.

Brandspjäll

Funktion: En temperaturgivare känner av höga temperaturer och spjället stänger och blockerar bränslematningen.

Fördel: Ger ett avbrott i bränslematningen och förhindrar att tillbakabranden tar sig vidare bakåt i brännaren.

Nackdel: Är förmodligen i behov av regelbunden tillsyn. Kan vara svårt att få spjället att stänga helt om bränsle fastnar mellan spjället och väggen.

Kriterier: Brandspjället måste vara tättslutande för att effektivt stoppa branden. Kontroll skall ske hur väl spjället klarar av att stänga om bränsle fastnar mellan spjäll och vägg.

Pulversläckare

Funktion: Skall fungera som en vattensprinkler men med pulver som släckmedel.

Fördel: Lättare att starta brännaren (jämfört med vattensprinkler) efter att släckning har skett

Nackdel: Dyr

Kriterier: Dessa släcksystem används i regel bara på större anläggningar. I detta projekt har inte pulversläckare utvärderats och därmed kan inte några krav på detta system formuleras.

PASSIVA SYSTEM:

Fallschakt

Funktion: Förhindrar att en tillbakabrand sprider sig vidare bakåt i brännaren eller kaminen genom att bränslematningen får ett avbrott.

Fördel: Behåller alltid sin funktion. Säkerställer att det finns ett avbrott i pelletsmatningen.

Nackdel: En del fallschakt är för låga, vilket innebär att branden kan ta sig förbi schaktet. Brand kan också ta sig förbi schaktet genom att spån lägger sig på väggarna i schaktet och kan ge upphov till en glödbrand.

Kriterier: Fallschaktet måste ha en tillräcklig höjd för att vara verkningsfullt. I P-märkningsreglerna för pelletsbrännare krävs en minsta höjd av 150 mm för brännare mindre än 15 kW och 250 mm för brännare över 15 kW. För flisbrännare skall avståndet vara 0,5 m från botten på transportskruven till botten på inmatningsskruven.

Cellmatare

Funktion: Består ofta av en cylinder med ”fack” för bränslet. Bränslet följer med cylindern och portioneras vidare i brännaren.

Fördel: Ger ett avbrott i pelletsmatningen.

Nackdel: Vissa cellmatare kan bli otäta med tiden vilket kan göra att en brand kan sprida sig bakåt.

Kriterier: Cellmataren måste vara så tät att en brand inte kan ta sig förbi. Eventuella slitagedetaljer i cellmataren skall beaktas.

Avbrännbar plastslang

Funktion: Plastslangen smälter av vid en tillbakabrand och förhindrar fortsatt brand bakåt i systemet.

Fördel: Ger ett avbrott i pelletsmatningen då slangen smälter av.

Nackdel: Brand kan sprida sig till golvet om glödande pellets faller ned från den externa matningsskruven. Kraftig rökutveckling då slangen smälter kan orsaka saneringsarbete.

Kriterier: Slangen måste ha en minsta längd av 1 m. Slangen får inte vara armerad med stålspiral. Det skall finnas en utförlig beskrivning i drift- och skötselansvisningen till brännaren hur slangen skall vara monterad.

Tättslutande lock med brytare till bränsleförråd

Funktion: Genom att förrådet är tättslutande skall inte något syre kunna komma in i förrådet och därmed skall branden stoppa.

Fördel: Branden stannar i brännaren (förrådet).

Nackdel: Finns ingen nackdel.

Kriterier: Locket skall vara tättslutande med en brytare monterad som stoppar driften av brännaren (kaminen) om locket står öppet.

Låsning av brännare till pannan

Funktion: Förhindrar att brännaren skjuts ut från pannan vid en gasexplosion

Fördel: Brännaren sitter fast monterad på pannan.

Nackdel: Kan i vissa fall vara krångligt att montera låsning och brytare till pannan.

Kriterier: Det skall finnas en brytare mellan pannan och brännaren som stoppar driften av brännaren om den inte är monterad till pannan.

Dubbla bränslematningsskruvar

Funktion: Försvårar att en tillbakabrand sprider sig bakåt i brännaren. Ofta är dessa skruvar utformade på så sätt att inmatningsskruven från bränslemagasinet går långsammare än skruven som matar in bränslet i pannan vilket gör att det inte ligger bränsle mellan skruvarna som kan brinna.

Fördel: Genom att man får ett fallschakt mellan skruvarna får man också ett avbrott i bränslematningen

Nackdel: Fler rörliga delar i brännaren som kan ge upphov till felfunktion.

Kriterier: Kontroll skall ske av att skruven som transporterar in bränslet i pannan går med en högre hastighet än den skruv som transporterar bränslet från förrådet.

Ejektorverkan

Funktion: I vissa brännare är förbränningsfläkten placerad på ett sätt som skapar undertryck i fallröret när fläkten blåser in luft till förbränningen.

Fördel: Draget i fallröret är riktat in mot pannan och man kan därmed inte få utrykning eller tillbakabrand.

Nackdel: När så mycket aska har fyllts upp i brännaren att man får ett tryckfall i brännaröret upphör ejektorverkan att fungera.

Kriterier: Det måste tydligt framgå i drift- och skötselanvisningen till brännaren hur ofta man måste aska ur för att funktionen skall upprätthållas.