

Övertrycksventilation i medelstora lokaler

- Försök med rökdykare

Haukur Ingason, Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut (SP)
Ronny Fallberg, Södra Älvsborgs Räddningstjänstförbund (SÄRF)

Räddningsverkets kontaktperson:
Håkan Kruse, Räddningstjänstavdelningen, Telefon 054-13 52 77

Förord

Rapporten har skrivits på uppdrag av Räddningsverket, enheten för skadebegränsande verksamhet. Författare till rapporten är Haukur Ingason från **SP** Sveriges Provnings och Forskningsinstitut och Ronny Fallberg från Södra Älvsborgs Räddningstjänstförbund (**SÄRF**). Rapporten omfattar beskrivning och slutsatser av praktiska brandförsök med övertrycksventilation som genomfördes 1998 på SP Brandteknik. Tre erfarna rökdykare från SÄRF genomförde olika taktiska insatser där övertrycksventilation kombinerades med varierande strålrörsteknik. Ett stort tack till rökdykarna Johan Ask, Per Tylemo och Bo Sandström vid Räddningstjänsten i Borås.

SÄRF och SP har samarbetat sedan 1997 med olika projekt gällande användning av mobila fläktar vid lägenhetsbränder och medelstora lokaler. Tidigare har tre rapporter skrivits [1,2,3]. De finns att hämta hos SP Brandteknik i Borås (SP AR 1998:08 och SP Rapport 1998:41) eller via Internet www.sp.se/fire/br_reports.htm och hos Räddningsverket (P21-331/00).

Innehållsförteckning

Förord	3
Innehållsförteckning	5
Sammanfattning	8
Inledning	9
Genomförande av brandförsök	12
Resultat	16
Slutsatser	20
Referenser	21
Bilaga A Försökupställning	22
Bilaga B Formulär för rökdykare	25

Abstract

The report describe experiments carried out in a medium-sized premises using Positive Pressure Ventilation (PPV). The PPV is used by the fire brigade as a supplementary equipment when fighting ordinary compartment fires. The increased use of PPV has opened the possibility to use it in medium sized premises like schoolrooms, atrium or sport halls. The efficiency of PPV in medium sized premises is, however, not very well known by the fire brigades. In this report test results with different type of fans and fan arrangement are presented.

Fire fighters using Breathing Apparatus (BA) attacked a fire in a compartment measuring 10 x 10 m by 4.2 m high. Three different attack tactics were used where the PPV fans started at different times. The volume flow rate, static pressure and gas temperatures were measured as well as fuel consumption. The fuel consisted of 10 wood pallets and 4 foam mattresses. A subjective measure of the visibility was performed in order to judge the effects of PPV fans in medium sized compartments.

The objective of the project was to investigate the feasibility, for the fire and rescue services, of using mobile fans as a pro-active means of extinguishing fires in medium-sized premises. The efficacy of various types of such fans was therefore tested. The experiments showed that mobile fans improve working conditions for fire fighters wearing breathing apparatus. The fans had a considerable effect on improving visibility in the smoke and reducing gas temperatures. We are of the opinion that it is perfectly feasible to use mobile fans in medium-sized premises such as smaller factory areas, sports halls or business centres. This requires correct design of fan capacity and arrangement.

Sammanfattning

Rapporten beskriver brandförsök med en övertrycksfläkt ansluten direkt mot en medelstor lokal (430 m³). Tre rökdykare från Räddningstjänsten i Borås medverkade vid släckningsförsöken, en rökdykarledare och två rökdykare. Tre angreppssätt användes i kombination med övertrycksfläkten. Dessa var:

- 1) konventionellt angrepp (kylning och släckning) där fläkten startar efter släckinsatsen
- 2) först kylning av brandgaser - backa - fläkten startar samtidigt som släckinsatsen börjar
- 3) fläkten startar innan kylning och släckning börjar

Försöken visar att mängden vatten som behövdes för att släcka branden (5 MW) som bestod av träribbstaplar och skummadrasser påverkades inte speciellt mycket av taktikvalet. Det fanns en tendens till större spridning i resultaten när fläkten användes i tidigt skede av insatsen.

Försöken visar både fördelar och nackdelar för räddningstjänsten att använda mobila fläktar vid en offensiv släckningsinsats i medelstora lokaler. Efter en stund förbättras arbetsmiljön genom att sikten i brandgaserna förbättrades och brandgastemperaturen minskade. Nackdelarna är att skiktningen av brandgaserna (nollplanet) förstörs när fläkten startar. Dessutom skapar fläkten stora virvlar inne i brandrummet vilket kan upplevas som obehagligt för rökdykarna. Det är dock våran bedömning att det finns fler fördelar än nackdelar med tekniken. Om fläkten anslöts till en korridor framför brandrummet så minskade turbulensen.

Försöken visar att det tar ungefär tre minuter efter släckning att helt ventileras bort brandgaserna. För att korta ner tiden kan man öka volymflödet genom att parallellköra två fläktar. Detta är dock inte alltid möjligt eftersom det kräver att tilluftsöppningen är tillräcklig stor.

Nyckelord: Övertrycksventilation, mobila fläktar, strålrör, brandgaser, övertryck

Inledning

För att erhålla tillräckliga effekter vid insatser med mobila fläktar krävs både erfarenheter och rutin. SÄRF har arbetat med att utveckla brandgasventilation sedan 1994. Detta har gett räddningstjänsten erfarenheter för att kunna ventilerar i ett tidigare skede än annars och där igenom förbättra arbetssituation för rökdykarna avsevärt. Eftersom erfarenheten visar att tekniken fungerar bra för mindre lokaler (lägenheter och villor) är det viktigt att undersöka möjligheterna för att använda tekniken i medelstora lokaler (t ex mindre industri- och verkstadslokaler (<1000 m²), kontors- och föreläsningsslokaler, teatrar, affärscentra eller idrottsanläggningar).



Figur 1. Rökdykarinsats med mobil fläkt

Tekniken med övertrycksventilation går ut på att placera mobila fläktar vid öppningar för att vädra bort farliga brandgaser genom utvalda frånluftsöppningar. Fläktarna kan startas i början eller under släckningsinsatsen. En konventionell släckningsinsats eller skärsläckare kan användas i kombination med övertrycksfläkten. Tekniken med mobila fläktar är en viktig arbetsmiljöfråga för rökdykare. Arbetsmiljön förbättras avsevärt eftersom temperaturerna sjunker och sikten blir betydligt bättre. Utrymmande personer har också större möjlighet att klara sig undan giftiga brandgaser och rökdykarna ges ökade möjligheter att se och lokalisera dem tidigare.

Dessutom har räddningstjänsten större möjligheter att kontrollera rökens utbredning jämfört med om man skall förlita sig på naturlig ventilation i form av håltagning i tak eller genom att öppna fastmonterade brandluckor i tak. Erfarenheten visar att det tar längre tid innan sådan ventilation börjar fungera på ett tillfredställande sätt. Beroende på att det alltid finns risk för att stora mängder varma brandgaser genereras är det viktigt att utnyttja tekniken på rätt sätt. Det är inte alltid självklart vilken lösning som ger bäst resultat. Felaktig användning kan leda till att brandsituationen förvärras. Det finns svensk litteratur som belyser tekniken på ett mer utförligt sätt [4,5,6,7].

Det är alltid räddningsledaren som fattar beslut om övertrycksventilation skall genomföras. För att insatsen skall kunna bli så snabb och effektiv som möjligt kan momenten inövas som standardrutin. Praktiska råd som räddningstjänsterna i Sverige kan utnyttja när de skall avgöra lämplig taktik vid släckning av bränder har inte tidigare funnits sammanställd i en komplett form. I SRV rapporten ”Erfarenheter med övertrycksventilation” [3] har författarna sammanställt erfarenheterna från användning av mobila fläktar. De visar att man:

- snabbt kan påbörja ventilationen eftersom fläkten oftast kan placeras på markplan (entrén, etc)
- slipper att bära utrustningen (vid undertrycksventilation bör fläkten placeras i brandrummet)
- vinner mycket tid vid sökning (livräddning)
- sänker temperaturen för rökdykare
- rökdykarna har mindre problem med vattenånga
- blir av med ansamlingar av brandgaser
- kan styra ventilation genom byggnaden
- kan välja frånluftsöppningar där det passar bäst och är lättast att skapa en öppning
- sänker temperaturen i byggnaden och minskar därmed skaderisken
- kan sätta angränsande lokal under övertryck t.ex. trapphus vid lägenhetsbrand
- kan ha problem med ljudnivån när fläkten går på fullfart
- påverkar flödet om en person står i tilluftsöppningen eller mellandörrar inne i byggnaden

Fläkt som ställs vid tilluftsöppningen måste täcka hela öppningen. Tumregeln säger att fläkten skall stå lika långt ifrån öppningen som den är hög eller bred. Det innebär att om dörren är två meter gånger en meter skall fläkten stå på cirka två meters avstånd ifrån dörren. Diametern och konvinkeln på fläkten har betydelse för avståndet mellan fläkten och dörren. Tillgången till och valet av tillufts- och frånluftsöppningar är viktiga, dels för att man kan påverka flödet i byggnaden, dels för att man kan få olika tryckförhållanden i byggnaden genom att välja storlek på frånluftsöppning (ar) och olika storlekar på öppningar på luftens väg genom byggnaden.

Om det är en längre sträcka och fler mindre öppningar luften måste passera, desto mer tappar man i tryck och flöde.

Vi har tidigare [2] kunnat visa att det är luftomsättningen i byggnaden som bestämmer hur fort brandgaserna ventileras bort. Vi har också visat att det finns ett antal faktorer som påverkar volymflödet genom frånluftsöppningen. Det är först och främst typen av fläkt, d.v.s. primärflödet och fläktbladens diameter, byggnadens hydrauliska motstånd samt storleken på till- och frånluftsöppningar. Mindre betydelsefulla faktorer är avstånd från dörröppning, brandens storlek vid start av fläkt samt yttre vindförhållanden. Det volymflöde som mättes i frånluftsöppningen skilde avsevärt från det flöde som anges som primärflöde för de provade fläktarna.



Figur 2 Försök med vattenturbinfläkt i medelstor lokal vid SP Brandteknik.

Försöken visade att takhöjden och bredden i lokalen har stor betydelse för generering av stora virvlar i rummet. Virvlarnas storlek och intensitet är viktiga för rökdykarnas säkerhet och arbetsmiljö. Tre meter lång korridor placerad direkt framför porten tenderade att minska virvlarnas intensitet inne i brandrummet. Det visar sig också att större frånluftsöppning tenderar att minska turbulensen inne i försöksrummet. Försöken visade ingen fördel med att seriekoppla fläktar. Varken trycket eller volymflödet i frånluftsöppningen höjdes. Däremot är det en stor fördel att parallellkoppla fläktar. Luftomsättningen dubblas nästan och trycket höjs betydligt. Det kräver dock att man får dubbla öppningsareorna vilket inte alltid är praktiskt genomförbart.

Genomförande av brandförsök

Försöksserien genomfördes i ett rum som hade måtten 10 x 10 m och 4.2 m högt (420 m³). I försöken varierades följande:

- a) frånluftsöppningens storlek
- b) taktik
- c) typ av strålrör
- d) vattenflöde

Tilluftsöppningen bestod av en dörr med måtten 1.43 m och 2.52 m hög. Frånluftsarean varierades (bredd x längd); 1.13 m x 4.8 m, 1.18 m x 4.8 m och 1.18 m x 6 m. Tre olika angreppssätt användes i kombination med användningen av övertrycksfläkten. De var:

- 1) konventionellt angrepp kombinerad med kylning av brandgaser där fläkten startade efter släckning
- 2) först kylning av brandgaser - backa - fläkten startade samtidigt som släckningen började
- 3) fläkten startade innan kylning och släckning började

Taktik 1) innebar att rökdykarna gick in i lokalen, kylde snabbt av brandgaslagret och startade direkt därefter släckningen av initialbranden. När branden var släckt startades fläkten.

Taktik 2) innebar att rökdykarna avancerade in i lokalen, svepte med strålröret för att kyla brandgaslagret (se Figur 3) och backade sedan till säker miljö där de väntade en kort stund. Sedan startades fläkten och släckningen av initialbranden började samtidigt. Innan dess hade frånluftsöppningen försäkrats i öppet läge.

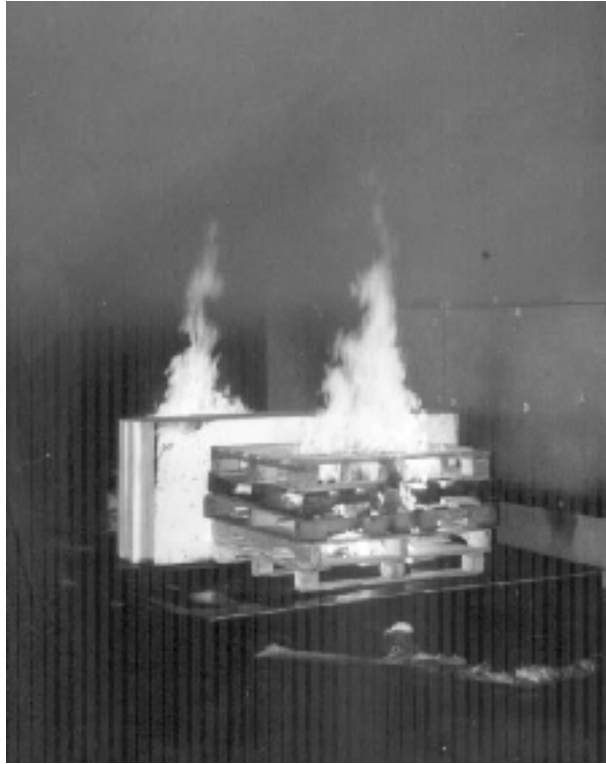
Taktik 3) innebar att fläkten startade innan kylningen och släckningen påbörjades. Det tog ungefär en halv minut från att fläkten hade startat tills släckningen började.



Figur 3. Rökdykarna kylde brandgaserna genom att svepa med strålröret mot det varma brandgaslagret.

Strålrör av typen Acron användes i försök nummer 2-14 och i försök 1 användes strålrör av typen Unitor. I försök 2-14 användes två olika flöden, 115 l/min och 360 l/min. Trycket vid strålröret var 7 bar.

Fläkten som användes var en vattenturbin fläkt med en diameter på fläktbladen på 0.82 m (32"). Enligt tillverkarens broschyr har fläkten ett primärflöde på $12.7 \text{ m}^3/\text{s}$ ($45\,720 \text{ m}^3/\text{h}$) vid 12 bar vattentryck (uppskattat från diagram). Injekterad luft är inte angivet av tillverkaren. Brandkällan bestod av 10 träpallar (182 kg) kombinerad med 4 skummadrasser (15 kg). Inbördes placering av träpallarna och skummadrasserna visas i Figur 4. Träribbstaplarna antändes på två ställen samtidigt med 1.5 liter heptan.



Figur 4. Branden antändes på två olika ställen med heptanbaljor. Branden spreds så småningom till skumdrasserna.

Två olika försöksuppställningar användes vid genomförandet av försöken. Väggarna i försökshuset var gjorda av 10 mm tjocka Promatect silica skivor. Väggar gjordes av moduler som var 3 m långa och 1.2 m höga. Skarvarna mellan modulerna var tätade med isolering. Takkonstruktionen bestod av 10 mm tjocka Promatect silica skivor monterade i ett rutnät av T-stålprofiler där varje ruta mätte 1.22 m x 0.63 m. De instrument som användes vid försöken och layout av försöksuppställningen visas i Bilaga B.



Figur 5. En vattenturbinfläkt placeras vid tilluftöppningen. Observera hur fläkten påverkar brandintensiteten.

Tabell 1 Sammanställning av försök som användes med olika taktik.

Test nr	Tilluft (mxm)	Frånluft (mxm)	Taktik*	Strål- rörstyp	Förinställt flöde/tryck vid strålrör (l/min / bar)	Tempera- tur vid start av angrepp (oC)	Anm
F1	1.43x2.52	1.18x4.8	2)	Uni		500	ej utbildad rökdykare
F2	1.43x2.52	1.18x4.8	1)	Acron	360/7	500	två erfarna rökdykare
F3	1.43x2.52	1.18x4.8	2)	Acron	360/7	500	
F4	1.43x2.52	1.13x4.8	3)	Acron	360/7	500	
F5	1.43x2.52	1.13x4.8	2)	Acron	360/7	500	upprep F3
F6	1.43x2.52	1.13x4.8	1)	Acron	115/7	500	flöde ej som förväntat pga smuts i strålrör
F7	1.43x2.52	1.18x4.8	1)	Acron	115/7	500	normalt flöde/ filter på slang
F8	1.43x2.52	1.18x4.8	1)	Acron	115/7	500	från- luft+kyln/släckning samtidigt
F9	1.43x2.52	1.18x4.8	2)	Acron	115/7	500	
F10	1.43x2.52	1.18x4.8	3)	Acron	115/7	460	branden avtog för tidigt
F11	1.43x2.52	1.18x6.0	2)	Acron	360/7	500	
F12	1.43x2.52	1.18x4.8	3)	Acron	360/7	500	branden flyttad mot vägg/skyddsvägg borta
F13	1.43x2.52	1.18x4.8	3)	Acron	360/7	500	vattendimma från fläkt/flyttad brand
F14	1.43x2.52	1.18x4.8	3)	Acron	360/7	500	Fläkt på halvfart vid start/ökad till fullfart senare.

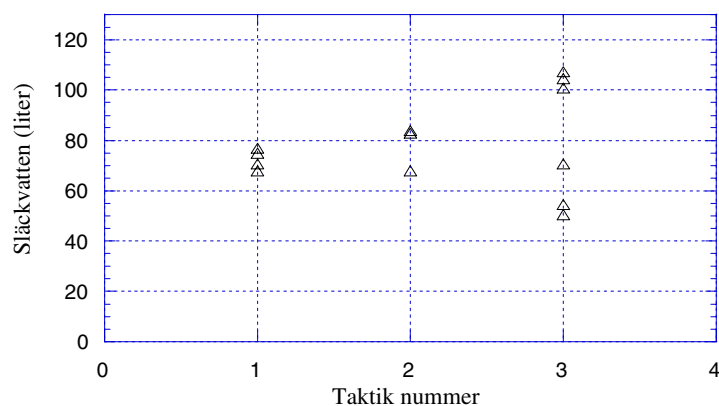
* Taktik:

- 1) konventionell släckning - start fläkt efter släckning
- 2) kylning av brandgaser - backa - start fläkt + släckning
- 3) start fläkt + släckning

Resultat

Försöken genomfördes med tre mycket erfarna rökdykare från räddningstjänsten i Borås. En var rökdykarledare och två genomförde själva rökdykarinsatsen. Samma rökdykare genomförde insatsen i alla försöken utom det första där en tekniker från SP genomförde insatsen. Rökdykarna hade fått instruktioner om taktik och var branden fanns placerad. Det visade sig att rökdykarna behövde ungefär en tiondel av det vatten som den SP anställde behövde för att släcka.

Försöken visade att mängden vatten som rökdykarna behövde för angreppet inte var speciellt beroende av taktikvalet. Dock finns en tendens till att vattenmängden ökade ju tidigare fläkten sattes in. Förklaringen kan vara att fläkten transporterar bort vattenånga som annars skulle kunna delta i släckningsprocessen. Detta behöver dock inte innebära någon nackdel för slutresultatet. När taktik 1) användes behövdes i medel **72** liter vatten (kylning + släckning), när taktik 2) användes behövdes i medel **78** liter vatten (kylning + släckning) och när taktik 3) (kylning + släckning) användes i medel **81** liter. I Figur 6 redovisas hur mycket vatten som användes i själva släckningsfasen för de olika taktikvalen.



Figur 6 Den totala vattenmängden (kylning + släckning) som användes av rökdykarna vid olika taktikval. Det finns en tendens till större spridning resultaten när fläkten används, speciellt när den används i tidigt skede av angreppet.

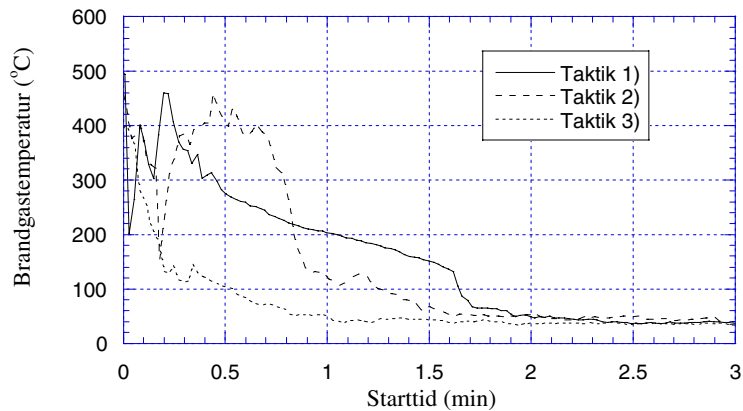
Släcktiden för taktik 1) och 2) varierade mellan 1 - 1.5 minuter och för taktik 3) mellan 1 - 2.5 minuter. Det fanns ingen märkbar skillnad på den totala vattenmängden och det förinställda flödet (115/360 l/min) på strålröret. Däremot klagade rökdykarna på att de inte var lika slagkraftiga mot brandgaserna och initialbranden när de använde 115 l/min strålröret. De upplevde större värmepåkänning än vid jämförbara försök med 360 l/min strålröret. De upplevde som de hade tillräckligt med vattenflöde för att klara initialbranden med de hade sämre kastlängd med 115 l/min strålröret. Efter att ha genomfört några försök med 115 l/min strålrör kände rökdykarna en viss lättnad när de fick tillbaka 360 l/min strålröret.

Rökdykarna upplevde att den initiella sikten försämrades när fläktarna startade vid taktik 1) och 2). Kylningen av brandgaserna resulterade i att nollplanet blev diffust och sjönk. Svarta brandgaser blandades med klar luft under neutralzonen när fläkten startades. Rökdykarna upplevde att värmepåkänningen och vattenången blev mer kännbar när fläkten rörde om i rummet. Sikten förbättrades så småningom vid släckningsinsatsen när fläkten hade fått verka någon eller några minuter. Det tog ungefär 3 minuter att få en helt klar sikt inne i lokalen i flesta försöken. Rökdykarna såg en tendens till att branden intensifierades när fläkten startade.

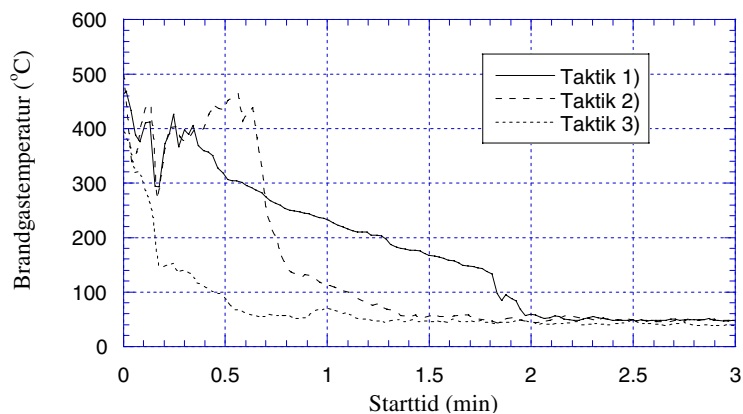
När taktik 3) användes blev variationen i resultaten betydligt större jämfört med de två andra. Anledningen är den turbulenta miljö som fläktarna skapade inne i brandrummet innan släckinsatsen påbörjades. Vattenången transporteras effektivt bort från brandrummet vilket påverkar släckningstiden. Däremot försvinner brandgaserna fortare från brandrummet och sikten förbättras så småningom. Genom att köra med lägre varvtal blev arbetsmiljön mer lik rökdykarnas normala förhållanden.

Sista försöket gjordes med en fläkt som kördes på halvfart. Det visade sig dock att mängden vatten som behövdes blev det högsta för taktik 3) nämligen 107 liter. Förklaringen till det är att sikten initieellt blev sämre i lokalen jämfört med tidigare försök. Nollplanet sjönk till golvnivå och det tog längre tid att ventiler bort brandgaserna jämfört med när fläkten kördes på helfart. Rökdykarna tyckte att fläkten orsakade mer skada än nytta om varvtalet var för högt. De tror att man vinner som rökdykare om termiska stigningskraften får verka så länge som den orkar. De tycker att man ska starta fläkten på rökdykarledarens kommando men då på halvfart.

Initieellt så påverkades nollplanets höjd av både fläkten och kylningen av brandgaslagret. När rökdykarna använde taktik 1) och 2) kylde brandgaserna under en kort period innan själva släckningsinsatsen genomfördes. Brandgastemperaturen påverkades när rökdykarna kylde av brandgaslagret. När själva släckningen påbörjades sjönk temperaturen snabbt ner till normala nivåer. I Figur 7 visas hur brandgastemperaturen högt uppe vid tak påverkades av kylningen och släckningsinsatsen med 360 l/min strålröret. Tiden noll motsvarar den tid när kylningen i taktik 1) och 2) startade och när fläkten startade i taktik 3).



Figur 7 Brandgastemperaturen vid olika taktikval och 360 l/min vattenflöde i strålrör. Efter knappt två minuter är temperaturen nere på normala nivåer.



Figur 8 Brandgastemperaturen vid olika taktikval och 115 l/min vattenflöde i strålrör.

Om vi jämför Figur 7 med Figur 8 kan vi se att den initiella kylningseffekten (taktik 1) och 2)) är sämre när 115 l/min strålrör används. I taktik 2) användes ungefär 20 liter vatten för kylningen med 360 l/min strålröret och 16 liter med 115 l/min strålröret. Temperaturen sjönk från 480 °C ner till 154 °C för att sedan stiga igen upp mot 460 °C med 360 l/min strålröret och från 530 °C ner till 340 °C med 115 l/min strålröret. Att man får sämre kylningseffekt med 115 l/min strålröret har en naturlig förklaring. Eftersom flödet och den totala mängd vatten som användes vid kylningen är lägre blir kylningseffekten lägre. Vi kan övertyga oss genom ett enkelt räkneexempel: Om vi antar att hela vattenmängden (20 liter respektive 16 liter) som sprutas upp i det varma brandgaslagret (brandgaslagrets volym är 270 m³) förångas så kan vi genom enkel värmebalans visa att temperaturen sjunker med 358 °C respektive 305 °C för 20 liter vatten respektive 16 liter vatten. Här har vi förutsatt att vattnets förångningsvärme är lika med 2260 kJ/kg och brandgasernas värmekapacitet 1 kJ/kg K. Vi vet att

hela vattenmängden inte förångas utan delar av vattnet hamnar på väggar och golv. Det innebär att temperaturen inte sjunker lika mycket som beräkningarna indikerar. Det visar dock att små mängder vatten kan mycket effektivt kyla ner brandgaserna till nivåer som gör brandgaserna obrännbara. Detta är viktigt med hänsyn till användningen av övertrycksfläktarna.

Att ställa fläkten direkt intill brandrummet komplicerar insatsen. Turbulensen i rummet ökar avsevärt jämfört om fläkten ansluts till en korridor eller ett anslutande rum. Att köra med lägre varvtal när fläkten är ansluten direkt mot brandrummet visade sig ge förbättrat resultat. Turbulensen inne i brandrummet minskar vilket leder till en mer kontrollerad och säkrare insats. Övertrycksfläktar ger därför bäst resultat när de inte ansluts direkt till brandrummet.

Rökdykarna, som fyllde i ett formulär efter varje försök, bekräftar detta. I Bilaga B finns svaren på de olika frågor som de har gett.

Slutsatser

Försöken med rökdykare visar att:

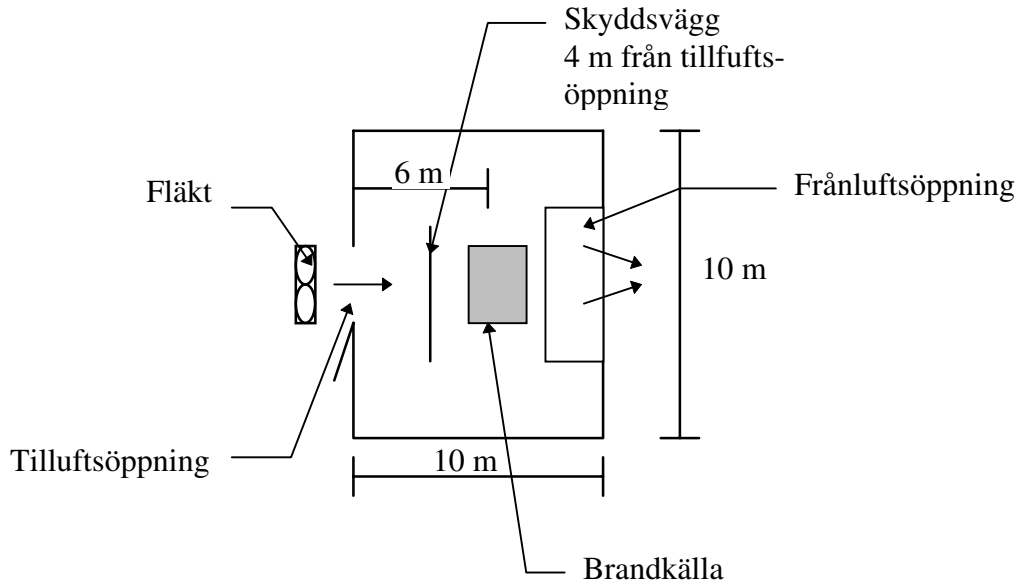
- Mobila fläktar förbättrar arbetsmiljön för rökdykare i medelstora lokaler. Den initiella sikten i brandgaserna försämrades men efter några minuter var hela lokalen rökfri. Brandgastemperaturen sjunker snabbt till normala nivåer.
- Att ställa fläkten direkt mot brandrummet komplicerar insatsen. Turbulensen i rummet ökar avsevärt jämfört om fläkten ansluts till en korridor eller ett anslutande rum.
- När fläkten ställs direkt mot brandrummet är det en fördel att köra med lägre varvtal på fläkten.
- Taktik 1) innebar ett mer normalt försök eftersom nollplanet låg 1.5 m över golv.
- Vid taktik 2) tyckte rökdykarna att sikten försämrades med fläkt jämfört med när ingen fläkt användes. Nollplanet försvann.
- Vid taktik 2) tyckte rökdykarna att värmen blev mer kännbar när fläkten rörde om i rummet.
- Taktik 3) kräver en aktivare insats för att stävja den oroliga branden
- Taktik 3) innebär mycket oroligare brand vilket var en nackdel vid släckinsatsen.
- Taktik 3) innebar att ingen värme eller ånga blev besvärande för rökdykare.
- Vattenflödet i strålröret hade stor betydelse för släckinsatsen.

Referenser

- ¹ Haukur Ingason, Ronny Fallberg, Krister Palmkvist och Sören Gustavsson, Brandförsök med övertrycksventilation- Erfarenheter och mätresultat från försök i Svaneholm 5-6 nov 1997, SP AR 1998:08, Brandteknik, Borås 1998
- ² Haukur Ingason och Ronny Fallberg, Övertrycksventilation i medelstora lokaler - Försök med mobila fläktar. SP Rapport 1998:41
- ³ Ronny Fallberg och Haukur Ingason, Erfarenheter med övertrycksventilation,
- ⁴ Övertrycksventilation - Förstudie över brandventilation med mobila fläktar, FoU Rapport P21-092/94, Räddningsverket
- ⁵ Brandventilation i teori och praktik, R53-146/96, Räddningsverket
- ⁶ Försök med brandgasventilation i en liten lägenhet, R53-159/96, Räddningsverket
- ⁷ Stefan Svensson, Brandgasventilation, 2000, Räddningsverket

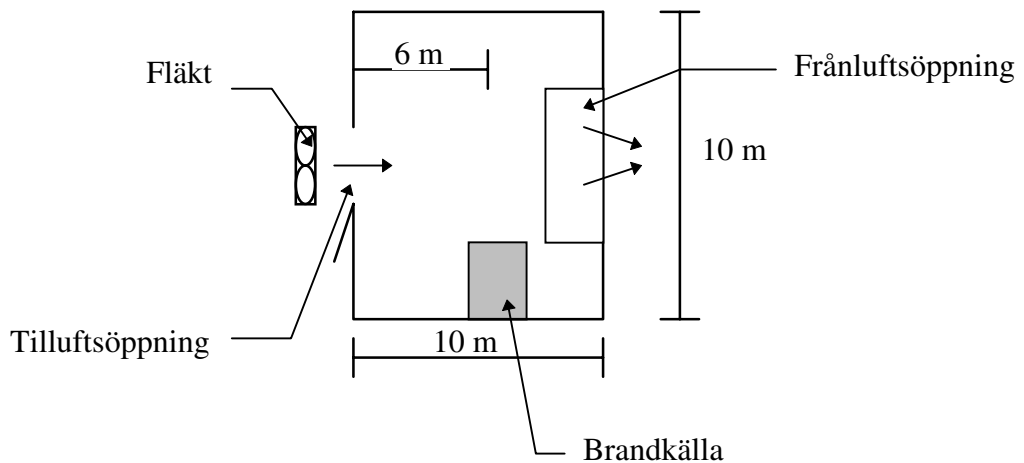
Bilaga A Försöksuppställning

Försöksuppställning 1) Användes vid försök F1-F11



Figur A1 Försök F1-F11 med brandkälla mitt i rummet och en skyddsvägg framför brandkällan.

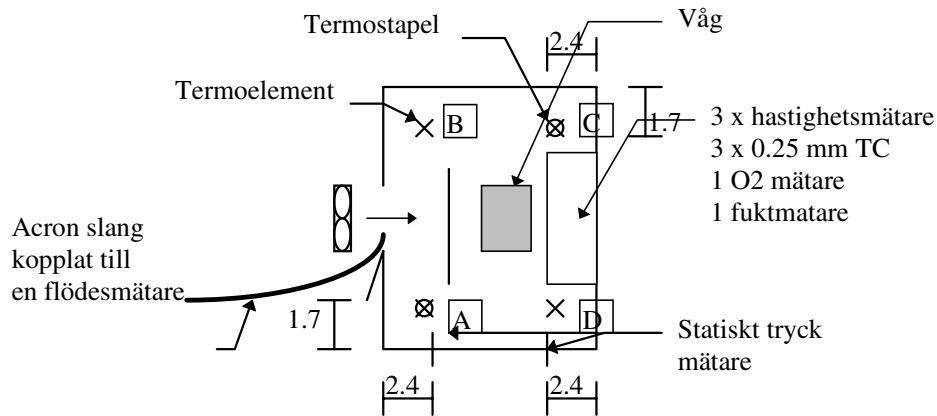
Försöksuppställning: 2) Försök F12-F14



Figur A2 Försök F12-F14 med brandkälla mot ena väggen och utan skyddsvägg.

Instrumentering

Volymflödet i frånluftsöppningen mättes genom att placera hastighetsprober av typ "bi-directional" på tre olika ställen i frånluftsöppningens centrumlinje. Termotråd av typ K med tråddiameter på 0.25 mm användes för att mäta temperaturer i frånluftsöppningen och i brandgaslaget.



Figur A3 Placering av instrument

Ett viktigt mätinstrument som användes var statiskt tryckgivare som mätte tryckdifferensen mellan atmosfärtrycket och trycket inne i lokalen. Tryckgivaren (ΔP) placerades 0.65 m från taket och 2.4 m från väggen. Att mäta det statiska trycket i en turbulent miljö är oftast besvärligt på grund av de strömningar som omger givaren. Risken finns att man även delvis mäter det dynamiska trycket (hastighetstrycket). Detta kan lösas genom att använda en speciellt konstruerad givare som SP har tagit fram för att mäta i brandugnar där miljön är relativt turbulent. [se Olsson, S., Probe for Static Pressure Measurements in Furnaces, NT-project 356-82, SP Report 1985:12].

Tabell A1 Instrumentplacering vid försöken

kanal nr	plats, se Figur B3	mätinstrument	anm
ch01	A	TC 0.25 mm	0.15 m från tak
ch02	A	”	0.5 m från tak
ch03	A	”	1 m från tak
ch 04	A	”	2 m från tak
ch05	B	”	0.15 m från tak
ch 06	C	”	0.15 m från tak
ch 07	C	”	0.5 m från tak
ch08	C	”	1 m från tak
ch09	C	”	2 m från tak
ch10	D	”	0.15 m från tak
ch21	slang	tryck i slang	
ch 38	flöde i slang	l/min	

Bilaga B Formulär för rökdykare

Försök F2
Rökdykare

Taktik 1)

1. Ask

2. Tylemo

1. Sikten

Innan insats: Nollplan 1,5 m

Under insats: Något sämre sikt vid släckning av initial brand

2. Synintryck

Innan insats: Stabilt Nollplan

Under insats: Bra sikt under 1, 5m

3. RD Värmepåkänning och vattenånga:

Ingen värme

Ingen ånga

4. Beskriv luftströmningen i lokalen:

5. Beskriv skillnader att arbeta som rd. med dom olika taktikerna:

Andra intryck från försöket

Försök F3
Rökdykare

Taktik 2)

1. Ask

2. Tylemo

1. Sikten.

Innan insats: Sikten något sämre än tidigare (F2) vatten på golvet förångades?

Under insats: Sikten försämrades när fläkten startades. När fläkten startade blandades svarta brandgaser med klar luft under neutralzon. Sikten blev sämre men man såg längre

2. Synintryck

Innan insats: (lite ånga från golv förstörde sikten under nollplanet)

Under insats: Efter det att frånluften öppnades blev sikten & nollplan högre. När fläkten startade spreds gnistor runt om i rummet. Stor turbulens

3. RD Värmepåkänning och vattenånga:

Värmen blev mer kännbar när fläkten rörde om i rummet

4. Beskriv luftströmningen i lokalen:

Turbulent medsols med virvel i höger/bakre hörn

5. Beskriv skillnader att arbeta som rd. med dom olika taktikerna:

Bättre sikt/temp vid konv.släckn. än vid detta försök

Andra intryck från försöket:

**Försök F4
Rökdykare**

Taktik 3)

1. Ask

2. Tylemo

1. Sikten.

Innan insats: Bra sikt under nollplan

Under insats: Ganska bra men viss omrörning av ren och smutsig luft uppstod

2. Synintryck

Innan insats: Klar sikt under nollplan

Under insats:

3. RD Värmepåkänning och vattenånga:

Ingen värme och ånga som besvärade

4. Beskriv luftströmningen i lokalen:

Det kändes som om luftströmmen hittade vägen fortare än försök 3

5. Beskriv skillnader att arbeta som rd. med dom olika taktikerna:

Försök nr 4 kräver en aktivare insats för att stävja den oroliga branden.

Andra intryck från försöket:

Vi väntade 9 sec efter start av fläkt vilket provocerade fram en intensivare och oroligare brand.

Försök 5 **Taktik 2)**

Rökdykare

1. Ask

2. Tylemo

1. Sikten.

Innan insats: Bra neutralzon 1,5 m

Under insats: Nollplanet blev diffust och sjönk

2. Synintryck

Innan insats:

Under insats: Branden tog ny fart innan vi fick klartecken att släcka branden

3. RD Värmepåkänning och vattenånga:

Vi kände mer värme och vattenånga än på försök nr 3

4. Beskriv luftströmningen i lokalen: Turbulent när fläkten startade.

5. Beskriv skillnader att arbeta som rd. med dom olika taktikerna:

Andra intryck från försöket: Strul. Heptan bålet hade ej brunnit ut vid slutet av insats. Fick lyfta pallen, dra fram bålet och ställa det på golvet. Mycket vatten gick åt att försöka släcka heptanet innan vi tog bort bålet.

Försök 6 **Taktik 1)**

Rökdykare

1. Ask **2. Tylemo**

1. Sikten.

Innan insats: Bra under 1,5 m

Under insats: Sikten försämrades hela tiden

2. Synintryck

Innan insats: Nollplan 1,5

Under insats: Nådde ej fram med vattnet så långt som vi ville. Vi fick inte tillbaks lika mycket vatten som vid försök med 360 L/min.

3. RD Värmepåkänning och vattenånga:

4. Beskriv luftströmningen i lokalen: 0

5. Beskriv skillnader att arbeta som rd. med dom olika taktikerna:

Andra intryck från försöket: Vi var ej slagkraftiga mot rökgaserna och initialbranden. Drog på oss mer värme.

Försök 7 **Taktik 1)**

Rökdykare

1. Ask

2. Tylemo

1. Sikten.

Innan insats: Bra

Under insats: Sämre och sämre – framförallt vid släckning av initialbrand.

2. Synintryck

Innan insats: Samma som innan

Under insats: Uppblandning av brandgaser/ånga/friskluft ger en homogen grå-svart miljö.

3. RD Värmepåkänning och vattenånga: Kännbar

4. Beskriv luftströmningen i lokalen: 0

5. Beskriv skillnader att arbeta som rd. med dom olika taktikerna:

Andra intryck från försöket: Vattenflödet var tillräckligt men saknar längre kastlängd. Mycket dålig sikt.

Försök 8
Rökdykare
1. Ask

Taktik 1)
2. Tylemo

1. Sikten.

Innan insats: Tätare rök

Under insats: Bra sikt vid rökgaskylning, mycket dålig sikt när vi släckte initial branden.

2. Synintryck

Innan insats: Såg ej två översta lamporna

Under insats:

3. RD Värmepåkänning och vattenånga: Kännbart

4. Beskriv luftströmningen i lokalen:

5. Beskriv skillnader att arbeta som rd. med dom olika taktikerna:

Andra intryck från försöket: Sikten förbättrades ganska fort efter att frånluften gjorts (Termik?)

Försök 9
Rökdykare

Taktik 2)

1. Ask

2. Tylemo

1. Sikten.

Innan insats: Bra under 1,5 m. Man kunde se de översta lamporna.

Under insats: Blev dålig under insats när initial branden släcktes. Förbättrades ganska sent.

2. Synintryck

Innan insats: Normal

Under insats: Brandens intensitet ökar när fläkten har startats

3. RD Värmepåkänning och vattenånga: Värmestrålningen ökar markant vid väntan innan vi får göra släckning av initialbrand. Mycket vattenånga när vi släckte initialbranden.

4. Beskriv luftströmningen i lokalen: Turbulent

5. Beskriv skillnader att arbeta som rd. med dom olika taktikerna:

Andra intryck från försöket:

Försök 10
Rökdykare

Taktik 3)

1. Ask

2. Tylemo

1. Sikten.

Innan insats: Bra under 1,5 m. Rökgaserna svarta. Såg ej de två översta lamporna.

Under insats: Bra sikt

2. Synintryck

Innan insats: Mörka rökgaser

Under insats: Turbulens med gnistor

3. RD Värmepåkänning och vattenånga: Värmestrålning vid släckning av initialbrand. Per fick ånga på visiret.

4. Beskriv luftströmningen i lokalen: Turbulent

5. Beskriv skillnader att arbeta som rd. med dom olika taktikerna:

Taktik 3 ger bra arbetsförhållande men kräver större aktivitet som rökdykare.

Andra intryck från försöket: Insats blir kort

Försök 11
Rökdykare

Taktik 2)

1. Ask

2. Tylemo

1. Sikten.

Innan insats: Bra under 1,5 m. Gick att skymta de två översta lamporna

Under insats: Bra

2. Synintryck

Innan insats: Gick att skymta de två översta lamporna

Under insats: Ej så turbulent som tidigare

3. RD Värmepåkänning och vattenånga: Marginellt

4. Beskriv luftströmningen i lokalen: Bättre riktad luftflöde

5. Beskriv skillnader att arbeta som rd. med dom olika taktikerna:

Bra miljö – snabb insats

Andra intryck från försöket: Skönt med tillräckligt vattenflöde 360 L/min.

Försök 12
Rökdykare

Taktik 3)

1. Ask

2. Tylemo

1. Sikten.

Innan insats: Bra under 1,4 m

Under insats: Bra

2. Synintryck

Innan insats: Lägre nollplan. Termisk ventilerings innan start av fläkt är effektiv

Under insats: Turbulent gnistregn

3. RD Värmepåkänning och vattenånga: Beroende på var vi var placerade i lokalen.

4. Beskriv luftströmningen i lokalen: Turbulent

5. Beskriv skillnader att arbeta som rd. med dom olika taktikerna:

Andra intryck från försöket: Fläkten orsakar mer skada än nytta om varvtalet är för högt. Vi tror att man vinner som RD om termiska stigkraften får verka så länge som den orkar. Starta fläkten på RD:s kommando men på halvfart. Tror att jag använde mer vatten än tidigare. Initialbranden mer svårsläckt när den påverkas av fläkten. Fick gå tillbaks och släcka igen.

Försök 13
Rökdykare

Taktik 3)

1. Ask

2. Tylemo

1. Sikten.

Innan insats: Bra

Under insats: Dålig - dimmig

2. Synintryck

Innan insats:

Under insats: Dimmig när vatten dimman från fläkten kom

3. RD Värmepåkänning och vattenånga: Kännbar hög luftfuktighet

4. Beskriv luftströmningen i lokalen: Turbulent

5. Beskriv skillnader att arbeta som rd. med dom olika taktikerna:

Det här var inte bra

Andra intryck från försöket: Någonting fräste. Inga gnistor.

Försök 14

Taktik

Rökdykare

1. Ask

2. Tylemo

1. Sikten.

Innan insats: Nollplan 70 cm

Under insats: Nollplan sjönk till golvnivå efter att vi kylt första gången – vi gick in

2. Synintryck

Innan insats: Nollplanet sjönk

Under insats: Lugnt förlopp. Inga gnistor. Stadigt bättre sikt

3. RD Värmepåkänning och vattenånga: Normalt

4. Beskriv luftströmningen i lokalen: Ej fullt lika turbulent i början som när fläkten kördes för fullt.

5. Beskriv skillnader att arbeta som rd. med dom olika taktikerna:

Lägre varvtal på fläkten ger en mer kontrollerad och säkrare insats.

Andra intryck från försöket: Mer likt vår normala arbetsmiljö än tidigare försök.