

# BRANDVENTILATION

# **BRANDVENTILATION**

1992 års utgåva upphäver tidigare utgåvor.

Kennie Thörn

Cum

Kontaktperson vid SRV, Kjell Arne Rundgren

**1993 Statens räddningsverk, Karlstad**

**Räddningstjänstavdelningen**

**Beställningsnr U16-409/93**

Detta kompendium är en omarbetning av ett tidigare kompendium av Swen Krook "Tillämpad brandventilation och släckteknik, utbildningsdokument för brandingenjörer". Omarbetningen har skett av Räddningsverkets enhet för brandsläckning vintern 92-93.

Kompendiet behandlar kortfattat några av de viktigaste faktorerna och motåtgärderna i samband med brandgasspridning och brandventilation. Inledningsvis beskrivs kortfattat brandförloppet, för att få en bättre bild av brandförlopp hänvisas till annan litteratur i ämnet. Delen om brandförlopp har anpassats efter internationell brandteknisk nomenklatur.

Avsikten med kompendiet är att försöka exemplifiera hur insatstekniken kan genomföras samt när man kan använda sig av ventilation.

Kompendiet är ingen fullständig redovisning av ventilationsmetoder eller av teori kring brandgas- och värmespridning. Det är närmast tänkt som en inledning till ämnet och en bas att bygga vidare på.

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1.Brandförlopp</b>	<b>5</b>
1.1.Det tidiga brandförloppet	5
1.2.Övertändningen	6
1.3.Den fullt utvecklade branden	6
1.4.Avsvälningen	7
<b>2.Brandgasspridning</b>	<b>8</b>
2.1.Vertikal spridning	8
2.2.Horisontell spridning	10
<b>3.Brandventilation</b>	<b>11</b>
3.1.Tilluft	11
3.2.Vindtryck	11
3.3.Vertikal brandventilation	13
3.3.1.Insatsteknik	13
3.3.2.Säkerhet	14
3.3.3. Tvärsnittsventilation	15
3.4.Horisontell brandventilation	16
3.4.1.Insatsteknik	16
3.5.Mekanisk brandventilation	16
3.6.Att ventilera eller ej?	19
<b>4.Att förebygga brandgasspridning</b>	<b>20</b>

# 1.BRANDFÖRLOPP

Brandförloppet vid en rumsbrand kan delas in i tre olika delar. Dessa är det tidiga brandförloppet, den fullt utvecklade branden samt slutligen avsvältningsperioden då tillgängligt bränsle förbränts och temperaturen sjunker. Övergången mellan det tidiga brandförloppet och den fullt utvecklade branden är det som benämns övertändningen.

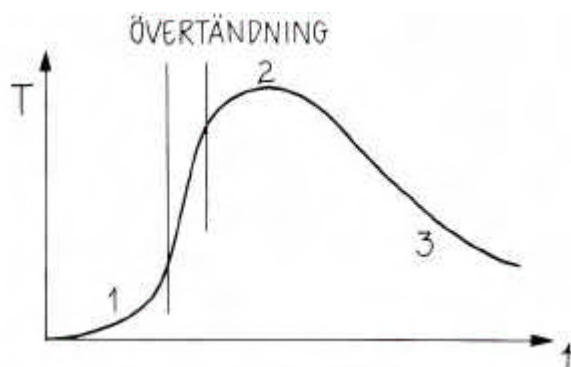


Fig 1. Brandförloppet uttryckt som temperaturen,  $T$ , i rummet. 1 är det tidiga brandförloppet, 2 den fullt utvecklade rumsbranden och 3 avsvältningen.

## 1.1 Det tidiga brandförloppet

Förloppet varierar beroende på bl a omgivande konstruktioner, rumsstorlek och utseende på rummet t ex takhöjd, hur mycket och vilken typ av brännbart material som finns närvarande samt lufttillträde. Brandgaserna som sprider sig efter antändning innehåller varierande mängd oförbrända pyrolysgaser och ett ytterligare tillskott kan skapas om omgivande väggar är av brännbart material. Placeringen av branden i brandrummet kommer även den att påverka brandförloppet. En brand som ligger intill en vägg eller i ett hörn kommer att ge en högre temperatur i brandplym och brandgaslager är en fritt placerad brand. Detta eftersom inflöde av kall luft i plymen begränsas. Denna brand kommer också att producera längre flammor, även detta sker på grund av att luftinflödet i plymen begränsas samt att väggmaterial kan ge ett ytterligare tillskott av brännbara gaser.

Brandgaserna kommer, på grund av att de är uppvärmda, att samlas i taknivå och bygga upp ett gaslager, i början av brandförloppet kommer det normalt att ske en tryckökning i hela brandrummet, se fig 2 bild 1 och 2. Denna tryckökning beror på att branden producerar värme. Den uppvärmda luften kommer i sin tur att kräva större volym än den uppvärmda luften, dvs volymsökningen leder till tryckökningen.

Så småningom kommer utflödet av luft på grund av tryckökningen att övergå till ett inflöde i de nedre delarna av rummet. Detta resulterar i att det på en viss höjd bildas ett plan där trycket är lika med omgivningens tryck, det sk nollplanet se fig 2 bild 3. Nollplanet motsvaras inte exakt av den nivå som rökgaslagret ligger på men kan med tillräckligt god noggrannhet för en insats bedömas ligga där.

Flammor som når taket kommer att breda ut sig under detta och ge en större flamyta. Flamytan kommer tillsammans med de varma brandgaser som också samlats i taknivå att bidra till brandspridningen. Denna brandspridning sker dels genom direkt kontakt med brännbart material i taket och dels genom uppvärmning p g a strålning.

## 1.2 Övertändningen

Övertändningen är den del av brandförloppet där det tidiga brandförloppet övergår till den fullt utvecklade branden. För att det skall kunna ske en övertändning krävs dels att det finns tillräckligt med bränsle och dels att branden utvecklar en viss mängd värme i förhållande till rumsvolymen, ventilationsytor samt det material som finns i omgivande ytor, dvs väggar tak och golv. Med tillräckligt med bränsle så menas inte en viss mängd brandbelastning, brandbelastningen är främst ett mått på hur pass långlivad en brand blir. Tillräckligt med bränsle syftar till att bränslet som finns måste kunna avge tillräckligt mycket pyrolysgaser, alltså i de flesta fall att det finns stora exponerade ytor av bränslet eller att bränslet förångas lätt.

I större rumsvolymer är det inte säkert att det sker en övertändning. Övertändningen är beroende på att värmen som samlas i rummet är tillräcklig för att höja temperaturen i brandgaslagret till ca 500-600°C eller att brandgaslagret kan avge en strålning mot golvet som är ca 20 kW/m<sup>2</sup>.

De brandgaser som brandplymen pumpar upp i brandgaslagret har en stor del oförbrända gaser. Antändning av dessa kan ske då den undre brännbarhetsgränsen uppnåts. Antänds brandgaserna sker detta normalt från flamfronten och brandgaskudden antänds successivt. Värmen i brandgaserna kan även antända annat material som befinner sig i eller under gaslagret. Förloppet sker oftast relativt snabbt och strålningen som gaslagret utvecklar kan leda till ytterligare antändningar.

Ett tecken som tyder på att det i brandrummet råder förhållande som motsvarar förhållandena efter en övertändning är att det är lågor utanför ett fönster. Det som sker är att brandgas som har en temperatur på ca 500 till 600°C antänds då de får ett extra syre tillskott från luften, dvs gasblandningen är för fet inne i rummet.

## 1.3 Den fullt utvecklade branden

Beroende på lufttillförseln kan branden uppträda på två olika sätt. Den blir antingen underventilerad eller välventilerad. I den underventilerade branden bestäms brandens storlek av lufttillförseln och följaktligen blir det bränslemängden som bestämmer brandens storlek i den välventilerade branden. Om flammorna släcks ut p g a syrebrist och det enbart bildas mer pyrolysgaser kan dessa precis som i det tidiga brandförloppet komma att samlas i ett övre varmt lager, i samband med att temperaturen ökar kan t ex fönster sprängas varvid brandgasen direkt tändes då den kommer i kontakt med luftens syre. Antändningen sker p g a att temperaturen kan ligga långt över brandgasernas termiska tändpunkt. Den termiska tändpunkten är den temperatur då ett ämne antänds spontant i luft utan någon pilotlåg. För brandgaser ligger den termiska tändpunkten i intervallet 400 till 600 °C.

Har inte gaserna uppnått tändpunkten och lufttillträde sker plötsligt strömmar stora mängder brandgas ut genom öppningen. Beroende på nollplanets höjd strömmar luft in i brandrummet vilket kan medföra att glödbränder lokalt flamar upp. Finns brännbar gasblandning i anslutning till flamman eller annan tändkälla kan en antändning av brandgaslagret ske.

Om det görs fler eller större öppningar för en ventilationskontrollerad brand kommer denna att växa i storlek och intensitet eftersom det finns ett överskott av brännbart material i brandrummet.

## 1.4 Avsvälningen

När allt tillgängligt bränsle börjar bli förbrukat övergår branden i den så kallade avsvältningsperioden. Branden falnar och den värme som finns upplagrad i rummet avges till omgivning.

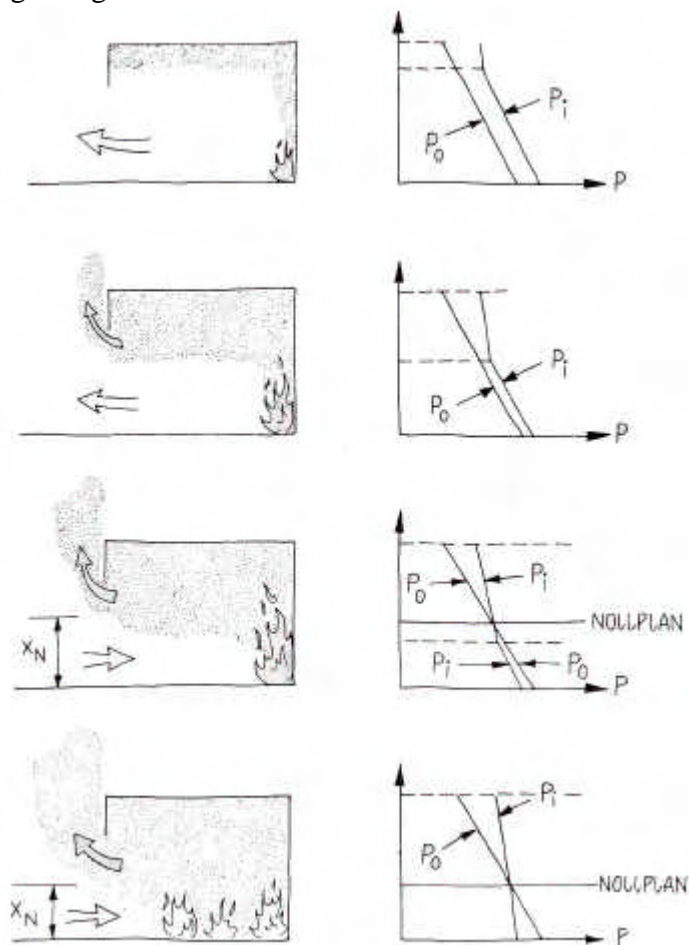


Fig 2. Fyra olika tryckförhållande som kan uppstå i brandförloppet från den fullt utvecklade branden,  $P_0$  är omgivningens tryck och  $P_i$  trycket i brandrummet. Bild 1 och 2 visar uppbyggnaden av ett brandgaslager, bild 3 visar hur ett jämviktsläge har bildats och bild 4 en möjlig situation efter överväldning.

## 2. BRANDGASSPRIDNING

Brandgasspridning är en viktig faktor som påverkar brandförloppet och hotbilden vid en insats.

Brandgaserna kan bli minska den fria sikten och bestå av giftiga gaser vilket kan innebära svårigheter vid utrymning. Produktionen av brandgaser,

tex gasernas mängd, koncentration, giftighet och energiinnehåll, bestäms av materialet som brinner och brandförloppet. Tryckförhållanden som också skapas av branden påverkar brandgasspridning in i angränsande lokaler.

Om man får en spridning av brandgaser till andra rum i en byggnad kan det leda till en uppbyggnad av ett brandgaslager eller rökfylldhet även i de rummen. Hur brandgaserna beter sig i de rum dit den sprids beror på hur mycket brandgaser som sprids och hur pass uppblandad med luft den är, men även omgivande ytors (tak och väggar) kylning av gasen.

### 2.1. Vertikal spridning

Vertikal spridning uppstår på grund av den naturliga stigningskraften som brandgaserna har. Stigningskraften beror på att gaserna är uppvärmda, den högre temperaturen ger gaserna en lägre densitet än omgivande luft. Vid 20°C (ca 300 K) har luft en densitet på ca 1.2 kg/m<sup>3</sup>, om man höjer den absoluta temperaturen till det dubbla, 320°C (ca 600 K), så sjunker densiteten till 0.6 kg/m<sup>3</sup>.

I ett brandrum resulterar detta i tryckskillnader mellan golv och taknivå. Denna tryckskillnad ligger ofta omkring 5-10 Pascal per meter rumshöjd.

Ovanför en brand bildas en plym av förbrända och oförbrända gaser. I en plym av brandgaser sker hela tiden en inblandning av omgivande luft, detta gör att temperaturen i plymen och hastighet på stigningen kommer att minska ju längre bort från branden man kommer.

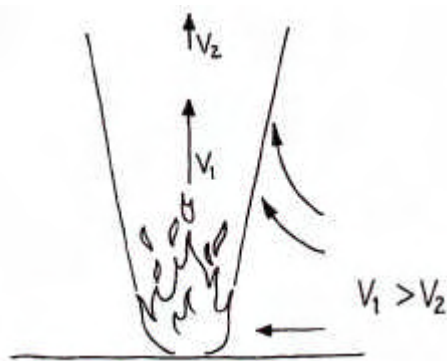


Fig3. Brandplym.

Effekter av hur temperaturen i plymen påverkar brandgasernas förmåga att stiga kan studeras i lokaler med hög höjd tex i överbyggda gårdar. Där det är fullt möjligt att brandgaserna inte har tillräcklig stigningskraft för att nå upp till taknivå i dessa höga lokaler kan det mycket väl vara en liten brand som



skapar den värsta brandgasspridningen. Detta eftersom en liten brand inte ger samma stigningskraft åt brandgaserna som en större brand hade gjort. Brandgaserna från den lilla branden kan mycket väl bilda ett gaslager en bit under taknivå. Gaslagret kan bli svårt att ventileras bort. Orsaken är bl a att det normalt kan vara varmare i taknivå redan innan branden. Med en plymtemperatur som minskar ju längre upp man kommer så kan situation bli sådan att omgivande luft har samma temperatur som plymen. Följden blir då att plymen slutar att stiga och breder ut sig på den nivån den är.

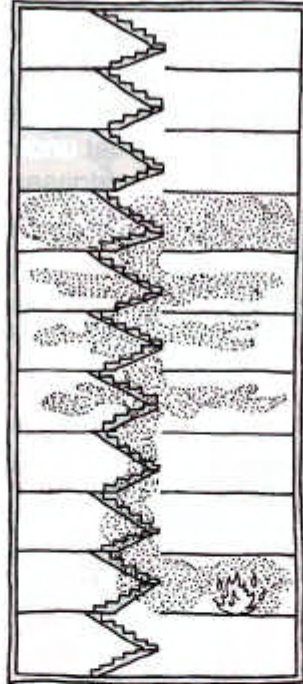


Fig 4. Brandgasen kyls under transportvägen. Horisontell spridning i våningsplan.

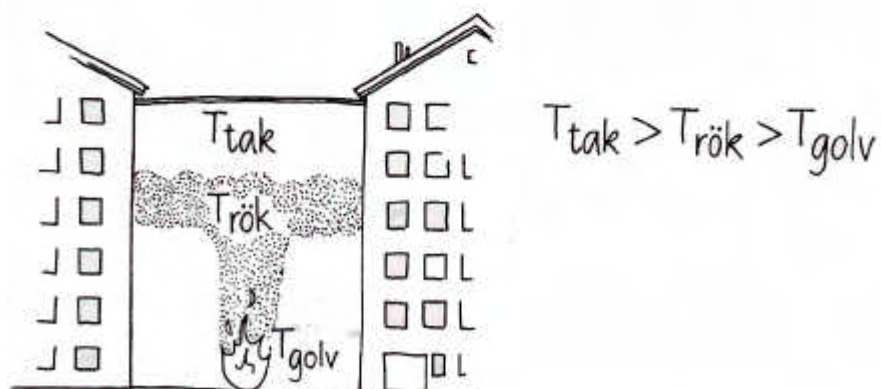


Fig 5. Skiktning av rök i hög byggnad.

## 2.2. Horisontell spridning

Horisontell spridning av brandgaser kan ske när plymen är hindrad att stiga uppåt eller om temperaturen har sjunkit till samma som omgivande luft.

När spridning av varma brandgaser sker i en vidsträckt lokal eller korridor kommer gaslagret att kylas av relativt snabbt på grund av de stora takytorna. Kontakten mellan brandgaserna och tak/väggar innebär att värme leds över från den varma gasen till byggnadsmaterialet. Hur mycket värme som leds över beror på vad det är för material i tak och väggar, tunga material som betong och tegel kommer att kyla ner gaserna mer än lättare och mer isolerande material som isolerade trä och stålkonstruktioner.

På grund av avkylningen kommer brandgaserna att börja sjunka och gashastigheten att minska, detta gör att gaslagrets djup kommer att öka. Följden blir att brandgaserna normalt inte kommer att skapa något väldefinierat nollplan, på tillräckligt avstånd från branden kommer de istället att fördelas i hela lokalens volym. Om branden får sin tilluft från det undre kalla gaslagret så kommer tilluften att dra med sig avkylda brandgaser tillbaka mot branden. Speciellt i långa korridorer där det finns begränsade ytor för brandgaserna att breda ut sig på syns effekterna av detta.

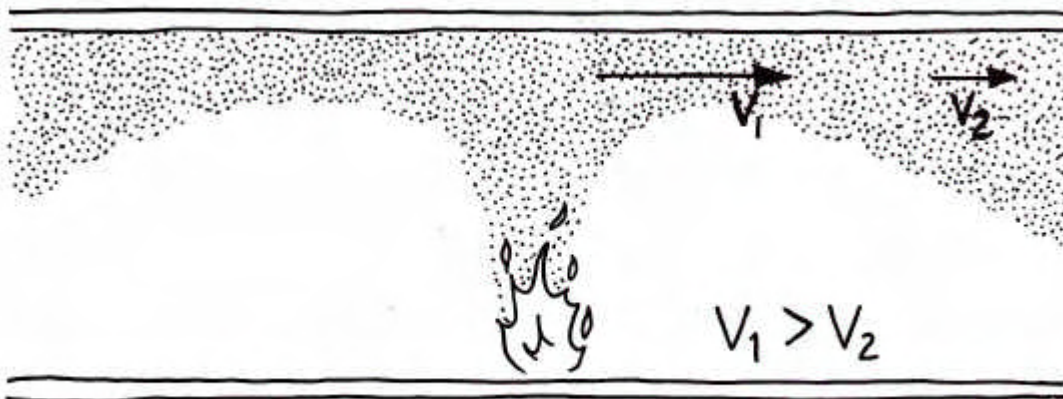


Fig 6. Principiellt utseende på horisontell spridning i en låg vidsträckt lokal.

### 3. BRANDVENTILATION

Principen för brandventilation är att utgående från bedömning av hur mycket brandgaser som tillförs brandgaslagret avgöra hur stort ventilationsbehovet är. För att göra någon nytta skall ventilationen släppa ut mer än vad som tillförs gaslagret. Hur mycket brandgaser som bildas är beroende av utvecklad värmeenergi samt vilket material som brinner. En ventilation som görs under det tidiga brandförloppet kan förhindra att tillräckligt med värme och brandgaser samlas för att brandgaserna skall antändas, medan en ventilation som görs när det finns brännbara brandgaser och tillräcklig med värme kan komma att förvärra situationen.

#### 3.1. Tilluft

Tilluft är en förutsättning för en fungerande brandventilation. **Generellt kan behovet av tilluftsöppningar antas motsvara 1-1.5 ggr ytan på frånluftsöppningarna** beroende på bl a brandgastemperatur. Denna yta på tilluftsöppning måste alltid finnas vid all brandventilation där man utnyttjar sig av brandgasernas naturliga stigrkraft.

Effektivaste tilluften fås om samtliga tilluftöppningar befinner sig under brandgaslagret. Ett luftflöde kan då skapas från tilluftsöppning via brandplymen upp i brandgaslager och ut via frånluftsöppningarna.

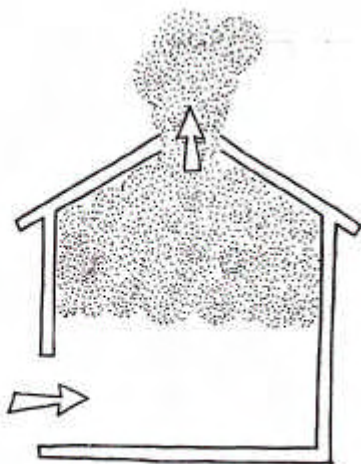


Fig 7. Principiell utförande av ventilation och tilluft.

#### 3.2. Vindtryck

Vindens påverkan på vägg- och takytor är viktig att utnyttja i samband med brandventilation. Vinden kan bl a skapa tryckökningar i en byggnad. Om man känner till eller kan uppskatta vindens hastighet, kan man överslagsmässigt beräkna det tryck som den kommer att åstadkomma mot väggytor. Vindens tryck, mätt i Pascal [Pa], motsvarar ungefär vindens hastighet [v], mätt i meter per sekund [m/s], i kvadrat [v<sup>2</sup>].

Väggytor utsattes för övertryck på vindsidan och för undertryck på parallell sidan resp läsidan. Undertrycket kan uppskattas som 50% av trycket på vindsidan.

Taktytor utsätts för ett tryck som är beroende av takvinkel. Vid takvinklar över 30 grader skapas ett övertryck på vindsidan och ett undertryck på läsidan. Både övertrycket och undertrycket är störst vid takfoten och minskar successivt upp till taknocken. Vid takvinklar mellan 30 och 45 grader så blir det om ett undertryck närmast nocken även på vindsidan. Vid takvinklar under 30 grader utsätts hela taket för undertryck.

Plana tak utsätts bara för undertryck längs hela taket. Undertryck är störst på vindsidan. Även snedtak utsätts för ett undertryck om vinden kommer parallellt med taknocken, detta sker oavsett takvinkel.

Om man kombinerar vindens tryck med brandgasernas stigitkraft så faller det sig naturligt att tilluftöppningar skall skapas i underkant på vindsidan och frånluft i ovkant på läsidan.

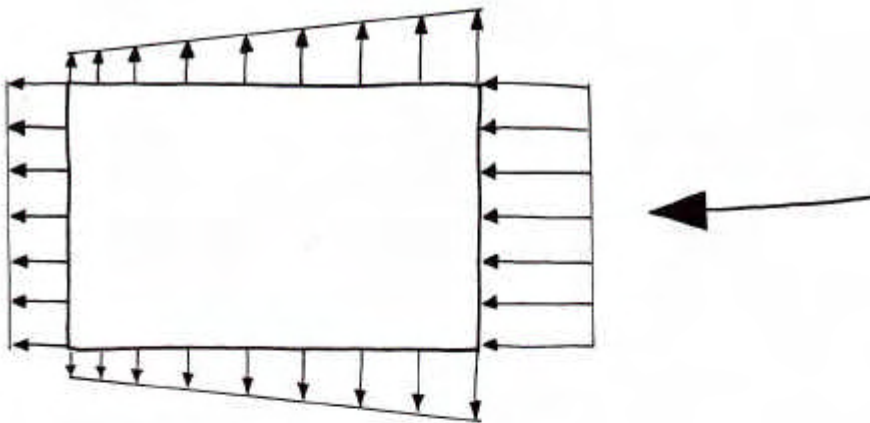


Fig 8. Fördelning av vindtryck på ytterväggar

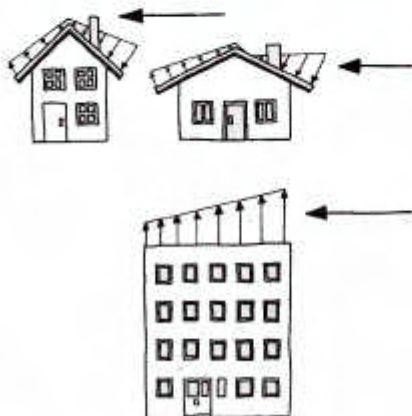


Fig 9. Fördelning av vindtryck på tak

### 3.3. Vertikal brandventilation

Vertikal brandventilation kan användas i de fall då brandgasen är varm och en tryckskillnad råder i lokalen. Vid vertikal brandventilation utnyttjas de varma gasernas naturliga stigningskraft och ett eventuellt vindtryck på byggnaden.

Även under normala förhållanden råder tryckskillnader i byggnader, dessa tryckskillnader medverkar också till brandgaspridningen vid en brand. Tryckskillnaderna är beroende av temperaturskillnader mellan ute- och inneluft, mekaniska ventilationssystem och vindkrafter.

Nollplanets läge är beroende av tryckfördelningen inne i och utanför brandrummet och påverkas av på vilket sätt frånlufts- respektive tilluftsventilation utförs vid en insats och var naturliga ventilationsöppningar finns.

Förhållandet mellan ventilationsarean i ovan- respektive nedre del påverkar utflödet och det är viktigt att bedöma om naturliga tilluftsöppningar måste förstärkas med t ex mekanisk tilluft.

#### 3.3.1. Insatsteknik

Brandventilation skapas i bästa fall genom att befintliga brandventilatorer i eller vid tak öppnar i ett tidigt skede. En kontroll av dessa brandventilatorer är därför viktig för att klargöra hur många och vilka luckor som har öppnat. Med hjälp av att se var ventilatorerna har öppnat kan man även få en uppfattning var det finns brandgaser samlade.

Om det inte finns fast brandventilation kan befintliga öppningar som takfönster, takluckor och schaktöppningar utnyttjas för att snabbt kunna ventileras.

Finns inga naturliga öppningar som kan utnyttjas för ventilation måste vertikal ventilation utföras genom håtagning. För att undvika att man får nedslag av frisk luft utifrån, dvs brandgaserna trycks neråt/inåt i lokalen, eller att det bara blir friskt luft från det nedre kalla gaslagret som ventileras ut bör inte öppningar vara för stora. Praktiskt sett vid håtagningar eftersträvas öppningar mellan 2-4 m<sup>2</sup> för att få bästa effekt. Håtagningar mindre än ca 1 m<sup>2</sup> är oftast inte tillräckligt effektiva för att klara av att ventileras ut tillräckligt med brandgaser.

Följande faktorer är bl a viktiga att ta hänsyn till:

- brandens omfattning och spridning,
- takkonstruktion,
- vindkrafter,
- tillgänglighet,
- säkerhet.

Målet med ventilationen avgör hur den utförs. Målet kan t ex vara att säkerställa utrymning, att förhindra övertändning, att påverka brandförloppet i en viss riktning, att underlätta av rökdykarinsats, att förhindra brandgasspridning till en annan lokal eller för att underlätta restvärdesräddningen.

När en ventilationsinsats utförs måste man också göra olika kostnads- och praktiska överväganden, att kapa t ex en takstol kan göra återuppbyggnaden dyrare samtidigt som man minskar takets bärlast. Normalt är utrymmet mellan takstolarna tillräckligt stort för att fungera bra som ventilationsyta.

Tekniken för håtagning beror i huvudsak på tillgängligheten och takkonstruktionen. Håtagning skall i så stor utsträckning som möjligt ske från

hävarkorg eller stege, så att man dels är säkrad mot fall och dels har en bättre arbetsplattform.

Håtagning görs enklast i trätak. Trätak är normalt uppbyggda med träpanel ovanpå takstolen, denna är i sin tur klädd med papp. Ytterst finns sedan antingen papp, plåt eller takpannor av tegel eller betong. Motorkap är bland de effektivare och säkrare verktygen. Pappskikten kan ge problem då papp och tjära häftar fast vid kapskivan. En metod under utarbetning är sprängning av håll, där man har gjort en enkel ram som förses med en spränglist. Ramen ger håll mellan 0.4 och 2 m<sup>2</sup> i storlek. Metoden kommer att fodra särskild utbildningen av personalen. Lättbetongtak och liknande är svårare att tränga igenom. Kapmaskin med särskild skiva kan användas, men även sticksåg eller tryckluftverktyg kan fungera.

Innan insatsen påbörjas är det mycket viktigt att klargöra vilka eventuella faktorer som kan påverka insatsen i fel riktning. Exempel på sådana är en kraftigt underventilerad brand som kan bli för stor för tillgängliga släckresurser vid ventilation, felaktig placering av ventilation så att flamfront/brandgasström går åt fel håll, felaktig placering av ventilation så att gaserna antänds vid håtagning, genombränning av taket på annan plats än där ventilationen är. Störst krav på ventilationens utförande föreligger då målet är att skapa möjlighet för rökdykare att genomföra sökning och livräddning.

Felaktig släckteknik kan även kyla brandgaserna så att stigkraften sätts ur spel och ventilationseffekten spolieras. T ex kan man hindra brandgaserna att ventileras ut genom att rikta strålrör ner genom ventilationsöppning. Kylning av brandgaser vid sprinklerutlösning uppvisar liknande problematik.

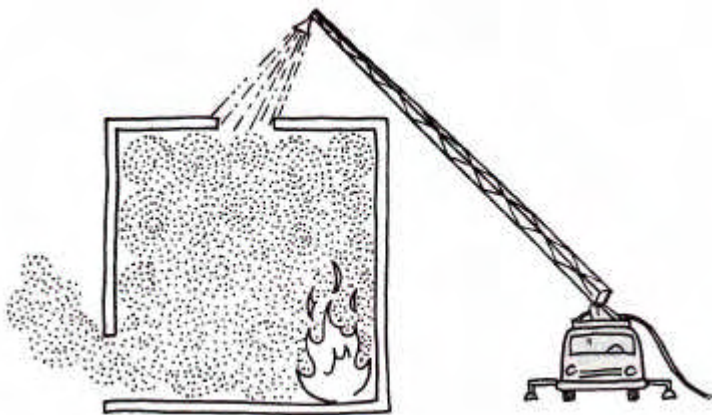


Fig 10. Felaktig släckteknik i samband med ventilation, brandgaserna kyls och får ingen möjlighet att ta sig ur i toppen av byggnad.

### 3.3.2. Säkerhet

Vid arbete med håtagning är det viktigt att vissa grundläggande regler följs:

- håtagning skall samordnas med invändig insats,
- tak får inte beträdas utan att säkring mot fall görs i stege/hävarkorg eller dylikt,
- redskap som används på tak säkras mot fall,
- lätta takkonstruktioner, t ex isolerade plåttak, som är eller kan antagas vara brandpåverkade får inte beträdas,

- andningsskydd skall finnas direkt tillgängligt, vid arbeten i rök eller där man riskerar att hamna i röken skall andningsskydd vara påtagna,
- på stora tak som beträds ordnas reträttväg eller alternativ väg ner om man skulle bli avskuren från den väg man kom upp,
- minsta möjliga antal personer tillåts beträda tak, på taket skall inte finnas mer folk än vad som är nödvändigt för att utföra arbetet, övriga går ner så fort de är överflödiga,
- motorkedjesåg bör inte användas på lutande tak, p g a att man inte kan bortse för risken för kast med sågen om man träffar en spikplåt, spik e dyl.

### 3.3.3. Tvärsnittventilation

Vid brand på stora vindar, i dolda utrymmen eller kryputrymmen kan en ventilationsteknik med målsättning att kombinera en begränsninglinje med brandventilation utnyttjas.

Genom att på lämpligt plats göra ett tvärsnitt i takkonstruktionen, skapas en stor taköppning som dels kommer att ventilerat utrymmet och dels kan komma att dra flamfronten i denna riktning. Det är viktigt att det går över hela taket, från fasad till fasad. Snittet måste vara minst 0.5 meter för att göra någon nytta, om snittet görs ännu bredare, 1 till 2 meter, kommer risken för att branden tar sig förbi att bli ännu mindre. När brandgaser och flamfront kommer fram till snittet kommer de att vika av uppåt och ventileras ut istället för att man får en spridning och ansamling av brandgaser i hela utrymmet.

Snittet måste hela tiden bevakas så att lågor och brandgaser inte tar sig förbi det. Vatten skall finnas på plats så att den friska sidan kan skyddas och lågor kan släckas ut.

Metoden kommer att fungera bäst om håltagningen sker på vindsidan om branden. På så sätt utnyttjar man vinden för att få bort brandgaser och lågor från den friska sidan och minskar därmed risken för takbrand.

Riktlinjer vid snittventilation:

- noggrann planering av håltagningen,
- håltagning på säkert avstånd från flamfront,
- håltagning måste vara klar innan flamfront når fram till håll,
- minst 0,5 m brett snitt i yttertak mellan fasader, gärna bredare,
- vatten i beredskap för gnistregn/takbrand,
- ingen släckning ner genom håll.

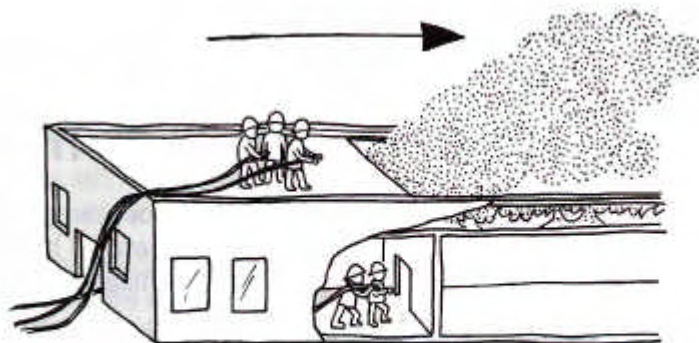


Fig 11. Tvärsnitts-ventilation. På taket och i rummen under utrymmet måste bevakning ske så att inte branden tar sig förbi.

### 3.4. Horisontell brandventilation

En byggnads konstruktion eller ett brandrums belägenhet kan vara på sådant sätt att vertikal ventilation ej kan genomföras. Exempel är brand i lägre delar av en industribyggnad eller flerbostadshus, undertakskonstruktioner med flera dolda utrymmen eller en takkonstruktion som ej kan nå på säkert sätt. Horisontell brandventilation skapar normalt ingen brandgasström uppåt i en byggnad utan kan istället skapa en strömning i angrepps- och utrymningsvägar.

#### 3.4.1. Insatsteknik

Målsättningen är att som vid vertikal ventilation utnyttja befintliga öppningar i största möjliga utsträckning. Högt placerade fönster på läsidan utnyttjas för bortventilation och lågt placerade öppningar, exv dörrar, på vindsidan används för tilluft, på så sätt utnyttjas man den skiktning som finns i brandrummet med ett övre varmt brandgaslager och ett nedre kallt och de tryckskillnader som råder mellan dessa. Man får även hjälp av det tryck som branden skapar. Tilluften med hjälp av vinden fyller på i det undre lagret och trycker ut gaserna i det övre.

Fönster som ej kan öppnas kan behöva slås sönder, om så görs är det viktigt att hela rutan avlägsnas. Sådan hålltagning skall ske med största försiktighet dels med tanke på eventuell antändning och dels med tanke på glassplitter. Man skall t ex inte stå mitt för rutan utan arbeta från sidan så att man står i skydd av väggen. Förekommer säkerhetsglas kan en särskild teknik vara nödvändig. Härdat glas kan krossas med t ex slägga och plockas ur ramen, pansarglas kan med svårighet forceras med cirkelsåg eller ge-

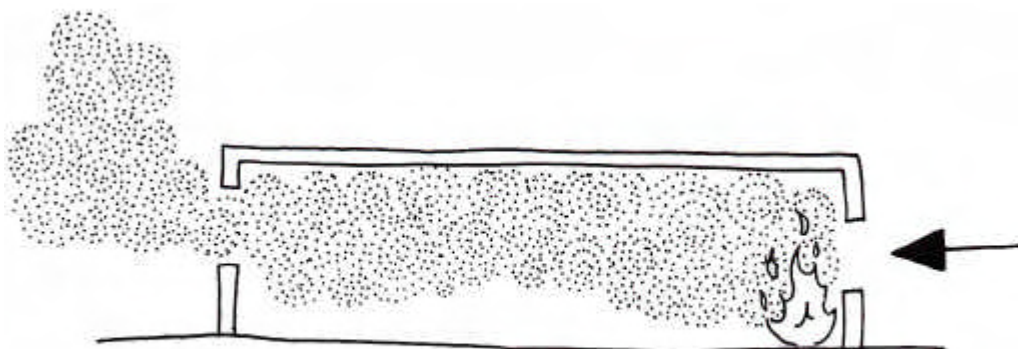


Fig 12. Utnyttjande av vinden för ventilation.

### 3.5. Mekanisk brandventilation

Mekanisk ventilation kan behöva tillgripas då erforderliga öppningar ej kan åstadkommas eller då termiska krafter ej förmår att evakuera all brandgas. Behovet kan föreligga både vid vertikal och horisontell ventilation. Som rutin bör mekanisk ventilation med brandgasfläkt alltid övervägas vid insatser. Möjligheten att i ett mycket tidigt skede sätta in en fläkt med hög kapacitet innebär oftast underlättat och snabbare angrepp. Man kan även få styrd brandgasspridning med mindre spridningsrisk och effektivare ventilation



av mörka lokaler. En annan fördel med fläktventilation är också att gasströmmen på tilluft- eller frånluftsidan kan ledas i slangar och ej påverka ren miljö. Man får dock inte bortse från riskerna vid felaktig användning, dvs påverkan på flamfronten, okontrollerbar ökning av brandförloppet, okontrollerbar spridning av brandgaserna.

Brandgasfläktar har normalt en kapacitet mellan 130-250 m<sup>3</sup>/min. Fläktarna är normalt ej explosionsskyddade eller isolerade mot temperaturer över 200-300°C vilket påverkar användningssättet. Vattendrivna turbinfläktar (lättskumaggregat) kan däremot användas i sådana situationer.

Även vid användning av fläkt bör man utnyttja sig av de termiska krafter, vindkrafter mm som finns.

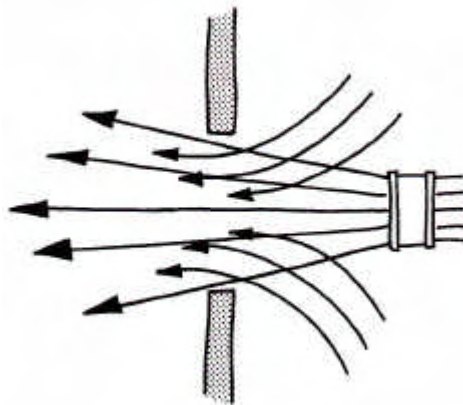


Fig 13. Utnyttjande av ejektorverkan.

Normalt används sugande fläkt (undertryck) då det anses lättare att åstadkomma naturliga tilluftsöppningar. Fläktens ejektoreffekt kan utnyttjas genom placering en bit in i lokalen, ca 1,5 ggr öppningsbredden. Högsta möjliga placering eftersträvas eftersom de varma brandgaserna oftast är i taknivå

Vid långa inträngningsvägar t ex i källarlokaler kan det vara nödvändigt att placera fläkt långt in i lokalen. Då används plastslang på fläktens övertrycks-sida för att leda ut gasen. På motsvarande sätt kan armerad sugslang kopplad till undertryckssidan användas i vissa situationer. Samköming av fläktar kan ske både på tryck- och sugside resp kombinerat.

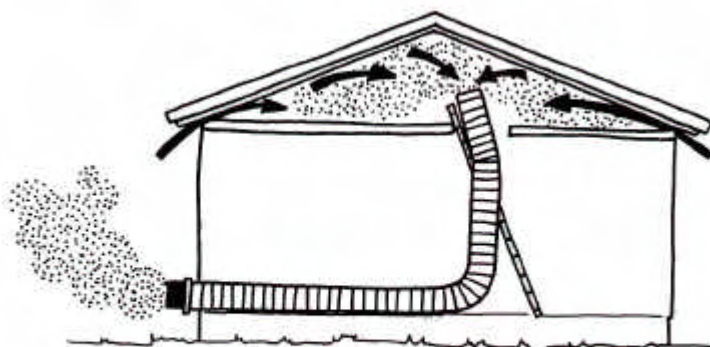


Fig 14. Exempel utnyttjande sugande fläkt

Tryckande fläkt kan användas för att ventilera genom att skapa ett övertryck i brandrummet. Detta är en teknik som har fått stor uppmärksamhet utomlands den senaste åren. Tekniken går ut på att med en fläkt med hög kapacitet, mer än 250 m<sup>3</sup>/min enligt de flesta användarna, placeras så att luftkonen täcker det som blir tilluftöppning. I andra sidan av lokalen görs en öppning motsvarande 0.5 till 1 gånger tilluftöppningen. Det är viktigt att inte frånluft öppningen blir för stor eftersom tryckökningen då inte blir tillräcklig.

Om fläkten placeras för nära öppningen kommer det inte att skapas något övertryck i lokalen, mycket av den luft som blåses in kommer att göra "helt om" precis innanför öppningen och komma ut igen. Om fläkten placeras för långt från öppningen blir det inte tillräckligt med luft som når in i byggnaden och därmed ökar trycket. Metoden kräver att man känner till hur luftkonen som skapas av fläkten ser ut.

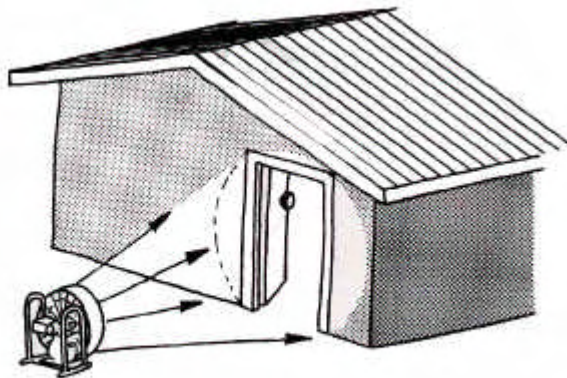


Fig 15. Övertrycksventilation, placering av fläkt.

Fläktar kan även användas i släckningssammanhang för att nå in i ett brandrum med släckstrålen. Tilluften till brandrummet förstärks med fläkt och en eller flera dimstrålar läggs i luftflödet. Särskilda fläktar med dimstrålrör monterade finns för ändamålet. Hur pass stor effekt man får av detta kan diskuteras eftersom det i huvudsak blir de minsta dropparna som dras med i luftflödet. En droppe med en diameter på 0.3 mm har en fallhastighet på ca 1 m/s vilket gör att endast droppar som är mindre än dessa som kommer att nå fram till branden och dessa kan normalt inte alstras i tillräcklig omfattning i de strålrör som används.

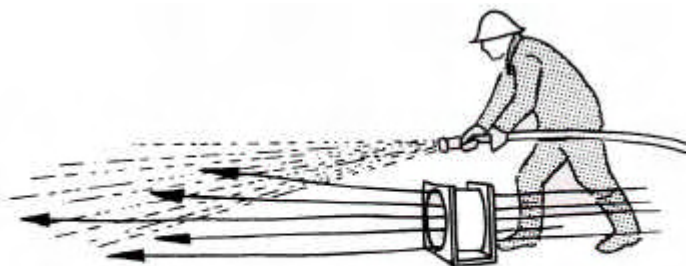


Fig 16. Exempel kombination tryckande fläkt och dimstråle

### 3.6. Att ventilera eller ej?

För att kunna göra en lyckad ventilationsinsats krävs att befälet har gjort en riktig bedömning av det brandförlopp som pågår. Att vid t ex en ventilationskontrollerad brand öppna upp ventilationsytor kan få stora konsekvenser. Orsaken är att om man ger möjlighet för branden att andas kommer den att öka i intensitet. Detta kan ske mycket snabbt om branden har pågått en stund och har hunnit värma upp annat brännbart material. En intensivare brand kommer att kräva större mängder släckmedel.

Ventilationsinsatsen får inte göra så att övriga resurser hamnar i ett underläge jämfört med branden.

Målet med ventilationen styr teknik och genomförande. Detta tar sin utgångspunkt i insatsens taktiska grundinriktning.

Kritiska faktorer som kan påverka utförande och beslut är:

- liv i fara p g a brandgasspridning,
- brandens omfattning och produktion av brandgas,
- brandgasens koncentration och temperatur,
- vertikala och horisontella öppningar (ventilatorer mm),
- tillgängligheten.

Ofta kan en snabbt insatt ventilation underlätta förhållandena för en rökdykargrupp vid sökning, men det är som tidigare nämnts viktigt att ta hänsyn till ventilationens negativa aspekter.

En särskild risk utgör dolda utrymmen, t ex undertak. Varma brandgaser kan ligga kvar i stora volymer och antändas i ett mycket sent skede, t ex vid genomförande av ventilation. Detta inträffade troligtvis vid fryshusbranden i Karlskrona 1984 då en brandmän omkom och en skadades.

Genom att studera tryckförhållanden och brandgasens spridning och utseende kan man skapa sig en bild av om och hur ventilation skall sättas in på optimalt sätt.

## 4. ATT FÖREBYGGA BRANDGASSPRIDNING

Om brandgaser får lov att sprida sig till andra delar av byggnaden kan detta, förutom nedsmutsningen, leda till antändning av brännbart material eller en brandgasexplosion. Det senare skedde i mitten av 80-talet vid en brand i ett byggvaruhus i Täby. En explosion blir framförallt möjlig om brandgaser med stor mängd av oförbrända produkter och högt energiinnehåll sprids på ett sådant sätt att en stor mängd luft kan blandas in. Luft får bli en möjlighet att bli inblandad där brandgasströmmen vänder, t ex en korridor som mynnar i en större och högre lokal. Med en väl omblandad gasblandning behövs bara att en liten sticklåga, gnistor från kapmaskin eller dyl kommer i kontakt med gasblandningen för att antända den.

Med kunskaper om spridnings sätt, tryckförhållanden och byggnadens inverkan på brandgaserna kan spridningen styras och förebyggas. Primärt skall brandgasspridning till utrymningsvägar förhindras. Detta kan göras genom att i första hand välja angreppsvägar på lämpligt sätt samt att tryckavlasta brandrummet.

Metoder för att säkra icke smittade lokaler är t ex:

- vertikal håltagning i brandrum invid osmittad lokal,
- vertikal brandventilation (frånluft+tilluft) av smittad lokal,
- vertikal brandventilation av osmittad lokal kombination med övertryck,
- övertryck i osmittad lokal,
- lättskumsfyllning.

I stora lokaler är det effektivaste sättet att ventileras kombinerat med tryckökning. Tryckande fläkt används och frånluftsöppning görs mindre än tilluftsöppning. Tryckökningen kommer förutom att trycka ut brandgaserna också hjälpa till med att hindra nya brandgaser från att ta sig in i lokalen.

Enbart övertryck kan tillämpas i t ex trapphus. Vid övertrycksventilation får det inte vara läckage ut från brandrummet vid den öppning där fläkten är placerad. Antingen får öppningen runt fläkten sättas igen med ex en adapter eller så får man ha en fläkt som placeras utanför öppningen så att luftkonen täcker hela öppningen, se bild 15. En brandgasfläkt kan skapa ett övertryck upp till ca 400 Pa. Här trycks eventuella brandgaser tillbaka in i brandrummet/lägenheten.

Även vindkraften kan nyttjas för övertrycksmetoden, i gynnsamma fall kan det skapas ett större tryck av vinden än det som är i brandrummet.

Samtliga metoder kombineras med bevakning och säkring för eventuellt omfall (genombränning, ras, explosion i brandrum mm).