

# Gascooling: a new approach

In augustus 2012 was ik een week in Zweden voor de Fire Behaviour Course van MSB te Revinge. Tijdens deze cursus kwamen heel wat onderwerpen aan bod die met binnenbrandbestrijding te maken hebben. Een onderwerp dat in deze opleiding de aandacht trok, is het toepassen van gaskoeling tijdens binnenbrandbestrijding. Vervolgens werden in september 2012 op het PIVO te Vlaams Brabant drie cursussen georganiseerd om CFBT-instructeurs bij te scholen voor het gebruik van de T-cell. De Australische instructeur John McDonough gaf er zijn visie op gaskoeling. In beide landen (Zweden en Australië) staan ze verder met gaskoeling dan wij hier in België. In dit artikel wordt gepoogd om deze nieuwe ontwikkelingen uit te leggen.

## 1 Branden in de ontwikkelingsfase

### 1.1 Wat is het probleem?

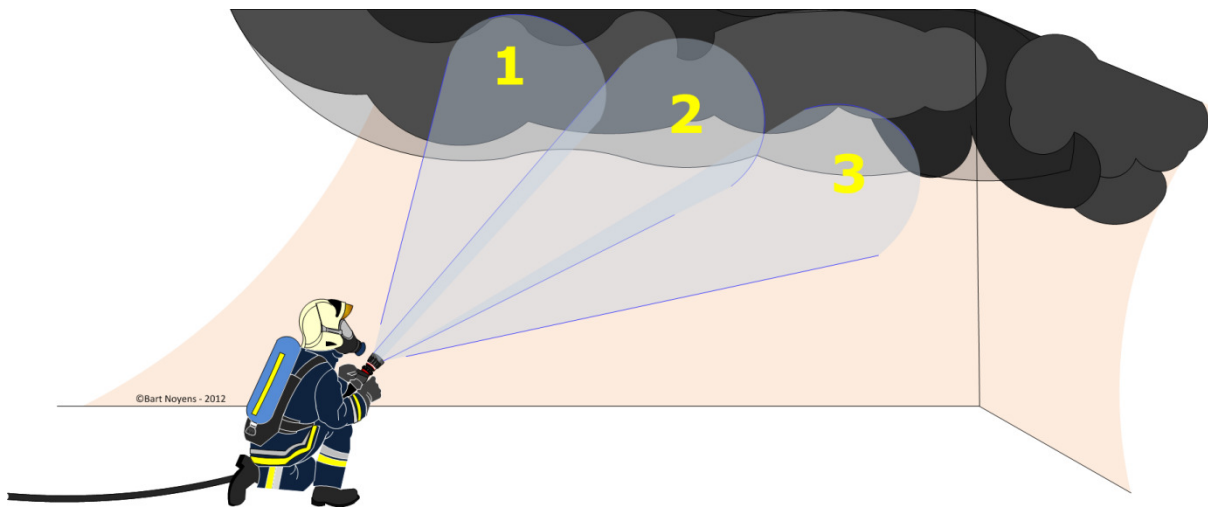
In de huidige cursus brandweerman wordt heel wat aandacht besteed aan gaskoeling. Brandweerman die zich begeven in een ruimte die gevuld is met rookgassen nemen een risico. Het is immers mogelijk dat deze rookgassen ontbranden. Dit kan ten gevolge van het optreden van flashover, ventilatie geïnduceerde flashover, backdraft, ... Tijdens de ontwikkelingsfase kunnen in het brandend compartiment twee zones worden onderscheiden. Tegen het plafond wordt er een rooklaag opgebouwd. Deze rooklaag wordt gedurende de ontwikkelingsfase steeds donkerder, warmer en dikker. Onder deze rooklaag is er een zone met betrekkelijk verse lucht. Deze lucht heeft een temperatuur die niet zoveel verschilt van de buitentemperatuur. In de rooklaag is er amper nog zichtbaarheid terwijl er in de zone onder de rooklaag nog een goede zichtbaarheid heerst. Met behulp van de 3D-techniek worden brandweerman in staat gesteld om de rookgassen te koelen. Daarnaast kunnen ze het onderscheid tussen de twee lagen behouden waardoor de zichtbaarheid onder de rooklaag bewaard blijft.

### 1.2 Toepassen van de 3D-techniek

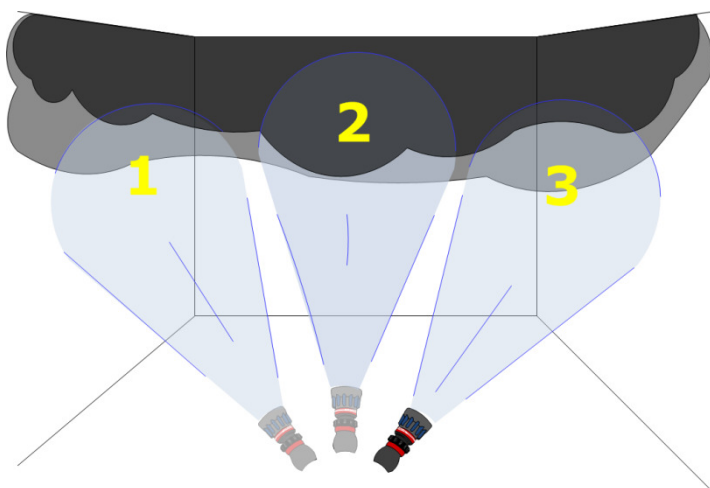
Bij het toepassen van de 3D-techniek wordt er water in de rooklaag gespoten onder de vorm van pulsen (zie [2] en [3]). De straalpijp wordt ingesteld op een kegelhoek van 40 tot 60°. Er wordt een hoek met de vloer nagestreefd van minstens 45°. Het is de bedoeling dat de lansdrager een aantal korte pulsen geeft op verschillende plaatsen in de rooklaag om op die manier de volledige breedte van de kamer te bedekken (zie Figuur 1.1 en Figuur 1.2). Op de figuren 1.1 en 1.2 worden drie pulsen gegeven. In realiteit dient het aantal pulsen aangepast te worden aan de breedte van de ruimte. Het verspoten water hoort te verdampen in de rooklaag. In realiteit zal echter een deel van het water tegen de wanden en het plafond belanden en daar verdampen. Een goefend straalpijpdruager kan er echter voor zorgen dat het grootste gedeelte van het water in de rooklaag verdampt.

### 1.3 Voordelen van de 3D-techniek

Deze vorm van rookgaskoeling werkt op twee manieren. Eerst en vooral heeft het water energie nodig om op te warmen en te verdampen. Vervolgens wordt de geproduceerde stoom nog verder opgewarmd. Op de plaats van de stoom dient er immers een evenwicht bereikt worden tussen de temperatuur van de gekoelde rookgassen en de stoomtemperatuur. Lezers die meer willen weten over dit onderwerp worden door verwezen naar de literatuur (zie [4] pg 151 e.v. en [3] hoofdstuk 2). De energie die nodig is voor de omzetting van water in stoom wordt uit de rooklaag gehaald. Hierdoor daalt de temperatuur van de rooklaag. Een rooklaag die gekoeld is, kan minder makkelijk ontsteken. Daarnaast zal de stralingswarmte verminderen die de rooklaag afgeeft naar de voorwerpen onder de rooklaag (tafels, stoelen, zetels, kasten, ...). Hierdoor verkleint het risico op flashover.



**Figuur 1.1** De straalpijpdruager koelt de rookgassen in de rooklaag tijdens een brand in de ontwikkelingsfase. Hij geeft hiertoe een aantal korte pulsen in de rooklaag. De eerste puls wordt links gegeven, de tweede puls in het midden en de derde puls rechts. (Afbeelding: Bart Noyens)



**Figuur 1.2** De 3D-techniek gezien vanuit het standpunt van de straalpijpdruager. (Afbeelding: Bart Noyens)

Een tweede manier waarop de 3D-techniek de situatie positief beïnvloedt, is het feit dat de waterdamp blijft hangen in de rooklaag. Bij het verdampen van de waterdruppels wordt heel veel stoom gevormd. Tegelijkertijd krimpen de rookgassen. Er ontstaat dus een mengsel van brandbare rookgassen en stoom. In tegenstelling tot de rookgassen is stoom niet brandbaar. De brandbaarheid van de rooklaag neemt dus ook serieus af. Dit wordt inertiseren genoemd.

Door te werken met pulsen wordt er weinig water gebruikt. Het gaat immers slechts over één of twee liter per puls. Het heeft geen belang of er met een HD-straalpijp of een LD-straalpijp gewerkt wordt. Als beide straalpijpen ingesteld staan op een debiet van 150 à

200 liter per minuut is het effect hetzelfde. Deze manier van werken voorkomt waterschade. Daarnaast wordt het water in de tank van de autopomp "gespaard" voor de blussing van de brandhaard.

Als laatste dient over de 3D techniek gezegd te worden dat deze werkwijze ervoor zorgt dat de "stabiliteit" van de rooklaag behouden blijft. Nadat de techniek toegepast is, zijn er nog steeds twee zones. Er is een hete, ondoorzichtige zone met rook boven. Onderaan is er echter nog steeds verse, betrekkelijk koele lucht en een goede zichtbaarheid. Indien er niet gewerkt zou worden met pulsen maar met een continue straal zou de rooklaag compleet verstoord worden. De twee zones zouden gemengd worden. Hierdoor verslechteren de werkomstandigheden voor de brandweerder. De temperatuur onderaan zal stijgen. Daarnaast gaat ook de zichtbaarheid verloren. And last but not least: de overlevingskansen van eventuele slachtoffers in de ruimte nemen sterk af.

#### 1.4 Long Pulse

Bij het uitleggen van de 3D techniek wordt er altijd gesproken over een heel korte puls. Hierdoor komt een heel erg beperkte hoeveelheid water in de rooklaag terecht om er te verdampen. Dit is een goede werkwijze om veilig te vorderen tijdens branden in de ontwikkelingsfase. Het koelvermogen van deze techniek is echter beperkt. De Australische officier John McDonough merkt terecht op dat de 3D-techniek of de "short pulse" niet doeltreffend zal zijn als je door een gang van een appartement oprukt in de richting van een uitslaande kamerbrand. Hoewel heel veel energie door het raam naar buiten zal ontsnappen, zullen er ook hete rookgassen in de gang gestuwd worden. Het is niet mogelijk om deze energie op te vangen met short pulses. In Australië beschikken ze naast de short pulse ook over de "long pulse".



**Figuur 1.3 & 1.4** Op de linker foto wordt een short pulse gegeven. De hoek tussen de straalpijp en de vloer bedraagt ca. 45°. De kegelhoek bedraagt 40-60°. Op de rechter foto wordt een long pulse gegeven. De hoek tussen de straalpijp en de vloer bedraagt ca. 30°. De kegelhoek bedraagt ca. 30°. (Foto's: Geert Vandamme)

Bij het uitvoeren van een long pulse worden een aantal zaken aangepast t.o.v. de short pulse (of de 3D-techniek). De hoek die de straalpijp maakt met de vloer wordt teruggebracht tot ongeveer 30°. Ook de kegelhoek wordt teruggebracht tot 30° (Zie figuur 1.3 en Figuur 1.4). De straalpijp wordt niet meer zo snel mogelijk geopend en gesloten. Bij een long pulse wordt de straalpijp snel geopend en een tweetal seconden later traag gesloten. Dit laat toe om iets meer water te verspuiten. Daarnaast zal het bereik van het water groter zijn. Dit laat toe om rookgassen te koelen op een grotere

afstand van de straalpijpdraager. Bij erg hete rookgassen zal het resultaat beter zijn dan met de short pulse. Bij deze laatste zal het water namelijk volledig verdampt zijn kort nadat het verspoten is. In het geval van heel erg hete rookgassen die een gang of ruimte instromen, is de long pulse een straalpijptechniek die het mogelijk maakt om deze situatie veiliger te maken.

## 2 Ondergeventileerde branden

### 2.1 Wat is een ondergeventileerde brand?

Door onze veranderde wijze van bouwen (meer isolatie en vooral een grotere luchtdichtheid) wordt de brandweer steeds meer geconfronteerd met ondergeventileerde branden.

*"Een ondergeventileerde brand is een brand die ventilatiegecontroleerd wordt voor flashover."*

In dit type branden heeft de brand een groot tekort aan zuurstof. In nieuwe gebouwen zijn er weinig lekken. Er komt dus erg weinig verse lucht binnen als ramen en deuren gesloten zijn. Dit maakt dat de brand in zijn ontwikkeling gestopt wordt door een gebrek aan zuurstof. Als de ontwikkeling stopt voordat flashover opgetreden is, hebben we te maken met een ondergeventileerde brand. Het zal vervolgens afhangen van de kenmerken van het gebouw om te bepalen hoe de situatie verder zal evolueren. Indien een raam springt, wordt er terug lucht toegevoerd. Dit zal ervoor zorgen dat de brand terug begint te evolueren. Ventilatie geïnduceerde flashover kan het resultaat zijn.

Meestal wordt de brandweer echter geconfronteerd met een gebouw waarvan verschillende ruimtes volledig met rook gevuld zijn. Rook wordt door kieren naar buiten geduwd. Bij deze branden is er veel rook maar zijn er weinig of geen vlammen te zien. Op het moment dat de brandweer de deur tot zo'n lokaal opent, ontstaat er een dubbelzijdige stroming. Aan de bovenkant stroomt er rook uit en aan de onderkant stroomt er lucht in. Bij sterk ondergeventileerde branden ontstaat zelfs een tunneleffect. Er wordt als het ware een tunnel van verse lucht naar binnen getrokken terwijl de rest van de deuropening gebruikt wordt om rook naar buiten te duwen.

### 2.2 Risico's

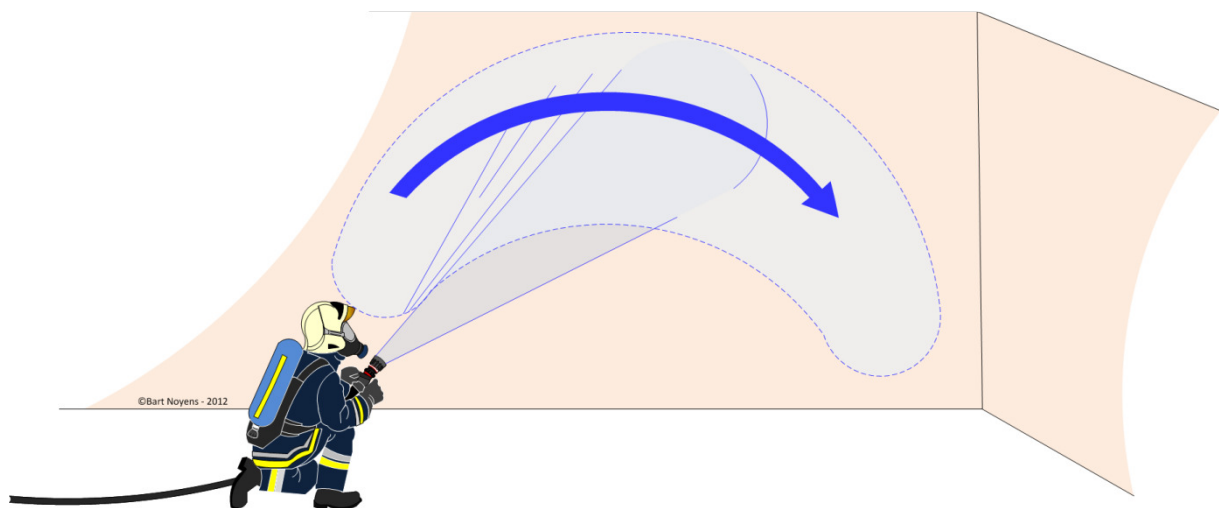
In zijn onderzoek toonde Steve Kerber aan dat een ondergeventileerde brand in een gelijkvloerse woning evolueert naar een ventilatie geïnduceerde flashover in ca. 80 seconden. Bij een ondergeventileerde brand in een woning met twee bouwlagen duurt het 160 seconden vooraleer dit fenomeen optreedt (zie [5]). Het is onverstandig van zich vast te pinnen op de exacte waarde van deze cijfers. Deze zijn immers afhankelijk van de indeling van de woning, de plaats van de brandhaard en de plaats van de instroom- en uitstroomopening. Deze cijfers geven wel aan dat de zaak snel uit de hand kan lopen bij het ventileren van een ondergeventileerde brand.

Dikwijls treedt het volgende scenario op. De brandweer komt aan bij een ondergeventileerde brand. De brandweer opent of forceert de deur om een binnenaanval te starten. Hierdoor treedt verse lucht toe tot de ruimte. Het vermogen van de brand zal

hierdoor toenemen. Het is goed mogelijk dat de brand sneller evolueert dan dat de brandweelrui de brandhaard vinden. In dat geval zullen ze terug naar buiten moeten en evolueert de brand naar een ventilatie geïnduceerde flashover. Er zijn heel veel cases waarbij brandweelrui vertellen dat ze aan het vorderen waren in de rook en dat er plots overall vlammen waren. Deze brandweelrui moesten letterlijk kruipen voor hun leven. Sommigen onder hen sprongen uit ramen. Voor hen was het een verrassing dat de brand zo plots evolueerde. Dergelijk brandgedrag zou echter voor geen enkele brandweerman een verrassing mogen zijn. Als er lucht toegevoerd wordt aan een ondergeventileerde brand zal het brandvermogen stijgen. Als er geen water op de brandhaard terechtkomt, zal een er ventilatie geïnduceerde flashover optreden.

### 2.3 Oplossingen

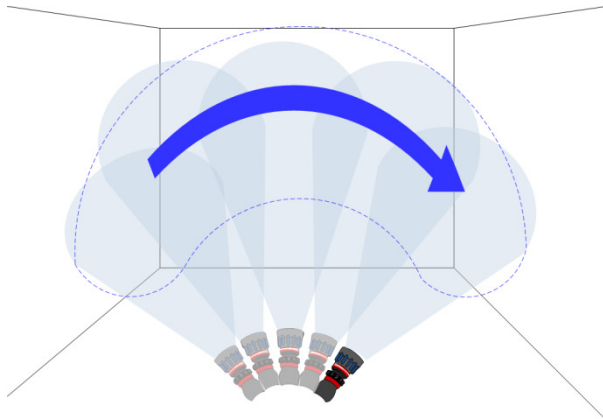
Net zoals bij branden in de ontwikkelingsfase ligt één antwoord ook in het koelen van de rookgassen. Rookgaskoeling zal energie uit de rook halen en de rook inertiseren door het toevoegen van stoom. Door dit te doen, wordt er als het ware "tijd gekocht". De evolutie van de brand wordt vertraagd waardoor de aanvalsploeg meer tijd heeft om zijn werk te doen. Zolang er echter geen water op de brandhaard komt, blijft de situatie erg gevaarlijk.



**Figuur 2.1** De straalpijpdruager koelt de rookgassen in een ondergeventileerde brand. Hij opent de straalpijp en beweegt ze in een boogvorm van links naar rechts. De volledige beweging zou maximaal drie seconden mogen duren. (Afbeelding: Bart Noyens)

De 3D-techniek is echter minder geschikt voor deze toepassing. Bij de 3D-techniek wordt er bewust gekozen voor het verspuiten van pakketjes water in de rooklaag om de stabiliteit van de rooklaag te bewaren en te vermijden dat er water op de wanden terechtkomt. Bij een ondergeventileerde brand is er echter geen sprake meer van twee zones. De rooklaag komt tot op de grond en het lokaal is volledig gevuld met rook. Brandweelrui hoeven zich ook minder zorgen te maken over een beetje waterschade. De rook zal er immers al voor gezorgd hebben dat alle oppervlakken opnieuw moeten geschilderd worden.

Dit wil niet zeggen dat er nu plots gigantisch veel water moet verspoten worden. Het is echter niet meer optimaal om te werken met pulsen. Het is beter om water te verspuiten in een boogvorm (zie Figuur 2.1 en Figuur 2.2). Hiertoe wordt de straalpijp geopend, wordt een boog beschreven en wordt de straalpijp gesloten. Net zoals bij de 3D-techniek



(of short pulse) wordt het debiet beperkt tot 150-200 liter per minuut. De kegelhoek staat ingesteld op 40 – 60°. Bij deze manier van gaskoelen blijft de straalpijp ongeveer twee à drie seconden geopend. Door deze manier van werken zal heel wat turbulentie ontstaan en worden de rook en de stoom gemengd. Dit levert echter geen praktisch probleem op want er was toch al geen zichtbaarheid vooraleer de gassen gekoeld werden.

**Figuur 2.2** De straalpijp wordt links geopend en vervolgens in een boogvorm naar rechts bewogen waar ze gesloten wordt. (Afbeelding: Bart Noyens)

Bij de ontwikkelingsfase werd de 3D-techniek afgewisseld met vorderen. Bij ondergeventileerde branden wordt deze vorm van gaskoelen afgewisseld met vorderen. Indien de rook te warm blijft, wordt er nogmaals gekoeld. Doordat er met een boog gewerkt wordt, is men zeker dat de volledige breedte van de ruimte behandeld is. Bij een ondergeventileerde brand is er veel minder zicht op de grootte van de ruimte dan bij een brand in de ontwikkelingsfase. Bij deze laatste kan je immers onder de rooklaag doorkijken. Dat maakt dat het bij een ondergeventileerde brand moeilijker is om te controleren of de volledige breedte van de ruimte gekoeld is.

### 3 Alternatieve aanpak

In Zweden heeft men wijzigingen aangebracht in de manier van bouwen na de eerste oliecrisis in 1973. Tijdens de winter zijn de temperaturen er immers een stuk lager dan hier. Dit betekent dat bij een gelijke isolatiewaarde van de huizen veel meer moet verwarmd worden. In Zweden werd dus veel sneller duidelijk dat de toenmalige manier van bouwen (geen isolatie in de spouwen, enkel glas en heel wat kieren) onhoudbaar was op langere termijn. Vandaag vind je in Zweden standaard driedubbel glas in de woningen. De problemen die we hier nu zien opduiken door het veranderen van brandgedrag in deze nieuwe woningen, staken in Zweden reeds in de jaren '80 de kop op. In de loop van de jaren hebben de Zweedse collega's een aantal oplossingen uitgedacht om deze problemen aan te pakken.

#### 3.1 WBC, cobra en ventilatie

In 2010 nam ik deel aan een kennismaking met de cobra of ook de cold cutting extinguisher. Dit toestel laat toe om met een waterstraal gaatjes van enkele millimeter diameter te maken in deuren, wanden, vloeren, ... Hiertoe wordt "abrasief" gemengd aan het water dat op zeer hoge druk (300 bar) verpompt wordt. Nadat het gat gemaakt is, zal de waterstraal ver doordringen in het achterliggend compartiment. Door de zeer hoge druk ontstaan heel fijne waterdruppels die ideaal zijn voor het koelen van rookgassen. Het debiet is echter gering (60 liter per minuut). Dit laat niet toe van een brand te blussen. Het is echter wel mogelijk van een uitslaande compartimentsbrand onder controle te brengen of de rookgassen van een ondergeventileerde brand te inertiseren.

De cobra kan echter niet op zichzelf gebruikt worden. In Zweden zal de bevelvoerende (onder)officier een grondige verkenning doen. Terwijl hij dat doet, worden de voorbereidingen getroffen voor de binnenaanval. Tijdens de verkenning zal hij het brandgedrag evalueren. Met behulp van de warmtebeeldcamera (WBC) zal hij bepalen waar de "hot spots" zijn. Daar kan dan vervolgens de cobra worden ingezet. De bevelvoerder zal evalueren of de inzet effectief is. Hij kan op de WBC zien hoe de temperatuur van de uittredende gassen evolueert. De cobra zal op verschillende punten worden ingezet om er zeker van te zijn dat de rookgassen gekoeld zijn. Elke keer dat de waterstraal zich een weg naar binnen heeft geboord, wordt er een korte tijd water naar binnen gespoten.

Nadat de cobra inzet gestopt wordt, gebeuren verschillende handelingen. Er wordt dicht bij de brand een uitlaatopening gecreëerd. Daarnaast wordt de toegangsdeur geopend. Een overdrukventilator wordt gestart om de gekoelde rookgassen uit het appartement te blazen. Als laatste wordt de binnenaanval gestart.

Het is erg belangrijk dat de coördinatie tussen deze verschillende onderdelen goed verloopt. Op het moment dat de cobra inzet gestart wordt, dient alles klaar te liggen voor de volgende onderdelen. Perslucht dragers dienen inzetklaar te zijn. Direct na het stoppen van de cobra dient de ventilatie (inlaat, uitlaat en ventilator) opgestart te worden, onmiddellijk gevolgd door de binnenaanval. Deze manier van werken laat toe om branden te blussen zonder dat er veel extra schade optreedt door branduitbreiding naar aanpalende ruimtes.

### 3.2 De piercing nozzle: "a poor man's cobra"

Cobra is een systeem dat heel wat geld kost. Er is een alternatief beschikbaar dat veel goedkoper is en dan ook een stuk minder mogelijkheden heeft. Eén van de Zweedse instructeurs drukte het als volgt uit: "Als een cobra te duur is, koop dan eerst een piercing nozzle. Bij een aantal branden zal je heel wat geld besparen. Met dat geld kan je vervolgens een cobra kopen want dat blijft een fantastisch gereedschap."

De piercing nozzle is een stalen buis waarop een koppeling voor een hoge of een lagedruk leiding is op aangesloten. Er is ook een afsluiter voorzien zodat de waterstroom kan gestopt worden. Vooraan is er een conische kop met daarin verschillende kleine gaatjes. Met een boormachine wordt een gat geboord in de deur, het raamkozijn of de muur waarachter men water wil inbrengen. Nadat dit gat geboord is, wordt de piercing nozzle ingebracht en wordt het water opengezet gedurende enkele seconden.

Doordat de druk een stuk lager ligt dan bij de cobra zijn de druppels een stuk groter. De worplengte is ook een stuk lager. De piercing nozzle zal dus heel wat minder efficiënt zijn. Het is echter een eenvoudig stuk gereedschap dat minder opleiding vraagt dan de cobra.

De inzet gebeurt op een gelijkaardige manier als de inzet van de cobra. Een gecoördineerde inzet tussen maken van een gat, plaatsen van de piercing nozzle, stoppen van de waterstroom, maken van een uitlaatopening, openen van deur, starten van de ventilator en starten van de binnenaanval is dus noodzakelijk. Het is dus ook hier belangrijk dat de bevelvoerder over voldoende kennis beschikt om de situatie te evalueren vooraleer een dergelijke tactiek toe te passen.



### 3.3 Positive Pressure Attack (PPA)

In Zweden zijn er ook een aantal korpsen die een gelijkaardige tactiek gebruiken waarbij de rookgassen niet gekoeld worden voorafgaand aan de binnenaanval. Deze werkwijze is quasi identiek aan hetgeen de Amerikaanse collega's verstaan onder Positive Pressure Attack (PPA). Meer info hierover is te vinden in het artikel dat verscheen in de brandweerman (zie [7]).

De Zweedse collega's voegen echter één element toe. Op het moment dat de binnenaanval gestart wordt, zal de aanvalsploeg ook de rookgassen koelen. Indien deze tactiek goed wordt uitgevoerd, is het mogelijk om in een heel korte tijd de brand onder controle te brengen en de rookgassen te ventileren. Sommige Zweedse collega's gaan er van uit dat de overlevingskansen van eventuele slachtoffers hierdoor sterk stijgen. Onderzoek zal moeten uitwijzen of dit klopt in de ruimte van de brandhaard en andere ruimtes die via open deuren in verbinding staan met deze ruimte. Het onderzoek van Steven Kerber (zie [5]) heeft echter al duidelijk aangetoond dat slachtoffers in kamers met een gesloten deur een serieuze kans hebben om het incident te overleven. Een snelle interventie van de brandweer kan er toe bijdragen dat de blootstelling aan rookgassen in de tijd beperkt wordt.

Deze methode houdt naast veel voordelen ook heel wat risico's in. De brand zal namelijk aangewakkerd worden door de verse lucht en kan evolueren naar ventilatie geïnduceerde flashover. De aanvalsploeg zal snel en adequaat moeten werken om dit te voorkomen. En de bevelvoerder zal uiterst competent moeten zijn om te oordelen welke aanpak de juiste is. Het is ook duidelijk dat de cursus sergeant anno 2012 hiertoe niet geschikt is. Met een totaal van 70 uur theorie en geen praktijk valt deze cursus goed te vergelijken met een schriftelijke cursus zwemmen! Laat ons hopen dat er in de toekomst gekozen wordt voor betere opleiding.

## 4 Dankwoord

Dit artikel zou niet zijn tot stand gekomen zonder de steun van het KCCE en zijn directeur, Johan Schoups. Dank gaat ook uit naar Lt-kol Desneyder, officier-dienstchef van de Brusselse brandweer om mij te steunen in mijn zoektocht naar kennis. Als laatste zou ik ook Lt. Bart Noyens van de brandweer Kasterlee willen bedanken voor de mooie afbeeldingen die hij elke keer tevoorschijn tovert om mijn teksten te illustreren.

## 5 Bronnen

- [1] *Fire Behaviour and Fire Suppression Course for instructors, MSB, augustus 2012, Revinge, Zweden*
- [2] *Binnenbrandbestrijding, Koen Desmet & Karel Lambert, 2008 & 2009*
- [3] *Lambert Karel, Baaij Siemco, Brandverloop: technisch bekeken, tactisch toegepast, 2011*
- [4] *Särdqvist Stefan, Water and other extinguishing agents, 2002*
- [5] *Kerber Steve, Impact of ventilation on fire behavior in legacy and contemporary residential Construction, 2011*
- [6] [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
- [7] *CCS-Cobra training program, Boras, Zweden, maart 2010*



- [8] *Lambert Karel, invoeren van ventilatie: drie verschillende benaderingen, de brandweerman, september 2012*
- [9] *Opleiding CFBT-instructeur voor de T-cell, september 2012*

Karel Lambert