

Waar rook is hoeft geen vuur te zijn

***gebruik van artificiële rook bij brandweeroefeningen en
in openbare gelegenheden***

**Augustus 2004
Dr. A.W. Jongmans-Liedekerken
arts-medisch milieukundige GGD'en Limburg**

Waar rook is hoeft geen vuur te zijn

***gebruik van artificiële rook bij brandweeroefeningen en
in openbare gelegenheden***

Augustus 2004
Dr. A.W. Jongmans-Liedekerken
arts-medisch milieukundige GGD'en Limburg

Inhoudsopgave

	pagina
1. Inleiding	3
2. Algemene informatie	4
3. Gezondheidsaspecten	5
4. Normen	6
5. Onderzoeken	7
6. Conclusies	8

1. Inleiding

Door de medewerker Pro-actie, Preventie en Preparatie van de GHOR Zuid-Limburg werden vragen gesteld over de veiligheid van het gebruik van artificiële rook bij brandweer en multidisciplinaire oefeningen. Gelijktijdig heeft de afdeling medische milieukunde van de GGD'en in Limburg vragen gesteld over het gebruik van rookmachines tijdens brandweeroefeningen in scholen en bij gebruik in discotheken en andere openbare gelegenheden.

Op diverse manieren is informatie verzameld. De meeste informatie uit de literatuur is afkomstig van:

- Concept Smoke Systems, Health and Safety Data, waarin een bijlage met onderzoek door NOHS uit 1982
- Haagen Fire Training Products, Veiligheidsinformatieblad, waarin opgenomen een rapport van de TU Delft uit 1992
- JEM Safety Data Sheets
- Glycols. Hoofdstuk 50 uit G.D. Clayton, F.E. Clayton. Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, vol 2c. J. Wiley & Sons, New York 1982
- Schrijven met bijlagen van Inspectie voor de Gezondheidszorg aan de Secretaris van de Raad van RGF'en Utrecht over gebruik van oefenrook bij (in pandige) oefeningen
- Notitie Mevr. Dusseldorp RIVM op concept december 2002
- ATSDR document Ethylene Glycol and Propylene Glycol 1997
- Lightning dimensions; safe smoke: glycol-based fogs, door Karl G. Ruling, Internet info
- Hazards in the Theater. M. Rossol en D. Hinkamp. University of Illinois at Chicago School of Public Health in Occupational Medicine 2001; 16, no 4, 595-608

De concepten voor dit stuk werden in 2003 en 2004 van commentaar voorzien door het Periodiek Overleg Medisch Milieukundigen (POMM), door het Overleg Gezondheidskundig Adviseurs Gevaarlijke Stoffen (GAGS overleg), door het IEM van het RIVM en het Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum (NVIC).

Ik wil hier graag eenieder die een inbreng heeft geleverd bij de totstandkoming van deze notitie hartelijk bedanken.

2. Algemene Informatie

Artificiële rook wordt op twee manieren gemaakt.

1. Door het verbranden van mengsels van stoffen, hierbij ontstaat rook met fijne stofdeeltjes. Mogelijkheden van mengsels worden gegeven in rapport van de TU Delft, blz 6.
2. Door verwarming van een mengsel van glycolen, waarbij nevel ontstaat. Daarnaast zijn er nog enkele methodieken (water, olie, bevroren koolzuurgas, vloeibare stikstof, ammonium chloride rook, etc) die toegepast worden, maar dit gebeurt zeer weinig. De meest voorkomende methode is door het verwarmen van glycolen. Ook de gerezen vragen gaan met name over het gebruik van glycolen/polyglycolen, dus gaan wij hier verder op in.

Meestal is het een mengsel van propyleenglycol, triethyleenglycol en water. De vloeistof gaat in een machine die via verschillende verdampingstemperaturen een nevel verspreidt in een ruimte (of buiten). Wanneer er eenmalig rook wordt gemaakt, waarna men het laat uitzakken, zal na 30-45 minuten alle rook verdwenen zijn. De deeltjes houden dan veelal hun begindiameter. In een discotheek is er meer luchtbevinging en is er een hogere verversingsgraad van de lucht. Dan neemt de concentratie sneller af, maar wordt de diameter van de deeltjes kleiner. De concentratie verschilt binnen de ruimten. Bij experimenten wordt gesproken van gemiddelde concentratie, maar er moet ook rekening mee worden gehouden dat lokaal hogere piekconcentraties zullen voorkomen.

3. Gezondheidsaspecten

Twee factoren zijn van belang. Enerzijds de blootstelling via inslikken of huidcontact van vloeistof van de glycolen, anderzijds via inademen van de nevel in de inademingslucht. Bij dat laatste kan men weer onderscheid maken tussen de toxiciteit bij opname van de gebruikte vloeistof en de fysische werking van aerosolen op de slijmvliezen.

Voor blootstelling via inademen, inslikken of huidcontact van de vloeistof van glycolen zijn de Safety Data Sheets van de verschillende glycolen van nut. Het gaat dan om accidentele blootstelling, waarbij alleen bij hoge blootstelling enige irritatie verwacht kan worden, of ernstiger intoxicatieklachten bij inslikken van grotere hoeveelheden. Ethyleenglycol heeft een veel toxischer werking dan de andere glycolen. De inname van 100 ml wordt lethaal geacht. Het is niet gebruikelijk dat rookvloeistoffen nog ethyleenglycol bevatten. Ook de opname door het inademen van de rookaerosol is zeer klein in verhouding tot enige toxische effectdosis. De bijgevoegde productomschrijvingen hebben betrekking op de onverdunde rookvloeistof en niet van de verdunde verdampte vorm.

Bezorgdheid over gezondheidseffecten betreft vooral de fysische werking als aerosol op de ademhalingsorganen bij inademen van de nevel, al dan niet in de beroepssfeer. Er is veel kennis over gezondheidseffecten van fijn stof. In dit geval kunnen de aerosoldeeltjes qua werking niet vergeleken worden met fijn stof, omdat het aerosol van de rookdeeltjes wateroplosbaar is en in de slijmvliezen van de bovenste luchtwegen kan "oplossen". Uit de rapporten blijkt dat de deeltjes in het aerosol voor het overgrote deel kleiner zijn dan 5 μm . Doordat ze in de bovenste luchtwegen veelal afgevangen zullen worden, zal slechts een klein deel van het totaal tot in de longen raken.

Wanneer de temperatuur in de rookmachine te hoog is kunnen wel rookdeeltjes ontstaan die vergelijkbaar zijn met fijn stof, doordat dan de vloeistof verbrandt.

4. Normen

Voor blootstelling in het beroep mag men toetsen aan de MAC-waarde. Dit is de concentratie in de lucht waaraan een gezonde volwassene gedurende de tijd dat hij werkt blootgesteld mag zijn zonder blijvende schade te ondervinden. Er zijn twee bijzondere MAC-waarden, de MAC-C (C van ceiling) en de MAC-TGG (tijd gewogen gemiddelde). Voor deze glycolen in lucht bestaan nauwelijks MAC-waarden. Dit was voor de TU Delft de reden dat men uitgegaan is van de MAC-waarde van ethyleenglycol, waarvoor wel een MAC-waarde bestaat. De MAC voor ethyleenglycol was ten tijde van het opstellen van het TU rapport 125 mg/m^3 voor damp en 10 mg/m^3 voor nevel. Nu is de MAC voor ethyleenglycol in dampvorm verlaagd naar 26 mg/m^3 . De MAC voor ethyleenglycol is niet bruikbaar voor de andere glycolen, omdat deze laatste veel minder toxisch zijn.

Overigens is het niet juist om voor de blootstelling van de algemene bevolking (discotheek, school bij brandweeroefening e.d.) als referentie de MAC-waarde te gebruiken. Voor kinderen, zieken, astmapatiënten, hart- en vaatpatiënten, e.d. is de MAC-waarde doorgaans te hoog. Waarmee kan deze aerosol wel vergeleken worden? Het gebruiken van normen voor "fijn stof" in de buitenlucht lijkt weer aan de veilige kant, omdat deze vooral gebaseerd zijn op langdurige blootstelling en de werking van fijn stof toch wezenlijk verschilt van de werking van wateroplosbaar aerosol. Omdat het hier gaat om kortdurende blootstelling, van een tot enkele uren, aan hoge concentraties, zoeken we dus naar een toetsingskader voor kortdurende hoge blootstelling via inademing.

De Air Quality Guidelines van de WHO (1999) bieden geen uitkomst. Een duidelijke norm kan voor korte blootstellingsduur voor het algemene publiek niet worden gegeven.

In discotheeken is men gelijktijdig ook aan sigarettenrook blootgesteld die wel voor hoge fijn stof concentraties zorgen. Daarnaast wordt daar veel inspanning verricht. Anderzijds zijn er in een dergelijke uitgaansgelegenheid geen kleine kinderen, zieken e.d.; waarschijnlijk wel astmapatiënten. Bij personen met gevoelige luchtwegen kan bij het verblijf in oefenrook ook een psychologisch effect ontstaan. Het ziet uit als "deeltjesrook" en men weet dat men daarop zal reageren met benauwdheid. Dit kan ervoor zorgen dat effecten op deze wijze ontstaan zonder fysieke beïnvloeding. Na een experiment met een persoon met "gevoelige luchtwegen", die 15 minuten in een ruimte gevuld met oefenrook (doorzicht ongeveer - 80%) verbleef, bleek een direct effect eigenlijk niet aanwezig en de eerste uren na afloop af en toe hoesten en enige benauwdheidsklachten, die in de loop van enkele dagen geheel verdwenen.

5. Onderzoeken

Volgens Patty's Toxicology is Triethyleenglycol niet irriterend voor ogen en huid en zou ook bij langdurige inademing van verzadigde dampen geen toxisch effect hebben. Na ingestie kan wel een ernstige systemische intoxicatie ontstaan met coma en ernstige metabole acidose. Diethyleenglycol is irriterender en toxischer bij inname dan Triethyleenglycol.

Propyleenglycol kan allergische huidreacties veroorzaken bij individuen met eczeem. Uit het onderzoek van de TU Delft is de concentratie gemeten bij een experiment waarbij een brandweeroefening werd nagebootst. Hierbij werd eenmalig 600 gram glycolen in de oefenruimte van 500 m³ gebracht. De aanvangsconcentratie in de ruimte was 1200 mg/m³. Na 13 minuten was de concentratie nog 120 mg/m³ en na 38 minuten was deze 0. De MAC-waarden worden dus ver overschreden.

In een experimenteel Engels onderzoek van NOHS (The National Occupational Hygiene Service Ltd) worden verschillende concentraties bereikt bij verschillende rookdichtheid. Deze wordt uitgedrukt in % lichtabsorptie. Bij 10% lichtabsorptie is de concentratie 190 mg/m³, bij 30% is het 520 mg/m³ en bij 60% lichtabsorptie 2500 mg/m³. Bij deze concentraties is 80-94% respirabel. Respirabel betekent dat de deeltjesgrootte dusdanig klein is dat ze tot in de longen kunnen komen. Mijns inziens is het aerosol wel inhaleerbaar maar zal het zeer weinig respirabel zijn, omdat het oplost in de slijmvliezen van de bovenste luchtwegen. Het NOHS rapport berekent hiermee de maximale inname/opname van glycolen in vergelijking tot de toxische dosis. De toxische orale dosis wordt bij lange na niet bereikt.

Uit het onderzoek van de TU Delft is de concentratie gemeten bij een experiment waarbij een "discotheek" is nagebootst. Hierbij werd uitgegaan van 6 x verversen van de lucht per uur in een ruimte van 2800 m³, waar in 6 uur tijd, 4,2 kg propyleenglycol en 4,2 kg triethyleenglycol als rook wordt verspreid. Er zou dan tijdens de 6 uur een gemiddelde concentratie zijn van 83 mg/m³ in damp en nevelvorm samen. Van het totaal zou ongeveer 3 mg/m³ in nevelvorm zijn.

6. Conclusies

Bij een brandweeroefening, b.v. op een school, is de blootstellingsduur kort, maximaal 15 minuten. Tevoren moet uitleg gegeven worden aan (de ouders van) de kinderen. De kinderen waarvan bekend is dat ze gevoelige luchtwegen hebben, moeten gewaarschuwd worden en de mogelijkheid geboden worden niet mee te doen. Dit geldt ook voor volwassenen. Het oefenen met oefenrook heeft natuurlijk ook voordelen in geval van een echte brand. Wel moet in geval van oefenrook uitleg gegeven worden dat echte rook bij een calamiteit veel schadelijker is en ook veel klachten en gezondheidsschade kan veroorzaken.

Lotusslachtoffers zijn vaak langer in oefenrook aanwezig. Dezelfde voorzorgsmaatregelen als hierboven genoemd, zouden genomen moeten worden. Voor brandweermensen zelf lijkt het gewenst om bij oefeningen wel met stof/gasmaskers te werken. Niet zo zeer vanwege het feit dat de MAC-waarde voor hinderlijk aerosol ver overschreden wordt, maar ook vanwege het feit dat zij in een echte brandsituatie ook met stof/gasmaskers moeten werken, omdat dan de blootstelling aan giftige gassen en rookdeeltjes groot is.

In discotheken is er minder dichte oefenrook, maar is het niet onmogelijk dat de effecten versterkt worden bij gelijktijdige aanwezigheid van sigarettenrook.

"Gevoelige" personen weten meestal uit ervaring of zij hierop zullen reageren en zij hebben de vrijheid om niet in deze situaties te verblijven.

Rook bij theaterproducties kan zeker voor de werknemers die hier vaak in moeten werken enig effect hebben. Wellicht zou men hier meer (ARBO-)onderzoek naar moeten doen. Voor de bezoekers is de concentratie minder en eenmalig. In individuele gevallen kunnen gevoelige personen wel klachten krijgen (casuïstische mededeling).