



Lange Kleiweg 137
Postbus 45
2280 AA Rijswijk

www.tno.nl

T +31 15 284 30 00
F +31 15 284 39 91
info-DenV@tno.nl

TNO-rapport

TNO-DV 2008 A88

**Beschermende werking van brandweerkleding
bij een in pandige grijpredding**

Datum	25 juli 2009
Auteur(s)	P.C. van Beek, H.W.R. Sabel
Opdrachtgever	Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
Projectnummer	034.64441
Rubricering rapport	Ongerubriceerd
Titel	Ongerubriceerd
Samenvatting	Ongerubriceerd
Rapporttekst	Ongerubriceerd
Bijlagen	Ongerubriceerd
Aantal pagina's	58 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	12

Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2009TNO

Managementsamenvatting

Aanleiding

In 2006 heeft TNO onderzoek uitgevoerd naar een beslismodel voor beschermende kleding tegen toxische stoffen voor de brandweerregio Amsterdam & Amstelland. Op verzoek van het ministerie van BZK is in vervolg hierop gevraagd om te onderzoeken welke bluskleiding en chemiepakken in het Koninkrijk der Nederlanden worden gebruikt en deze kleding en pakken te testen in het laboratorium zoals deze onder “praktijkomstandigheden” worden gebruikt.

Probleem

Het is niet bekend in hoeverre de reeds in gebruik zijnde beschermende kleding de drager ervan onder praktijkomstandigheden beschermt tegen gevaarlijke stoffen ten gevolge van huidblootstelling.

Om kennis te verkrijgen ten aanzien van de probleemstelling is een aantal onderzoeksvragen geformuleerd:

1. Op welke wijze vindt huidopname van gasvormige toxische gevaarlijke stoffen plaats?
2. Welk criterium is geschikt om de risicobepaling van huidopname in uit te drukken?
3. Welke gevaarlijke toxische stoffen zijn in de veiligheidsregio's aanwezig?
4. Welke typen beschermende kleding worden in de veiligheidsregio's gebruikt?
5. Welke bewegingen worden gemaakt bij een grijpredding?
6. Aan welke concentraties van gevaarlijke stoffen kan de huid worden blootgesteld bij een in pandige grijpredding?
7. Welke bescherming biedt beschermende kleding bij de uitvoering van die bewegingen, gegeven een bepaalde blootstelling?

Aanpak

Begonnen wordt met een literatuurverkenning van de beschikbare kennis omtrent de huidopname van gevaarlijke toxische stoffen en de maat (criterium) waarin dit kan worden uitgedrukt (beantwoording vraag 1 en 2).

Vervolgens is een inventarisatie uitgevoerd van de in de veiligheidsregio's aanwezige soorten toxisch gevaarlijke stoffen en beschermende kleding (beantwoording vraag 3 en 4). Via een vragenlijst werd de benodigde informatie verzameld.

Door het bijwonen van realistische oefenscenario's van incidenten met gevaarlijke stoffen werden de veelvoorkomende bewegingen en kritische aspecten van een mogelijke huidblootstelling gedurende een grijpredding in beeld gebracht (beantwoording vraag 5).

Met behulp van computermodellen (EFFECTS en Skinperm) is berekend welke blootstellingsniveaus tijdens in pandige incidenten met verschillende hoeveelheden aan vrijgekomen toxische stoffen kunnen ontstaan (beantwoording vraag 6). De beschermende kleding, aanwezige toxische stoffen, bewegingen tijdens een grijpredding, en de blootstellingsniveaus, vormden op hun beurt de basis voor een meetmethode om de beschermende werking tegen huidblootstelling van de standaard uitrusting (via een zgn. "Total Inward Leakage" testmethode = TIL) te meten (beantwoording vraag 7).

Resultaten

Vraag 1 en 2

Op welke wijze vindt huidopname van gasvormige toxische gevaarlijke stoffen plaats?

Welk criterium is geschikt om de risicobepaling van huidopname in uit te drukken?

Een toxische damp kan door middel van lekken in blus-, chemie- en gaspakken op de huid komen en via de huid het menselijk lichaam binnendringen. Een geschikte maat om het gevaar via huidopname van toxische dampen in uit te drukken is de alarmeringsgrenswaarde (AGW) of emergency response planning guideline, level 2 (ERPG-2). De ERPG is gebruikt voor bij de afleiding van de AGW.

Vraag 3

Welke gevaarlijke toxische stoffen zijn in de veiligheidsregio's aanwezig?

Uit de inventarisatie welke gevaarlijke toxische stoffen in de veiligheidsregio's aanwezig zijn – zie bijlage 2 - blijkt dat alle soorten categorieën brandbare en/of toxisch industriële gevaarlijke stoffen voorkomen. Met name die stoffen die gedurende een ongewenst vrijkomen in de omgeving schadelijke en toxische dampen kunnen vormen, zijn voor het hier beschreven onderzoek van belang. Dit soort stoffen vormt het grootste gevaar voor penetratie door de huid.

Vraag 4

Welke typen beschermende kleding worden in de veiligheidsregio's gebruikt?

Uit de inventarisatie van de typen beschermende kleding die in de veiligheidsregio's worden gebruikt - zie bijlage 1 - blijkt dat verschillende typen bluskleiding in de diverse VR's worden gebruikt. Producten van de leveranciers "Willem van der Mark brandweer-, functionele kleding en uitrusting BV" en "PWG Bedrijfsveilige kleding BV" worden het meest genoemd. Bij de keuze van chemie- en gaspakken beperkt men zich meestal tot een enkele aanbieder (Trellechem chemie- en gaspakken van Trelleborg).

Vraag 5

Welke bewegingen worden gemaakt bij een (grijp)redding?

Tijdens opleidingen en oefeningen werden de volgende bewegingen waargenomen:

- Het "klein-maken" vooraf aan het passeren van elke vernauwing (deuren, obstakels), waarbij met beide armen het pak tegen het lichaam wordt gedrukt en de knieën worden gebogen om zoveel mogelijk lucht uit het pak te persen. Na het passeren van de vernauwing wordt de druk met beide armen weer weggenomen, waarna de uitgeademde lucht uit de meegedragen ademluchtcilinder het gaspak weer zijn karakteristieke en enigszins opgebolde vorm geeft.
- Het door de knieën buigen tijdens het assisteren en/of bergen van slachtoffers.
- Het strekken van armen en benen tijdens de ontsmetting.

Vraag 6

Aan welke concentraties van gevaarlijke stoffen kan de huid worden blootgesteld bij een in pandige grijpredding?

De intensiteit van de blootstelling kan ingeschat worden met het rekenmodel EFFECTS in combinatie met verschillende ventilatie-parameters (maximaal haalbare in pandige dampconcentraties). Deze worden op hun beurt gebruikt als input voor het rekenmodel Skinperm 2.0 om de mate van huidopname te bepalen.

Vraag 7

Welke bescherming biedt beschermende kleding bij de uitvoering van die bewegingen, gegeven een bepaalde blootstelling?

De beschermende eigenschappen van enkele veelgebruikte pakken zijn getest via systeemtesten volgens de Europese Norm EN 943. Op basis van de hiervoor behaalde parameters (concentraties, duur, beschermende eigenschappen) kan een kritische eigenschap bepaald worden, die aangeeft waaraan brandweerpersoneel nog juist dermaal (via de huid) het uitvoeren van een inspannende grijpredding. Zie hiervoor de middels skinperm geschatte norm in hoofdstuk 3.

In dit onderzoek werden de meetresultaten alleen gebruikt om een goede inschatting te krijgen van de reikwijdte aan haalbare protectiefactoren per pakconfiguratie.

Conclusies en aanbevelingen

Een snelle en kortdurende grijpredding met een standaard bluspak met onafhankelijke ademlucht is tijdens een inspannende gevaarlijke stoffen incident in het slechts denkbare geval (meer dan 50 kg gevaarlijke stof en slechte ventilatie) alleen uitvoerbaar indien de alarmeringsgrenswaarde van de vrijgekomen stof groter is dan 150 mg/m³. Onder minder extreme omstandigheden, dus bij kleine gevaarlijke stoffen incidenten (minder dan 2 kg) en een goede ventilatie is dat ook mogelijk als de AGW-interventiewaarde groter is dan 70 mg/m³.

Bedraagt de AGW-interventiewaarde van de vrijgekomen (en meest) gevaarlijke stof 20 mg/m³ of minder, dan dient altijd gebruik te worden gemaakt van een ééndelig chemiepak (bijv. Splash-2000) of een gaspak. In de tussenliggende gevallen (AGW = 20 tot 150 mg/m³) biedt een tweedelig chemiepak (bijv. Splash-1000) tijdens een snelle en kortdurende grijpredding ook voldoende bescherming t.a.v. huidblootstelling.

Het geteste chemiepak Splash-2000 leidde tot zeer goede resultaten. Het geteste chemiepak Splash-1000 (broek en hood) leidde tot een lage bescherming van het brandweerpersoneel.

De conclusies kunnen als volgt worden samengevat:

Aanpassingen aan de standaard bluskleding leiden niet tot verbetering van de bescherming bij kortdurende reddingen binnen loodsen en laboratoria;
bij kleine risico's (AGW 20 tot 150 mg/m³) is een Splash-1000 hood goed bruikbaar over de bluskleding;
bij grote risico's (AGW ≤ 20 mg/m³) is alleen de Splash-2000 goed bruikbaar.
Het is met de in dit rapport beschreven methode goed mogelijk om voor niet-corrosieve gevaarlijke stoffen te berekenen of een inspannende grijpredding met een standaard bluspak en onafhankelijke ademlucht uitvoerbaar is, zonder dat daarbij sprake is van ernstige risico's voor het brandweerpersoneel.

Aanbevelingen

In overleg met de klankbordgroep van het netwerk OGS van de NVBR worden de volgende aanbevelingen gedaan.

- De berekende concentraties kunnen een waardevolle aanvulling zijn op het huidige Chemiekaartenboek.
- Het toepassen van (overdruk)ventilatie is een effectieve methode om tijdens een in pandig gevaarlijke stoffen incident de concentratie van de vrijgekomen stoffen te verlagen (bijvoorbeeld door het openzetten van (overhead)deuren en ramen en/of inzet van overdrukventilatoren bij afwezigheid van mogelijk brandgevaar).
- Ontwikkel in samenspraak met de CBRNe-klankbordgroep van BZK en de industrie een wegwerp-overall, waaronder ademlucht gedragen kan worden en die dezelfde bescherming biedt als het tweedelige chemiepak.
- Verspreid de resultaten via het netwerk OGS van de NVBR naar de veiligheidsregio's.

Management summary

Reason

In 2006 TNO has done research on a decision support model for protective clothing against toxic chemicals for the Regional Fire Department of Amsterdam & Amstelland. The Ministry of the Interior and Kingdom Relations (BZK) has commissioned a continuation of this project, in order to explore which fire fighter gear and chemical suits are used in the Kingdom of the Netherlands and to test these clothing and suits in the laboratory under practical conditions.

Problem

It is unknown to which extent current protective clothing protects the wearer against the influence of hazardous materials as a consequence of dermal absorption under practical conditions.

In order to fill this knowledge gap, a number of research questions have been formulated:

1. How does dermal absorption of toxic vapours occur?
2. Which criterion is adequate to express the risk assessment of dermal absorption?
3. Which hazardous toxic materials are present in the Safety Regions?
4. Which types of protective clothing are used in the Safety Regions?
5. How does a first responder move during a grab rescue?
6. To which concentrations of hazardous toxic materials is a first responder likely to be exposed in case of an indoor grab rescue?
7. Which protection is offered by protective clothing, given a certain level of exposure?

Approach

The first stage of the study was a literature survey of available knowledge concerning dermal absorption of hazardous toxic materials, as well as the measures (criteria) in which this can be expressed (answering question 1 and 2).

Subsequently, an inventory of the present types of hazardous toxic materials and protective clothing in the Safety Regions was made (answer questions 3 and 4). Through a questionnaire, the necessary information was collected.

By attending realistic training scenarios of incidents involving hazardous toxic materials the "standard movements" and critical aspects of a possible dermal absorption during a grab rescue were sketched (answer question 5).

Using computer models (EFFECTS and Skinperm) exposure levels have been calculated during indoor events with different amounts of released hazardous toxic materials (answer Question 6). The protective clothing, the present hazardous toxic materials, "movements" during a grab rescue, and exposure levels, formed the basis for a measuring method to measure the protective effects against dermal absorption to the standard clothing via a so-called "Total Inward Leakage" test method = TIL (answer question 7).

Results

Question 1 and 2

How does dermal absorption of toxic vapours occur?

Which criterion is adequate for the risk assessment of dermal absorption?

Toxic vapour can reach the skin due to leakage of the standard fire fighting gear, chemical and gas suits and through penetration into the human body via the skin. A suitable value to report the risk of dermal absorption of toxic vapours is the alert limiting value (AGW) or

emergency response planning guideline, level 2 (ERPG). Both values were approximately identical.

Question 3

Which hazardous toxic materials are present in the Safety Regions?

From the inventory which hazardous toxic materials are available in the Safety Regions – see annex 2 – it appears that all kinds of groups of flammable and/or toxic industrial hazardous materials were found. In particular those materials which can form hazardous toxic vapours during an unwanted release, are relevant to the research described here. These kinds of materials form the highest risk for penetration through the skin.

Question 4

Which types of protective clothing are used in the Safety Regions?

From the inventory of the types of protecting clothing which are used in the Safety Regions – see annex 1 – it appears that several Safety Regions used different types of fire fighting gear. Products of the suppliers “Willem van der Mark fire fighting, functional clothing and gear Ltd.” and “PWG industrial safety clothing Ltd.” are most often mentioned. By the selection of chemical and gas suits one restricted one self to a single supplier (Trellchem chemical and gas suits of Trelleborg).

Question 5

Which “movements” are made during a (grab) rescue?

During educations and exercises the following “movements” were observed:

- To “shrink” oneself before passing of narrow openings (doors, obstacles), both arms are pressed against the body and the knees are bent to press as much as possible air out of the gear. After passing the narrow opening, the pressure was lowered with both arms, after which the air exhaled air from the air breathing cylinder gives the gas suit its characteristic and somewhat billowing shape.
- Bending through the knees during assisting and/or rescuing of victims.
- Stretching the arms and the legs during decontamination.

Question 6

To which concentrations of hazardous toxic materials, may the skin be exposed in case of an indoor grab rescue?

The intensity of the exposure can be estimated through the EFFECTS calculating model, in combination with the different ventilation parameters (maximum achievable indoors vapour concentrations). This intensity is used as input for the calculating model Skinperm 2.0 in order to determine the value of the dermal absorption.

Question 7

Which degree of protection is offered by the protective clothing during typical rescue movements, given a certain exposure?

The protective properties of some often-used suits were tested using system tests according to European Standard EN 943. On the basis of the above parameters (concentrations, duration, and protective properties) a critical property can be determined, which indicates to which exposure fire fighters may be exposed while just still maintaining their capability of an indoor grab rescue. The standard for this estimate through Skinperm is given in chapter 3.

In this study, measuring results were only used to obtain a good assessment of the scope of achievable protection factors per gear configuration.

Conclusions and recommendations

A quick and short lasting grab rescue with standard fire fighter gear together with independent air breathing is during an indoor hazardous materials incident in the worst imaginable case (more than 50 kg of hazardous materials and bad ventilation) only workable, if the alerting limiting value (AGW) of the released material is greater than 150 mg/m³. Under less extreme circumstances, meaning by small hazardous materials incidents (less than 2 kg) and good ventilation, this is also possible if the alerting limiting value is greater than 70 mg/m³.

If the alerting limiting value (AGW) of the released (and most) hazardous material is 20 mg/m³ or less, then the use of a one-piece chemical suit (for example Splash-2000) or a gas suit is always necessary. In-between cases (AGW = 20 till 150 mg/m³) a two-piece chemical suit (for example Splash-1000) during a quick and short lasting grab rescue give sufficient protection with respect to dermal absorption.

The tested chemical suit Splash-2000 yielded very good results. The tested chemical suit Splash-1000 (trousers and hood) showed a lower degree of protection of the fire fighters.

The conclusions can be summarized as follows:

Modification of the standard fire fighting gear did not result in improvement of protection during short-lasting rescues within warehouses and laboratories;
In case of small risks (AGW 20 till 150 mg/m³) a Splash-1000 hood over the fire fighting gear usually performs well;
In case of greater risks (AGW = < 20 mg/m³) only the Splash-2000 is adequate.

Using the method described in this report is it possible to calculate – for non-corrosive hazardous materials - if an indoor grab rescue with standard gear and independent air breathing is practicable, without serious risks to the fire fighters.

Recommendations

By consultation of the feedback group of the network OGS of the NVBR the following recommendations were made:

- The calculated concentrations would be a worthwhile full supplement for the recent Chemical cards book (Chemiekaartenboek)
- The use of (overpressure) ventilation during an indoor hazardous materials incident is an effective method to lower the concentrations of the released materials (for example by opening the (overhead) doors and windows and/or the deployment of overpressure ventilators by absence of fire risk).
- It is recommended to develop, in dialogue with the CBRNe-feedback group of BZK and the industry, a disposable suit under which air breathing can be worn and which gives the same protection like the two-pieces chemical suit.
- It is recommended to distribute the results via the network OGS of the NVBR to the Safety Regions.

Inhoudsopgave

	Managementsamenvatting	2
	Management summary	6
1	Inleiding.....	10
2	Projectaanpak	11
3	Huidopname van dampvormige toxisch gevaarlijke stoffen	13
3.1	Inleiding.....	13
3.2	Huidopname.....	13
3.3	Mogelijke dampconcentraties in geventileerde in pandige ruimten.....	13
3.4	Omvang van het blootgestelde huidoppervlak.....	14
3.5	Geschikte grenswaarden voor risicobepaling van huidopname	15
3.6	Conclusie	18
4	Inventarisatie gevaarlijke stoffen en beschermende kleding	19
4.1	Inleiding.....	19
4.2	Aanwezige bulkhoeveelheden toxische stoffen in de Veiligheidsregio's	19
4.3	Beschermende kleding in de Veiligheidsregio's.....	19
4.4	Conclusie	20
5	Scenario's en wijze van optreden.....	21
6	Experimenten	23
6.1	Inleiding.....	23
6.2	Experimenteel bewegingsprotocol en kritische handelingen.....	23
6.3	Meetresultaten.....	24
6.4	Conclusies.....	25
7	Protectiefactor voor diverse typen beschermendekleding.....	27
8	Conclusies en aanbevelingen.....	28
9	Geraadpleegde literatuur	30
10	Lijst van gebruikte afkortingen.....	32
11	Ondertekening.....	33

BIJLAGEN

1 t/m 12

1 Inleiding

Tijdens een in 2006 uitgevoerd TNO-onderzoek voor de Brandweer Amsterdam en Omstreken werd een alternatief beslismodel voor de keuze van beschermende kleding bij in pandige incidenten met toxische stoffen voorgesteld [7]. Tijdens de presentatie van de resultaten werd door het netwerk OGS van de Nederlandse Vereniging voor Brandweezorg en Rampenbestrijding (NVBR) met OGS-afgevaardigden de wens geuit om een meer op de praktijk gericht landelijk onderzoek voorstel in te dienen bij het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, Directie Crisisbeheersing (BZK).

BZK heeft daarop TNO de opdracht verstrekt om de te verwachten gevaren ten aanzien van huidblootstelling voor brandweerpersoneel tijdens een in pandige grijpredding bij een gevaarlijke stoffen incident in kaart te brengen. In nauw overleg met het netwerk OGS werd het onderzoek afgestemd. Dit leidde er uiteindelijk toe dat het onderzoek gedurende 2007 gericht diende te worden op mogelijke gevaren van huidblootstelling ten aanzien van toxische gassen en dampen (in het vervolg wordt gesproken van dampen).

In hoofdstuk 2 wordt de onderzoeks aanpak van het project gepresenteerd, met hierin het doel van het onderzoek, de onderzoeksvragen en –aanpak, als ook de afbakening. In hoofdstuk 3 wordt een inventarisatie uitgevoerd van de in de veiligheidsregio's aanwezige bulkhoeveelheden gevaarlijke toxische stoffen en gebruikte beschermende kleding. In hoofdstuk 4 worden de onderdelen van grijpredding door de brandweer in beeld gebracht. De waarden waar brandweerpersoneel bij een in pandige grijpredding kan worden blootgesteld worden berekend in hoofdstuk 5. De beschermende kleding, aanwezige toxische stoffen, bewegingen tijdens een grijpredding, en de blootstellingsniveaus, vormen op hun beurt de basis voor een meetmethode om de beschermende werking tegen huidblootstelling van de standaard uitrusting van de brandweer daadwerkelijk in een systeemtest (via een zgn. "Total Inward Leakage" testmethode = TIL) te meten (hoofdstuk 6). In hoofdstuk 7 worden de conclusies gepresenteerd en aanbevelingen gedaan.

Snelheid bij een in pandige grijpredding versus veiligheid

Het probleem dat zich voordeed was de tegenstelling tussen snelheid bij een in pandige grijpredding en de veiligheid van het in te zetten brandweerpersoneel met een bepaalde vorm van beschermende kleding. Hoewel een gaspak een hoge protectiefactor heeft ($PF > 4000$) is dit niet geschikt voor een snelle grijpredding, aangezien de tijd die nodig is voor het ter plaatse krijgen en aantrekken van een gaspak veel tijd (minimaal 30 minuten) vergt.

Daarom is er gezocht naar de combinatie van beschermende kleding en Duct tape welke zich op de eerste TS (kunnen) bevinden.

2 Projectaanpak

Doelstelling

De centrale vraag voor dit onderzoek luidt: “*wat zijn de mogelijke beschermingsniveaus van beschermende kleding ten gevolge van huidblootstelling tijdens een grijpredding bij een in pandig gevaarlijke stoffen incident*”. Het doel van dit onderzoek is de beschermingsfactoren van beschermende kleding in beeld te brengen.

Onderzoeksvragen

Om dit doel te bereiken dient een aantal onderzoeksvragen te worden beantwoord.

1. *Op welke wijze vindt huidopname van gasvormige toxische gevaarlijke stoffen plaats?*
2. *Welk criterium is geschikt om de risicobepaling van huidopname in uit te drukken?*

Door middel van literatuur onderzoek wordt kennis over de huidopname van gevaarlijke toxische stoffen samengevat. Dit is de noodzakelijk theoretische achtergrond om in het vervolg van het onderzoek de praktijktesten goed vorm te kunnen geven.

3. *Welke gevaarlijke toxische stoffen zijn in de veiligheidsregio's aanwezig?*
4. *Welke typen beschermende kleding worden in de veiligheidsregio's gebruikt?*

Aan de hand van een schriftelijke vragenlijst zijn de veiligheidsregio's verzocht een opgave te doen van de aanwezige bulkvoorraden aan gevaarlijke toxische stoffen en gebruikte beschermende kleding. De vragenlijst is in samenwerking met het netwerk Ongevalbestrijding Gevaarlijke Stoffen (OGS) van de Nederlandse Vereniging voor Brandweezorg en Rampenbestrijding (NVBR) opgesteld en uitgezet. Hiertoe werd middels een brief aan de regionaal commandanten in april 2007 gevraagd dergelijke informatie aan te leveren. Hierbij werd tevens gevraagd naar eventueel reeds bestaande protocollen of procedures, die een inzicht verschaffen in de wijze van optreden in geval van een gevaarlijke stoffen incident.

5. *Welke bewegingen worden gemaakt bij een grijpredding?*

Een aantal oefeningen van chemische incidenten werd bijgewoond om zoveel mogelijk van de concrete handelingen tijdens een grijpredding via foto en video vast te leggen. Op deze wijze werd inzicht verkregen van mogelijk kritische handelingen met de gedragen beschermende kleding en ook van de werkelijke blootstellingsduur tijdens een grijpredding.

6. *Aan welke concentraties van gevaarlijke stoffen kan de huid worden blootgesteld bij een in pandige grijpredding?*

De intensiteit van de blootstelling kan ingeschat worden met het rekenmodel EFFECTS in combinatie met verschillende ventilatie-parameters (maximaal haalbare in pandige dampconcentraties). Deze worden op hun beurt gebruikt als input voor het rekenmodel Skinperm 2.0 om de mate van huidopname te bepalen.

7. *Welke bescherming biedt beschermende kleding bij de uitvoering van die bewegingen, gegeven een bepaalde blootstelling?*

De beschermende eigenschappen van enkele veelgebruikte pakken zijn getest via systeemtesten volgens de Europese Norm EN 943. Op basis van de hiervoor behaalde parameters (concentraties, duur, beschermende eigenschappen) kan een kritische eigenschap bepaald worden, die aangeeft waaraan brandweerpersoneel nog juist dermaal (via de huid) het uitvoeren van een in pandige grijpredding. Zie hiervoor de middels skinperm geschatte norm in hoofdstuk 3.

In de periode november 2007 – februari 2008 zijn met een aantal brandweer proefpersonen TIL-experimenten volgens EN 943 in een testkamer van TNO uitgevoerd. In deze EN 943 worden minimaal twee proefpersonen voorgeschreven, hetgeen ook als minimum in de hier beschreven experimenten is aangehouden. De EN 943 is niet bedoeld om statistisch bruikbare data op te leveren. De EN 943 is bedoeld om een bepaalde beschermend pak goed te keuren of anders af te keuren. Voor een werkelijk statistische onderbouwing dienen minimaal 6 proefpersonen per pak of configuratie aangehouden te worden, hetgeen echter alleen zinvol is bij goed reproduceerbare en vooral hoge waarden voor de gemeten protectiefactoren. In dit onderzoek werden de meetresultaten alleen gebruikt om een goede inschatting te krijgen van de reikwijdte aan haalbare protectiefactoren per pakconfiguratie.

Afbakening

Het onderzoek is met name gericht op een in pandige grijpredding, hetgeen betekent dat het brandweerpersoneel in een kort tijdsbestek tracht een in pandig slachtoffer in veilig gebied te krijgen. In de projectgroep werd tijdens de eerste besprekingen o.a. uitgebreid stilgestaan bij de noodzaak van beschermende kleding bij het uitvoeren van grijpreddingen in de buitenlucht. Hierbij werd geconstateerd dat grijpreddingen in de buitenlucht in bluspak met ademlucht zijn uit te voeren, omdat de “ventilatie” buiten dusdanig is dat de gevaarlijke stof zodanig verdund wordt dat bluspak en ademlucht al voor voldoende bescherming kunnen zorgen. De meegedragen onafhankelijke ademlucht biedt voor de drager voldoende bescherming tegen de schadelijke gevolgen van inhalatie van de gevaarlijke stoffen.

Het onderzoek is beperkt tot gevaarlijk toxische stoffen, en gaat dus niet in op corrosieve of explosieve stoffen. Het onderzoek is beperkt tot dampen en daarmee niet op vloeistoffen. Het onderzoek beperkt zich tot gevaren die zich voordoen ten gevolge van huidblootstelling aan toxische gevaarlijke stoffen.

3 Huidopname van dampvormige toxisch gevaarlijke stoffen

3.1 Inleiding

Bij blootstelling van de huid aan gevaarlijke stoffen wordt in eerste instantie veelal gelet op een rechtstreeks contact door morsen of spatten met vaste of vloeibare toxische stoffen. Echter ook toxische dampen kunnen onder bepaalde omstandigheden tijdens huidblootstelling gevaar opleveren. In paragraaf 3.2 wordt kort beschreven op welke wijze de huidopname van toxische dampen plaatsvindt. De dosis van de gevaarlijke stof is hierbij een belangrijke variabele. Deze dosis wordt mede bepaald door de concentratie van de stof in de ruimte en de omvang van het blootgestelde huidoppervlak. In paragraaf 3.3 wordt ingegaan op de dampconcentraties die in panden mogelijk zijn en in paragraaf 3.4 de omvang van het blootgestelde huidoppervlak. In paragraaf 3.5 wordt gezocht naar een geschikt criterium om het gevaar door huidopname van toxische stoffen in uit te drukken. Met de belangrijkste conclusies wordt dit hoofdstuk afgesloten (paragraaf 3.6).

3.2 Huidopname

Toxische dampen kunnen onder bepaalde omstandigheden tijdens huidblootstelling gevaar opleveren. Huidirritatie en contacteczeem zijn mogelijk, maar ook kunnen gevaarlijke stoffen door de huid heen dringen en in het lichaam nadelige gezondheidseffecten veroorzaken. Hierbij is vaak de dosis bepalend voor de aard en intensiteit van het effect. Van veel gevaarlijke stoffen wordt aangenomen dat er een dosis bestaat waaronder geen schadelijk effect kan plaatsvinden. Zodra de dosis echter boven een specifieke drempelwaarde uitkomt, begint de toxische stof steeds krachtiger een effect te genereren. In bepaalde mate is het lichaam nog in staat de ontstane schade te herstellen, maar bij verder oplopende doses zal het verdedigingsmechanisme van het lichaam worden overstelpt en leiden tot onherstelbaar schade. Uiteindelijk zal bij nog hogere doses de blootstelling fataal kunnen zijn.

3.3 Mogelijke dampconcentraties in geventileerde inpandige ruimten

In een volkomen afgesloten ruimte zonder enige ventilatie kan een vrijgekomen vloeistof door verdamping in principe een dampconcentratie bereiken die gelijk is aan de maximale dampspanning van die stof. Omdat binnen gebouwen meestal sprake is van een bepaalde mate van ventilatie (open deuren, ramen, kieren) zal door voortdurende verdunning de dampconcentratie een dergelijk hoge waarde niet bereiken maar slechts een deel daarvan. De overlevingskansen van eventuele slachtoffers die hieraan zijn blootgesteld hangen sterk af van factoren zoals locatie t.o.v. de bron (afstand) en blootstellingsduur. Slachtoffers dicht bij de bron of die erg lang blootgesteld zijn geweest bezitten zonder geschikte adembeschermende middelen nauwelijks voldoende overlevingskansen, zoals in het voorbeeld hieronder duidelijk getoond wordt:

Voorbeeld: Grenswaarden t.a.v. inhalatoire risico's in de ademplucht voor Acrylonitril

Wettelijke Grenswaarde	:	niet vastgesteld
Aanbevolen blootstellingslimiet (NIOSH REL, 8 uren)	:	2,2 mg/m ³ (Huidnotatie)
Piekblootstellingslimiet (NIOSH, 15 min):	:	22 mg/m ³
Voorlichtingsrichtwaarde (VRW, 60 min)	:	10 mg/m ³
Alarmeringsgrenswaarde (AGW, 60 min)	:	50 mg/m ³
Levensbedreigende waarde (LBW, 60 min)	:	200 mg/m ³
Vluchtwaarde (NIOSH IDLH, 30 min)	:	185 mg/m ³

Maximale Dampspanning (20°C) : 240000 mg/m³

Met het rekenmodel “EFFECTS”¹ is het mogelijk om een goede indruk te krijgen van de verdampingssnelheid van een vloeibare gevaarlijke stof op een betonnen vloer van een gebouw. Daar “EFFECTS” (nog) niet bedoeld is voor gebruik binnen gebouwen, kan de verspreiding in dergelijke ruimten niet in detail doorgerekend worden. Met bekende ventilatie-parameters (luchtstroom en ventilatievoud) kan wel een gemiddelde concentratie in een ruimte berekend worden als functie van de tijd na het begin van vrijkomen. Dit is uitgevoerd met een aantal geheel verschillende stoffen, geselecteerd op basis van kookpunt en maximale dampspanning. Zie voor de resultaten de tabel in bijlage 4.

Uit deze berekeningen blijkt dat onder **extreme omstandigheden** (relatief grote hoeveelheden zoals een 50 liter-drum in een laboratorium of een 1000 liter-IBC container in een loods) de dampconcentratie overeenkomt met ongeveer 10% van de maximale dampspanning (**10%Dsp**). Onder **minder extreme omstandigheden** (een 2,5 liter fles in een laboratorium of een 200 liter-drum in een loods) blijkt nauwelijks het **1%Dsp**-niveau haalbaar te zijn. Vooral bij gunstige omstandigheden zoals een goed functionerende ventilatie, het veroorzaken van tocht (openzetten van alle deuren en ramen) wordt nauwelijks een 0,5%Dsp-niveau gehaald. Het eventueel inzetten van overdrukventilatoren kan hierbij zeker bijdragen om dit concentratieniveau nog verder te verlagen.

3.4 Omvang van het blootgestelde huidoppervlak

Blusklleding bij de brandweer is in veel gevallen voor het overgrote deel vervaardigd van permeabele lagen materialen met daartussen ademende membranen (“wind- en waterdicht Goretex fireblocker EU-liner”). Dergelijke Goretex-lagen maken dat blusklleding van buiten naar binnen toe zich gedraagt als een impermeabel beschermend materiaal. Lichaamswarmte en lichaamsvocht kan echter wel beperkt van binnenuit door de kleding heen afvloeien. Sommige typen blusklleding zijn uitgevoerd als een eendelig overall, andere juist weer als een tweedelig pak (jacker en tuinbroek). Bij de nek wordt het pak met klittenband aan de onderzijde om het gelaatstuk (adempluchtmasker) afgesloten rondom de kin-neklap van de

¹ EFFECTS is TNO's reken software om de fysieke effecten van het ongewenst vrijkomen van gevaarlijke stoffen te berekenen. Het voorspellen van de gevolgen is van vitaal belang voor de leefomgeving, het personeel, de autoriteiten, het management van bedrijven en de hulporganisaties. Uitgebreide sets van effect- en schademodelen hebben geleid tot de ontwikkeling van het Gele en het Groene boek (respectievelijk: Methoden voor de berekening van fysieke effecten door vrijkomen van gevaarlijke stoffen en methoden voor het bepalen van mogelijke schade aan mens en omgeving ten gevolge van ongewenst vrijkomen van gevaarlijke stoffen). Deze boeken worden inmiddels wereldwijd gebruikt en als standaard referentie gezien bij het uitvoeren van veiligheidsstudies. De Gele en Groene boek-modellen zijn samengebracht in het TNO Software product EFFECTS.

helm. Door het riemenstelsel van het gedragen ademluchttoestel ontstaan onder de bluskleiding van elkaar vrijwel afgesloten compartimenten. Een schadelijk damp die binnenstroomt langs de polsen bereikt daardoor niet of nauwelijks de ruimte rondom de borst/heup. Alleen het volledige huidoppervlak van beide armen en een klein deel van de schouders wordt aan damp blootgesteld. Eenzelfde beeld ontstaat bij de nek en onderbenen. Het op deze wijze blootgestelde totaaloppervlak bedraagt grofweg 1/3 (33%) van de gehele lichaamshuid van een volwassen persoon (ca. 67% is wel afgeschermd) [1].

3.5 Geschikte grenswaarden voor risicobepaling van huidopname

Om de gevaren bij blootstelling in te schatten als er gevaarlijk toxische stoffen onbedoeld vrijkomen in de omringende lucht kent men het systeem van de zogenaamde interventiewaarden. Hiermee worden concentraties in de lucht bedoeld, waarvan men op basis van de aanwezige wetenschappelijke kennis aanneemt dat die bij een gemiddeld aanwezige bevolking na een blootstellingsduur van één uur tot verschillende soorten effecten op de gezondheid kunnen leiden. Bij de laagste waarde, de zogenaamde voorlichtingsrichtwaarde (VRW), ondervinden de meeste mensen alleen een tijdelijke hinder (onaangename geur, misselijkheid, hoofdpijn). Bij de middelste waarde, de zogenaamde alarmering grenswaarde (AGW) is de concentratie reeds hoog genoeg dat er ernstige en reversibele effecten op de gezondheid beginnen te ontstaan en mensen beperkt worden in hun mogelijkheid om zichzelf te beschermen of te vluchten, zeker bij de zwakkere groepen binnen een bevolkingsgroep (ouderen, kinderen, astmatici e.d.). Bij de hoogste waarde, de zogenaamde levensbedreigende waarde (LBW), is de concentratie zodanig hoog dat ook ernstige irreversibele effecten op de gezondheid ontstaan waarbij zwaar gewonde en zelfs dodelijke slachtoffers te verwachten zullen zijn, zelfs nog nadat een dergelijke blootstelling is beëindigd².

In de onderbouwing voor deze interventiewaarden worden meestal geen lange termijn effecten, zoals carcinogeniteit en reproductietoxiciteit, meegenomen in de afweging ervan tenzij onomstotelijk vaststaat dat dit voor bepaalde toxische stoffen wel het geval is.

Met het Skinperm-model kan onder aannames voor een dampconcentratie in de omringende lucht, het feitelijk blootgestelde huidoppervlak en een bekende blootstellingsduur berekend worden hoeveel van een stof door de huid kan dringen uitgedrukt in een opgenomen dosis in milligram (Bijlage 3). Om te bepalen wat hiervan het risico is dient deze opgenomen dosis op zijn beurt vergeleken te worden met een kritische dosis. Daar er geen huidgrenswaarden voor toxische stoffen bestaan (zeker niet voor calamiteit doeleinden) is het binnen de arbeidshygiëne gebruikelijk om dan te werken met de ruim aanwezige grenswaarden ten aanzien van inhalatoire blootstelling, zoals de AGW of ERPG-2 waarden. De kritische dosis wordt dan als volgt berekend:

$$\begin{aligned} \text{Kritische dosis} &\approx \text{Grenswaarde} \times \text{ademminuutvolume} \times \text{periodeduur} \times 0,5 \\ &\approx (\text{AGW of ERPG-2}) \times \text{AMV} \times t \times 0,5 \end{aligned}$$

De periodeduur t wordt vastgelegd door de tijd waarvoor de specifieke grenswaarde geldig is: in dit geval is dat 60 minuten. Omdat niet de volledig ingeademde hoeveelheid toxische stof ook daadwerkelijk wordt opgenomen, maar bij benadering de helft van deze hoeveelheid, wordt met een factor 0,5 gecompenseerd.

Uitgaande van een persoon die middelzware arbeid verricht:

² Periodiek worden de interventiewaarden bekend gesteld door het Ministerie van VROM in nauwe samenwerking met het RIVM. Tijdens dit onderzoek is gewerkt met het boekje "Interventiewaarden gevaarlijke stoffen 2006".

$$\begin{aligned} \text{Kritische dosis} &\approx (AGW \text{ of } ERPG-2) \times 0,035 \times 60 \times 0,5 & [mg] \\ &\approx (AGW \text{ of } ERPG-2) & [mg] \end{aligned}$$

Hieruit volgt dat de kritische dosis getalsmatig vrijwel gelijk is aan de AGW of ERPG-2 waarde³. Er hoeft geen ingewikkelde omrekening plaats te vinden en de bestaande tabellen kunnen ook rechtstreeks gebruikt worden om de kritische dosis af te lezen. Wel is de dimensie verschillend: als grenswaarde is dat een concentratie in de ademlucht weergegeven als [mg/m³], maar als kritische dosis is dat een opgenomen dosis in [mg]. Het relatieve risico voor de onbeschermdede huidblootstelling wordt dan als volgt afgeleid:

$$\text{Relatief Risico huidopname} = \frac{\text{met Skinperm berekende opgenomen dosis}}{\text{Kritische dosis}} \quad [-]$$

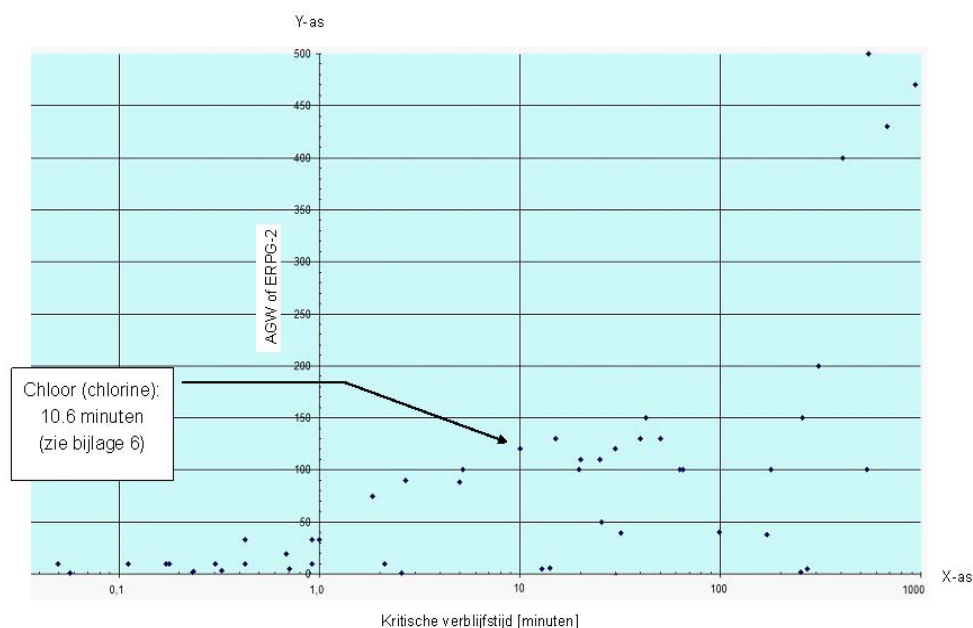
Is dit risicogetal kleiner dan 1, dan betekent dit dat er geen speciale of extra huid-beschermende middelen noodzakelijk zijn. Is dit risicogetal vrijwel gelijk aan 1 of groter, dan zijn wel extra maatregelen als het dragen van beschermende kleding en handschoenen noodzakelijk (om een zekere veiligheidsmarge aan te houden wordt dit reeds aanbevolen vanaf een relatief risico van 0,5). De keuze van een beschermend pak als een chemie- of een gaspak wordt dan volledig bepaald door de verlaging van dit risico die ermee bereikt kan worden middels de gemiddelde protectiefactor (PF) ervan:

$$\text{Verlaagd risico door beschermend pak} = \frac{\text{Relatief Risico huidopname}}{\text{Protectiefactor pak}} \quad [-]$$

Uitgaande van dit principe kan ook ingeschat worden hoe lang een blootstelling maximaal mag duren (door de huid opgenomen dosis = AGW of ERPG-2) met de verschillende pakken in een omgeving met een toxische damp. Dit is met een groot aantal van de gevaarlijke stoffen uit de inventarisatie berekend voor een 'worst-case' scenario (10%Dsp) en een gunstiger scenario (0,5% Dsp).

De resultaten hiervan worden in tabelvorm weergegeven in bijlage 6 en grafisch in figuur 1. Elke punt in deze grafiek stelt een gevaarlijke stof voor en geeft zijn interventiewaarde aan t.o.v. de blootstellingsduur voordat de door de huid opgenomen hoeveelheid overeenkomt met de kritische dosis, gegeven het dragen van een bluspak met een protectiefactor van 3. De meest gevaarlijke stoffen t.a.v. mogelijke huidopname staan bij deze enkel-logaritmische wijze van presenteren het meest links in de grafiek (kortste toegestane blootstellingstijd). Andere gevaarlijke stoffen met eenzelfde interventiewaarde die minder snel vanuit een gasfase door de huid worden opgenomen liggen meer rechts in deze grafiek.

³ Wordt in plaats hiervan gekozen voor de LBW of ERPG-3 waarde als kritische grenswaarde, dan volgt geheel analoog hieruit dat de kritische dosis getalsmatig vrijwel overeenkomt met deze (meestal) hogere grenswaarde.



Figuur 1: Kritische blootstellingstijd als functie van de interventiewaarde voor een persoon met een standaard bluspak (aangenomen $PF=3$) tijdens een 'worst-case' scenario in loods uit bijlage 6.

Uitleg voorbeeld grijpredding in loods waar 200-1000 kg chloor is vrijgekomen en het ventilatievoud 0,6 bedraagt ("worst-case" scenario).

Op de horizontale as is de kritische verblijfstijd uitgezet en op de verticale as de interventiewaarde voor een brandweerman/vrouw met een standaard bluspak.

De tabel in bijlage 6 geeft voor chloor bij een $PF=3$ een kritische verblijfstijd aan van 10,6 minuten.

Dit betekent dat de brandweerlieden met een standaard bluspak gedurende circa 10 minuten in de loods kunnen verblijven om mensen te redden.

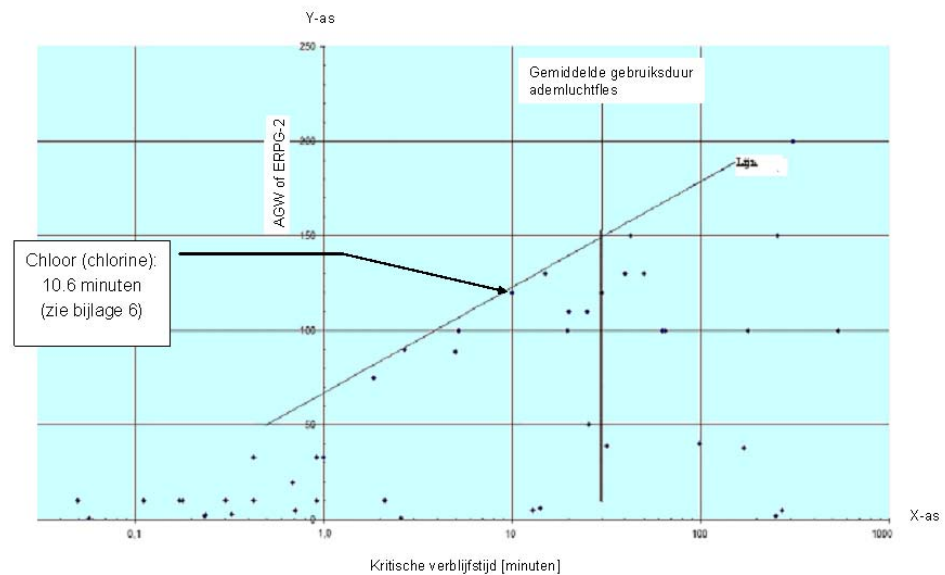
Als er een hoger ventilatievoud geldt, bijvoorbeeld door het openzetten van de overheaddeuren en het gebruik van overdrukventilatoren, dan zal concentratie dalen en de verblijfstijd toenemen.

Dit laatste geldt ook voor het gebruik van betere beschermende kleding (hogere PF).

Als $PF=10$ (zie tabel bijlage 6) wordt gekozen dan zou de verblijfstijd toenemen naar 35 minuten. Echter de gemiddelde gebruiksduur van een ademluchtfles beperkt deze verblijfstijd al tot 30 minuten.

Hoewel er op deze wijze in het algemeen weinig samenhang lijkt te bestaan tussen de interventie-waarde en blootstellingstijd, kan er wel voor de meest gevaarlijke stoffen een lineaire relatie worden afgeleid door boven de "datawolk" een lijn te trekken:

Het snijpunt van zo'n lijn met de verticale lijn die de gemiddelde gebruiksduur van de ademluchtcilinder aangeeft, geeft de minimale interventiewaarde aan waarboven het nog verantwoord is om veilig een grijpredding te doen.



Figuur 2: Idem als figuur 1 met een lijn boven de “datawolk” die voor alle gevaarlijke stoffen de meest kritische blootstellingsduur vertegenwoordigt.

Eenzelfde exercitie kan ook worden uitgevoerd voor lagere gemiddelde concentraties aan gevaarlijke stoffen en/of voor betere beschermende pakken (zie voor beide situaties de getalswaarden in bijlage 6). In beide gevallen schuift de “datawolk” in de figuren 1 en 2 dan op naar rechts, dus naar meer langdurige kritische tijden. Een lagere concentratie en/of een beter beschermend pak verlaagt immers het risico t.a.v. huidopname en een hulpverlener kan in dat geval langer worden blootgesteld alvorens een kritische dosis wordt bereikt.

Hoe groot nu werkelijk de gemiddelde protectiefactoren van de verschillende geteste beschermende pakken zijn, zal in hoofdstuk 6 worden beschreven.

3.6 Conclusie

De onderzoeksvragen 1 en 2 kunnen worden beantwoord. Een toxische damp kan door middel van lekken in blus-, chemie- en gaspakken op de huid komen en via de huid het menselijk lichaam binnendringen. Een geschikte maat om het gevaar via huidopname van toxische dampen in uit te drukken is de alarmeringsgrenswaarde (AGW) of emergency response planning guideline, level 2 (ERPG-2). Beide zijn bij benadering identiek.

4 Inventarisatie gevaarlijke stoffen en beschermende kleding

4.1 Inleiding

Om de gevaren van huidblootstelling aan gevaarlijke toxische stoffen in de praktijk in beeld te brengen is het van belang te weten welke stoffen aanwezig zijn in de veiligheidsregio's. Om de bescherming hiertegen in de praktijk te kunnen vaststellen, dient bekend te zijn welke beschermende kleding in de veiligheidsregio's wordt gebruikt door de brandweer. Om een beeld te krijgen van de aanwezige gevaarlijke stoffen en gebruikte beschermende kleding is een landelijke enquête onder de veiligheidsregio's (VR's) en het civiele vliegveld Schiphol en het militaire vliegveld Gilze-Rijen uitgezet. Dit hoofdstuk presenteert de resultaten. In paragraaf 4.2 zijn de aanwezige gevaarlijke toxische stoffen geïnventariseerd. In paragraaf 4.3 de gebruikte beschermende kleding. De belangrijkste conclusies worden gepresenteerd in paragraaf 4.4.

4.2 Aanwezige bulkhoeveelheden toxische stoffen in de Veiligheidsregio's

Binnen dit project is met name de focus gelegd op die vloeibare stoffen die toxische dampen kunnen vormen. Een overzicht van alle door de verschillende regio's verstrekte lijsten gevaarlijke stoffen is opgenomen in bijlage 2. Uit de inventarisatie blijkt dat alle soorten categorieën brandbare en/of toxisch industriële gevaarlijke stoffen voorkomen:

- brandbare gassen als acetyleen,
- tot vloeistof verdichte toxische gassen als chloor en ammoniak,
- vluchtig toxisch vloeibare stoffen als benzeen en methylmethacrylaat,
- weinig vluchtige maar nog steeds toxisch vloeibare stoffen als nitrobenzeen,
- waterige oplossingen van toxische vaste stoffen zoals arseen/chroom/cobalt-zouten en zuren
- en corrosieve zuren als salpeter-, zwavel- en zoutzuur.

Met name die stoffen die gedurende een ongewenst vrijkomen in de omgeving schadelijke en toxische dampen kunnen vormen zijn voor het hier beschreven onderzoek van belang. Dit soort stoffen vormt het grootste gevaar voor penetratie door de huid. De grootste dreiging van brandbare stoffen wordt in veel belangrijker mate gevormd door brandgevaar (explosiegrenzen in lucht). Voor waterige oplossingen c.q. zuren en logen bestaat de grootste dreiging uit heftige corrosieve effecten op allerhande materialen zoals bluskleding (via spatten).

4.3 Beschermende kleding in de Veiligheidsregio's

Dertien organisaties hebben de vragenlijst ingevuld geretourneerd. De verschillende typen bluskleding in de diverse VR's en vliegvelden zijn divers (zie het overzicht in bijlage 1). Producten van de leveranciers "Willem van der Mark brandweer-, functionele kleding en uitrusting BV" (4 keer) en "PWG Bedrijfsveilige kleding BV" (6 keer) worden het meest genoemd. Bij de keuze van chemie- en gaspakken beperkt men zich meestal tot een enkele aanbieder (Trellchem chemie- en gaspakken van Trelleborg): 12 van de 13 organisaties. Onderverdeeld naar de diverse Trellchem varianten in chemiepakken is de splash 700-

variant in gebruik bij 5 organisaties, de splash 1000-variant bij 6 en de splash 2000-variant bij 9 organisaties.

4.4 Conclusie

Uit de inventarisatie (vraag 3) blijkt dat alle soorten categorieën brandbare en/of toxisch gevaarlijke stoffen voorkomen. Met name die stoffen die gedurende een ongewenst vrijkomen in de omgeving schadelijke en toxische dampen kunnen vormen zijn voor het hier beschreven onderzoek van belang. Dit soort stoffen vormt het grootste gevaar voor penetratie door de huid.

Uit de inventarisatie (vraag 4) blijkt verder dat verschillende typen bluskleiding in de diverse VR's worden gebruikt. Producten van de leveranciers "Willem van der Mark brandweer-, functionele kleding en uitrusting BV" en "PWG Bedrijfsveilige kleding BV" worden het meest genoemd. Bij de keuze van chemie- en gaspakken beperkt men zich meestal tot een enkele aanbieder (Trellchem chemie- en gaspakken van Trelleborg).

5 Scenario's en wijze van optreden

Om de beschermende werking van brandweerpakken realistisch te testen is inzicht nodig in de handelingen die bij een grijpredding worden uitgevoerd. Om een goede indruk te krijgen van de duur en het soort handelingen die tijdens een grijpredding voorkomen, is naast een opleidingsdag een aantal oefeningen van gaspakkenteams bijgewoond en vastgelegd op beeld/video:

- Een gaspakopleiding van de Gezamenlijke Brandweer (23 mei 2007);
- Een gaspakoefening bij een chemisch bedrijf in de Botlek (24 mei 2007);
- Een OGS oefening bij een chemisch bedrijf in Noord-Holland (25 juni 2007);
- Een OGS oefening bij een riool waterzuiveringsinstallatie in Gelderland (26 november 2007).

Het doel hierbij was om eventuele kritische handelingen die de protectiefactor (PF) van het beschermende pak nadelig beïnvloeden⁴ te herkennen en deze met name ook te gebruiken tijdens de geplande systeemtesten⁵ (Hoofdstuk 6). Op deze wijze werden de volgende kritische handelingen, die het “belly” effect (aanzuigen van besmette buitenlucht) tijdens de oefeningen waargenomen:

- Het “klein-maken” vooraf aan het passeren van elke vernauwing (deuren, obstakels), waarbij met beide armen het pak tegen het lichaam wordt gedrukt en de knieën worden gebogen om zoveel mogelijk lucht uit het pak te persen. Na het passeren van de vernauwing wordt de druk met beide armen weer weggenomen, waarna de uitgedemde lucht uit de meegedragen ademluchtcilinder het gaspak weer zijn karakteristieke en enigszins opgebolde vorm geeft.
- Het door de knieën buigen tijdens het assisteren en/of bergen van slachtoffers.
- Het strekken van armen en benen tijdens de ontsmetting.

Op deze wijze werden de volgende tijdsduren van de hoofdtaken van een grijpredding waargenomen:

- Een verkenningsoopdracht nabij of binnen de “hot zone” duurt meestal tussen 3 tot 14 minuten. Hierbij worden snellopend alle besmette ruimten en gebouwen bekeken, inclusief die alleen bereikbaar zijn via (steile) trappen.
- Een grijpredding duurde in totaal meestal korter dan 5 minuten.
- Het ontsmetten en uitkleden nam nog eens ca. 30 minuten in beslag.

Uit de waargenomen wijzen van optreden tijdens diverse oefeningen is gebleken dat een grijpredding exclusief de voorgaande verkenning in de meeste gevallen binnen 5 minuten kan worden uitgevoerd. Wel zijn juist hierbij de uitgevoerde handelingen het meest belastend voor de beschermende werking van de gedragen kleding, met name door het meervoudig door de knieën buigen waardoor eerst lucht uit het pak wordt geperst en daarna weer wordt toegelaten via de uitgedemde lucht uit de meegedragen ademluchtcilinder. Juist deze handeling en die van het “klein maken” bij het passeren van vernauwingen forceert luchtstromen binnenin de beschermende kleding, die aanleiding kunnen geven tot een

⁴ Met name die waarbij drukverschillen in het pak optreden, waardoor de kans op het ontstaan van lekstromen van buiten naar binnen toeneemt (o.a. door de knieën buigen).

⁵ De systeemtesten worden uitgevoerd met proefpersonen die voorgeschreven bewegingen uitvoeren in een testkamer. Het is hierbij dus zaak dat die voorgeschreven bewegingen zo goed mogelijk aansluiten met de waargenomen handelingen.

verhoogde mate van binnenstromen van vervuilde lucht uit de omgeving via alle mogelijke openingen of lekken.

6 Experimenten

6.1 Inleiding

Tijdens een systeemtest worden de beschermende eigenschappen van een pak als compleet systeem getest. Hierbij wordt met een proefpersoon in een testruimte met een veilige concentratie van een goed detecteerbaar damp of waterig aerosol⁶ de kwantitatieve protectiefactor van het pak als geheel gemeten⁷. De proefpersoon voert tijdens deze zogenaamde “Total Inward Leakage” (TIL) experimenten een bepaald bewegingsprotocol uit, dat zoveel mogelijk als het voorgeschreven protocol toelaat de waargenomen kritische bewegingen nabootst. De experimentele opzet wordt gepresenteerd in paragraaf 6.2. In paragraaf 6.3 wordt een samenvatting van de gemeten waarden tijdens de experimenten gepresenteerd. De gemeten waarden tijdens de experimenten worden gepresenteerd in bijlage 7. In paragraaf 6.4 zijn de conclusies vermeld.

6.2 Experimenteel bewegingsprotocol en kritische handelingen

De toonaangevende Europese norm op het gebied van systeemtesten met chemisch beschermende kleding is EN 943. Hierin wordt ook het bewegingsprotocol genoemd dat als basis dient voor de TIL-experimenten op een loopband:

- 3 minuten stabiliseren met proefpersoon in rust
- 3 minuten lopen met een snelheid van 6 km/uur (1.7/m/sec)
- 3 minuten stilstaand armen omhoog en omlaag bewegen (“*strekken*”)
- 3 minuten stilstaand bedienen van gasmonstername-pomp
- 3 minuten stilstaand afwisselend knieën doorbuigen en daarbij met handen bodem aanraken en weer rechtstaan (“*squats*”)
- 3 minuten stilstaand met armen tegen het lichaam gedrukt vanuit de heup heen en weer draaien (“*twisting*”)

De meest kritische lekkage wordt tijdens de inzet van een beschermend pak verwacht tijdens het optreden van geforceerde lekstromen. Deze kunnen met name optreden gedurende het wisselend “klein maken” en door de knieën buigen (“belly”effect). Beide handelingen worden het beste nagebootst door de voorgeschreven bewegingen “*twisting*” en “*squats*”. Het lopen bootst zoveel mogelijk het onderdeel van een verkenning na. In de experimentele opzet komen dus nadrukkelijk ‘twisting’, ‘squats’, en ‘lopen’ aan bod.

In de periode november 2007 – februari 2008 is met een aantal brandweer proefpersonen TIL-experimenten volgens EN 943 in een testkamer van TNO uitgevoerd. In deze EN 943 worden minimaal twee proefpersonen voorgeschreven, hetgeen ook als minimum in de hier beschreven experimenten is aangehouden. Deze EN 943 is niet bedoeld om statistisch

⁶ Tijdens deze testmethode worden de proefpersonen niet blootgesteld aan een gevaarlijke stof, maar aan een aerosoltype (zeelucht) dat ook op of nabij een strand kan worden ingeademd. Het METC heeft de testopzet bij TNO Rijswijk beoordeeld als niet-plichtig op de Wet Medisch-Wetenschappelijk met mensen (WMO). Daarnaast zijn op basis van een de risico-analyse met de klankbordgroep voorafgaand aan de testen alleen gekeurde ademlucht-dragers van de brandweer gevraagd als proefpersoon.

⁷ Door de industrie worden vrijwel alleen materiaaltesten van de aangeboden pakken uitgevoerd, waarbij de permeatie van een toxische stof door een klein monster van het materiaal waar het pak van gemaakt is wordt gemeten. Hoewel deze een goede indruk geven van de bestendigheid van het materiaal, zegt het nog niets over mogelijke lekkage door onderlinge verbindingen zoals bij laarzen, handschoenen, ritsen en klittenbanden.

bruikbare data op te leveren. Deze norm is bedoeld om een bepaalde beschermend pak goed te keuren of anders af te keuren. Voor een werkelijk statistische onderbouwing dienen minimaal 6 proefpersonen per pak of configuratie aangehouden te worden, hetgeen echter alleen zinvol is bij goed reproduceerbare en vooral hoge waarden voor de gemeten protectiefactoren. In dit onderzoek werden de meetresultaten alleen gebruikt om een goede inschatting te krijgen van de reikwijdte aan haalbare protectiefactoren per pakconfiguratie.

Voorafgaand aan deze experimenten was reeds bepaald dat de beste locatie om onder het pak betrouwbaar luchtmonsters te kunnen nemen (zonder het risico van afknellen door de bewegende proefpersoon) het beste functioneert via een op de huid geplakte bemonsteringslang vanaf de borstruimte via de rechter onderarm naar de meetinstallatie.

Om te voorkomen dat de verschillende achtereenvolgende testen per proefpersoon elkaar kunnen beïnvloeden, is voor voldoende rust tussen de experimenten gezorgd. Hierbij is steeds de volgende dagindeling aangehouden:

08:45u	<i>aankleden/gereedmaken</i>
09:00u	<i>start 1e loopbandtest met standaarduitvoering bluskleiding + adembescherming</i>
09:25u	<i>einde 1e test, afdoen uitrusting, drinkpauze</i>
10:00u	<i>aankleden/gereedmaken/afplakken</i>
10:15u	<i>start 2e loopbandtest met afgeplakte uitvoering bluskleiding + adembescherming</i>
10:40u	<i>einde 2e test, afdoen uitrusting</i>
11:00u	<i>langere pauze (gelegenheid tot lunch)</i>
12:15u	<i>aankleden/gereedmaken</i>
12:30u	<i>start 3e loopbandtest met bluskleiding met aanpassingen + adembescherming</i>
12:55u	<i>einde 3e test, afdoen uitrusting, drinkpauze</i>
13:30u	<i>aankleden/gereedmaken/afplakken</i>
13:45u	<i>start 4e loopbandtest met afgeplakte uitvoering + aanpassingen</i>
14:10u	<i>einde 4e test, afdoen uitrusting, drinkpauze, douchen</i>
14:30u	<i>Einde dagprogramma</i>

Begonnen werd dus altijd met het testen van de standaard bluskleiding zoals deze werd meegenomen door de brandweer proefpersoon. Deze werd daarna gevolgd door een aantal aanpassingen, zoals afplakken met Duct tape van alle mogelijke openingen (zeer lastig te realiseren rondom de nek) en het over de uitrusting aandoen van het bovenstuk van een Splash-1000-chemiepak en op die manier te gebruiken als “hood”. Tevens zijn op vergelijkbare wijze enkele lekttest-experimenten uitgevoerd met de chemiepakken Tychem F en Splash-2000. Elke handeling is gedurende 3 minuten door een respondent uitgevoerd waarna direct werd gemeten.

6.3 Meetresultaten

In totaal hebben 6 verschillende proefpersonen (1-6) aan de experimenten meegedaan.

De volgende experimenten zijn uitgevoerd (met tussen haakjes de respondent):

- afgeplakt standaard bluspak (1, 3)
- standaard bluspak met Splash-1000 hood (2, 3, 4, 5, 6)
- standaard bluspak met Splash-1000 hood en afgeplakt (1, 4, 5)
- Tychem F chemiepak (2, 3)
- Splash 2000 chemiepak (2, 3)

De (omgerekende) protectiefactor wordt beoordeeld aan de hand van de onderstaande indeling.

Protectiefactor	Vergelijkbaar met type beschermende kleding	Kwalificatie
3	Standaard bluspak	Nauwelijks afsluitend
10	Chemiepak	Matig afsluitend
100	Chemiepak	Redelijk afsluitend
1000	Gaspak met klein lek	Goed afsluitend
10000	Gaspak	Nauwelijks lekkage

Voor de gegevens van de lektesten bij de proefpersonen zie bijlage 7.

Hieronder volgen de verschillen tussen de protectiefactoren per test bij de verschillende activiteiten.

	Stilstaan	Lopen	Strekken	Squats	Twisting
Standaard bluskleiding	2,2-8,9	4,0-21,2	2,9-16,2	2,6-9,6	2,5-10,6
Afgeplakte standaard bluskleiding	2,2-6,5	3,0-6,5	2,7-8,2	1,9-7,7	3,4-6,5
Standaard bluskleiding met Splash 1000 Hood	20-1595	25-120	25-105	20-120	20-205
Standaard bluskleiding met afgeplakte Splash 1000 Hood	35-105	80-560	50-300	20-130	35-605
Tychem F Chemiepak	5,7-25	5,4-15	6,0-6,3	4,0	4,7-10
Splash 2000 Chemiepak	95-17975	3620-44600	2020-105000	3550-1800000	29600-427000

De resultaten van de experimenten mogen niet op absolute wijze worden beschouwd. Het is meer een “door de ooghalen kijken” van TNO-experts met jarenlange ervaring bij het uitvoeren van deze testen.

6.4 Conclusies

De via de TIL-experimenten gemeten PF-resultaten met alleen de **standaard bluskleiding** (inclusief onafhankelijke ademlucht) zijn redelijk goed met elkaar te vergelijken en liggen de protectie factoren tussen 2 en 20 (nauwelijks tot matig afsluitend). Afplakken heeft hierbij nauwelijks zin: hoewel bij een proefpersoon een lichte verbetering was te constateren, liggen alle gemeten waarden hiervan tussen 2 en 8.

Ook verschilt het effect op de protectiefactor van de verschillende bewegingen tijdens het protocol niet of nauwelijks. Wat verder opviel was dat deze PF-waarden reeds binnen een paar minuten bereikt werden en daarna op eenzelfde peil bleven. Deze cijfers zijn daarmee

vergelijkbaar met de eerder geschatte waarden op basis van aanname's voor het werkelijk blootgestelde huidoppervlak (hoofdstuk 4.2). Uitgaande van de meest kritische handelingen die tijdens een grijpredding gemaakt worden is een PF-waarde voor de standaard bluskleding van ca. 4 een redelijk goede benadering.

Wordt een Splash-1000-bovendeel als een "hood" toegepast door het over de standaard bluskleding met onafhankelijke ademlucht heen aan te trekken, dan nemen de PF-waarden voor de borstregio aanzienlijk toe en ontstaat er ook een grotere spreiding in de meetresultaten van 20 tot ruim 200 en soms zelfs hoger. Nu is wel het effect van een meer kritische beweging in de meetresultaten herkenbaar, waarbij met name het op en neer door de knieën gaan ("squats") vaker leidt tot lagere waarden.

Ook bij het dragen van een dergelijke "hood" heeft afplakken nauwelijks zin: bij alle proefpersonen na afloop van de test bleek dat het Duct tape op een aantal plaatsen was losgeraakt. De trekkrachten op dergelijke verbindingen zijn met name erg groot tijdens het rekken en tijdens de "squats", waardoor de afplakverbindingen aanvankelijk deze bewegingen van de proefpersoon belemmeren en daarna losraken.

Omdat de benen door een dergelijk "hood" geen extra bescherming krijgen, werkt een op dergelijke wijze bereikte verhoging van de PF-waarden omgerekend naar het totale lichaamsoppervlak maar gedeeltelijk. Dit is ongeveer voor 2/3 deel, hetgeen neerkomt op een gemiddelde PF van 8 tot 140. Uitgaande van de meest kritische handelingen die tijdens een grijpredding gemaakt worden is een PF-waarde van ca. 30 een redelijk goede benadering.

7 Protectiefactor voor diverse typen beschermende kleding

Analyse

Uitgaande van een gemiddelde protectiefactor $PF=4$ voor een standaard bluspak met onafhankelijke ademlucht kan op basis van het Skinperm-model gesteld worden dat een in pandige grijpredding (zie hoofdstuk 5.2) met deze beschermende uitrusting:

- in het slechtste geval (grote hoeveelheden gevaarlijke stoffen / slechte ventilatie) alleen uitvoerbaar is als de AGW of ERPG-2 van de vrijgekomen stof minimaal 150 mg/m^3 bedraagt,
- en bij minder extreme omstandigheden (kleine hoeveelheden gevaarlijke stoffen/goede ventilatie) alleen uitvoerbaar is bij een AGW of ERPG-2 van de vrijgekomen stof minimaal 70 mg/m^3 .

Op vergelijkbare wijze kan uitgaande van een gemiddelde protectiefactor $PF=30$ voor een standaard bluspak met onafhankelijke ademlucht en het bovendeel van een Splash-1000 gebruikt als “hood” gesteld worden:

- in het slechtste geval alleen uitvoerbaar is als de AGW of ERPG-2 van de vrijgekomen stof minimaal 100 mg/m^3 bedraagt,
- en bij minder extreme omstandigheden alleen uitvoerbaar is bij een AGW of ERPG-2 van de vrijgekomen stof van minimaal 20 mg/m^3 .

Tijdens in pandige incidenten met gevaarlijke stoffen met interventiewaarden van 20 mg/m^3 en lager dient voor een grijpredding altijd gebruik gemaakt te worden van een Splash-2000-chemiepak of een gaspak.

8 Conclusies en aanbevelingen

Conclusies

- In geventileerde inpandige ruimten kunnen tijdens een gevaarlijke stoffen incident alleen onder aanname van een ‘worst-case’ scenario damp-concentraties ontstaan die overeenkomen met 10% van de maximale dampspanning van de vrijgekomen stof (0,1 verzadiging). Bij kleinere en soms meer realistisch te verwachten vrijgekomen hoeveelheden gevaarlijke stoffen kan dit bij een goed werkende ventilatie nauwelijks oplopen van 0,5% tot 2% van de maximale dampspanning. Omgerekend naar een kritische verblijftijd voor een hulpverlener in niet-gasdichte kleding betekent dit laatste dat deze 5 tot 20 keer langer zijn taak kan verrichten in vergelijking met een ‘worst-case’ scenario, hetgeen voor een aantal van de gevaarlijke stoffen leidt tot goed uitvoerbare mogelijkheden voor een grijpredding.
- Een daadwerkelijke grijpredding binnen een ernstig besmette “hot zone” duurt voor de meeste waargenomen oefenscenario's niet meer dan 5 minuten.
- De uit te voeren handelingen bij een grijpredding geven nog de grootste belasting van de beschermende werking van de gedragen pakken.
- De kwantitatieve protectiefactor van standaard bluskleiding met onafhankelijke ademlucht ligt meestal tussen 2 en 20. Dit betekent dat de gemiddelde concentratie van een toxisch damp in de omgevingslucht hooguit met een factor 2 tot 20 verminderd wordt voordat het de huid bereikt. Het afplakken van alle openingen met Duct tape brengt hierin nauwelijks verbetering. Voor een grijpredding is dan een PF van 4 een redelijke benadering.
- Een methode om snel de kwantitatieve protectiefactor te verhogen kan worden bereikt met het over het standaard bluskleiding heen trekken van het bovendee van een Splash-1000-chemiepak als een soort “hood”. In dit geval is tijdens een grijpredding een PF van 30 een redelijke benadering.
- Een grijpredding met een standaard bluspak met onafhankelijke ademlucht is tijdens een inpandig gevaarlijke stoffen incident in het slechts denkbare geval (grote hoeveelheden gevaarlijke stoffen en slechte ventilatie) alleen uitvoerbaar indien de AGW-interventiewaarde van de vrijgekomen stof groter is dan 150 mg/m³. Onder minder extreme omstandigheden, dus bij kleine gevaarlijke stoffen incidenten en een goede ventilatie is dat ook mogelijk als deze interventiewaarde groter is dan 70 mg/m³.
- Bedraagt deze AGW-interventiewaarde van de vrijgekomen (en meest) gevaarlijke stof 20 mg/m³ of minder, dan dient **altijd** gebruik te worden gemaakt van een Splash-2000-chemiepak of een gaspak.
- In de tussenliggende gevallen (AGW = 20 tot 150 mg/m³) biedt een tweedelig chemiepak gedragen over het standaard bluspak en over de meege dragen onafhankelijke ademlucht ook voldoende bescherming t.a.v. huidblootstelling, omdat een dergelijk chemiepak via de uitgeademde lucht door de drager van binnenuit voldoende wordt geventileerd.

AGW of ERPG-2	BESCHERMEND PAK
>150 mg/m ³	Standaard bluspak
20 – 150 mg/m ³	Tweedelig chemiepak over standaard bluspak
=< 20 mg/m ³	Splash 2000 of gaspak (niet getest)

- Het is met de in dit rapport beschreven methode goed mogelijk om voor niet-corrosieve gevaarlijke stoffen te berekenen of een inbandige grijpredding met een standaard bluspak en onafhankelijke ademlucht uitvoerbaar is, zonder dat daarbij sprake is van ernstige risico's voor het brandpersoneel. Dergelijke gegevens kunnen een waardevolle aanvulling zijn op het huidige Chemiekaartenboek. Voor zeer corrosieve gevaarlijke stoffen die tijdens blootstelling direct het huidweefsel aantasten is deze methode in principe niet geschikt, omdat het gebruikte rekenmodel uitgaat van een onbeschadigde huid en geen rekening houdt met chemische reacties tijdens de huidpermeatie. Matig corrosieve gevaarlijke stoffen die niet direct het huidweefsel aantasten en waarvan de effecten op de blootgestelde huid pas na enige tijd zich openbaren (bijv. tijdens het ontsmetten), vormen een tussengeval.

Aanbevelingen

- De berekende concentraties kunnen een waardevolle aanvulling zijn op het huidige Chemiekaartenboek.
- Het toepassen van (overdruk)ventilatie is een effectieve methode om tijdens een inbandig gevaarlijke stoffen incident de concentratie van de vrijgekomen stoffen te verlagen (bijvoorbeeld door het openzetten van (overhead)deuren en ramen en/of inzet van overdrukventilatoren bij afwezigheid van mogelijk brandgevaar).
- Ontwikkel in samenspraak met de CBRNe-klankbordgroep van BZK en de industrie een wegwerp-overall, waaronder ademlucht gedragen kan worden en die dezelfde bescherming biedt als het tweedelige chemiepak.
- Verspreid de resultaten via het netwerk OGS van de NVBR naar de veiligheidsregio's.

9 Geraadpleegde literatuur

1. F.J. Jongeneelen
Beslissingsmodel voor Persoonlijke Huidbeschermingsmiddelen bij het vrijkomen van gevaarlijke stoffen
Rapport IndusTox IT-9521, 29 maart 1996
2. A. Wilschut, W.F. Ten Berge
Two mathematical skin permeation models for vapours
Prediction of Percutaneous Penetration, Vol.4a, C70 (1995)
3. W.F. Ten Berge
Modelling dermal exposure and absorption through the skin
<http://home.planet.nl/~wtberge/skinperm.html>
4. S. van Dijk, N.J.C. van Belle, S.M. Hoffer
Ontwerp protocol bescherming hulpverleners bij incidenten
RIVM Rapport 609022003/2003
5. R. Bey
Memorandum beslissingsmodel persoonlijke beschermingsmiddelen
Regionale Brandweer Amsterdam en Omstreken, 27 januari 1999
- 6(a) NEN-EN 369: Chemical protective clothing : Permeation by liquids. European standard describes a laboratory test method that enables an assessment to be made of the resistance to permeation by liquids afforded by clothing materials.
6(b) NEN-EN 943-1: Beschermende kleding tegen vloeibare en gasvormige chemicaliën, inclusief vloeistofaerosolen en vaste deeltjes - Deel 1: Prestatie-eisen voor geventileerde en ongeventileerde gasdichte (Type 1) en niet-gasdichte (Type 2) beschermende kleding
7. H.W.R. Sabel
Een aangepast beslissingsmodel voor beschermende kleding tegen toxische chemische stoffen, TNO rapport 06DV4/821/17353B augustus 2006
8. J. Sluiter
De gezondheidkundige onderbouwing van (vervroegde) uitdiensttreding op basis van leeftijd bij brandweerpersoneel,
Coronel Instituut voor Arbeid, Milieu en Gezondheid, oktober 2004
9. Ph. J. Ham
Handboek Ziekenhuisventilatie
TNO Preventie en Gezondheid, 2002
10. NFPA 1994 Standard on Protective Ensembles for Chemical/Biological Terrorism Incidents
National Fire Protection Association, 2001
11. A. Wilschut, W.F. Ten Berge
Chemosphere 30/7;1275-1296 (1995)

- 12 Normering van huidblootstelling op de werkplek
Gezondheidsraad (2001)
- 13 Whiting
Pollution Prevention – Evaluating environmental exposures
University of Nevada paper ChE71
- 14 Mulhausen, Damiano
A strategy for assessing and managing occupational exposures
2e edition, p.216
- 15 Mosteller
Simplified calculation of body-surface area
J Medicin 1987;317:1098
- 16 Haycock, Schwartz, Wisotsky
Geometric method for measuring body surface area: a height-weight formula
validated in infants, children and adults
J Pediatr 1978;93:62-66
- 17 Mulder, Reijneveld
Gezondheidsonderzoek UNPROFOR
TNO Preventie en Gezondheid, 1999
- 18 Dijk-Geurtsen, Schreuder
Risicobeschouwing – Blootstelling van Nederlandse militairen aan milieu-
verontreinigingen op de locatie Boris Kidric Lukavac
DHV Milieu en Infrastructuur BV, jan.1999
- 19 VROM-Inspectie
Interventiewaarden gevaarlijke stoffen 2006
- 20 P.van Dam en V. van der Heijde
Beleidsnotitie brandweervoorziening gaspakdragers voor industriegebied
Rotterdam-Rijnmond
Brandweer Rotterdam, jan.1998

10 Lijst van gebruikte afkortingen

AEGL	Acute Exposure Guideline Level
AGW	Alarmerings Grenswaarden
AGS	Adviseur Gevaarlijke Stoffen
BOS	Schadescenarioboek en de beslislijst
CE	Conformité Européenne
DOE	US Department of Energy
% Dsp	Percentage van maximale dampspanning
EN	Europese Norm
EPA	US Environment Protection Agency
ERPG	Emergency Response Planning Guidelines
ET	Emergency Teams
HPS	High Performance Suit
IDLH	Immediately Dangerous to Life or Health concentrations
LBW	Levens Bedreigende Waarde
MAC	Maximaal Aanvaarde Concentratie, thans Wettelijke Grenswaarde
MEG	Military Exposure Guidelines
METC	Medisch Ethische Toetsingscommissie van het Universitair Medisch Centrum Utrecht
NFPA	National Fire Protection Association
NIOSH	US National Institute for Occupational Safety and Health
NVBR	Nederlandse Vereniging voor Brandweezorg en Rampenbestrijding
OGS	Ongevalsbestrijding Gevaarlijke Stoffen
PAC	Protective Action Criteria
PF	Protectie Factor
REL	Recommended Exposure Limit
ROGS	Regionaal Officier Gevaarlijke Stoffen
TEEL	Temporary Emergency Exposure Limits
TIL	Total Inward Leakage
TLU	Trellchem Limited Use
TIC	Toxic Industrial Chemical
VPS	Vapour Protective Suit
VRW	Voorlichtings Richtwaarde
USACHPPM	US Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine

11 Ondertekening

Rijswijk, juli 2009

TNO Defensie en Veiligheid

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized 'S' followed by a horizontal line.

Dr.Ir. S.J van Wijngaarden
Afdelingshoofd

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized 'H' followed by a horizontal line.

H.W.R. Sabel
Auteur

Inventarisatie beschermende kleding in verschillende veiligheidsregio's

Veiligheidsregio:	Bluspakken:	Chemiepakken:	Gaspakken:
Brabant-Noord	---	Trellchem Splash 700 VTN Trellchem Splash 2000 VTN	Trellchem HPS TE-ET VTN
Noord- en Midden-Limburg	Nomex PWG Bedrijfsveilige Kleding BV	Berlijn Dräger Safety Rinba Scout II North/Arbin	Teammaster PRO ET Dräger Safety
Zaanstreek-Waterland/ Zaanstad	blusjas en broek W.v.d Mark	Trellchem Splash 1000 PVC VTN Trellchem Splash 2000 PVC VTN Trellchem Splash 2000 neopreen VTN	Trellchem HPS VTN
IJsselVecht	Fire Flex 2 - Fire buster Kraaijer --- PWG Bedrijfsveilige Kleding BV Seezo Keijenborg	Trellchem Splash 2000 PVC VTN Trellchem Splash 700 VTN	Trelleborg TSE-ET VTN Trellchem TSE VTN Trellchem HPS VTN
Kennemerland	PWG Proff-Carhart Bluspak Prof Tech Styles / Secufabs PWG Bedrijfsveilige Kleding BV Smit en van Rijsbergen W.v.d Mark Fire-Motion	Trellchem Splash 700 VTN Trellchem Splash 1000 Trellchem Splash 2000	Trellchem HPS VTN
Noord- en Oost Gelderland		Trellchem Splash 700 VTN Trellchem Splash 1000 VTN Trellchem Splash 2000 VTN	Trellchem HPS VTN Trelleborg VPS VTN
Schiphol	--- Bristol	Trellchem Splash 1000 VTN	
Rotterdam-Rijnmond	Secufabs FF Nomex Majestic Products BV	TyvekTychem overall Majestic Products BV Trellchem Splash 2000 VTN	Trellchem HPS TE-ETVP2 VTN
Friesland (Fryslân)	--- PWG Bedrijfsveilige Kleding BV --- W.v.d Mark	Trellchem Splash 1000 VTN	Trellchem Super TE VTN
Flevoland	--- PWG Bedrijfsveilige Kleding BV Bristol Proff-Carhartt	MKZ Trellchem Splash 700 VTN Trellchem Splash 1000 VTN Trellchem Splash 2000 VTN	--- VTN
Koninklijke Luchtmacht Gilze-Rijen	--- PWG Bedrijfsveilige Kleding BV	Trelleborg 2000 VTN	---
Amsterdam-Amstelland	--- W.v.d Mark	Tychem F-wegwerp chemiepak Trellchem Splash 2000 VTN	Trellchem Super VTN
Gooi en Vechtstreek		Trellchem Splash 1000 VTN Trellchem Splash 2000 VTN Splash Suit S3 Berlijn Dräger Safety Rinba North/Arbin	Trellchem Super TE VTN

Verklaring:

Afkortingen	Verklaring
Type T	adempluchtttoestel wordt buiten het gaspak gedragen
Type TE	adempluchtttoestel wordt binnen het gaspak gedragen
Type ET	speciaal bedoeld voor “Emergency Teams”
Type HPS	High Performance Suit
Type VPS	Vapour Protective Suit
Type TS	Trellchem Super
Type TL	Trellchem Light
Type TT	Oefengaspak Trelltrain
Type TLU	Trellchem Limited Use
Type PRO	Drägers zwaarste en sterkste (HIMEX-)uitvoering van de Teammaster

Inventarisatie in de veiligheidsregio's voorkomende typen chemische stoffen

Stofnaam	Cas nummer	VN-nummer	CHEMISCHE NAAM, Andere triviale namen, verklaring
Veiligheidsregio: Kennemerland			
Ammoniak		1005	
Stikstof		1977	
Zuurstof		1073	
Veiligheidsregio: VRR (Veiligheids Regio Rotterdam-Rijnmond)			
In de VRR komen nagenoeg alle denkbare toxische stoffen voor zoals genoemd in het Chemiekaartenboek. De stoffen komen voornamelijk in het Europoort/Botlek gebied voor.			
Veiligheidsregio: Regio IJsselVecht			
aardgas	74-82-8	1971	
acetyleen	74-86-2	1001	
afgewerkte olie			
ammoniak	7664-41-7	1005	
aniline	62-53-3	1547	
asbest (blauw)	12001-28-4	2212	
asbest (wit)	12001-29-5	2590	
benzine	86290-81-5	1203	
chloorbleekloog	7681-52-9	1791	
chloorgas	7782-50-5	1017	
diesel	68476-34-6	1202	
formaldehyde	50-00-0	2209	
fosfor rood	7723-14-0	1338	
fosfor wit	12185-10-3	1381	
freon			
Kooldioxide	124-38-9	1013	
Koolmonoxide	630-08-0	1016	

LPG	68512-91-4	1965	
MTBE	1634-04-4	2398	methyl-tert-butylether
natriumhydroxideoplossing	1310-73-2	1824	natronloog
palmolie			
PVC			
tolueen	108-88-3	1294	
Methylamine	74-89-5	1235	
Methyltrichloorsilaan	75-79-6	1250	
vuurwerk klasse 1.4			
xyleen	1330-20-7	1307	
zoutzuur gassen	7647-01-0	1789	
zwavelzuur	7664-93-9	1830	accuzuur

Veiligheidsregio:		Regio Amsterdam-Amstelland	
Aceton			
Adipinezuur			
Aluminiumchlorhydride			
Aluminiumsulfaat			
Ammonia (25% NH3 in water)			
Ammoniak			
Azijnzuur			
Benzeen			
Benzine			
Bitumen			
Butaan			
Butanol			
Butylacetaat			
Butylbenzylftalaat			
Butyldiglycol			DIETHYLEEN-GLYCOL-MONOBUTYLETHER
Butyldiglycolacetaat			DIETHYLEENGLYCOL-MONOBUTYLETHERACETAAT
Butylglycol			ETHYLEENGLYCOL-MONOBUTYLETHER
Chloorbleekloog			oplossing van natriumhypochloriet in water met 150 g/l actief chloor
Cobaltnitraat			

CoMoP

Creosoot

Cyanidische galvanochemië

Cyanidische zouten

Dibutylftalaat

Dibutylindilauraat

Dichloortolueen

Diesel

Diethylftalaat

Dipentaerythritol

Ditertbutylperoxide

Esters

Ethanol

Ether

Ethoxypropylacetaat

Ethoxypropylalcohol

Ethylacetaat

Ethylglycol

Ethyleenglycol

Fosfine

Fosforzuur

Furfural

Gasolie

Heptaan

Heptaanzuur

Hexaan

Isobutylalcohol

Isononaanzuur

Isopropylalcohol

Kaliumcyanide

Kerosine

LPG

oplossing van Cobalt, Molybdeen en Fosfaat
koolteerolie

BENZALCHLORIDE

PENTAERYTHRITOL, Tetramethylmethane

DI-tert-BUTYL PEROXIDE

diethylether

2-methoxy-1-methylethylacetaat, PROPYLEENGLYCOL-
MONOMETHYLETHACETAAT

PROPYLEENGLYCOL-MONOMETHYLETHETHER ???

Ethoxyethoxy)ethanol, 2-(2-; (Carbitol cellosolve; Glycol ether DE),
DIETHYLEENGLYCOL-MONOETHYLETHETHER

1,2-ethaandiol

fosforwaterstof

2-furaldehyde; 2-Furancarbox-aldehyde

1-hexaancarbonsuur

ISOBUTANOL

PELARGONZUUR, nonylzuur

n-PROPANOL

petroleum

Methanol

Methoxypropylacetaat

Methoxypropylalcohol

Methylethylketon

Methylisobutylketon

Methylmethacrylaat

Methyltertbutylether

Monochloorbenzeen

Natriumbisulfiet

Natriumcyanide

Natriumhydroxide

Natriummethanolaat

n-butylalcohol

NiMoP

Nitrobenzeen

n-propylacetaat

Oleum

Pelargonzuur

Pentaerythrytol

Petroleum

Piperidine

Propaan

Propeen

Propyleenglycol

Propyleenoxide

Ruwe olie (crude)

Benzeen, H₂S

Salpeterzuur 60%

Stookolie

Styreen

Teer

Teerzuur / zuurteer / Teerolie

typisch: kresol

PROPYLEENGLYCOL-MONOMETHYLETHERACETAAT

1-methoxy-2-propanol, PROPYLEENGLYCOL-

MONOMETHYLETHER

2-butanon

hexone

METHYL-tert-BUTYLETHER

NATRIUMWATERSTOF-SULFIET

NATRIUMMETHYLAAT

n-BUTANOL

oplossing van Nikkel, Molybdeen en Fosfaat

nonylzuur

2,2-bishydroxymethyl-1,3-propaandiol

Kerosine

cyclopentimine

propylene

1,2-dihydroxypropaan

1,2-epoxypropaan, Methyl ethylene oxide

maatgevende componenten:

NAFTALEEN, Naphtha, Naphthalene, coal tar

mengsel van diverse fenolen,

Tetraethyllood	
Tetreen	handelsnaam, mengsel van o.a. methylacetyleen, propyleen en propaan
Tolueen	
Tridecylalcohol (geen toxiciteit-data bekend)	TRIDECANOL isomerenmengsel
Trimethylolpropaan	
Valeriaanzuur	butaancarbonzuur, n-pentaanzuur
Wasbenzine / terpentine	
White spirit	KOOKPUNTENBENZINE, terpentine, Ligoine, varnoleen
Wolmanoplossing	arseenzuur, chroomtrioxide of chroomzuur en koperoxide in water
Wolmanzout	arseenzuur, chroomtrioxide en koperoxide
Xyleen	dimethylbenzeen
Zoutzuur	
Zwavel	
Zwavedioxide	
Zwaveltrioxide	triosul, vast oleum
Zwavelwaterstof	
zwavelzuur	accuzuur

Het Skinperm-model

Het mathematisch computermodel Skinperm (ook wel aangeduid met Skinperx) is ontwikkeld door prof. W. ten Berge en berekent op grond van een aantal fysisch-chemische parameters de potentiële huiddoorlatendheid van een gas, damp of een vloeistof. Met aanvullende gegevens over kleding, besmet oppervlak, duur en concentratie wordt de mogelijke opname in het lichaam geschat. Het model is vrijelijk verkrijgbaar via de internetsite <http://home.planet.nl/~wtberge/>

Dit model schat de hoeveelheid van een chemische stof die via de huid in het lichaam wordt opgenomen indien het agens:

- Zich als damp of gas in de atmosfeer bevindt
- Als vloeistof of opgelost in een vloeistof met de huid in contact komt

De hoeveelheid stof die per tijdseenheid en per oppervlakte-eenheid de huid passeert (flux), is een maat voor de huidabsorptie en is vooral afhankelijk van het concentratieverval in de hoornlaag. Daar dit slechts voor weinig stoffen is bepaald, wordt in plaats daarvan gebruik gemaakt van de verdelingscoëfficiënt van een stof tussen octanol en water (log Kow). Deze is wel voor de meeste stoffen bekend. De fysisch-chemische modellen voor de schatting van huidabsorptie maken gebruik van deze verdelingscoëfficiënt en enkele andere eenvoudige fysisch-chemische karakteristieken:

- Het molgewicht
- De wateroplosbaarheid
- De maximale dampspanning
- De octanol/water-verdelingscoëfficiënt log(Kow)
- de grootte van het contactoppervlak
- de duur van de blootstelling
- de eigenschappen van de chemische stof (o.a. molgewicht, wateroplosbaarheid, aggregatietoestand)
- de concentratie van de stof (in de vloeistof of in de lucht)

Indien van een stof geen octanol/water-verdelingscoëfficiënt is gegeven, is deze bepaald via de in het kader weergegeven methode.

$$\text{Log KoW} = 4,5 - 0,75 \cdot \text{Log}(\text{WO})$$

Deze formule is alleen toepasbaar indien de oplosbaarheid in water $\text{WO} < 10000 \text{ mg/l}$.
Is WO groter of onbekend, dan is gerekend met:

$$\text{Log KoW} = 0$$

Globaal oppervlak lichaamsdelen in cm ²		
	Man	Vrouw
Hoofd	1200-1300	1100
Armen	2300-2900	2100-2300
Handen	850-1000	750-800
Benen	6400	4900-5500
Romp	5700-7400	5400-5800
Dijen	2000	2600
Voeten	1100-1300	1000-1100
Bronnen: [13,14,15,16]		

Globaal totaal lichaamsoppervlak in cm ²	
Man	19000-19500
Vrouw	16000-18000
Kind:	
2 jaar	5000
8 jaar	10000
10 jaar	11400
13 jaar	13300

Haalbare concentraties als % van de maximale dampspanningsconcentratie voor een aantal gevaarlijke stoffen met verschillende vluchtigheid in geventileerde in pandige ruimten

Verdampende Stof uitgestroomd over vloer	Kook- punt	Max. Damp- Spanning (bij 20°C)	Tijd na Vrijkomen	2 tot 50 kg in Labora- torium					200 tot 1000 kg in Loods			
	[°C]	[mbar]	[Min]	V=2	V=4	V=6	V=8		V=0,6	V=1,5	V=3	V=5
Aceton	56	240	15	0,4-9%	0,3-7%	0,3-6%	0,2-5%		2-10%	2-9%	2-7%	1-6%
			30	0,6-14%	0,4-10%	0,3-7%	0,2-6%		4-18%	3-14%	2-11%	2-8%
			60	0,9-19%	0,5-11%	0,3-8%	0,2-6%		7-31%	4-21%	3-13%	2-8%
Ethanol	78	59	15	0,6-15%	0,5-12%	0,4-10%	0,3-8%		3-14%	3-13%	2-11%	2-9%
			30	1-24%	0,7-17%	0,5-12%	0,4-9%		6-26%	5-21%	3-16%	2-11%
			60	1-33%	0,8-19%	0,5-13%	0,4-10%		10-45%	7-31%	4-19%	3-12%
Acrylonitril	77	124	15	0,3-12%	0,3-10%	0,2-8%	0,2-7%		3-13%	2-11%	2-10%	2-8%
			30	0,5-19%	0,4-13%	0,3-10%	0,2-8%		5-23%	4-19%	3-14%	2-10%
			60	0,7-27%	0,4-15%	0,3-10%	0,2-8%		9-40%	6-28%	4-17%	2-11%
Methyl-methacrylaat	100	39	15	0,4-10%	0,3-8%	0,3-7%	0,2-6%		3-14%	2-12%	2-10%	2-8%
			30	0,7-17%	0,5-11%	0,3-8%	0,3-7%		5-25%	4-21%	3-15%	2-11%
			60	0,9-23%	0,5-13%	0,4-9%	0,3-7%		8-44%	6-31%	4-19%	2-12%
Hydrazine	114	21	15	0,4-11%	0,4-9%	0,3-7%	0,2-6%		3-14%	2-13%	2-11%	2-9%
			30	0,7-17%	0,5-12%	0,4-9%	0,3-7%		5-26%	4-21%	3-16%	2-11%
			60	1-24%	0,6-13%	0,4-9%	0,3-7%		9-45%	6-31%	4-19%	2-12%
Nitrobenzeen	211	0,2	15	0,7-16%	0,5-13%	0,5-11%	0,4-9%		4-18%	4-16%	3-14%	3-11%
			30	1-26%	0,8-18%	0,6-13%	0,4-10%		8-33%	6-27%	5-20%	3-14%
			60	2-36%	0,9-21%	0,6-14%	0,4-10%		13-58%	9-40%	6-25%	4-15%

V = ventilatievoud [per uur]

De hierbij toegepaste rekencondities:

- Verdampingssnelheid berekend met Effects 7.4 + Extended Database,
- Geïsoleerde betonnen ondergrond van 15°C,
- binnenlucht temperatuur van 15°C,
- aanvangstemperatuur vloeistof van 10°C,
- Hoeveelheid vloeibare stof in één keer volledig uitgegoten over betonnen vloer, waarna verdamping begint
- Laboratorium-afmetingen: $b * l * h = 5 * 6 * 3 \text{ m} = 90 \text{ m}^3$
- Loods-afmetingen: $b * l * h = 50 * 60 * 6 \text{ m} = 18000 \text{ m}^3$

Overzicht van verschillende grenswaarden voor die toxische stoffen die tijdens het onderzoek voor de Regionale Brandweer Amsterdam en Omstreken werden geselecteerd.

Gevaarlijke stoffen betrokken in Amsterdams Onderzoek (2006)	Cas-Nr	Grenswaarde (MAC) (8 uren) [mg/m3]	AGW (1 uur) [mg/m3]	PAC Klasse 2 (1 uur) [mg/m3]	PAC Klasse 3 (1 uur) [mg/m3]	IDLH (30 min) [mg/m3]	MEG(1hr) (1 uur) [mg/m3]
Acroleïne	107-02-8	0.05	1	0.23	6.9	4.6	3.2
Acrylonitril	107-13-1		50	76	170	184	163
Adipinezuur	124-04-9	5		5	125		
Aluminiumsulfaat	10043-01-3	2		60	500		
Benzeen	71-43-2	3.25	500	470	3200	1600	3200
Blauwzuur	74-90-8	1		11	10	55	17
Blauwzuur-20% oplossing	74-90-8	1	10	11	10	55	17
Butyldiglycol	112-34-5	50		500	500		
Cobaltnitraat	10026-22-9			3	100		
Creosoot	8001-58-9			80	80	960	
Dibutyltindilauraat	77-58-7	0.1		0.5			
Dichloortolueen	98-87-3			2.3	500		
Dicyclopentadien	77-73-6	3	100	40	200		
Diocetylftalaat	117-81-7	5		25	500	5000	
Ethyleenglycol	107-21-1	52		100	150		
Formaline (37%)	50-00-0	1.5	10	12	31	25	31
Fosfine	7803-51-2	0.14	2	2.8	5	70	1.5
Fosforzuur	7664-38-2	1	10	5	500	1000	
Furfural	98-01-1	8	50	39	390	390	
Hydrazine	302-01-2		5	17	39	65	46
Kaliumcyanide	151-50-8	2.4		5	60	25	
Methylmethacrylaat	80-62-6	40	500	400	4000	4090	
Natriumhydroxide	1310-73-2			5	50	10	
N-butylalcohol	71-36-3	45	500	150	4000	4240	
Nitrobenzeen	98-95-3	5	100	100	1000	1000	
Oleum - SO3	7446-11-9		10	10	30		
Oleum - zwavelzuur	7664-93-9		10	10	30	15	30
Piperidine	110-89-4		10	20	750		
Teer (Naftaleen)	91-20-3	50		150	1250	1310	
Teerzuur (Cresol)	95-48-7		100	100	1000	1100	
Tetraethyllood	78-00-2	0.05		0.75	60	40	4
Wolmanoplossing	7778-39-4	0.025		0.075	7.5	5	1.6
Wolmanzout		0.025		0.075	7.5	5	

PAC Klasse 2: ERPG-2 / AEGL-2 / TEEL-2

PAC Klasse 3: ERPG-3 / AEGL-3 / TEEL-3

Op AGW of ERPG-2 gebaseerde kritische blootstellingstijden t.a.v. huidblootstelling

in een loods met een toxische gas/damp-concentratie overeenkomend met 10% van de maximale dampspanning (links) en idem in een laboratorium met 0,5%Dsp (rechts).

STOFNAAM	KRITISCHE VERBLIJFTIJD IN LOODS				
	PF=3	PF=10 (alle waarden in minuten)	PF=100	PF=1000	PF=10000
Acroleïne	0.0	0.0	0.4	3.8	38.1
Acrylonitril	19.2	63.9	> 120	> 120	> 120
Acrylonitrile	19.2	63.9	> 120	> 120	> 120
Adipinezuur	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120
Allyl alcohol	0.2	0.8	7.5	75.4	> 120
Ammonia	14.8	49.3	> 120	> 120	> 120
Benzeen	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120
Blauwzuur	0.1	0.4	4.4	44.4	> 120
Butyldiglycol	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120
Carbon disulphide	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120
Carbon monoxide	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120
Chlorine	10.6	35.4	> 120	> 120	> 120
Choroform	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120
Dichloortolueen	0.2	0.6	5.9	59.0	> 120
Dicyclopentadien	74.1	> 120	> 120	> 120	> 120
Ethyleenglycol	48.6	> 120	> 120	> 120	> 120
Ethyleenoxide	2.0	6.7	67.2	> 120	> 120
Formaline (37%)	1.6	5.3	52.9	> 120	> 120
Fosfine	0.2	0.6	5.8	58.1	> 120
Fosforzuur	9.6	32.1	> 120	> 120	> 120
Furfural	23.8	79.4	> 120	> 120	> 120
Hydrazine	0.5	1.8	17.8	> 120	> 120
Hydrogen chloride (36% sol)	0.3	1.1	10.7	106.5	> 120
Hydrogen fluoride	0.5	1.7	17.0	> 120	> 120
Hydrogen sulfide	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120
Methylmethacrylaat	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120
N-butylalcohol	31.9	106.5	> 120	> 120	> 120
Nitric acid (>70%)	0.1	0.3	2.8	27.8	> 120
Nitrobenzeen	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120
Parathion	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120
Phenol	3.8	12.6	> 120	> 120	> 120
Phosgene	0.0	0.1	1.4	14.2	> 120
Phosphorus trichloride	0.7	2.3	22.9	> 120	> 120
Phosphoryl trichloride	0.2	0.8	8.1	81.3	> 120
Piperidine	0.1	0.4	4.3	42.9	> 120
Pyridine	1.4	4.6	46.1	> 120	> 120
SO3	0.3	1.1	10.7	106.9	> 120
Sulfuric acid (+)	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120
Teer	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120
Teerzuur	47.0	> 120	> 120	> 120	> 120
Tetraethyllood	1.9	6.4	64.4	> 120	> 120
Vinylacetaat	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120

STOFNAAM	KRITISCHE VERBLIJFTIJD IN LABORATORIUM				
	PF=3	PF=10 (alle waarden in minuten)	PF=100	PF=1000	PF=10000
Acroleïne	0.2	0.8	7.6	76.2	> 120
Acrylonitril	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120
Acrylonitrile	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120
Adipinezuur	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120
Allyl alcohol	4.5	15.1	> 120	> 120	> 120
Ammonia	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120
Benzeen	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120
Blauwzuur-liquified	2.7	8.9	88.8	> 120	> 120
Butyldiglycol	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120
Carbon disulphide	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120
Carbon monoxide	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120
Chlorine	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120
Choroform	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120
Dichloortolueen	3.5	11.8	118.1	> 120	> 120
Dicyclopentadien	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120
Ethyleenglycol	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120
Ethyleenoxide	40.3	> 120	> 120	> 120	> 120
Formaline (37%)	31.8	105.9	> 120	> 120	> 120
Fosfine	3.5	11.6	116.2	> 120	> 120
Fosforzuur	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120
Furfural	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120
Hydrazine	10.7	35.6	> 120	> 120	> 120
Hydrogen chloride	6.4	21.3	> 120	> 120	> 120
Hydrogen fluoride	10.2	34.0	> 120	> 120	> 120
Hydrogen sulfide	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120
Methylmethacrylaat	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120
N-butylalcohol	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120
Nitric acid (>70%)	1.7	5.6	55.6	> 120	> 120
Nitrobenzeen	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120
Oleum-SO3	6.4	21.4	> 120	> 120	> 120
Parathion	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120
Phenol	75.4	> 120	> 120	> 120	> 120
Phosgene	0.9	2.8	28.5	> 120	> 120
Phosphorus trichloride	13.8	45.9	> 120	> 120	> 120
Phosphoryl trichloride	4.9	16.3	> 120	> 120	> 120
Piperidine	2.6	8.6	85.9	> 120	> 120
Pyridine	27.6	92.1	> 120	> 120	> 120
Sulfuric acid (+)	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120
Teer	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120
Teerzuur	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120
Tetraethyllood	38.7	> 120	> 120	> 120	> 120
Vinylacetaat	> 120	> 120	> 120	> 120	> 120

PF: bluskliding: 3

matig afsluitend chemiepak: 10

redelijk afsluitend chemiepak: 100

gaspak met klein lek: 1000

gaspak met nauwelijks lekkage: 10000

In totaal hebben 6 verschillende proefpersonen aan de experimenten meegedaan.

De volgende experimenten zijn uitgevoerd (met tussen haakjes welke respondent aan welk experiment heeft deelgenomen):

standaard bluspak (1, 2, 3, 4, 5, 6)

afgeplakt standaard bluspak (1, 3)

standaard bluspak met Splash-1000 hood (2, 3, 4, 5, 6)

standaard bluspak met Splash-1000 hood en afgeplakt (1, 4, 5)

Tychem F chemiepak (2, 3)

Splash 2000 chemiepak (2, 3)

De in de hierna weergegeven tabellen zijn de gemeten lekwaarden omgerekend naar een protectie-factor PF. Een mislukte meting (meestal geen meetsignaal) wordt aangegeven met: --.

De in de hierna weergegeven tabellen zijn de gemeten lekwaarden omgerekend naar een protectie-factor PF. Een mislukte meting (meestal geen meetsignaal) wordt aangegeven met: --.

$TIL = (\text{concentratie binnen pak} / \text{concentratie buiten pak}) \times 100\%$ en

$PF = 100\% / TIL$.

De (omgerekende) protectiefactor wordt beoordeeld aan de hand van de onderstaande indeling.

Protectiefactor	Vergelijkbaar met type beschermende kleding	Kwalificatie
3	Standaard bluspak	Nauwelijks afsluitend
10	chemiepak	Matig afsluitend
100	chemiepak	Redelijk afsluitend
1000	Gaspak met klein lek	Goed afsluitend
10000	Gaspak	Nauwelijks lekkage

Lektesten Standaard bluskleiding

Deze werd bij alle proefpersonen afgenomen, met uitzondering van proefpersoon 2. In de onderstaande tabel staan de resultaten. In de bovenste rij is het nummer van de proefpersoon weergegeven, in de meest linker kolom het onderdeel van de test. In de cellen zijn de (omgerekende) protectiefactoren weergegeven.

$TIL = (\text{concentratie binnen pak} / \text{concentratie buiten pak}) \times 100\%$ en

$PF = 100\% / TIL$.

De (omgerekende) protectiefactor wordt beoordeeld aan de hand van de onderstaande indeling.

Protectiefactor	Vergelijkbaar met type beschermende kleding	Kwalificatie
3	Standaard bluspak	Nauwelijks afsluitend
10	chemiepak	Matig afsluitend
100	chemiepak	Redelijk afsluitend
1000	Gaspak met klein lek	Goed afsluitend
10000	Gaspak	Nauwelijks lekkage

Lektesten Standaard bluskleiding

Deze werd bij alle proefpersonen afgenomen, met uitzondering van proefpersoon 2. In de onderstaande tabel staan de resultaten. In de bovenste rij is het nummer van de proefpersoon weergegeven, in de meest linker kolom het onderdeel van de test. In de cellen zijn de (omgerekende) protectiefactoren weergegeven.

Tabel 1: Lektesten Standaard bluskleiding

Proefpersoon	1	3	4	5	6
Stilstaan	2,7	3,4	4,1	8,9	3,2
Lopen	4,0	4,3	16,4	21,2	9,1
Strekken	3,4	2,9	16,2	11,2	5,3
Squats	2,8	2,9	8,5	9,6	2,6
Twisting	2,9	2,5	10,6	9,8	4,1

Uit tabel 1 blijkt dat de protectiefactor tussen circa 2 en 20 ligt en zijn in het algemeen zeer laag, waaruit blijkt dat deze beschermende kleding nauwelijks beschermt tegen toxische dampen. Daarnaast blijkt dat de protectiefactor nauwelijks verschilt per type handeling (stilstaan, lopen, .. twisting). Hier wordt geconcludeerd dat er nauwelijks sprake is van afsluiting door het standaard bluspak. De onderlinge verschillen tussen de respondenten zijn relatief gering.

Lektesten afgeplakte standaard bluskleiding

Deze test werd bij 2 proefpersonen afgenomen, te weten nummer 1 en 3. In tabel 2 in de cellen zijn de (omgerekende) protectiefactoren weergegeven.

Tabel 2: Lektesten afgeplakte standaard bluskleiding

Proefpersoon	1	3
Stilstaan	2,2	6,5
Lopen	3,0	6,5
Strekken	2,7	8,2
Squats	1,9	7,7
Twisting	3,4	6,5

Ook uit tabel 2 blijkt dat de protectiefactoren zeer laag zijn (2-8) en er nauwelijks sprake is van afsluiting door het pak. De waarden van de protectiefactoren van respondent 1 en 3 bij afplakken zijn nauwelijks groter dan zonder afplakken. Afplakken van de standaard bluskleiding heeft hierbij nauwelijks zin: hoewel bij een proefpersoon (nr.3) een lichte verbetering is te constateren, valt deze binnen de spreiding van de niet-afgeplakte pakken.

Lektesten Standaard bluskleiding met alleen Splash-1000 hood

Deze test werd bij 5 proefpersonen afgenomen. In tabel 3 in de cellen zijn de (omgerekende) protectiefactoren weergegeven.

Tabel 3: Lektesten Standaard bluskleiding met alleen Splash-1000 hood

Proefpersoon	2	3	4	5	6
Stilstaan	775	40	--	1595	20
Lopen	120	45	45	--	25
Strekken	105	30	25	35	50
Squats	80	20	20	120	25
Twisting	205	25	20	195	--

De resultaten van respondent 5 fluctueren dermate dat deze buiten de analyse zijn gehouden. Door het gebruik van het bovendee van het Splash-1000 als hood wordt een matige maar duidelijk meetbare verbetering van de PF-waarden bereikt. Deze verbetering (vergelijking met tabel 1 per respondent 3, 4, en 6) bedraagt bij benadering een factor 10. Nog steeds is er sprake van een matige afsluiting.

Lektesten Standaard bluskleiding met alleen Splash-1000 hood en afgeplakt

Deze test werd bij 3 proefpersonen afgenomen. In tabel 4 in de cellen zijn de (omgerekende) protectiefactoren weergegeven.

Tabel 4: Lektesten Standaard bluskleiding met alleen Splash-1000 hood en afgeplakt

Proefpersoon	1	4	5
Stilstaan	105	35	90
Lopen	80	560	--
Strekken	50	150	300
Squats	20	25	130
Twisting	45	35	605

De protectiefactoren verschillen voor de diverse type handelingen. Met name bij twisting en squats blijft de protectiefactor laag. Ook bij deze testen blijkt dat afplakken slechts beperkt nut heeft voor de meer kritische bewegingen als twisting en squats (vergelijk de waarden van respondent 4 en 5 in tabel 4 met de waarden in tabel 3): met name bij de "squats" worden vergelijkbare PF-waarden bereikt als bij niet-afplakken.

Lektesten overall met Tychem F chemiepak

Deze test werd bij 2 proefpersonen afgenomen. In tabel 5 in de cellen zijn de (omgerekende) protectiefactoren weergegeven.

Tabel 5: Lektesten overall met Tychem F chemiepak

Proefpersoon	2	3
Stilstaan	5,7	25
Lopen	5,4	15
Strekken	6,0	6,3
Squats	4,0	10
Twisting	4,7	10

Deze PF-resultaten zijn zeer laag en dergelijke beschermende kleding beschermt de brandweerman nauwelijks tegen huidopname van toxische dampen. De waarden van de protectiefactoren zijn goed vergelijkbaar met die van de standaard bluskleiding (zie tabel 1). Het Tychem F chemiepak beschermt niet beter tegen toxische gassen dan de standaard bluskleiding.

Lektesten Splash-2000-chemiepak

Deze test werd bij 2 proefpersonen afgenomen. In tabel 6 in de cellen zijn de (omgerekende) protectiefactoren weergegeven.

Tabel 6: Lektesten Splash-2000-chemiepak

Proefpersoon	2	3
Stilstaan	17975	95
Lopen	--	3620
Strekken	11440	2020
Squats	21880	3550
Twisting	29600	--

Uit deze resultaten blijkt dat het Splash-2000-chemiepak relatief hoge protectiefactoren oplevert (3000-400000): er is nauwelijks sprake van lekkage en de brandweerman wordt goed beschermd tegen de huidopname van toxische dampen door dit pak. In vergelijking met de eerder geteste pakken biedt dit pak zeer hoge PF-waarden en kan een zeer goede bescherming bieden. De verschillen tussen de 2 respondent zijn aanzienlijk

Meetresultaten per respondent

Wanneer per respondent de resultaten beschouwen dan volgen de onderstaande 6 tabellen:

Respondent 1

test	Standaard bluskleding	Afgeplakte standaard bluskleding	standaard bluskleding met splash 1000 hood	standaard bluskleding met splash 1000 hood en afgeplakt	Tychem F chemiepak	Splash 2000 chemiepak
Stilstaan	2,7	2,2	-	105	-	-
Lopen	4,0	3,0	-	80	-	-
Strekken	3,4	2,7	-	50	-	-
Squats	2,8	1,9	-	20	-	-
Twisting	2,9	3,4	-	45	-	-

Voor respondent 1 blijft de standaard bluskleding, eventueel met splash hood en afplakken lage protectiefactoren opleveren.

Respondent 2

test	Standaard bluskleding	Afgeplakte standaard bluskleding	standaard bluskleding met splash 1000 hood	standaard bluskleding met splash 1000 hood en afgeplakt	Tychem F chemiepak	Splash 2000 chemiepak
Stilstaan	-	-	775	-	5,7	17975
Lopen	-	-	120	-	5,4	-
Strekken	-	-	105	-	6,0	11440
Squats	-	-	80	-	4,0	21880
Twisting	-	-	205	-	4,7	29600

Voor respondent 2 levert de standaard bluskleding splash hood redelijke afsluiting. Het Splash 2000 chemiepak levert een goede bescherming.

Respondent 3

test	Standaard bluskleding	Afgeplakte standaard bluskleding	standaard bluskleding met splash 1000 hood	standaard bluskleding met splash 1000 hood en afgeplakt	Tychem F chemiepak	Splash 2000 chemiepak
Stilstaan	3,4	6,5	40	-	25	95
Lopen	4,3	6,5	45	-	15	3620
Strekken	2,9	8,2	30	-	6,3	2020
Squats	2,9	7,7	20	-	10	3550
Twisting	2,5	6,5	25	-	10	-

Voor respondent 3 levert de standaard bluskleing, ondanks splash 1000 hood of afplakken matige bescherming. Alleen het splash 2000 chemiepak beschermt goed.

Respondent 4

Test	Standaard bluskleiding	Afgeplakte standaard bluskleiding	standaard bluskleiding met splash 1000 hood	standaard bluskleiding met splash 1000 hood en afgeplakt	Tychem F chemiepak	Splash 2000 chemiepak
Stilstaan	4,1	-	-	35	-	-
Lopen	16,4	-	45	560	-	-
Strekken	16,2	-	25	150	-	-
Squats	8,5	-	20	25	-	-
Twisting	10,6	-	20	35	-	-

Respondent 4 kent relatief lage protectiefactoren, ongeacht of de standaard bluskleiding wordt uitgebreid met een splash 1000 hood of afgeplakt.

Respondent 5

test	Standaard bluskleiding	Afgeplakte standaard bluskleiding	standaard bluskleiding met splash 1000 hood	standaard bluskleiding met splash 1000 hood en afgeplakt	Tychem F chemiepak	Splash 2000 chemiepak
Stilstaan	8,9	-	1595	90	-	-
Lopen	21,2	-	-	-	-	-
Strekken	11,2	-	35	300	-	-
Squats	9,6	-	120	130	-	-
Twisting	9,8	-	195	605	-	-

Respondent 5 heeft een redelijke afsluiting wanneer zijn bluspak wordt uitgebreid met een splash 1000 hood en wordt afgeplakt.

Respondent 6

test	Standaard bluskleiding	Afgeplakte standaard bluskleiding	standaard bluskleiding met splash 1000 hood	standaard bluskleiding met splash 1000 hood en afgeplakt	Tychem F chemiepak	Splash 2000 chemiepak
Stilstaan	3,2	-	20	-	-	-
Lopen	9,1	-	25	-	-	-
Strekken	5,3	-	50	-	-	-
Squats	2,6	-	25	-	-	-
Twisting	4,1	-	-	-	-	-

Respondent 6 heeft nauwelijks bescherming met zijn standaard bluskleiding.

Uit de analyse per respondent volgt dat wanneer de stand bluskleiding van de respondent (zonder hood of afplakken) lage protectiefactoren oplevert, dit door middel van een hood of afplakken wel iets verbeterd, maar nog steeds marginaal blijft.

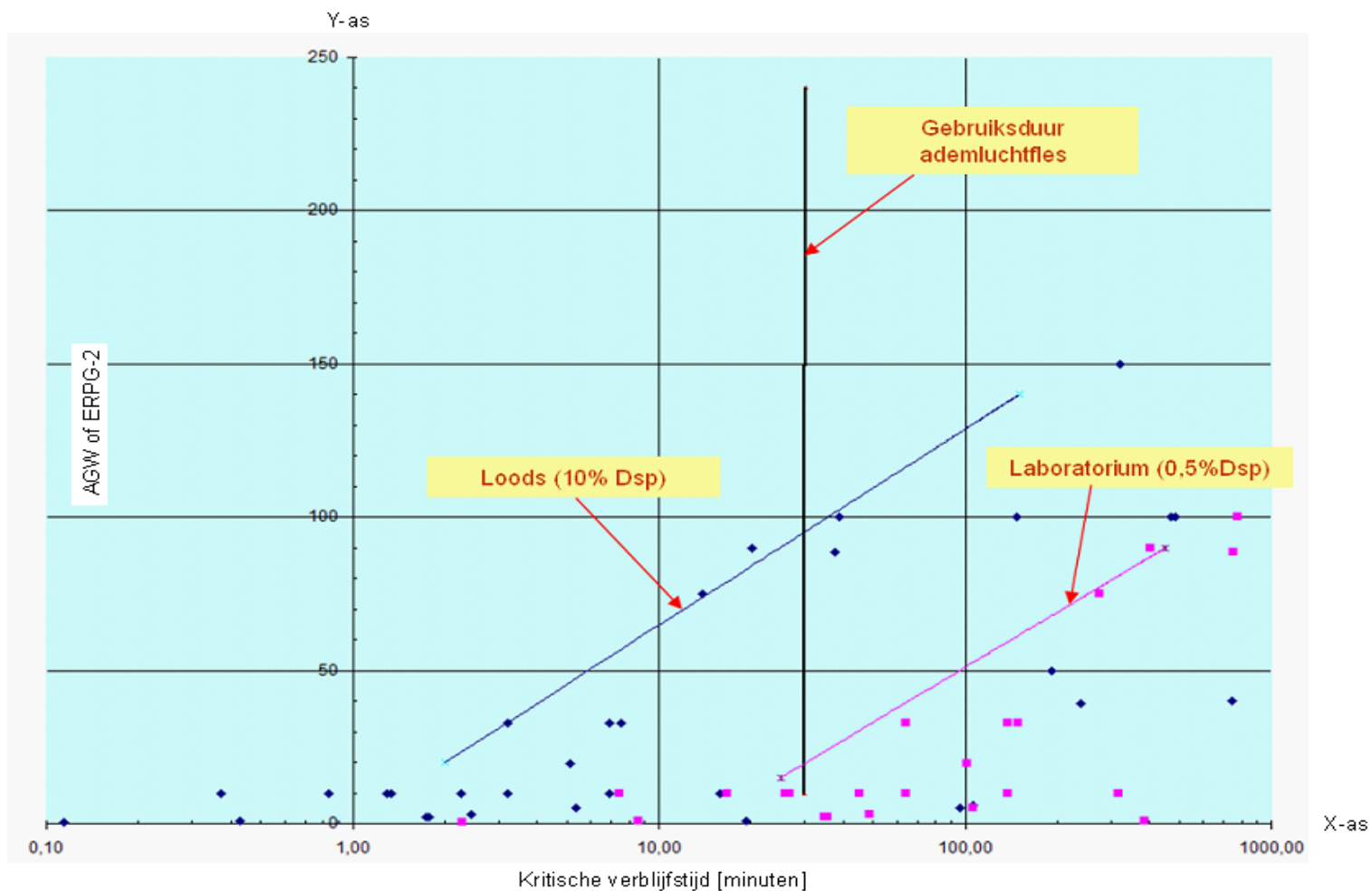
Foto's van een OGS-oefening bij een chemisch bedrijf in Noord-Holland





Kritische verblijfstijd als $f(\text{AGW of ERPG-2})$

Standaard bluspak met Splash 1000 als “hood”



Internationale grenswaarden voor calamiteiten

Gedurende het onderzoek voor de Regionale Brandweer Amsterdam en Omtrekken is uitgegaan van de AGW als leidraad voor het risiconiveau. Indien van bepaalde stoffen geen AGW bekend is, is gebruik gemaakt van de getalsmatig zeer goed vergelijkbare “Emergency Response Planning Guideline “ ERPG- 2 waarden van de “American Industrial Hygiene Association¹” (AIHA), waarvoor het US Department of Energy de volgende definitie hanteert:

“the maximum concentration in air below which it is believed nearly all individuals could be exposed for up to one hour without experiencing or developing irreversible or other serious health effects or symptoms that could impair their abilities to take protective action”.

Wat dan onder die ‘irreversible or other serious health effects’ wordt verstaan ligt opgesloten in de definitie voor de lagere en dus minder riskante ERGP-1 grenswaarden:

“the maximum concentration in air below which it is believed nearly all individuals could be exposed for up to one hour without experiencing other than mild transient adverse health effects or perceiving a clearly defined objectionable odor”.

Wordt bij een ERGP-1 dus gesproken van hooguit een nadelig effect op de gezondheid van voorbijgaande aard, van de ERGP-2 kan hooguit gezegd worden dat die nadelige effecten niet van blijvende aard zullen zijn. Dit betekent dat bij een relatief risico van 1 reeds sprake is van een bepaalde mate van aantasting van de lichamelijke gezondheid van de blootgestelde persoon. De ERPG-3 kan op zijn beurt vergeleken worden met de Nederlandse LBW, omdat deze ERPG-3 ook de drempelwaarde vormt naar mogelijke letale effecten binnen een bevolking.

Omdat het aantal gevaarlijke stoffen met een of meer ERPG-waarden vrij beperkt is (ca. 125), is er door het US Department of Energy (DOE) een consistente methodiek opgesteld, waarmee op basis van zoveel mogelijke andere vastgestelde grenswaarden, letaliteits- en toxiciteits-parameters, gemiddelde lichaamsgewichten en ademsnelheden en ook op basis van statistische methoden een set TEEL-waarden kan worden berekend. Die hebben een identieke formulering als de ERPG-waarden. Ontbreken van gevaarlijke stoffen voldoende toxiciteitsgegevens dan wordt op basis van statistische gegevens de volgende leidraad gehanteerd:

$$\begin{array}{lll} \text{TEEL-1} = 3 \times \text{TEEL-0}^2 & \text{of} & \text{TEEL-1} = \frac{\text{TEEL-2}}{7} \\ \text{TEEL-2} = 5 \times \text{TEEL-0} & \text{of} & \text{TEEL-2} = \frac{\text{TEEL-3}}{5} \\ \text{TEEL-3} = 5 \times \text{TEEL-2} \end{array}$$

Tezamen met de in opdracht van het “US Environment Protection Agency” (EPA) ontwikkelde “Acute Emergency Guideline Levels” (AEGL’s), met geheel vergelijkbare definities en met meer verschillende blootstellingstijden³ worden ERPG’s en TEEL’s aangeduid onder de groep van ‘Protective Action Criteria’ (PAC’s). Momenteel zijn er voor ca. 3000 stoffen PAC-waarden gedefinieerd. De complete en meest recente lijst hiervan kan vrijelijk worden opgehaald bij de website van het US DOE ‘Chemical Safety Program’ op <http://www.atlntl.com/DOE/teels/teel.html>.

De laagste twee klassen ERPG/AEGL zijn gebaseerd op een scala aan toxiciteits-waarden, zoals het “No Observed Adverse Effect Level” (NOAEL) en het “Lowest Observed Adverse Effect Level” (LOAEL). De hoogste klassen zijn o.a. gebaseerd op de meer ernstige “Effect Levels” (“mild / severe & life-threatening”).

Omdat de in Nederland gebruikte AGW’s inhoudelijk nog het meest overeenkomen met de ERGP-2/TEEL-2/AEGL-2 waarden staan, is gedurende het eerder genoemde onderzoek bij een ontbrekende AGW gebruik gemaakt van een van deze PAC-waarden.

1 De AIHA is een non-profit organisatie van arbeidshygiënist en publiceerde in 1989 voor het eerste een lijst met ERGP-waarden

2 De TEEL-0 waarden zijn redelijk vergelijkbaar met de arbeidshygiënische grenswaarden, zoals de in het verleden toegepaste 8-urige MAC-waarden.

3 Er bestaat van 24 stoffen een definitieve en van 163 stoffen een voorlopige AEGL waarde voor blootstellingstijden van 10, 30, 60, 240 en 480 minuten.

Een enigszins vergelijkbare grenswaarde wordt uitgegeven door het US “National Institute for Occupational Safety and Health” (NIOSH). Deze organisatie houdt zich met name bezig binnen de arbeidshygiëne en stelt daarbij o.a. de 8 uren grenswaarden en de voor calamiteiten bedoelde IDLH waarden vast die als volgt is gedefinieerd:

“de maximale concentratie waarvan een gezond volwassen persoon kan ontsnappen binnen 30 minuten in het geval van een falen van demeege dragen adembeschermende middelen, zonder irreversibele effecten op de gezondheid of ernstige oog- en ademhalings irritatie of andere schadelijke effecten (o.a. desorientatie/incoördinatie) die het vluchten onmogelijk maken.”

De basis voor de IDLH-waarden vormen alleen de bekende acute toxiciteitsdata, waarbij bekende acute data voor mensen de hoogste prioriteit bezitten. Zijn die er niet, dan wordt een IDLH gebaseerd op die voor proefdieren die werden blootgesteld via ademhaling. Zijn ook die niet bekend, dan wordt als laatste een IDLH gebaseerd op basis van acute data voor proefdieren die oraal werden blootgesteld. Bij elkaar zijn er momenteel ca. 300 IDLH-waarden bekend gesteld door het NIOSH.

Een militaire versie van dergelijke voor calamiteiten bedoelde grenswaarden wordt uitgegeven door het US “Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine” via de USACHPPM Technical Guide 230, waarvan de meest recente versie in 2003 is vrijgegeven. Deze zijn ontwikkeld op basis van bekende toxiciteitsdata, waarbij echter alleen rekening is gehouden met de militaire beroeps populatie (gezond en fit, geen ouderen, geen kinderen, geen zwangeren). T.a.v. blootstelling via ademhaling zijn er meerdere MEG-waarden afgeleid: voor 1 uur, 8 uren, 24 uren en soms ook voor 14 dagen en zelfs 1 jaar. Ter vergelijking met de eerder genoemde interventiewaarden AGW of ERPG-2 kan alleen wegens de vergelijkbare blootstellingsduur de eerste mogelijk gebruikt worden:

“MEG(1hr) De concentratie in ademlucht waarboven bij een blootstelling van 1 uur in een klein gedeelte van de blootgestelde individuen levensbedreigende of letale effecten optreden.”

Deze definitie is dus ernstiger dan die voor de PAC-waarden klasse 3, zoals ERPG-3.

Uit de literatuur t.a.v. het gebruik van chemisch beschermende pakken is bekend dat deze tijdens het dragen aanleiding kunnen geven tot verhoogde fysieke belastingen, waarbij o.a. een hoog vochtverlies⁴ kan voorkomen en verder sprake is van een hoge psychische belasting. In een onderzoek onder uitgezonden militairen werd aangetoond dat hoge lichamelijke en/of psychische stress de eigen ‘buffercapaciteit’ – de wijze waarop het lichaam (chemische) belastingen kan verwerken – doet afnemen [17,18]. In principe betekent dit dat de chemische grens- of interventiewaarden voor mensen werkend onder hoge en/of langdurige stress niet meer voldoen en in principe naar omlaag bijgesteld moeten worden. Hoewel dus een AGW of een ERPG-2 blootstelling aanleiding geeft tot ernstige gezondheidseffecten bij met name zwakkeren binnen een bevolkingsgroep, moet met dergelijke effecten ook rekening gehouden bij volwassen hulpverleners die onder hoge psychische stress hun werk dienen te verrichten. Omdat de systeemtoxische effecten door huidblootstelling minder snel optreden (vanaf enkele tientallen minuten na het begin van de blootstelling) dan bij ademblootstelling (vrijwel direct), zullen de schadelijke gezondheidseffecten hiervan zich pas kunnen openbaren tijdens terugkeer van het team hulpverleners – tijdens de decontaminatiefase of nazorgfase.

Van de geselecteerde gevaarlijke stoffen uit het eerder verrichtte onderzoek [7] zijn zowel de oude arbeidshygiënische grenswaarden (MAC), AGW, PAC klasse 2/3, IDLH en MEG(1hr) opgezocht en samengevat in de tabel van bijlage 5. Het eerste dat hierbij opvalt is dat voor de meeste van deze stoffen goed een PAC-waarde kan worden gevonden. In de AGW-kolom en in die van de IDLH en MEG zijn opvallend veel open plekken. Getalsmatig vallen soms de zeer hoge IDLH-cijfers op in vergelijking tot de AGW/PAC-2 waarden. De MEG-waarden zitten meestal op een vergelijkbaar niveau als de PAC-3/IDLH-waarden. De LBW-waarden komen redelijk overeen met de PAC-3 waarden.

Samenvattend kan dan gesteld worden dat de AGW-waarden en de daarmee goed vergelijkbare PAC-waarden van klasse 2 (zoals de ERPG-2) de beste keuze vormen voor een grenswaarde t.a.v. de risicoberekeningen binnen dit project. Niet alleen is hiervan de definitie minder ernstig - hooguit herstelbare gezondheidseffecten - ook vormt het aangeboden aantal waarden een redelijk voldoende brede basis ten opzicht van met name de IDLH en MEG.

⁴ Sprake kan zijn van wel 1,5 liter vochtverlies na een inzetduur van 20 minuten

Onderwerp: Inventarisatie beschermende kleding en toxische stoffen in de veiligheidsregio's binnen het Koninkrijk der Nederlanden

Geachte commandant van de Veiligheidsregio,

Het netwerk OGS van de NVBR is als klankbord betrokken bij een project dat TNO in opdracht van BZK uitvoert in aansluiting op eerder onderzoek van Amsterdam-Amstelland.

De omschrijving van dit project vindt u in de bijlage 1.

Het netwerk OGS heeft op zich genomen de beschermende kleding en de gevaarlijke stoffen in de diverse veiligheidsregio's binnen het Koninkrijk der Nederlanden te inventariseren.

Vriendelijk verzoeken wij u de bijgevoegde inventarisatielijsten (bijlage 2 en 3) ingevuld per omgaande doch uiterlijk voor vóór 18 april 2007 retour te sturen naar de secretaris van het netwerk OGS (dick.arentsen@brandweer.nl).

Met vriendelijke groeten,

Dick Arentsen
Secretaris netwerk OGS van de NVBR
Bijlage 1 Project omschrijving
Bijlage 2 Inventarisatie beschermende kleding

(Bijlage bij deze brief)

Toxische stoffen in ieder geval vaste en vloeistoffen klasse 6 en voor de gassen klasse 2 en alle andere toxische stoffen die geen transport label hebben en chemische strijdgassen. Stoffen, die reeds zijn opgenomen in deze lijst (Amsterdam) hoeven alleen maar te worden aangekruist. De overige stoffen kunnen worden ingevuld, liefst met VN- en/of CAS nummer.

Beslissing Ondersteuning Schema (voor inzet gaspakdragers)
Officier van dienst /chemisch adviseur (BOS-2)

Het BOS-2 beslisschema is voor de officier van dienst (OVD) ontwikkeld om een verantwoorde keuze voor de persoonlijke bescherming van het in te zetten brandweerpersoneel te kunnen maken. De OVD zal bij incidenten met gevaarlijke stoffen ondersteund en geadviseerd worden door de chemisch adviseur.

ASPECTEN	Bluskleiding	Chemiepak	Gaspak
TOXICITEIT ⁵	laag	middel	hoog
GEVI-Code ⁶	overige	één 6 of één 8	66, 88, 68, 86, 6X, 8X
FYSISCH-	EN	CHEMISCHE	ASPECTEN
VLUCHTIGHEID dampspanning 20° C	laag < 10 mBar	middel < 100 mBar	hoog > 100 mBar
REACTIVITEIT ⁷	niet	langzaam	Hoog
AGRESSIVITEIT ⁸	niet	laag / middel	Hoog
BESMETTINGSKAN- NS ⁹	zeer klein	klein	Groot
HOEVEELHEID ¹⁰	zeer klein < 1 liter	klein / middel < 200 liter	middel/groot > 200 liter
INZETDUUR	zeer kort < 5 minuten	middel 5 - 30 minuten	middel/lang 5 - 30 / >30 minuten
HYGIËNE ¹¹ (besmettelijk/stank)	neen	gering / middel	middel/hoog

Toelichting

Het schema dient als een weeginstrument te worden gehanteerd. De aspecten, die gewogen worden zijn stofeigenschappen en scenario's:

- Bij de stofeigenschappen wordt rekening gehouden met toxiciteit, vluchtigheid, reactiviteit en corrosiviteit;
- In relatie met de verwachte scenario's wordt rekening gehouden met besmettingskans, hoeveelheid, inzetduur en hygiëne.

In de eindafwegingen van het BOS-2 vormt het aspect GEVI-code, de toxische-, agressieve-, reactieve- en vluchtige eigenschappen van de stoffen en de hoeveelheid ervan een doorslaggevende rol. Deze criteria

⁵ Voor de definiëring van de giftigheid wordt gebruik gemaakt van de maatstaven genoemd in Wet Vervoer Gevaarlijke Stoffen VSG/RID - 1997.

⁶ Gevaarsidentificatie-nummers. De cijfers vormen het GEVI-nummer of vormen een onderdeel van het nummer.

⁷ De criteria voor de indeling zijn: de mate waarin sterk reactieve stoffen, sterk oxiderende stoffen, sterk hygroscopische stoffen of stoffen die ontleden of reageren met vocht uit de lucht en agressieve dampen ontwikkelen, kunnen op de huid of gevoelige delen van het menselijk lichaam kunnen inwerken. Deze gegevens kunnen o.a. ontleend worden aan het Chemiekaartenboek onder de paragrafen 3.1, 3.2, 4.2 en de MAC-waarde.

⁸ De mate waarin de sterk agressieve stoffen (zoals sterke zuren of basen e.d.) inwerken op de huid of gevoelige delen van het menselijk lichaam zijn bepalend voor de indeling.

⁹ Stoffen die door primair of secundair contact de kans hebben het lichaam te besmetten en door hun giftige of bijtende eigenschappen verder in te kunnen werken op het menselijk lichaam.

¹⁰ De hoeveelheden betreffen de berekende hoeveelheid van stoffen, die in typerende scenario's kunnen vrijkomen.

¹¹ Stoffen die door primair of secundair contact de kans hebben het lichaam te besmetten en door hun stank of door de aanwezigheid van ziekteverwekkende stoffen of organismen sterk negatieve psychologische of fysiologische effecten kunnen geven.

behoren overwegend in een bepaalde kolom te staan. De besmettingskans en hygiëne hebben een geringere invloed op de eindkeuze.

Afwijkende proces- of opslag omstandigheden zoals temperatuur en (hoge) drukverschillen kunnen overigens de keuzen sterk beïnvloeden.

Voorafgaand aan de **eindbeslissing over de persoonlijke uitrusting** dient verder rekening te worden gehouden met de volgende factoren:

- brandbaarheid stoffen;
- aanwezigheid van open vuur, extreme hete/koude voorwerpen of procesomstandigheden;
- reddingswerkzaamheden, veiligstellen object/omgeving;
- aanwezigheid van scherpe voorwerpen, instortingsgevaar;
- bestendigheid van de beschermende kleding;
- beschikbaarheid van de gewenste beschermende kleding.