



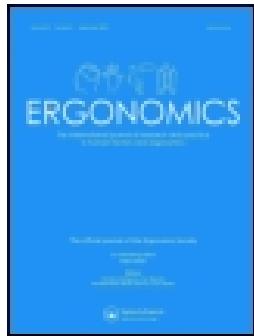
**Aan de leden van de Bijzondere commissie voor de pensioenen
van publieke sector**

**Aux membres de la Commission spéciale des pensions
du secteur public**

Documenten Zware beroepen - Brandweermannen

Documents "Fonctions pénibles" - Pompiers

Deel 2 - Partie 2



What do we know about ageing at work? Evidence-based fitness for duty and health in fire fighters

J. K. Sluiter & M. H. W. Frings-Dresen

To cite this article: J. K. Sluiter & M. H. W. Frings-Dresen (2007) What do we know about ageing at work? Evidence-based fitness for duty and health in fire fighters, *Ergonomics*, 50:11, 1897-1913, DOI: [10.1080/00140130701676005](https://doi.org/10.1080/00140130701676005)

To link to this article: <http://dx.doi.org/10.1080/00140130701676005>



Published online: 30 Oct 2007.



Submit your article to this journal



Article views: 425



View related articles



Citing articles: 21 View citing articles

Full Terms & Conditions of access and use can be found at
<http://www.tandfonline.com/action/journalInformation?journalCode=terg20>

What do we know about ageing at work? Evidence-based fitness for duty and health in fire fighters

J. K. SLUITER* and M. H. W. FRINGS-DRESEN

Academic Medical Center, Department: Coronel Institute of
Occupational Health, University of Amsterdam, P.O. Box 22700,
1100 DE Amsterdam, The Netherlands

This study sought to collect evidence on age and workability in fire fighters, using systematic international literature searches, interviews, and secondary analyses from Dutch fire fighter studies. Recent decades have witnessed growing demands on fire fighters, who face peak task demands during duty. Older Dutch fire fighters experience greater emotional and mental demands than their younger colleagues. Huge inter-individual variation emerged in task performance with over six-fold differences in time-on-tasks and the percentage heart rate reserve between and within age groups. However, no age-effect was observed in lifting capacity during simulations. Compared to their youngest colleagues, older Dutch fire fighters face a six-fold increase in the risk of health complaints. The international literature lacks psychological age effects studies. Semi-functional tests, (e.g. exercise stress testing or push-ups) do not predict workability. Regular screening of fire fighters, using multi-modal functional tests that closely simulate real job activities, is recommended.

Keywords: Ageing; Fitness for duty; Fire fighters

1. Introduction

The next few decades are expected to become overwhelming for occupational health professionals and work organizations, because of the ageing workforce. These demographic changes may force us to stop voluntary early exits from the working life, and even work up to an older age (Ilmarinen and Rantanen 1999). As a result, age and workability are very relevant topics. Together with the current expectancies of the upcoming ageing workforce, new rules and regulations regarding ‘age discrimination in employment’ or the ‘medical examination act’ are a reason to think twice before: (1) stating that a job can be considered a high-risk job, or (2) claiming that age might be seen

*Corresponding author. Email: j.sluitter@amc.uva.nl

as constraint in pre-employment (or pre-placement) examinations or on-employment assessments.

Jobs that pose no specific demands in terms of mental, physical or psychosocial task characteristics may not require the introduction of any special measures to keep workers on the job for longer periods. Jobs with specific demands can be considered heavy, because it is not possible to decrease the specific exposures; for example, the energetic demands of fire fighters inside burning buildings. A base of knowledge is needed to prevent problems that workers face in performing any kind of heavy work in the near future. This knowledge should be based on valid assessment techniques and be useful in creating effective measures to: (i) keep workers healthy in their jobs; (ii) increase the safety of (co)workers; and (iii) optimize the person-job-interaction. This knowledge base can then be used to make evidence-based pre-placement health decisions, or to improve the quality of health surveillance in terms of on-employment medical assessments of workers with longer careers in these heavy jobs.

Pre-placement health screening could be performed for three purposes: (i) to identify individuals who are more susceptible to a known hazard in the workplace; (ii) to eliminate candidates whose health might hamper them from performing their jobs as safely as other employees; thereby endangering themselves or others and (iii) to identify candidates who are unlikely to perform satisfactorily owing to a health problem (Palmer *et al.* 2004). On-employment medical assessments should be performed with the same purposes in mind for employees: (i) to identify individuals on a regular basis who may have developed a susceptibility to a known hazard in the workplace; (ii) to screen out workers whose present health hinders them from performing their job as safely as other employees, thereby endangering themselves or others; or (iii) to screen out those who are unlikely to perform satisfactorily owing to a developed health problem.

According to Pransky *et al.* (1988), fitness determinations during pre-employment and on-employment examinations, may then be based on the ability to perform required tasks or on the ability to perform them without jeopardizing one's own health or that of others. In both cases, the most 'common' occupational medicine decisions in upcoming decades should be based on evidence of 'fitness for duty or workability.' Relevant aspects of workability include health status, bodily capacities, sickness absence, accidents, and task performance in which productivity is embedded (Ilmarinen and Rantanen 1999).

In occupational epidemiology, age has often been seen and dealt with as a 'confounder,' but has been studied all too seldom as an independent variable. Knowledge about different human capacities in relation to age and the ability to perform work tasks is available only to a certain extent. To begin with, what is known is the existence of a chronological, age-associated normative decline in broad physiological fitness parameters, a decline has been reviewed in a number of studies (Savinainen *et al.* 2004, Shepard 1999, Saupe *et al.* 1991). In addition, it has been demonstrated that there is inter-individual variation in both the nature and rate of 'normal' decline (Ilmarinen and Rantanen 1999). Thirdly, it is largely unknown whether certain job demands of interest exceed the physiological fitness of the 'average' older worker. Moreover, depending on the specific demands of interest, the consequences of exceeding a worker's capacity must be taken into account in balancing decisions about workability. Fourthly, data gathered from the general population may not reveal valid estimates for the specific, and often selected populations for which we are seeking evidence.

For most jobs, it is expected that age may not be considered a constraint to the performance of a particular task. However, high-risk jobs must be defined when specific job demands are known to exist beforehand. Specific job demands can be defined as job

demands that are not preventable with state-of-the-art (ergonomics) measures and that may exceed exposure safety levels or average human capacities to meet such demands on a daily basis for approximately five working days a week over a period of 30 to 40 years without causing work-related health problems.

From a layperson's perspective, some high-risk jobs in which most older workers may not be able to keep pace with the demands can be categorized as such without any 'doubt'. This estimated unfitness for work may develop because of the age-related fitness decline for work, or because of the level of expected work-related health risks. Police officers, ambulance workers, and fire fighters are interesting in this respect because of the activities involved in their jobs and the public health issues associated with those activities. In some countries, paramedics are included in fire fighter services. In the Netherlands, ambulance nurses and drivers work in ambulance services only and perform paramedic services. By contrast, fire fighters who work for fire brigades not only engage in actual fire extinction activities, but also provide technical help after car accidents, or offer assistance with accidents around the house, or those that may involve dangerous substances. These types of activities of fire fighters are known as repressive fire fighting and rescue activities are thus part of the work of the fire fighting brigades.

This article will focus on fire fighters. In 1967, the Dutch government set the early retirement age for fire fighters at 55 years. In the last decade, discussions have emerged about how valid that age limit is from the present-day perspective of occupational health. Are the specific task demands known, for instance? Are there any indications that older workers lose their ability to meet the work demands (safely)? Is there any evidence that (work-related) ill health is worse in older workers? The discussions emerging from such questions prompted the fire fighter sector to commission us to study the relationship between the age of fire fighters and their workability.

2. Methods

The aspects of workability that were studied include: (work-related) health status, bodily capacities, illness-related absence, accidents, and task performance. Because of the different outcomes of interest, a range of studies is needed to obtain a more complete picture. Moreover, information about the specific physical, mental, and emotional task demands was needed in order to study task performance. Evidence was gathered from five different sources: a sensitive systematic literature search, interviews with Dutch key persons, and three types of secondary analyses of Dutch studies. These studies consisted of: (1) questionnaire data on 1100 Dutch fire fighters, (2) task-analyses data on 227 fire fighters in 24-h shifts and (3) functional capacity evaluation laboratory data on 25 fire fighters.

2.1. Literature search

Using combined terms (Sluiter and Frings-Dresen 2004), a number of databases were searched for data up to June 2005: PubMed (Medline), Embase, Cinahl and PsycInfo. This resulted in the following search strategy: 'fire-fighters' and 'age' or 'work (dis)ability'. In total, 282 retrieved hits were perused manually for actual reporting of information relating to age and or work (dis)ability. Ultimately, this resulted in 49 hits that were read completely to retrieve specific information. In addition to the international publications, the internet was searched to gather: (a) non-peered-reviewed English, Dutch or German reports of research; (b) non-peer-reviewed Dutch reports of research; and

(c) national statistics on the number of 'alarms-for-turnout' over the past 15 years from the Dutch National Bureau of Statistics.

2.2. Dutch studies

Data from three studies performed in previous years by our own Institute (Bos *et al.* 2004a, Bos *et al.* 2004b, Rustenburg *et al.* 2003) were taken for secondary analyses, using age as an independent variable.

2.2.1. Questionnaire. Secondary analyses, using age as an independent variable, were performed on data from a questionnaire study conducted in 2002 on a representative, randomly chosen population of Dutch fire fighters (Bos *et al.* 2004a). In this study, 2254 questionnaires were sent to all the possible categories of workers in Dutch fire fighting brigades throughout the Netherlands. Of these 2254, a total of 1624 were known in advance to engage in fire suppression tasks and work in 24-h shifts; this subpopulation was also used for the present analyses. The total response rate of this study was 62%.

The questionnaire revealed information about different kinds of health outcomes that were assessed through validated scales (see methods section in Bos *et al.* 2004a): the 6-month prevalence of different regional musculoskeletal complaints, work-related fatigue complaints (need for recovery from work), general fatigue, sleep quality, 6-month prevalence of psychosomatic complaints (cardiovascular, stomach), and depression and anxiety were assessed. Seven age cohorts were used as independent variables: <25 years: $n = 29$; 25 through 29 years: $n = 123$; 30 through 34 years: $n = 207$; 35 through 39 years: $n = 140$; 40 through 44 years: $n = 97$; 45 through 49 years: $n = 121$; >49: $n = 191$.

2.2.2. Task analyses. Secondary analyses were performed on data from a field study (see methods section in Bos *et al.* 2004b) that was conducted in 2002 on 273 Dutch fire fighters from fire brigades throughout the Netherlands, who were working in 24-h shifts in active fire fighting suppression. The physical tasks and their effect on the body were observed. Subtasks during 'turn-out periods' were observed and the mean and range of the energetic workload was assessed by calculations of %HRR (percentage of heart rate reserve) for seven age groups: <25 years: $n = 6$; 25 to 29 years: $n = 56$; 30 to 34 years: $n = 62$; 35 to 39 years: $n = 30$; 40 to 44 years: $n = 22$; 45 to 49 years: $n = 17$; 50 to 54 years: $n = 13$. The use of %HRR eases comparison the level of workload of individuals during task performance while accounting for age. A %HRR value of 0 indicates a heart rate during task performance that equals the resting heart rate of the individual, a %HRR value of 100 indicates a heart rate during task performance that equals the maximum heart rate. Percentage of HRR values that range between 30 and 40, indicate an average heavy workload; %HRR values between 40 and 50 indicate a heavy workload, and values over 50 a very heavy workload (Astrand and Rodahl 1986). Two periods of time were distinguished during the 'turn-out-periods': 'time from alarm to turnout,' and 'time on scene.' Table 1 presents the average weight and the BMI average and range per age cohort from these data.

2.2.3. Functional physical capacity assessments. Secondary analyses were performed in four age groups (<30 years: $n = 8$; 30 to 39 years: $n = 10$; 40 to 49 years: $n = 4$; >49 years: $n = 3$) on functional capacity evaluation data during lifting tasks of a convenience sample of 25 fire fighters from a fire-brigade in Amsterdam, the Netherlands (see methods section in Rustenburg *et al.* 2004).

Table 1. Number, body weight (kg), and body mass index (BMI) of observed fire-fighters.

Age:	Fire-fighters	
	Weight (kg)* Mean	Body mass index* Mean (min–max)
<25	86	25.5 (20–33)
25–29	82	24.5 (20–29)
30–34	83	24.8 (19–29)
35–39	80	24.8 (20–34)
40–44	85	26.5 (23–30)
45–49	81	25.2 (22–30)
50–54	77	24.9 (23–29)

*significant difference between age groups.

2.2.4. Interviews. Eight key persons over 50 years of age in different regions throughout the Netherlands were selected by a task force group (consisting of employers, union representatives and employees of Dutch fire fighters). These key persons were interviewed in August 2004 by telephone to obtain information about present work demands, workload and age-related constraints to these demands. The questions dealt with: the number and type of turnouts, physical, psychosocial and psychological aspects of fire fighting, and historical changes in tasks. On average, the interviews lasted 30 min.

3. Results

Results are presented in order of the evidence found about the different aspects of workability in relation to aging fire fighters: task demands, task performance and bodily capacities, (work-related) health status, sickness absence and accidents.

3.1. Task demands of aging fire fighters

According to Sothmann *et al.*'s measurements (1992a), fire suppression inside buildings took 15 min on average (ranging between 8 and 28 min), irrespective of age.

Lusa *et al.* (1994) asked 156 fire fighters to list the heaviest tasks involving aerobic activities. No different outcomes were found between age groups. The most heavy tasks were: (1) tasks in a smoky environment, using self-contained breathing apparatus (SCBA) equipment; (2) removing debris with heavy hand tools; (3) fire suppression inside buildings; (4) fire suppression outside buildings; and (5) diving with SCBA. These fire fighters reported engaging in these kinds of activities at least four times a year.

Over the last 15 years, the number of Dutch workers in the fire fighting sector has not changed significantly owing to economic cutbacks. In 2003, the Netherlands had 1919 professional fire fighters (of 4797 fire brigade workers) who engaged in fire suppression activities. The number of voluntary fire fighters during the same year was 22 038 (CBS 2004). The number of 'alarms for turnout' between 1985 and 2002 increased from 53 501 to 96 977. Of the 96 977 alarms, 50 470 were false, 1912 were large fires inside buildings, 30 491 were outside fires. The number of assistance calls increased from 29 333 in 1985 to 55 709 in 2002 (CBS 2004). Calculated from the worst-case scenario, the maximum estimate for workload in terms of 'alarms for turnout' per suppressive fire fighter (working in teams of five) would come to 242 turnouts (including false alarms) per year,

irrespective of age. Bos *et al.* (2004a) measured an average 1.5 turnouts (range 0–7) for the 24-h shifts.

Interviews about aspects of physical and psychological task demands were conducted by telephone with eight Dutch key persons. These individuals were over 50 and had long careers of fire fighting (Sluiter and Frings-Dresen 2004). Fire fighting is seen as highly physically demanding work with respect to: diving tasks, protocols when dangerous substances are expected, static load because of heavy hand tools, increase in the number of calls and longer durations per call and the increase in time spent on simulation exercises. Among the positive findings were the increase in fitness for work among fire fighters and the decrease in full packing weight. From a psychological point of view, fire-fighting work is seen as more demanding now, because the tasks have expanded over the last 20 years to include assistance with traffic accidents, resuscitations, disasters, diving operations and dangerous substances. Other highly demanding psychological aspects of fire fighting that were cited include: new dangers (anthrax, exposure to new diseases because of the first response work), the increase in calls, longer duration per call, more exercises, increased training requirements, more protocols and guidelines to remember, more responsibilities and higher social pressures. With respect to the emotional workload, the relevant aspects mentioned were: more aggression or intimidation, and experiences with severe accidents. The attention now devoted to psychological counselling for fire fighting personnel is an improvement. Other positive changes include the diminishing taboo on the emotional impact of the work and the growing openness with which colleagues reveal that impact to each other.

Using original data from Bos *et al.* (2004), Sluiter and Frings-Dresen (2004) examined the psychosocial workload in seven age cohorts consisting of 884 Dutch fire fighters responsible for fire suppression (see figure 1). The psychosocial work environment was measured in terms of the emotional demands and mental demands experienced. Older fire fighter groups experience significantly higher emotional and mental demands than do their younger colleagues.

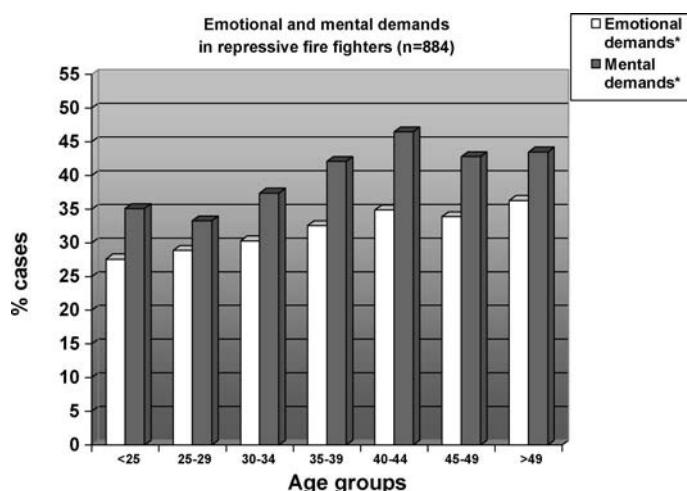


Figure 1. Average score on the emotional and mental work demands scale in fire-fighters per age group. Higher scores are higher demands (*: ANOVA trend, $p < 0.01$).

3.2. Task performance and capacities of aging fire fighters

Saupe *et al.* (1991) assessed 150 fire fighters in the laboratory in different age cohorts and showed that when aerobic capacity criteria of $33.5 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ was required, over 60% of fire fighters between 40 and 45 years did not pass and this percentage rose to 80% in fire fighters between 50 and 55 years and even higher to 90% in the group aged 60–65 years.

Horowitz and Montgomery (1993) assessed 1303 fire fighters in the laboratory and reported a decrease of aerobic capacity between age cohorts from an average of over $40 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ in young fire fighters (19–29 years) to $30 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ in the oldest group (50–59 years). The bodily flexibility (sit and reach tests) and muscular strength (sit-ups and push-ups) of fire-fighters decreases by a factor 1.4 and by more than a factor 2 between cohorts aged 19–29 and those aged 50–59.

Davis *et al.* (1982) assessed 100 fire fighters with protective clothing (weight 24 kg) during simulations of five functional tasks, each of which occur during normal active suppression. The variation in duration between these tasks was huge with inter-individual differences rising up to a factor 74 in some subtests, but came to a factor 6.5 for inter-individual differences on the total time-on-tasks. The maximum heart frequencies during this simulation ranged between $155\text{--}205 \text{ b} \cdot \text{min}^{-1}$; the average heart frequencies ranged between $125\text{--}190 \text{ b} \cdot \text{min}^{-1}$.

Sothmann *et al.* (1992) assessed 10 fire fighters during fire suppression inside buildings. The heart frequencies ranged between $146\text{--}171 \text{ b} \cdot \text{min}^{-1}$ and the task was performed on an average 63% of their VO_2 max (range 44–86%).

Burgess *et al.* (1999) studied the decrease in diffusion capacity of CO_2 over a period of seven years and found that decrease to be greater in fire fighters younger than 35.

Williford *et al.* (1999) tested 91 fire fighters in four age groups during a simulation of five functional tasks and measured the duration in time (seconds). The authors also assessed the fire fighters on some laboratory fitness tests. The time-on-tasks increased with age groups per task and in total, though not linearly between the two youngest age groups. The average (sd) time-on-tasks for the oldest group was 430 (78) s as compared to 300 (161) s in the youngest group of fire fighters. The correlations between time-on-tasks during simulation and the fitness tests were not very high: handgrip force correlated the highest with 0.54.

Smith *et al.* (2001) assessed young fire fighters in a fire suppression simulation task circuit of five tasks that had to be performed three times in a row within a 30-min period. The mean heart rate increased from $108 \text{ b} \cdot \text{min}^{-1}$ at pre-testing to 175, 186 and $189 \text{ b} \cdot \text{min}^{-1}$ after the three runs. The cardiac output decreased by 30% because of the lower beat volumes during that period.

Kiss *et al.* (2002) measured work ability with the WAI (work ability index) in 236 Belgian fire fighters. The percentage of fire fighters with insufficient work ability increased between age cohorts from below 5% in the 45–50 age cohort to over 30% in the 56–59 age cohort.

Sothmann *et al.* (2004) recently performed a predictive validity study to assess the minimal work capacity demand for American fire fighters. A combination of tests were devised and performed. On average, fire fighters younger than 30 took less than 7 min to complete these tasks, whereas their colleagues over 50 took more than 9 min on average. Females performed the tests on average two minutes slower than their male counterparts. Three predictor tests explained only 50% of the total time-on-task of the combined repressive activities.

Punakallio (2003, 2004) showed that her functional balance test is a good, reliable and valid indicator test to assess body balance capacities, and that these skills diminish over the age of 49.

Drawing on the analyses in Sluiter and Frings-Dresen (2004), table 2 shows the average and range in %HRR per age group during two periods of technical help turnouts and table 3 presents data for two periods of fire extinction turn-outs. Significant differences were found between age groups during technical help turnouts but not during fire extinctions. Huge inter-individual variation was observed within each age group: what is not a heavy workload for one fire fighter maybe a very heavy workload for another individual during natural working situations. Typically, the workload during technical emergency events can be classified as average heavy.

During fire-extinction turnouts, no differences were found between age groups. Again, within age groups, huge variation emerged. Generally, the workload during fire emergency periods is 'average heavy,' although in some individuals it may be defined as 'heavy' or even 'very heavy.'

After dividing the workers into four age groups, the percentage of workers was analysed for whom the workload should be defined as 'very heavy': although somewhat counter intuitively, the percentage decreased from young to old (10% in <30 years, 7% in 30–39 years, 8% in 40–49 years, and 0% in >49 years).

Bos and colleagues (2004) also observed exercises conducted in the Fire Service College in the UK and an exercise on dangerous substances in the Netherlands. Just to offer an idea on the physical workload: during the fire extinction simulation, the 'attack inside'

Table 2. Technical Help: %HRR during two periods of time of turn-outs, per age group.

Age:	n	Alarm-to-turn-out*	Time-on-scene*
		Mean %HRR(min-max)	Mean %HRR(min-max)
<25	5	19 (7–30)	21 (11–30)
25–29	80	26 (5–50)	30 (11–45)
30–34	107	25 (2–62)	28 (3–56)
35–39	37	21 (5–40)	25 (6–54)
40–44	27	19 (4–33)	23 (10–46)
45–49	23	31 (12–64)	31 (11–52)
50–54	20	30 (4–81)	28 (10–56)

*ANOVA, significant trend difference between age groups.

Table 3. Fire-extinction: %HRR during two periods of time of turn-outs, per age group (no sign.differences).

Age:	n:	Alarm-to-turn-out	Time-on-scene
		Mean %HRR (min–max)	Mean %HRR (min–max)
<25	6	34 (22–65)	37 (27–46)
25–29	56	33 (6–74)	36 (5–76)
30–34	62	30 (2–70)	31 (2–67)
35–39	30	33 (9–65)	33 (14–50)
40–44	22	33 (19–86)	32 (15–65)
45–49	17	38 (13–86)	34 (19–53)
50–54	13	30 (6–51)	30 (11–45)

lasted 20 min (sd 14) with the %HRR averaging at 53 (sd 8); the task of 'getting water' lasted 4 min (sd 4) with the %HRR averaging at 49 (sd 14); and preparation took an average 15 min (sd 7) with a mean %HRR of 47 (sd 10). On average, these simulations can thus be classified as involving a heavy to very heavy workload. The simulation of the protocol on 'dangerous substances' lasted an average 59 min (sd 8) with an average %HRR of 29 (sd 9); consequently, the energetic workload of this exercise can be classified as a lighter than average workload.

Lifting capacity was assessed in the laboratory in 25 fire fighters from Amsterdam (aged 23 to 53), using the functional physical capacity apparatus Ergo-Kit[®] (Rustenburg, Kuijer, and Frings-Dresen, 2004). The fire fighters were categorized into four groups: <30 years ($n=8$), 30–39 years ($n=10$), 40–49 years ($n=4$) and >49 years ($n=3$). The average lifted weight during static lifting with different accents of the back, arm or shoulder are listed in table 4.

According to the Ergo-Kit guide, all 25 fire fighters were fit for heavy work. Within each group, variation was greater as compared to between-group differences.

3.3. (Work-related) health status of ageing fire fighters

Woodruff *et al.* (1993) and Upfal (2001) studied the prevalence of Hepatitis B and C. The Hepatitis C virus has been found to be more prevalent in older fire fighters (over 45). The prevalence of Hepatitis B is 8%, and the prevalence of Hepatitis C is 2%.

Seven different studies (Aronson *et al.* 1994; Tornling *et al.* 1994; Baris *et al.* 2001; Bates *et al.* 2001; Demers *et al.* 1992; Guidotti 1993; Haas *et al.* 2003) have sought to examine whether some diseases are more prevalent causes of death in older fire fighters, or fire fighters with more years of experience. Higher risks have been reported for heart diseases, brain tumours, colon cancer, kidney cancer, aortic aneurysms, neoplasms, leukaemia and all mortality causes. Haas *et al.*'s review (2003) calculated standardized mortality ratios for fire fighters as compared to other populations, but found no consistent results. Sometimes, fire fighters appear to run lower risks of mortality, and sometimes higher. A recent analysis on mortality over a period of 25 years, did not present age-relevant information (Ma *et al.* 2005).

Glueck *et al.* (1996) show that the risk factors for heart diseases are the same for fire fighters that they are for the normal population. Over the seven-year period of their study, fire fighters gained weight and the youngest group, gained relatively more weight than their older colleagues. In addition, and as in the general population, older fire fighter run a higher risk of developing heart disease as compared to younger fire fighters (Kales *et al.* 1999). The question of whether fire fighters have higher or lower chances of developing heart failure as compared to the general population has not been resolved

Table 4. Mean static lifting capacity (kg) and range at three heights, per age group. No significant differences were found between age groups.

Age:	Back torso (knee height)	Arm lift (biceps)	Shoulder lift (shoulder height)
	Mean kg (min–max)	Mean kg (min–max)	Mean kg (min–max)
<30 years	135 (81–160)	44 (37–58)	75 (55–112)
30–39 years	116 (41–181)	50 (23–73)	69 (25–101)
40–49 years	113 (90–136)	37 (34–43)	62 (46–74)
>49 years	113 (67–152)	37 (34–43)	61 (48–68)

consistently in different studies. A recent study among German fire fighters (Wagner *et al.* 2002) showed them to have a smaller chance of developing heart diseases in almost every age cohort.

Ide (1998, 2000a,b) presents mortality data from 887 Scottish fire fighters who stopped working within a period of 10 years. Over half (55%) of this population became work-disabled, and 17 died. The mean work disability age was 44 years (and the median 45 years). Diseases of the musculoskeletal system topped the list of diagnoses at 40% of all cases; heart diseases were diagnosed in 10% of the cases. Ide also presents screening data (every 3-year period after the age of 40) on 526 fire fighters. In total, 26% did not reach retirement age in good health: 11% were disabled before the age of 43, and 15% became disabled between 43 and 46 years of age. In over half of the cases, the musculoskeletal system caused the disablement. Post-hoc research showed that screening for risk factors associated with heart disease did not help in general to screen out those workers that became work disabled later. However, those that were disabled because of heart disease showed some significant differences. Blood pressure, as an indicator in screening for mortality, work-related injuries, work disablement, or new cardiovascular events, showed a chance of 30% for these events in the stage II hypertension group ($>160/100$ mmHg) as compared to a chance of 10–15% in the other groups (normotensive or stage I).

Kales *et al.* (2001) showed that fire fighters have an almost threefold relative risk of hearing loss as compared to the general population; and the fighters over 50 show more loss of decibels as compared to their younger colleagues.

Takeyama *et al.* (2005) investigated the short-term impact of psychosocial work demands, such as night duty and long working hours, on the health of fire fighters. However, they did not report per age group. Other sources on this subject are known to discuss the impact of age as an intermediate variable between these kinds of work demands and work capacity (e.g. Molinié 2002, Reid and Dawson 2000, Ono 1999, Harma 1993, Scott and LaDou 1990).

Using original data from Bos *et al.* (2004), Sluiter and Frings-Dresen (2004) studied the workability of seven age cohorts consisting of 906 Dutch fire fighters responsible for fire suppression. In figure 2, musculoskeletal problems show significant differences between age groups in the peak of the six-month prevalence in all bodily regions, except for the ankle region. Knees and shoulder problems are quite prevalent in the youngest group, but decrease and then increase again after age 40.

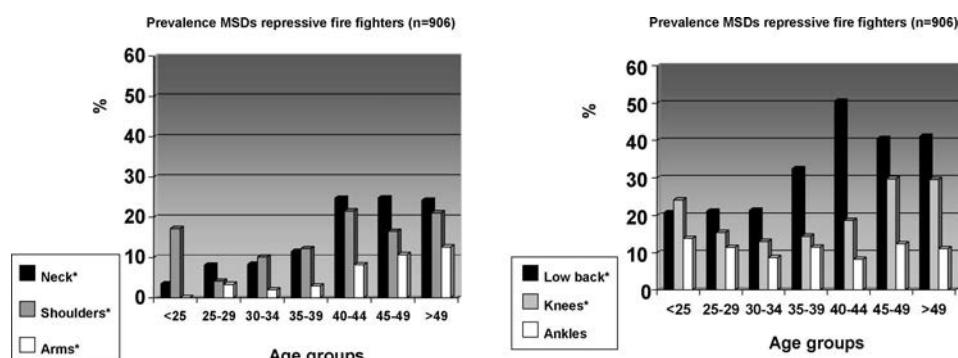


Figure 2. Six-months prevalence: percentage workers per age group with MDS. (*: ANOVA trend, $p < 0.01$) (left: complaints in neck, shoulders, or arms; right: low back, knees and ankles).

Figure 3 presents psychological complaints (general fatigue (CIS), work-related fatigue (need for recovery after work), anxiety and depression per age group. Significant differences in the percentage of 'fatigued' and 'depressed' fire fighters were found between age groups, whereas no differences emerged between age groups in the percentage of anxiety cases. Compared to their youngest colleagues, fire fighters aged 35 years and older have a threefold chance of suffering from 'work-related fatigue.' One remarkable finding was the relatively high number of depressed individuals in the 45 to 49 age group.

In terms of the psychosomatic complaints that affect workability, stomach complaints appeared to be 1.5 times more prevalent among those over 40 than younger individuals. High blood pressure appeared to be six times more prevalent in individuals over 49 as compared to those under 30.

Disabilities during work were reported in individuals who suffered from musculoskeletal complaints in the shoulders, back or knees. More often, older fire fighters (50%) report disabilities during work as compared to their youngest colleagues under 30 (20%). Disabilities during work owing to ankle complaints are equally reported by younger and older fire fighters.

Although many studies were found that report on psychological health complaints in fire fighters (e.g. Regehr *et al.* 2003, Haslam and Mallon 2003, Corneil *et al.* 1999, Wagner *et al.* 1998, Young and Cooper 1997, Murphrey *et al.* 1994, Beaton and Murphy 1993), none reported age-relevant data.

3.4. Sickness absence and aging fire fighters

Guidotti (1992) studied 68 Canadian fire fighters on medical reasons for work absenteeism during their careers. A total of 6000 shifts were not worked (413 absenteeism reports) because of ill health in 64 fire fighters. Compared to 6 absenteeism reports per 100 person years for their young colleagues, older fire fighters averaged 30 absenteeism reports per 100 person years. The total days of absenteeism peaks between 41 and 50 years of age.

In Sluiter and Frings-Dresen (2004), the re-analyses on the data of 906 Dutch fire-fighters who perform suppression in seven age-cohorts with respect to sickness absence revealed the following: older fire-fighters (above 49) showed a threefold chance of reporting themselves sick because of physical overexertion during work as compared to

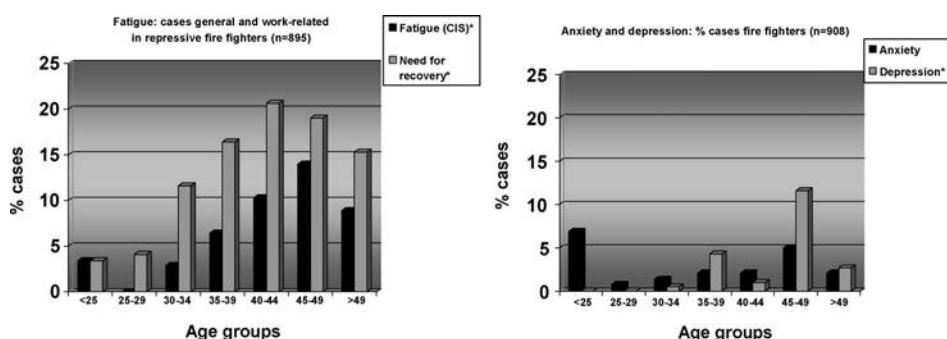


Figure 3. Percentage of cases psychological complaints in fire-fighters per age group (*: ANOVA trend, $p < 0.01$) (left: cases fatigue: general (CIS) and work-related need for recovery; right: cases anxiety and depression (HADS)).

their colleagues under 40. Fire fighters over 40 showed a five- to sevenfold higher chance of reporting sick owing to psychological overload as compared to their colleagues under 30. Sickness reports because of sports injuries occurred independently of age group.

3.5. Accidents and ageing fire fighters

Three studies (Clarke and Zak 1999, Maguire *et al.* 2002, LeBlanc and Fahy 2003) studied age and the causes of deaths by accidents in fire fighters. Fire fighters over 50 run a higher risk of being killed during work, and the most susceptible group are workers over 60. Although the baseline chance is low, as compared to the general working population, fire fighters have a relative risk of 3.3 of being killed during work. Acute heart failure is the cause in almost half of the cases. Two recent studies did not present age-relevant information: an American study reported on 410 fatalities in the USA over four years, and Dutch data spanning 33 years cited a total of 42 Dutch fire fighters who died during repressive tasks (Hodous *et al.* 2004, Sluiter and Frings-Dresen 2004).

Three recent studies were found that reported on non-fatal accidents during work and age (Cloutier and Champoux 2000, Szubert and Sobala 2002, Berrios-Torres *et al.* 2003). The first study compared the number and type of accidents in three age groups: under 40 years, 40 to 44 years, and 45 to 49 years. The oldest fire fighters had fewer accidents as compared to their younger colleagues, but were most often involved in accidents with collapsing buildings. One Polish study found that the majority of accidents occurred during maintenance of material or repairs in the oldest group fire fighters (50–55 years). Within the first month after the Twin tower disaster, 1001 fire fighters went to emergency wards with different health complaints, but no age-related data were given. In a five-year period, a total of 278 accidents were reported in two large cities in the Netherlands; most of these involved fire fighters aged 30 to 39 (Sluiter and Frings-Dresen 2004).

4. Discussion

Several hundred studies have been published in the international literature about fire fighters, but only one out of every ten studies report on age-relevant issues. The evidence found in most studies in international groups of fire fighters compared age cohorts cross-sectionally. The evidence comes from different sources: subjective ratings on workload, national figures about turnouts or accidents, laboratory test findings from stress testing situations, functional test findings during simulations and physiological parameters assessed in the natural work environment.

Over the last decades, the objective workload of Dutch fire fighters has increased in terms of number and nature of turnouts. In general, the aerobic capacity of fire fighters decreases as their age increases. Huge inter-individual variation in task performance during simulated fire-fighting subtasks was found with over six-fold differences in time-on-tasks and the percentage of heart rate reserve between and within age groups. Consequently, the same task demands may be classified as average, high or very high in terms of the percentage heart rate reserve during turnouts for individual fire fighters. Static lifting performance proved to be independent of age group. Some of the studies showed that fire fighters are relatively fit and healthy compared to other groups of workers; this may be a true fact because of a natural selection processes (which persons really apply to become a fire fighter) or because of applied fitness-for-duty tests in pre- or on-employment examinations (healthy worker effect). Although fire fighters may be a healthy group of people compared to the general population, with increasing age,

(work-related) ill health is worse. In fact, the risk of ill health is up to six times higher in older fire fighters than it is in their youngest colleagues. The international literature proved to be lacking in age-relevant evidence about the work-related emotional or psychological effects of fire fighting. Older Dutch fire fighters experience emotional and mental demands with significantly greater intensity than do their younger colleagues. From our study, we did not recommend to continue a future collective early retirement age for fire fighters at 55 years of age, because of the lack of evidence for this collective age-setting, and the huge inter-individual changes in physical workload and health. From the recommendations, the sector has chosen to allow development of evidence based pre-employment medical tests and on-employment health monitoring of fire fighters. When fire fighters lose their ability to meet the work demands safely or only with restrictions, interventions or horizontal career steps will be planned in time to retain their expertise for the fire fighter sector.

Testing the combination of physical, mental and emotional demands is the most important task future researchers face, as functional performance or functional capacity is critical to good job performance, but is seldom used as a 'medical' test in pre-employment assessments. As indicated by Sothmann *et al.*'s study (2004), groups of incumbent fire fighters must establish the future criteria for 'successful' and 'unsuccessful' performance, in order to introduce functional testing of fire fighters and increase acceptance of these 'new' kinds of medical tests in the fire fighter sector. Time-on-task or task duration may be seen as 'another' arbitrary criterion, but in public health jobs, catastrophes can occur for both workers and their environment when the time or duration of task performance falls into jeopardy. In Sothmann *et al.*'s study (2004), the 83% pass rate for functional tests was thought to serve as a 'benchmark' for other municipalities. In line with this, when a worker runs more than a twofold risk of suffering health problems or becoming involved in accidents as compared to his/her colleagues, this can be considered another 'benchmark' in deciding whether to start interventions or to allow the individual to continue working.

Over the years, papers have discussed the advantages and disadvantages of functional testing (in laboratory or field situations) versus basic physiological functioning testing in the laboratory (e.g. Sothmann *et al.* 1992, Gochfeld 1999). In their 1992 publication, Sothmann and colleagues wrote, for example, that screening for poor pulmonary function would be sufficient, as these people will be ventilatorily limited during exercise. However, some 12 years later, the same author advocated functional, or performance testing (Sothmann *et al.* 2004).

Few studies on fire fighters have examined hormonal and immunological responses after fire fighting drills. Recently, Smith *et al.*'s study (2005) showed data that reveal a fourfold increase in Adrenocorticotropic hormone (ACTH) levels and a twofold increase in cortisol concentrations in young fire fighters (age range between 24 and 38 years) after repeated drills, and a still incomplete recovery after a 90-min rest. It would be interesting to see how older fighters react to these kinds of parameters, because of their increased risk of psychological complaints and their more intense experience of emotional and mental demands as compared to their young colleagues. Again, these data showed huge variation in the aerobic capacity of workers in the same age range, namely between 35 and 54 ml · kg⁻¹ · min⁻¹.

Where do we go from here? In terms of identifying individuals who develop a susceptibility to a known hazard in the workplace, two hazards are stressed here. With regard to the first hazard, in our opinion, it should be possible to use emotional demands and the work-related psychological complaints associated with those to screen out workers whose present health prevents them from performing their jobs as safely as other

employees. The impact of event scale (IES) that is used to screen for post-traumatic stress complaints could prove useful (e.g. Sundin and Horowitz 2002). Second, fatigue and psychological functioning during night hours call for more age-related research. Recently, Takeyama *et al.* (2005) examined these effects, but did not report on age. In the interviews, difficulties with active duties during night hours and the quality of sleep after these activities were said to increase with older age. The Epworth sleepiness scale (ESS) could be used to assess too much sleepiness (e.g. Johns 1992).

For those fire fighters who perform diving activities, European fitness to dive standards (EDTC 2003) are applied for medical testing in several countries. These standards consist of many mono-medical tests like spirometry and exercise stress testing through the cycle ergometer test. The standard actually considers a more functional test for exercise testing but this option is nowadays not used in the Netherlands. Although initially appealing, semi-functional mono-tests, such as bicycle exercise stress testing, handgrip force, push-ups, sit-ups, etc., have not shown good predictive values (Saupe *et al.* 1991, Mier and Gibson 2004, Rhea *et al.* 2004, Sothmann *et al.* 2004).

5. Conclusions

The work demands on all fire fighters has increased over the last decades, but older fire fighters experience significantly higher emotional and mental demands as compared to their younger colleagues. Most indicators of workability in fire fighters are related to their age, but huge inter-individual variation between and within age groups has been found in task performance and task-related percentage of heart rate reserve. Lifting capacity during simulations did not reveal age differences. No studies were found that reported on mental or emotional task performance. Older fire fighters run much higher risks of health complaints and work absenteeism owing to work-related illness as compared to their younger colleagues. Fatal and non-fatal accidents have also been shown to be age-related. Semi-functional tests, such as exercise stress testing or push-ups, have not proved to be strong predictors of workability.

6. Recommendations

For better fit-for-duty examinations, either pre-employment or on-employment, our recommendation may sound simple. In analogy with the methods used by Sothmann *et al.* (2004), Pelot *et al.* (1999), and Sluiter and Frings-Dresen (2005), testing back-to-back with activities that simulate real job activities most closely is believed to be the best standard for workability in jobs like fire fighting, which place specific demands on workers. In the case of fire fighters, the total time that different repression activities take can be considered the minimal capacity criterion. First, minimal standards should be established at the national level by professionals. Secondly, fire fighters should be tested repeatedly throughout their careers, using the same test. In addition, individuals whose follow-up tests consistently show slow or overly slow total time-on-standard-tasks should be monitored regularly during their careers. Then, interventions aimed at increasing their fitness for work should be carried out and evaluated.

Acknowledgement

Part of this study was made possible by the financial support of the Dutch Fire-Fighter sector.

References

- ARONSON, K.J., TOMLINSON, G.A. and SMITH, L., 1994, Mortality among fire fighters in metropolitan Toronto. *American Journal of Industrial Medicine*, **26**, 89–101.
- BARIS, D., GARRITY, T.J., LEON, T.J., HEINEMAN, E.F., OLSHAN, A. and HOAR, Z.S., 2001, Cohort mortality study of Philadelphia firefighters. *American Journal of Industrial Medicine*, **39**, 463–476.
- BATES, M.N., FAWCETT, J., GARRETT, N., ARNOLD, R., PEARCE, N. and WOODWARD, A., 2001, Is testicular cancer an occupational disease of fire fighters? *American Journal of Industrial Medicine*, **40**, 263–270.
- BEATON, R.D. and MURPHY, S.A., 1993, Sources of occupational stress among firefighter/EMTs and firefighter/Paramedics and correlations with job-related outcomes. *Preshospital and Disaster Medicine*, **8**, 140–150.
- BERRIOS-TORRES, S.I., GREENKO, J.A., PHILLIPS, M., MILLER, J.R., TREADWELL, T. and IKEDA, R.M., 2003, World Trade Center rescue worker injury and illness surveillance, New York, 2001. *American Journal of Preventive Medicine*, **25**, 79–87.
- BOS, J., MOL, E., VISSER, B. and FRINGS-DRESEN, M.H.W., 2004a, The physical demands upon (Dutch) fire-fighters in relation to the maximum acceptable energetic workload. *Ergonomics*, **47**, 446–460.
- BOS, J., MOL, E., VISSER, B. and FRINGS-DRESEN, M.H.W., 2004b, Risk of health complaints and disabilities among Dutch fire-fighters. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, **77**, 373–382.
- BURGESS, J.L., BRODKN, C.A., DANIELL, W.E., PAPPAS, G.P., KEIFER, M.C., STOVER, B.D., EDLAND, S.D. and BARNHART, S., 1999, Longitudinal decline in measured firefighter single-breath diffusing capacity of carbon monoxide values: a respiratory surveillance dilemma. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, **159**, 119–124.
- CBS STATLINE., 2004. Available online at www.cbs.nl (accessed July 2004).
- CLARKE, C. and ZAK, M.J., 1999, Fatalities to law enforcement officers and firefighters, 1992–1997. *Compensation and Working Conditions*, summer:3–7.
- CLOUTIER, E. and CHAMPOUX, D., 2000, Injury risk profile and aging among Quebec fire-fighters. *International Journal of Industrial Ergonomics*, **25**, 513–523.
- CORNEIL, W., BEATON, R., MURPHY, S., JOHNSON, C. and PIKE, K., 1999, Exposure to traumatic incidents and prevalence of posttraumatic stress symptomatology in Urban Firefighters in Two Countries. *Journal of Occupational Health Psychology*, **4**, 131–141.
- DAVIS, P.O., DOTSON, C.O. and SANTA MARIA, D.L., 1982, Relationship between simulated fire fighting tasks and physical performance measures. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, **14**, 65–71.
- DEMERS, P.A., HEYER, N.J. and ROSENSTOCK, L., 1992a, Mortality among fire-fighters from three northwestern United States cities. *British Journal of Industrial Medicine*, **49**, 664–670.
- EDTC, 2003, Fitness to dive standards. Guidelines for medical assessment of working divers. European Diving Technology Committee 2003, standards edtc rev6:1–34.
- GLUECK, C.J., KELLEY, W., WANG, P., GARTSIDE, P.S., BLACK, D. and TRACY, T., 1996, Risk factors for coronary heart disease among fire-fighters in Cincinnati. *American Journal of Industrial Medicine*, **30**, 331–340.
- GOCHEFELD, M., 1999, Fitness for duty in hazardous occupations: objective vs. subjective criteria. *American Journal of Industrial Medicine*, **36**, 666–668.
- GUIDOTTI, T.L., 1992, Absence experience of career fire-fighters reaching mandatory retirement age. *Journal of Occupational Medicine*, **34**, 1018–1022.
- GUIDOTTI, T.L., 1993, Mortality of urban fire-fighters in Alberta, 1927–1987. *American Journal of Industrial Medicine*, **23**, 921–940.
- HAAS, N.S., GOCHEFELD, M., ROBSON, M.G. and WARTENBERG, D., 2003, Latent health effects in fire-fighters. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 2003, 95–103.
- HÄRMA, M., 1993, Individual differences in tolerance to shiftwork: a review. *Ergonomics*, **36**, 101–109.
- HASLAM, C. and MALLON, K., 2003, A preliminary investigation of post-traumatic stress symptoms among fire-fighters. *Work and Stress*, **17**, 277–285.
- HODOUS, T.K., PIZATELLA, T.J., BRADDEE, R. and CASTILLO, D.N., 2004, Fire fighter fatalities 1998–2001: overview with an emphasis on structure related traumatic fatalities. *Injury Prevention*, 222–226.
- HOROWITZ, M.R. and MONTGOMERY, D.L., 1993, Physiological profile of fire fighters compared to norms for the Canadian population. *Canadian Journal of Public Health*, **84**, 50–52.
- IDE, C.W., 1998, Failing fire-fighters: A survey of causes of death and ill-health retirement in serving fire-fighters in Strathclyde, Scotland from 1985–94. *Occupational Medicine*, **48**, 381–388.
- IDE, C.W., 2000a, A longitudinal survey of the evolution of some cardiovascular risk factors during the careers of male fire-fighters retiring from Strathclyde Fire Brigade from 1985–1994. *Scottish Medical Journal*, **45**, 79–83.

- IDE, C.W., 2000b, Toothless tests: associations between the results of routine screening medical examinations and ill-health retirement of firefighters in west central Scotland. *Occupational Medicine*, **50**, 353–365.
- KALES, S.N., ALDRICH, J.M., POLYHRONOPoulos, G.N., LEITAO, E.O., ARTZEROUNIAN, D., GASSERT, T.H., HU, H., KELSEY, K.T., SWEET, C. and CHRISTIANI, D.C., 1999, Correlates of fitness for duty in hazardous materials firefighters. *American Journal of Industrial Medicine*, **36**, 618–629.
- KALES, S.N., SOTERIADES, E.S., CHRISTOUDIAS, S.G., TUCKER, S.A., NICOLAOU, M. and CHRISTIANI, D.C., 2002, Firefighters' blood pressure and employment status on hazardous materials teams in Massachusetts: a prospective study. *Journal of Occupational & Environmental Medicine*, **44**, 669–676.
- KISS, P., WALGRAEVE, M. and VANHOORNE, M., 2002, Assessment of work ability in aging fire fighters by means of the Work Ability Index Preliminary results. *Archives of Public Health*, **60**, 233–243.
- LEBLANC, P.R. and FAHY, R.F., 2003, Firefighter fatalities in the United States – 2002, Full Report. Quincy: NFPA, July 2003.
- LUSA, S., LOUHEVAARA, V. and KINNUNEN, K., 1994, Are the job demands on physical work capacity equal for young and aging firefighters? *Journal of Occupational Medicine*, **36**, 70–74.
- MA, F., FLEMING, L.E., LEE, D.J., TRAPIDO, E., GERACE, T.A., LAI, H. and LAI, S., 2005, Mortality in Florida Professional Firefighters, 1972 to 1999. *American Journal of Industrial Medicine*, **47**, 509–517.
- MAGUIRE, B.J., HUNTING, K.L., SMITH, G.S. and LEVICK, N.R., 2002, Occupational fatalities in emergency medical services: A hidden crisis. *Annals of Emergency Medicine*, **40**, 625–632.
- MIER, C.M. and GIBSON, A.L., 2004, Evaluation of a treadmill test for predicting the aerobic capacity of firefighters. *Occupational Medicine*, **54**, 373–378.
- MOLINIÉ, A.-F., 2002, Age and working conditions in the European Union. Dublin: European Foundation for the improvement of living and working conditions. 2002, rapportnr. 02/106.
- MURPHEY, S.A., BEATON, R.D., PIKE, K.C. and CAIN, K.C., 1994, Firefighters and paramedics: Years of service, job aspirations, and burnout. *AAOHN Journal*, 1994, **42**, 534–540.
- ONO, Y., 1999, Night and shift work. In *Occupational Health for Health Care Workers – A Practical Guide*, H. M. Hasselhorn, A. Toomingas and M. Lagerström (Eds.) (Amsterdam: Elsevier).
- PALMER, K.T., POOLE, J., RAWBONE, R.G. and COGGIN, D., 2004, Quantifying the advantages and disadvantages of pre-placement genetic screening. *Occupational Environmental Medicine*, 2004, **61**, 448–453.
- PELOT, R.P., DWYER, J.W., DEAKIN, J.M. and McCABE, J.F., 1999, The design of a simulated forcible entry test for fire fighters. *Applied Ergonomics*, 1999, **30**, 137–146.
- PUNAKALLIO, A., 2003, Balance abilities of different-aged workers in physically demanding jobs. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 2003, **13**, 33–43.
- PUNAKALLIO, A., 2004, Trial-to-trial reproducibility and test-retest stability of two dynamic balance tests among male firefighters. *International Journal of Sports Medicine*, 2004, **25**, 163–169.
- RHEA, M.R., ALVAR, B.A. and GRAY, R., 2004, Physical fitness and job performance of firefighters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2004, **18**, 348–352.
- REGEHR, C., HILL, J., KNOTT, T. and SAULT, B., 2003, Social support, self-efficacy and trauma in new recruits and experienced firefighters. *Stress and Health*, 2003, **19**, 189–193.
- REID, K. and DAWSON, D., 2001, Comparing performance on a simulated 12 hour shift rotation in young and older subjects. *Occupational and Environmental Medicine*, 2001, **58**, 58–62.
- RUSTENBURG, G., KUIJER, P.P.F.M. and FRINGS-DRESEN, M.H.W., 2004, The concurrent validity of the ErgosTM worksimulator and the Ergo-Kit with respect to maximum lifting capacity. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 2004, **14**, 107–118.
- SAUPE, K., SOTHMANN, M. and JASENOF, D., 1991, Aging and the fitness of fire fighters: the complex issues involved in abolishing mandatory retirement ages. *American Journal of Public Health*, 1991, **81**, 1192–1194.
- SCOTT, A.J. and LADOU, J., 1990, Shiftwork: effects on sleep and health with recommendations for medical surveillance and screening. *Occupational Medicine*, 1990, **5**, 273–299.
- SLUITER, J.K. and FRINGS-DRESEN, M.H.W., 2004, Evidence for early retirement because of age in fire-fighters from an occupational health perspective. [In Dutch: Brandweeronderzoek: De gezondheidkundige onderbouwing van (vervroegde) uitdiensttreding op basis van leeftijd bij brandweerpersoneel.] Amsterdam: Coronel Institute for Occupational and Environmental Health, Academic Medical Center, 2004;reportno.04-07:1–114.
- SLUITER, J.K. and FRINGS-DRESEN, M.H.W., 2005, Fitness for duty testing, and content and organisation of periodical health surveillance in the Ambulance Sector. [In Dutch: Aanstellingskeuring, en inhoud en organisatie van een periodiek arbeidsgezondheidkundige monitor voor de Ambulance sector.] Amsterdam: Coronel Institute for Occupational and Environmental Health, Academic Medical Center, 2005;reportno.05-06:1–72.

- SMITH, D.L., MANNING, T.S. and PETRUZZELLO, S.J., 2001, Effect of strenuous live-fire drills on cardiovascular and psychological responses of recruit firefighters. *Ergonomics*, 2001, **44**, 244–254.
- SMITH, D.L., PETRUZZELLO, S.J., CHLUDZINSKI, M.A., REED, J.J. and WOODS, J.A., 2005, Selected hormonal and immunological responses to strenuous live-fire firefighting drills. *Ergonomics*, 2005, **48**, 55–65.
- SOTHMANN, M.S., LANDY, F. and SAUPE, K., 1992a, Age as a bona fide occupational qualification for firefighting: a review on the importance of measuring aerobic power. *Journal of Occupational Medicine*, 1992a, **34**, 26–33.
- SOTHMANN, M.S., SAUPE, K., JASENOV, D. and BLANEY, J., 1992b, Heart rate response of firefighters to actual emergencies: implications for cardiorespiratory fitness. *Journal of Occupational Medicine*, 1992b, **34**, 797–800.
- SOTHMANN, M.S., GEBHARDT, D.L., BAKER, T.A., KASTELLO, G.M. and SHEPPARD, V.A., 2004, Performance requirements of physically strenuous occupations: validating, minimum standards for muscular strength and endurance. *Ergonomics*, 2004, **47**, 864–875.
- SUNDIN, E.C. and HOROWITZ, M.J., 2002, Impact of event scale: psychometric properties. *British Journal of Psychiatry*, 2002, **180**, 205–209.
- SZUBERT, Z. and SOBALA, W., 2002, Work-related injuries among firefighters: sites and circumstances of their occurrence. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 2002, **15**, 49–55.
- TAKEYAMA, H., ITANI, T., TACHI, N., SAKAMURA, O., MURATA, K., INOUE, T., TAKANASHI, T., SUZUMURA, H. and NIWA, S., 2005, Effects of shift schedules on fatigue and physiological functions among firefighters during night duty. *Ergonomics*, 2005, **48**, 1–11.
- TORNLING, G., GUSTAVSSON, P. and HOGSTEDT, C., 1994, Mortality and cancer incidence in Stockholm fire fighters. *American Journal of Industrial Medicine*, 1994, **25**, 219–228.
- UPFAL, M.J., NAYLOR, P. and MUTCHNICK, M.M., 2001, Hepatitis C screening and prevalence among urban public safety workers. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 2001, **43**, 402–411.
- WAGNER, D., HEINRICHS, M. and EHLERT, U., 1998, Prevalence of symptoms of posttraumatic stress disorder in German professional firefighters. *American Journal of Psychiatry*, 1998, **155**, 1727–1732.
- WAGNER, N., FLESCH-JANYS, D., KOCH, P., KÖCHEL, A., BERGER, J. and PESCHKE, M., 2002, Die lebenserwartung der Feuerwehrbeamten der BF Hamburg. Hamburg: Arbeitsmedizinischer Dienst/Arbeitsgruppe Epidemiologie, 2002 IMDM/UKE:1-40.
- WILLIFORD, H.N., DUEY, W.J., OLSON, M.S., HOWARD, R. and WANG, N., 1999, Relationship between fire fighting suppression tasks and physical fitness. *Ergonomics*, 1999, **42**, 1179–1186.
- WOODRUFF, B.A., MOYER, L.A., O'ROURKE, K.M. and MARGOLIS, H.S., 1993, Blood exposure and the risk of Hepatitis B Virus infection in Firefighters. *Journal of Occupational Medicine*, 1993, **35**, 1048–1054.
- YOUNG, K.M. and COOPER, C.L., 1997, Occupational stress in the ambulance service: a diagnostic study. *Health Manpower Management*, 23, 140–147.

Fysieke belasting van brandweerwerk in relatie tot gezondheid, fitheid en inzetbaarheid van brandweermensen

Eric Mol, Ronald Heus, Ron van Raaij, Ricardo Weewer & George Havenith

Aan de hand van recente wetenschappelijke kennis geeft dit reviewartikel een overzicht van de fysieke aspecten van brandweerwerk in relatie tot fysieke veiligheid. Van brandweerwerk wordt algemeen aangenomen dat dit fysiek gezien een van de zwaarste beroepen is. Aan de hand van het Model Arbeidsbelasting worden de belastende factoren van brandweerwerk besproken. De zwaarte van dit werk wordt bepaald door een combinatie van te leveren inspanningen, het dragen van persoonlijke bescherming en uitrusting en omgevings- en klimatologische factoren. De uitwerking hiervan op de brandweermens is onder andere afhankelijk van zijn/haar gezondheidsstatus, zijn/haar fitheid en hydratie- en energiebalans en is van directe invloed op de repressieve taakuitoefening. Wanneer belastende factoren en effecten ervan niet met elkaar in balans zijn, zijn persoonlijke veiligheid, gezondheid en effectiviteit van optreden in gevaar en daarmee de fysieke veiligheid. In het artikel wordt nader ingegaan op de relatie tussen enerzijds de fysieke belasting van brandweerwerk en anderzijds de gezondheid, fitheid en inzetbaarheid van brandweermensen. Ten slotte wordt besproken op welke wijze de inzetbaarheid voor, tijdens en na een brandweerinzet of training door middel van actief herstel kan worden geborgd en daarmee de paraatheid van de individuele brandweermens wordt gehandhaafd of vergroot.

Inleiding

We kennen in Nederland allerlei vormen van arbeid, waarbij we met zowel fysieke als mentale belastingscomponenten te maken hebben. Afhankelijk van het soort werkzaamheden is er een zekere verhouding tussen de fysieke en de mentale belastingscomponenten. Hoewel bij veel werkzaamheden in Nederland de nadruk (in toenemende mate) ligt op mentale belastingscomponenten, zijn er nog altijd beroepen die als fysiek zwaar worden gekenschetst. Brandweerwerk is zo'n beroep waarbij tevens sprake is van een hoge maatschappelijke verantwoordelijkheid voor de fysieke veiligheid. Brandweerwerk is onvoorspelbaar en kent (kortdurende) zware fysieke inspanningen. Daarnaast zijn er (langere) perioden van relatieve rust, zodat het beroep in principe door alle gezonde mensen in de Nederlandse samenleving in de arbeidszame leeftijd kan worden uitgeoefend.

Naast de genoemde fysieke belastingscomponent kent het brandweervak ook emotionele en psychosociale aspecten naar aanleiding van ingrijpende gebeurtenissen waarbij al dan niet dodelijke slachtoffers te betreuren zijn (mentale belastingscomponent). In dit reviewartikel richten we ons op de fysieke aspecten van

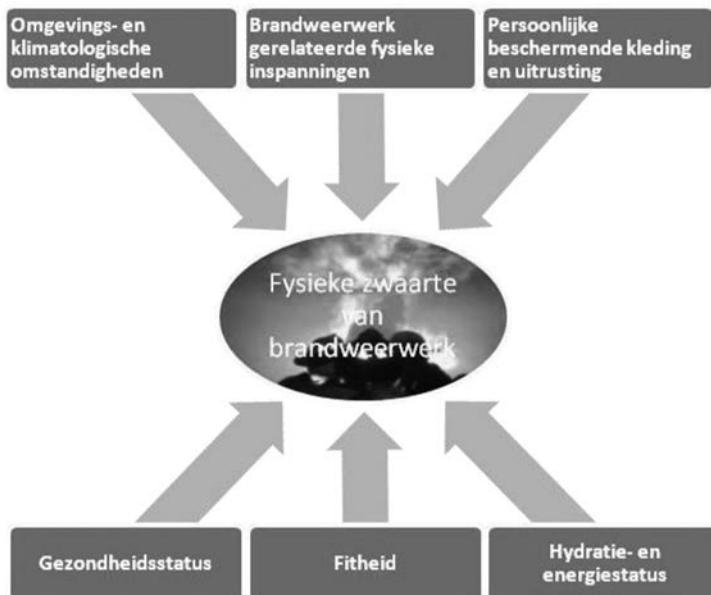
het beroep, de invloed van die fysieke aspecten op het repressieve optreden en de (her)inzetbaarheid van brandweermensen en de bijbehorende gevolgen voor de fysieke veiligheid.

Arbeidsbelasting van brandweerwerk; waar hebben we het over?

Arbeidsbelasting van repressief brandweerwerk kan op basis van het Model Arbeidsbelasting (Van Dijk, Van Dormalen, Kompier & Meijman 1990) worden uitgelegd als de door een inzet of training opgelegde fysieke en mentale zwaarte van een taak. Ondanks het feit dat fysieke, cognitieve en emotionele aspecten van het werk onlosmakelijk met elkaar verbonden zijn, richt dit artikel zich zoals reeds aangegeven op de fysieke aspecten van brandweerwerk. De fysieke zwaarte wordt bepaald door de tijdsduur en de intensiteit van de inzet of training. Ook de frequentie van inzetten en duur van de rustperiodes bepalen de fysieke zwaarte. Brandweergerelateerde arbeidsbelasting wordt gevormd door een combinatie van te leveren inspanningen, het dragen van persoonlijke bescherming en uitrusting en omgevings- en klimatologische factoren; de ‘belastende factoren’. De invloed van deze belastende factoren kan worden gecompenseerd met mogelijkheden voor de brandweermens om zelf veranderingen aan te brengen in de belastende factoren. Hierbij moet onder meer gedacht worden aan het bepalen van de volgorde en snelheid van het werk, het gebruik van hulpmiddelen enzovoort – de zogenoemde ‘regelmogelijkheden’. De aard van brandweerwerk verschaft brandweermensen echter vaak onvoldoende regelruimte; de omstandigheden waaronder men wordt ingezet, de in vaste procedures gevattede werkwijzen en te gebruiken uitrusting en materieel ‘dicteren’ veelal de wijze waarop individuen moeten optreden.

De fysieke zwaarte van de inzet bepaalt de uitwerking ervan op de brandweermens. Korte termijn gevolgen van brandweergerelateerde arbeidsbelasting zijn onder andere fysieke vermoeidheid, verhoogde lichaamstemperatuur, transpiratie, verminderde alertheid, een verstoorde energietoestand en een verstoorde vochtbalans (‘dehydratie’). Deze zogenoemde ‘belastingsverschijnselen’ verlagen de momentane (her)inzetbaarheid van brandweermensen. Als niet wordt gecompenseerd voor deze verschijnselen, zijn brandweermensen onvoldoende ‘inzetgereed’. Wanneer men onvoldoende inzetgereed is, zijn veiligheid, gezondheid en effectiviteit van de brandweermensen tijdens een (volgende) inzet in het geding. In een onderzoek van Levels e.a. (2012a; 2012b) bleek dat de prestatiesnelheid afnam als gevolg van een voorafgaande opwarming van het lichaam door een eerdere inzet. Door langzamer handelen komt de veiligheid in het geding en is de kans groter dat een incident escalert. Daarnaast wordt de kans op het maken van fouten (Hallowell 2010) en struikelen, uitglijden en vallen ten gevolge van balansverstoring (Punakallio, Lusa & Luukkonen 2004) groter indien men vermoeid is.

Figuur 1 Factoren die de fysieke zwaarte van brandweerwerk bepalen



De fysieke zwaarte van de meest voorkomende brandweertaken

De verscheidenheid aan voorkomende brandweertaken weerspiegelt zich in de fysieke zwaarte ervan. Een algemene karakterisering die wordt gemaakt is dat het veelal gaat om taken met een relatief korte tijdsduur in combinatie met een hoge intensiteit, bijvoorbeeld het uitvoeren van een offensieve binneninzet, en taken met een relatief lange tijdsduur in combinatie met een relatief lage intensiteit (Lemon & Hermiston 1977; Bos, Mol, Visser & Frings-Dresen 2004a). Een algemene maat waarin de zwaarte van arbeid kan worden uitgedrukt is de benodigde zuurstofopnamecapaciteit, of VO_2 . De VO_2 zegt iets over het vermogen om energie vrij te maken ten behoeve van het leveren van arbeid. De maximale zuurstofopnamecapaciteit ($\text{VO}_{2\text{-max}}$) geeft de grens van fysiek presteren aan. De zwaarte van brandweertaken loopt uiteen van 20% van de $\text{VO}_{2\text{-max}}$ voor lichte taken als onderhoud van uitrusting, inspecties en administratieve taken (Scott e.a. 1988) naar 70% $\text{VO}_{2\text{-max}}$ voor gesimuleerde taken (ladder beklimmen, slachtoffer reden, slangen verslepen en ladder opzetten) zonder adembescherming onder normale omstandigheden (Lemon & Hermiston 1977) tot ruim over de 90% $\text{VO}_{2\text{-max}}$ tijdens een gesimuleerde 'verken-en-red'-taak met adembescherming, traplopen en slachtoffer verslepen onder hitte- en rookomstandigheden (Smith, Manning & Petruzzello 2001). Repressieve activiteiten waarbij de fysieke veiligheid in het geding is vallen meestal in de categorie, 'meer dan 90% $\text{VO}_{2\text{-max}}$ '. Deze activiteiten vragen hierdoor veel van mensen, met versneld optreden van individuele vermoeidheid als resultaat. De snelheid en kwaliteit van handelen neemt af en de kans op fouten neemt toe.

Naast VO₂-max als maat voor zwaarte worden ook de volgende maten voor zwaarte van brandweertaken beschreven (Mol 2011): een energieverbruik van 10-11 MJ per dag tijdens natuurbrandbestrijding, tot 2 liter vochtverlies per uur en lichaamstemperaturen van ruim 40°C tijdens realistische hitte-inzetten, en (sub)maximale (90-100%) hartslagfrequenties. Naast deze algemene maten voor taakzwaarte zijn er ook lokale maten te benoemen, waarop we in dit artikel niet verder ingaan. Een goed overzicht van de bijzondere functie-eisen toegespitst op specifieke taken wordt gegeven door Zwart e.a. (2005).

Wat doet brandweerwerk met brandweermensen?

Er is veel wetenschappelijke onderbouwing voor het feit dat brandweerwerk veel van mensen kan vragen (Barr, Gregson & Reilly 2010; Bos e.a. 2004a; Sharkey & Davis 2008). Een alarmering komt altijd onverwacht. Er moet dan worden omgeschakeld van (maximale) ontspanning naar (maximale) inspanning. Verder zijn inzetten veelal van een onvoorspelbare tijdsduur en intensiteit. Ook het aantal inzetten per tijdseenheid (bijvoorbeeld een 24 uursdienst) is onvoorspelbaar. De inzetten vinden plaats onder verzuarde (omgevings- en klimatologische) omstandigheden zoals hitte en rook in combinatie met beschermende kleding en uitrusting. Hierbij wordt het menselijk lichaam zwaar belast. Dit leidt tot verandering van de fysiologische status van het lichaam (tabel 1). De mate waarin deze verschijnselen zich voordoen en de ernst ervan hangt af van de aard en omvang van de tijdens de inzet geleverde inspanning. Het vermogen van het lichaam hiermee om te gaan ('verwerkingsvermogen' of belastbaarheid) speelt hierbij een belangrijke rol.

Wat is het effect van persoonlijke bescherming op het uitvoeren van brandweerwerk op brandweermensen?

Brandweermensen voeren hun taken regelmatig uit onder gevaarlijke omstandigheden. Om zichzelf daar tegen te beschermen hebben ze allerlei soorten persoonlijke beschermende middelen ter beschikking. Het gaat daarbij onder andere om bescherming tegen hitte en vlammen, chemicaliën, rook en andere schadelijke gassen en struikelen/uitglijden/vallen. Deze middelen leveren een extra, gemiddelde fysieke belasting op van 25% tot 40% (Bruce-Low, Cotterell & Jones 2007), bovenop de toch al verzwarende omstandigheden waaronder gewerkt moet worden. Om de impact van de persoonlijke bescherming te bepalen en zo de beste keuze te maken, zijn objectieve testmethoden beschreven (Havenith & Heus, 2004).

Beschermende kleding die voor binnenbrandbestrijding is bedoeld, wordt tijdens bijna alle andere brandweertaken gebruikt. Dit geldt ook voor omstandigheden waarbij deze kleding niet noodzakelijk is, of zelfs effectieve taakuitvoering in de weg zit (Graveling e.a. 1999). Dat houdt in dat in veel gevallen de arbeidsduur beperkt wordt door de beschermende kleding en niet door de taakzwaarte of omgevingscondities. In dergelijke gevallen moet de klus toch worden geklaard en

Tabel 1 Fysiologische reacties ten gevolge van brandweerwerk (Smith, Liebig, Steward & Fehling 2010)

Stelsel	Fysiologische reactie
Hart- en vaatstelsel	<ul style="list-style-type: none"> • hartslagfrequentie ↑ • bloeddruk ↑ • slagvolume ↓
Bloedbeeld en -samenstelling	<ul style="list-style-type: none"> • plasmavolume ↓ • hemoconcentratie ↑
Warmte- en vochthuishouding	<ul style="list-style-type: none"> • kerntemperatuur ↑ • dehydratie ↑
Ademhalingsstelsel	<ul style="list-style-type: none"> • ademhalingsfrequentie ↑ • zuurstofverbruik ↑
Energiehuishouding	<ul style="list-style-type: none"> • zuurstofverbruik ↑ • lactaatconcentratie ↑ • vermoeidheid ↑
Afweer- en hormoonsysteem	<ul style="list-style-type: none"> • leukocyten ↑ • (stress)hormonen ↑
Zenuwstelsel	<ul style="list-style-type: none"> • sympathische activiteit ↑ • adrenalineconcentratie ↑
Spier-/skeletstelsel	<ul style="list-style-type: none"> • zuurstofverbruik ↑ • warmteproductie ↑

overschrijdt men acceptabel geachte grenzen of beperkt deze de taakuitvoering door verminderde bewegingsvrijheid of warmteproblemen en wordt de veiligheid onnodig in gevaar gebracht door het gebruik van onjuiste uitrusting. Met op de taak afgestemde uitrusting zouden brandweermensen minder zwaar belast worden en bovendien weer sneller (her)inzetbaar zijn.

Fysiek prestatievermogen van brandweermensen; functionele beperkingen ten gevolge van hittebelasting

Gezien de aard ervan is het begrijpelijk dat brandweerwerk direct wordt gekoppeld aan hittebelasting. Belasting van de brandweermens door hitte wordt veroorzaakt door (een combinatie van) stralingshitte van vuur, klimatologische factoren en interne warmteontwikkeling ten gevolge van inspanning (Barr e.a. 2010). Om de brandweermens te beschermen tegen ongewenste effecten hiervan (zoals 'hittestuwing' en huidverbranding) zijn diverse middelen beschikbaar (Smith, Horn, Goldstein & Petruzzello 2008). Op basis van een veelheid aan onderzoek moet worden geconstateerd dat al die beschermende maatregelen ten spijt hitte de brandweermens beperkt in het uitvoeren van zijn taken. Engelse onderzoekers (Richmond, Rayson, Wilkinson, Carter & Blacker 2008) lieten brandweermensen onder normale (geen hitte, geen rook) omgevingsomstandigheden een 'verken-en-red'-taak uitvoeren in een complex gebouw. Uitvoering van de taak met een enkele ademluchtfles werd beperkt ondanks de hoeveelheid beschikbare lucht (dus niet door fysiologische beperkingen). Het toe-

voegen van een extra ademluchtflas bood eveneens geen soelaas: er was genoeg ademlucht, maar de te hoge lichaamstemperatuur beperkte de taakuitvoering. Modelberekeningen lieten zien dat de maximale horizontale penetratiediepte in een gebouw om een slachtoffer te redden 34 meter is. Het gebruik moeten maken van trappen reduceert deze diepte (Rayson e.a. 2004). Met andere woorden: veel moderne en complexe gebouwen zijn niet veilig genoeg wanneer zich een calamiteit voordoet en de brandweer van buitenaf hulp moet verlenen, doordat ze hiertoe fysiek niet in staat zijn.

Onderzoek bij Brandweer Amsterdam-Amstelland (Mol, Jonkman, Heus & Daanen 2007) en recentere onderzoeken van Levels e.a. (2012a) liet zien dat opwarming van brandweermensen voorafgaande aan een hitte-inzet ten gevolge van niet-repressieve activiteiten, zoals 'sporten', naar het werk fietsen of trainen/oefenen, de inzetduur en dus de effectiviteit, aanmerkelijk reduceren. Het eerder bereiken van een kritische lichaamstemperatuur ($>38,5^{\circ}\text{C}$) ligt hieraan ten grondslag.

Wat is het effect van brandweerwerk op de gezondheid van brandweermensen?

De fysiologische belasting van repressief brandweerwerk kan in disbalans raken met het verwerkingsvermogen van de brandweermens. Dit leidt tot de eerdergenoemde tijdelijke belastingsverschijnselen als fysieke en mentale vermoeidheid, verhoogde lichaamstemperatuur en transpiratie. Het moment en de mate waarin de disbalans zich manifesteert, is individueel bepaald. Hierbij spelen zaken als fysieke fitheid, lichaamssamenstelling, gezondheidsstatus, maar ook kennis, vaardigheden en attitudes een rol. Diezelfde factoren spelen een belangrijke rol bij het vermogen te herstellen van (fysiologische) belasting. Lange termijn effecten van (fysiologische) belasting met een meer permanent karakter, 'belastingsgevolgen' in termen van het Model Arbeidsbelasting, kunnen zowel positief als negatief zijn. Positief in de zin dat er sprake is van algemene lichamelijke conditieverbeterring, vergroting van vaardigheden en kennisvermeerdering (training). Negatieve gevolgen zijn chronische vermoeidheid, ziekte en arbeidsongeschiktheid (overbelasting).

Over het vóórkomen van ziekte ('morbidity') binnen de Nederlandse populatie brandweermensen is nauwelijks cijfermateriaal beschikbaar. Dit maakt automatisch het voorkómen van ziekte en gezondheidsklachten zeer lastig. Dit geldt ook voor cijfermatig inzicht in de oorzaak van overlijden ('mortaliteit') van Nederlandse brandweermensen. Het ontbreken van een eenduidig registratiesysteem ten aanzien van gezondheid en fitheid ligt hieraan ten grondslag. Voor zover bekend zijn er in Nederland slechts twee (gepubliceerde) studies uitgevoerd naar het vóórkomen van gezondheidsklachten van Nederlandse brandweermensen (Bos, Mol, Visser & Frings-Dresen 2004b; Plat 2011). Beide studies, die tevens de basis vormen voor het momenteel binnen de Nederlandse brandweer geïmple-

**Tabel 2 Brandweerwerkgebonden risicofactoren voor hart- en vaatziekten
(Soteriades e.a. 2011)**

Chronisch	Acuut
Lange periodes van fysieke inactiviteit	Onregelmatige fysieke inspanningen
Blootstelling aan rook (gasvormig en vast)	Blootstelling aan rook (gasvormig en vast)
Geluid/lawaai	Geluid/lawaai
Ploegendienst en (partiële) slaapdeprivatie	Blootstelling aan hitte/dehydratie
Kazernegebonden eetgewoontes	Taakspecifieke risico's: • brandweerspecifieke activiteiten • fysieke training • acute inspanning bij alarmering
Beroepsgebonden psychische stress: • posttraumatisch stresssyndroom (PTSS) • hoge taakeisen/lage beslissingsbevoegdheid	

menteerde periodiek preventief medisch onderzoek (PPMO) (Plat, Frings-Dresen & Sluiter 2009), beschrijven de gezondheidssituatie van Nederlandse brandweermensen op één moment in de tijd ('transversaal'). Gegevens over de ontwikkeling en het verloop van gezondheidsklachten in de tijd ('longitudinaal') ontbreken of zijn niet gepubliceerd. In tegenstelling tot het gebrek aan cijfermatig inzicht met betrekking tot gezondheid, ziekte en sterfte binnen de Nederlandse brandweer is relatief veel, 'evidence-based', buitenlandse informatie vorhanden.

Zonder enige twijfel vormen hart- en vaatziekten, in ieder geval in de Verenigde Staten, de belangrijkste oorzaak van ziekte en sterfte binnen de populatie brandweermensen (Fahy, Leblanc & Molis 2011; Soteriades, Smith, Tsimenakis, Baur & Kalen 2011). Brandweermensen worden in hun werk blootgesteld aan een veelheid aan factoren die het hart-vaatstelsel zwaar belasten en het risico op hart- en vaatziekten significant verhogen. In tabel 2 wordt een overzicht gegeven van onderbouwde *brandweerwerkgerelateerde* risicofactoren voor hart- en vaatziekten (Fahy e.a. 2011). Er is een onderscheid gemaakt tussen chronische en acute risico's.

Naast brandweerwerkgebonden risicofactoren spelen ook *persoonsgebonden* risicofactoren een rol bij het ontstaan van hart- en vaatziekten bij brandweermensen. Deze factoren kunnen reeds bij de betrokkenen bekend zijn of latent aanwezig zijn. De persoonsgebonden risicofactoren zijn weergegeven in tabel 3 (Fahy e.a. 2011). Latent aanwezige risicofactoren zijn een potentieel gevaar voor het functioneren van de brandweermens. De fysieke zwaarte van het werk kan leiden tot acute uitval, waarmee je niet alleen zelf gevaar loopt, maar ook je medehulpverleners. Men is dan niet meer bezig met het bestrijden van het incident, maar meer met het in veiligheid brengen van de hulpverlener.

**Tabel 3 Persoonsgebonden risicofactoren voor hart- en vaatziekten
(Soteriades e.a. 2011)**

Roken
Hoge bloeddruk
Overgewicht/obesitas ($BMI \geq 30$)
Verhoogd cholesterolgehalte ($\geq 200 \text{ ml/dL}$)
Diabetes mellitus
Eerdere diagnose hart- en vaatziekte
Leeftijd (≥ 45 jaar)

Tabel 4 WHO-grenswaarden voor BMI (www.who.int)

Body Mass Index (BMI) =	$\frac{\text{lichaamsgewicht [kg]}}{\text{lichaamslengte}^2 [\text{m}^2]}$
< 18,5	Ondergewicht
18,5-24,9	Gezond gewicht
25,0-29,9	Overgewicht
30,0-34,9	Obesitas klasse I
35,0-39,9	Obesitas klasse II
> 40	Obesitas klasse III

De risicofactor ‘overgewicht/obesitas’ nader bekeken

De definitie van de begrippen ‘overgewicht’ en ‘obesitas’ hangt af van de eenheid waarin ze worden uitgedrukt. De meest praktische is de Body Mass Index (BMI). Dit is een eenvoudig vast te stellen maat op basis waarvan mensen in risicotlassen kunnen worden ingedeeld. De BMI wordt berekend op basis van lichaamslengte en -gewicht. BMI is hoog gecorreleerd met de hoeveelheid lichaamsvet. De Wereld Gezondheidsorganisatie (WHO) heeft grenswaarden voor BMI bepaald (tabel 4). De grenswaarden zijn gebaseerd op de relatie tussen lichaams-samenstelling en ziekte/sterfte; personen die vallen binnen de overgewicht- en obesitascategorieën hebben een hoger risico op ziektes zoals diabetes type II, hoge bloeddruk, ziekte van de kransslagaders, ziekte van het ademhalingsstelsel, gewichtsontsteking en sommige vormen van kanker.

Ten aanzien van de risicofactor overgewicht/obesitas in de brandweercontext is zeer recent een alarmerend rapport verschenen (Haddock, Poston & Jahnke 2011). Het rapport maakt melding van het feit dat in de Verenigde Staten 73-88% van de brandweermensen overgewicht heeft dan wel lijdt aan obesitas ($BMI \geq 25$). Deze percentages zijn hoger dan die van de algemene bevolking, waarbij twee op de drie (67%) mensen overgewicht hebben of obees zijn. In Nederland is, eveneens zeer recent, het rapport *Nederland de maat genomen* (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) 2011) verschenen. De belangrijkste conclusie

hiervan is dat ruim 60% van de Nederlandse mannen (30-60 jaar) overgewicht heeft en 13% obees is ($BMI > 30$). Voor Nederlandse vrouwen gelden percentages van respectievelijk 44% en 14%. Het rapport meldt bovendien dat ruim een kwart van de Nederlandse volwassenen (resp. 34% mannen en 24% vrouwen) lijdt aan het ‘metabool syndroom’, dat wil zeggen dat bij die personen sprake is van de aanwezigheid van minstens drie van de volgende vijf risicofactoren: (1) (abdominale) obesitas, (2) hoge bloeddruk, (3) laag HDL-cholesterolgehalte, (4) verhoogd glucose- en/of (5) triglyceridengehalte (‘vet’) in het bloed. Uit Amerikaans onderzoek (Womack, Green & Crouse 2004) is gebleken dat van de populatie Amerikaanse brandweermensen ruim 30% lijdt aan het metabool syndroom, een percentage dat ook weer hoger is dan dat van de algemene bevolking (24%).

Ondanks het ontbreken van cijfermateriaal over overgewicht/obesitas binnen de Nederlandse brandweer, maar gebaseerd op de trend zoals gerapporteerd in de VS en het RIVM-rapport, is het aannemelijk dat ‘overgewicht/obesitas’ ook een gezondheidsprobleem vormt voor Nederlandse brandweerpopulatie.

Naast de aangetoonde gevolgen van overgewicht voor de gezondheid van brandweermensen is het aannemelijk dat overgewicht ook kan leiden tot functionele problemen. Hierbij valt te denken aan versnelde warmte-opbouw in het lichaam en een vertraagde warmte-afvoer ten gevolge van de isolerende werking van onderhuids lichaamsvet enerzijds en bewegingsbeperking door lichaamsomvang anderzijds. Echter, voor deze aanname is, voor zover bekend, geen wetenschappelijke onderbouwing.

Best practice: de PHLAME-studie, een succesvol interventieprogramma ten behoeve van de gezondheid van brandweermensen

Het PHLAME-project (Promoting Healthy Living: Assessing More Effect)¹ is een Amerikaans interventieprogramma dat zich expliciet richt op het bevorderen van een gezonde leefstijl voor brandweermensen. Het project is ontstaan vanuit feitelijke inzichten in de gezondheidsstatus van brandweermensen. Het richt zich vooral op de overgewicht/obesitas-problematiek zoals eerder beschreven. Inhoudelijke thema’s zijn onder andere eetgewoontes, fysieke activiteit en lichaamsgewicht. Naast het sturen op een gezonde levensstijl van brandweermensen is ook gekeken naar ‘economische winst’ ten gevolge van de ‘gezondheidswinst’. Resultaten van een tweearjarige pilotstudie met zeshonderd deelnemende brandweermensen zijn: verbetering van eetgewoontes, toename van de fysieke activiteit, toename van de algemene fysieke fitheid, afname van het lichaamsgewicht en een toename van de subjectieve gezondheidsbeleving. Dit heeft geleid tot een afname van het aantal ziektedagen (35%), een reductie van de jaarlijkse ziektekosten (57%) en een afname van het aantal blessures (36%). Geconcludeerd kan worden dat PHLAME een succesvol, wetenschappelijk onderbouwd interventieprogramma is dat speciaal is ontwikkeld ten

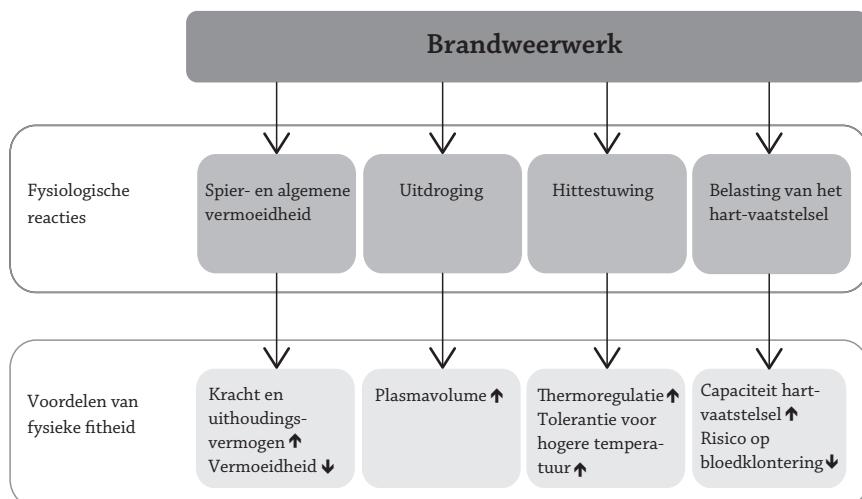
1 Zie www.phlameprogram.com.

behoeven van de gezondheidsbevordering van brandweermensen, zodat deze beter in staat zijn de noodzakelijke taken uit te oefenen.

Wat is de invloed van fysieke fitheid op de inzetbaarheid van brandweermensen?

Er is veel onderbouwing voor het feit dat repressief brandweerwerk fysiek veel van mensen vraagt. Om brandweertaken optimaal uit te kunnen voeren is het hebben en (onder)houden van een goede fysieke fitheid van groot belang en een algemeen geaccepteerde eis. Fysieke fitheid is een begrip dat twee concepten in zich heeft: gezondheidsgerelateerde en taakgerelateerde fysieke fitheid (Sharkey & Davis 2008). In het geval van brandweerwerk geldt primair laatstgenoemd concept, namelijk dat een brandweermens in staat wordt geacht op elk moment (van een dienst) de van hem/haar verwachte fysieke taken uit te kunnen voeren. Deze taken roepen bij brandweermensen diverse fysiologische reacties op. Deze reacties ('belastingsverschijnselen') hebben een negatieve invloed op de inzetbaarheid van brandweermensen: vermoeidheid, uitdroging, hittestress en belasting van het hart-vaatstelsel. De mate waarin ze invloed hebben, is onder andere afhankelijk van het niveau van fysieke fitheid. In figuur 2 is de relatie weergegeven tussen de fysiologische reacties ten gevolge van brandweertaken en de gunstige effecten van fysieke fitheid van brandweermensen.

Figuur 2 Fysiologische reacties ten gevolge van brandweerwerk in relatie tot de gunstige effecten van fysieke fitheid (vrij naar Smith e.a. 2010)



Naast het op een adequate wijze kunnen uitvoeren van brandweertaken is het hebben van een goede fysieke fitheid van belang bij het 'verwerken' van de fysio-

logische reacties. Een goede fysieke fitheid is derhalve een voorwaarde voor het vermogen om na of tijdens een inzet voldoende snel te herstellen van inspanningen (Rayson, Carter, Wilkinson, Richmond & Blacker 2007). Wanneer het herstelvermogen onvoldoende is, vertaalt zich dat functioneel gezien in een verminderde inzetbaarheid. Deze leidt tot een verminderde effectiviteit van de inzet en kan bovendien de gezondheid en veiligheid van de brandweermens zelf en zijn/haar collega's in gevaar brengen.

Snel herstel van fysieke inspanningen na of tijdens een inzet is vooral van belang in een brandweersetting. Immers, *na* een inzet kan zich op basis van het onvoorspelbare karakter van brandweerwerk snel een nieuwe inzet aandienen. Ook herstel *tijdens* een inzet is van belang voor het gezond, veilig en effectief voortzetten van die inzet. Dit geldt met name bij inzetten met een langere tijdsduur, zoals bijvoorbeeld bij natuurbrandbestrijding.

Herstel ten behoeve van inzetbaarheid nader bekeken

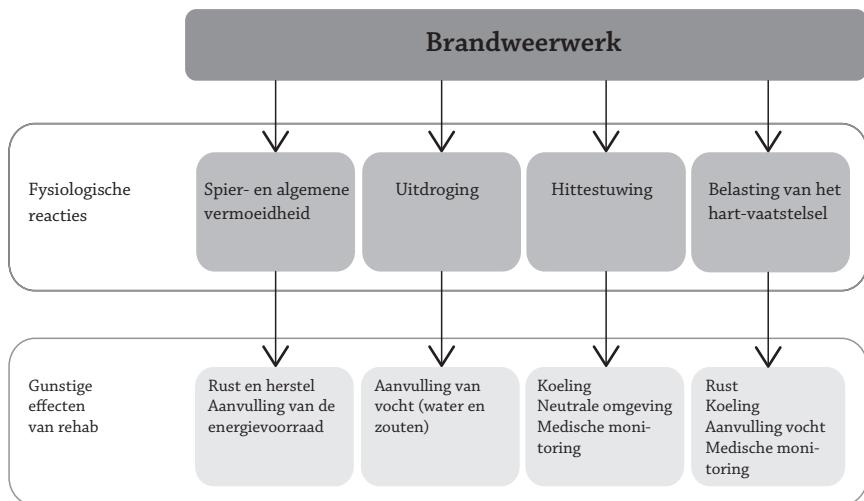
Een goede fysieke fitheid is geen garantie voor (voldoende snel) herstel van fysieke inspanningen. Het doel van herstel is de (fysieke) inzetbaarheid op een gewenst niveau terug te krijgen. Met 'gewenst niveau' wordt bijvoorbeeld bedoeld dat de lichaamstemperatuur weer haar normale rustwaarde heeft bereikt (ong. 37°C), de rusthartslagfrequentie is bereikt en de vocht- en energiebalans op orde is. Herstel kan plaatsvinden op verschillende manieren: neutraliseren van de lichaamstemperatuur (bijvoorbeeld door middel van koeling), uitrusten en aanvullen van vocht en voeding.

Herstel kan *passief* plaatsvinden: 'slechts' de tijd laat het lichaam 'zichzelf herstellen'. Het voordeel hiervan is dat voor het herstel geen handelingen hoeven te worden verricht. Het nadeel is dat dit, ook weer afhankelijk van de aard en omvang van de inspanning, veel tijd kan kosten en tot de daarmee gepaard gaande personele capaciteitsproblemen kan leiden. Passief herstellen van een kortdurende (tot 20 minuten) gemiddelde inspanning kan voor wat betreft de lichaamstemperatuur tot wel 45 minuten duren (Mol & Hettinga 2009). Voor een langdurige (uren tot dagen) en zware inspanning kan dit oplopen tot wel 24 uur.

Herstel kan ook *actief* plaatsvinden: het wordt dan gevat in een protocol dat na iedere inspanning, repressief en niet-repressief, wordt doorlopen. De belangrijkste voordelen van actief herstel zijn borging van de inzetbaarheid en tijdwinst. Actieve koeling door middel van bijvoorbeeld het onderdompelen van de onderarmen in koel water brengt de lichaamstemperatuur na een gemiddelde inspanning in 15-20 minuten op een neutraal niveau (House 1998). Dat is dus twee à drie keer zo snel als bij passief herstel.

Mits goed uitgevoerd zorgt actief herstel voor het neutraliseren van de fysiologische reacties ten gevolge van brandweerwerk. Een recente studie wees tevens uit dat het gunstige effecten heeft de taakprestatie zelf (Levels e.a. 2012a). In figuur 3 is de relatie weergegeven tussen de fysiologische reacties ten gevolge van brandweertaken en de gunstige effecten van actief herstel.

Figuur 3 Gunstige effecten van actief herstel ten behoeve van het verlichten van fysiologische belasting van brandweerwerk (vrij naar Smith e.a. 2010)



Actief herstel als borging van fysieke inzetbaarheid

Actief herstel als een effectieve en tijdsefficiënte methode om inzetbaarheid te borgen, is in zwang. Ondersteund door veel wetenschappelijk onderzoek wordt actief herstel beschreven in de Amerikaanse NFPA-richtlijn 1584 (National Fire Protection Association (NFPA) 2008) en nader uitgewerkt door onder andere de Federal Emergency Management Agency (FEMA 2008). De methode, de *Emergency Incident Rehabilitation* of kortweg 'rehab' is een procedure om veilige, gezonde en effectieve (her)inzetbaarheid van brandweerlieden actief te beïnvloeden. Vaste elementen in een *rehab*-procedure zijn:

1. rust;
2. compenseren van vochtverlies;
3. fysiologisch herstel op basis van geleverde inspanning (bijv. d.m.v. koeling);
4. aanvullen van energievoorraden;
5. verblijf in een klimaatneutrale omgeving; en
6. medische screening en eventueel behandeling.

Casus: natuurbrandbestrijding en 'actief herstel'

In juli 2010 woedde er een grote natuurbrand op de Strabrechtse Heide in het zuiden van ons land. Het bestrijden van de brand vond plaats door ongeveer 1.700 brandweerlieden en 700 militairen en duurde 5 dagen (Inspectie Openbare Orde en Veiligheid (IOOV) 2011).

Vanuit het oogpunt van fysieke belasting geldt voor natuurbranden het volgende (Mol, Heus & Havenith 2011):

- Het zijn veelal langdurige, meerdaagse operaties waarbij continue inzet van manschappen aan de orde is.
- Ze vinden plaats onder verzwaarde omgevingsomstandigheden; geaccidenteerd terrein (duinen, greppels enz.) en onregelmatige ondergrond (rul zand, takken, boomstammen enz.).
- Ze vinden plaats onder verzwaarde klimatologische omstandigheden: hoge omgevingstemperaturen en een hoog niveau van zonnestraling.

In het rapport van de Inspectie Openbare Orde en Veiligheid (IOOV) wordt de fysieke zwaarte van de brandbestrijding onderkend en juist geadresseerd: ‘de zware fysieke omstandigheden zijn vooral veroorzaakt door de hoge temperatuur in combinatie met zware lichamelijke arbeid en warme (blus)kleding’. Ook worden aaneengesloten inzetduren van vier, zeven tot wel twaalf uur gemeld. Eten en drinken arriveren ‘veel te laat en in onvoldoende hoeveelheden’.

Het American College of Sports Medicine (ACSM) heeft een systeem (ACSM 2007) ontwikkeld dat op basis van de WBGT (*Wet Bulb Globe Temperature*)-index² (Parsons 2006) en de zwaarte van het werk richtlijnen geeft voor maximale inzetduren en invulling van actief herstel. Op basis van de tijdens het incident heersende klimatologische omstandigheden³ is het verloop van de WBGT-index bepaald. Hieruit blijkt met name tijdens grote delen van de eerste dagen van het incident en gebaseerd op de ACSM-systeem een ‘hoog’ tot ‘zeer hoog’ risico op hitteziekte. Hierbij zouden bij langdurige inzet van mensen inzet/rust-regimes van respectievelijk 30/30 en 20/40 minuten moeten worden aangehouden bij een vochtinname van 1 liter per uur.

Toepassen van een methode die actief herstel (*rehab*) bevordert, zou in het geval van het bestrijden van de natuurbrand op de Strabrechtse Heide zeer op zijn plaats zijn geweest. Naast facetten ten aanzien van inzet/rust-regimes ten behoeve van inzetbaarheid zou ook de gezondheidsproblematiek die zich heeft voorgedaan, en die in het rapport vooral is toegeschreven aan CO-vergiftiging (hoewel niet met feiten onderbouwd), in een ander licht komen te staan. Gebaseerd op de in het rapport beschreven symptomen van gezondheidsklachten en het heersende ‘hoge’ tot ‘zeer hoge’ risico op hitteziekte, is het vóórkomen van hittelezel zeer waarschijnlijk onderschat.

2 De ISO-7243 genormeerde WBGT-index is een samengestelde temperatuur om blootstelling aan en effecten van klimatologische factoren te bepalen.

3 KNMI-database (www.knmi.nl).

Synthese

In dit artikel is de relatie tussen de (fysieke) arbeidsbelasting van brandweerwerk en gezondheid, fitheid en inzetbaarheid van brandweermensen uiteengezet en de invloed daarvan op de fysieke veiligheid. Het artikel is geen uitputtende uiteenzetting van de kennis die bestaat over voornoemde relatie. Aandacht voor en toepassing van deze kennis is in Nederland nog verre van ontgonnen terrein. Gezondheid, fitheid en inzetbaarheid van individuele brandweermensen is onvoldoende ingebed in de dagelijkse praktijk van Brandweer Nederland. Zo zijn er geen eenduidige gegevens bekend over de gezondheidsstatus van Nederlandse brandweermensen. Het ontbreken van een registratiesysteem ligt hieraan ten grondslag, terwijl er nu een kans ligt om de (aanstellings)keuringsgegevens en de data van het PPMO een goede basis bieden om structureel de gezondheidsstatus te monitoren. De slechte toegankelijkheid van gegevens over de gezondheidsstatus van brandweermensen in Nederland wil niet zeggen dat gezondheidsproblemen niet bestaan. Op basis van buitenlandse, veelal Amerikaanse, publicaties is evident dat ziekte en sterfte van brandweermensen vooral wordt veroorzaakt door hart- en vaatziekten. Zowel brandweerwerkgebonden als persoonsgebonden risicofactoren liggen hieraan ten grondslag. Een bijzondere en recent voor het voetlicht gebrachte belangrijke risicofactor is overgewicht/obesitas. Amerikaanse gegevens laten zien dat ook het percentage brandweermensen met overgewicht/obesitas hoger is dan dat van de algemene bevolking. Dergelijk gegevens zijn ook voor Nederland aangetoond (Plat, Frings-Dresen & Sluiter 2012). Met een Nederlandse waarde voor de algemene bevolking van 50% (en stijgend) is dit een zorgwekkende ontwikkeling.

Fysieke fitheid en het adequaat kunnen uitvoeren van brandweertaken zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. De zwaarte van brandweerwerk, bepaald door tijdsduur, intensiteit en frequentie van inzetten (en trainingen), vereist een goede (taakspecifieke) fysieke fitheid. Deze is noodzakelijk om de fysiologische reacties van het lichaam op brandweertaken te compenseren. Het snel kunnen herstellen van de fysieke inspanningen van een inzet of training is eveneens een belangrijk aspect van fysieke fitheid. Immers, het onvoorspelbare karakter van brandweerwerk vereist dat een brandweermens tijdens een parate dienst altijd inzetbaar moet zijn en snel moet kunnen handelen om de fysieke veiligheid zo snel mogelijk te herstellen. Het zo snel mogelijk weer inzetbaar zijn geldt niet alleen maar *na* een inzet of training, maar geldt zeker ook *tijdens* een (langdurige) inzet, zoals bijvoorbeeld een meerdaagse natuurbrand. Om (fysieke) inzetbaarheid te borgen zijn zogenoemde ‘mensgerichte interventies’ noodzakelijk. Dit zijn methodes die na of tijdens een inzet of training actief herstel van brandweermensen bevorderen. Dergelijke methodes (*rehab*) zijn vooral in de Verenigde Staten tot wasdom gekomen en inmiddels ook in het Verenigd Koninkrijk in zwang.

Daarnaast moet regelmatig objectief worden bepaald of brandweermensen nog geschikt zijn voor brandweertaken. Hiermee wordt de kans verkleind dat zij tijdens uitoefening van hun vak (momentaan en in het verloop van de tijd) in de problemen komen en daarmee onbedoeld de fysieke veiligheid in gevaar brengen. Deze problemen manifesteren zich met betrekking tot veiligheid, gezondheid en

effectiviteit van optreden. De recente introductie van een verplicht PPMO waarin taakspecifieke testen worden afgenoemd is een eerste stap in de richting van persoonscertificering voor repressieve brandweerfuncties. De PPMO moet objectief vastleggen of iemand fysiek geschikt is voor repressief brandweerwerk.

Op dit moment is de Nederlandse brandweer volop in beweging en bereidt zij zich voor op de toekomst. Voor het vormgeven van de toekomst van de Nederlandse brandweer wordt de lijn gevuld die is vastgelegd in het document *De brandweer over morgen*. De exercitie die heeft geleid tot dit document is mede ingegeven door het besef als organisatie goed te moeten kunnen inspelen op verschillende maatschappelijke trends en veranderingen. 'Verduurzaming van de samenleving' speelt daarbij een belangrijke rol. Hierbinnen past ook het duurzaam omgaan met medewerkers. Niet voor niets is in 2010 de Nederlandse Praktijk Richtlijn (NPR 6070) 'Sturen op duurzame inzetbaarheid van medewerkers' verschenen.

Op basis van beschikbare kennis op het gebied van gezondheid, fitheid en inzetbaarheid van brandweermensen, het toekomstgericht veranderingsproces van de Nederlandse brandweer en verduurzaming van de samenleving als belangrijke maatschappelijk trend, is dit hét moment 'human factors'/menselijk prestatievermogen structureel/doctrinair in te bedden in de dagelijkse praktijk van Brandweer Nederland. Gezondheid, fitheid en (duurzame) inzetbaarheid van brandweermensen moeten de rode draad zijn in onderzoek, onderwijs en alle onderdelen van de veiligheidsketen.

Literatuur

- American College of Sports Medicine, L.E. Armstrong, D.J. Casa & M. Millard-Stafford (2007) ACSM Position Stand. Exertional heat illness during training and competition. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(3), 556-72.
- Barr, D., W. Gregson & T. Reilly (2010) The thermal ergonomics of firefighting reviewed. *Applied Ergonomics*, 41, 161-172.
- Bos, J., E. Mol, B. Visser & M.H.W. Frings-Dresen (2004a) The physical demands upon (Dutch) firefighters in relation to the maximum acceptable energetic workload. *Ergonomics*, 47(4), 446-460.
- Bos, J., E. Mol, B. Visser & M.H.W. Frings-Dresen (2004b) Risk of health complaints and disabilities among Dutch fire-fighters. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 77, 373-387.
- Bruce-Low, S.S., D. Cotterrell & G.E. Jones (2007) Effect of wearing personal protective clothing and self-contained breathing apparatus on heart rate, temperature and oxygen consumption during stepping exercise and live fire training exercises. *Ergonomics*, 50(1), 80-98.
- Dijk, F.J.H. van, M. van Dormolen, M.A.J. Kompier & T.F. Meijman (1990) Herwaardering Model Belasting-Belastbaarheid. *Tijdschrift Sociale Gezondheidszorg*, 68, 3-10.
- Fahy, R.F., P.R. Leblanc & J.L. Molis (2011) *Firefighter Fatalities in the United States 2010*. NFPA Fire Analysis and Research Division.
- Federal Emergency Management Agency (FEMA)/US Fire Administration (2008) *Emergency Incident Rehabilitation*.
- Graveling, R.A., J.B.G. Johnstone, D.M. Butler, J. Crawford, R.G Love, W.M. MacLaren & P. Ritchie (1999) *Study of the Degree of Protection Afforded by Firefighters' Clothing*. Lon-

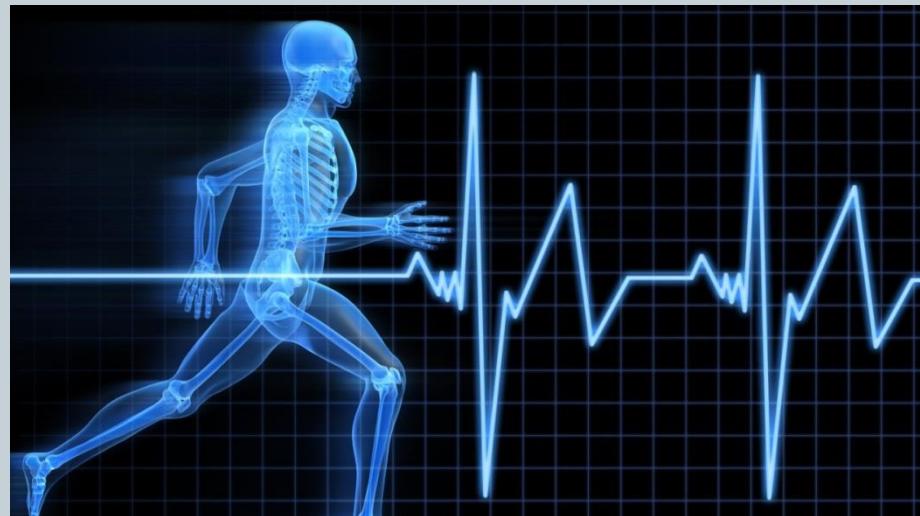
- don: Home Office Research Report 1/99. Institute of Occupational Medicine, Edinburgh.
- Haddock, C.K., W.F.C. Poston & S.A. Jahnke (2012) *Addressing the Epidemic of Obesity in the United States Fire Service. A Report Prepared for the National Volunteer Fire Council*.
- Hallowell, M.R. (2010) Managing concerns in rapid renewal highway construction projects. *Professional Safety*, December, 18-26.
- Havenith, G. & R. Heus (2004) A test battery related to ergonomics of protective clothing. *Applied Ergonomics*, 35, 3-20.
- House, J.R. (1998) Extremity cooling as a method for reducing heat strain. *Journal of Defense Science*, 3(1).
- Inspectie Openbare Orde en Veiligheid (IOOV) (2011) *Brand Strabrechtse Heide, deel 2. De feitelijke bestrijding van de natuurbrand*.
- Lemon, P.W. & R.T. Hermiston (1977) The human energy cost of fire fighting. *Journal of Occupational Medicine*, 8, 558-562.
- Levels, K., E. Mol, J.J. de Koning, C. Foster & H.A.M. Daanen (2012a) The effect of pre-heating and intermediate cooling on firefighting performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44(5), supplement.
- Levels, K., J.J. de Koning, E. Mol, C. Foster & H.A.M. Daanen (2012b). Body heat content and firefighting performance (submitted).
- Mol, E., A.G. Jonkman, R. Heus & H.A.M. Daanen (2007) The effect of exercise induced pre-warming on core temperature during a live fire 'search-and-rescue' task. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(5), supplement.
- Mol, E. & F.J. Hettinga (2009) *Interventies ter voorkoming van hittestuwing bij Brandweer Amsterdam-Amstelland*. TNO Rapport TNO-DV 2009 C001.
- Mol, E., R. Heus & G. Havenith (2011) Code zwart voor natuurbrandbestrijders. *Brand en Brandweer*, (6).
- Mol, E. (2011) Behoud van (fysieke) inzetbaarheid d.m.v. 'rehab'. PowerPoint-presentatie, via www.ixer.nl.
- National Fire Protection Association (NFPA) (2008) *Standard 1584: standard on the rehabilitation process for members during emergency operations and training exercises*.
- Parsons, K. (2006) Heat stress standard ISO-7243 and its global application. *Industrial Health*, 44, 368-379.
- Plat, M.-C.J., M.H.W. Frings-Dresen & J.K. Sluiter (2009) *Pilot-implementatie Periodiek Preventief Medisch Onderzoek (PPMO) bij repressief brandweerpersoneel*. Eindrapport 09-02. Amsterdam: Coronel Instituut voor Arbeid en Gezondheid, Academisch Medisch Centrum, Universiteit van Amsterdam.
- Plat, M.-C.J. (2011) *Occupational Health Care in High-Demand Jobs. The usefulness of job-specific workers' health surveillance for fire fighters* (PhD-thesis). Amsterdam: Coronel Institute for Work and Health, Academic Medical Center, University of Amsterdam.
- Plat, M.-C.J., M.H. Frings-Dresen & J.K. Sluiter (2012). Diminished health status of firefighters. *Ergonomics*, Vol. 55, No. 9: 1119-22.
- Punakallio, A., S. Lusa & R. Luukkonen (2004) Functional, postural and perceived balance for predicting the work ability of firefighters. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 77(7), 482-90.
- Rayson, M.P., D.M. Wilkinson, J.M. Carter, V.L. Richmond, S.D. Blacker, N. Bullock, I. Robertson, K. Donovan, R. Graveling & D.A. Jones (2004) *Physiological Assessment of Firefighting in the Built Environment*. Bristol: Optimal Performance Ltd.
- Rayson, M.P., J.M. Carter, D.M. Wilkinson, V.L. Richmond & S.D. Blacker (2007) Recovery duration required prior to re-deployment during firefighting, search and rescue. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(5), supplement.

- Richmond, V.L., M.P. Rayson, D.M. Wilkinson, J.M. Carter & S.D. Blacker (2008) Physical demands of firefighter search and rescue in ambient environmental conditions. *Ergonomics*, 51(7), 1023-1031.
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) (2011) *Nederland de maat genomen. Monitoring van risicofactoren in de algemene bevolking, 2009-2010*.
- Scott, G., P. Barnham, L. Ellam, M. Fordham, J. Garlick, R. Goldsmith & C. Pateman (1988) *The Physical Fitness of Firemen. A Summary Report*. Londen: Home Office, Scientific Research and Development Branch, University of London, Chelsea College, Department of Physiology.
- Sharkey, B.J. & P.O. Davis (2008) *Hard Work. Defining Physical Work Performance Requirements*. Champaign: Human Kinetics.
- Smith, D.L., T.S. Manning & S.J. Petruzzello (2001) Effect of strenuous live-fire drills on cardiovascular and psychological responses of recruit firefighters. *Ergonomics*, (3), 244-254.
- Smith, D.L., G. Horn, E. Goldstein & S.J. Petruzzello (2008) *Firefighter Fatalities and Injuries. The Role of Heat Stress and PPE*. Champaign: Firefighter Life Safety Research Center, Illinois Fire Service Institute, University of Illinois at Urbana-Champaign.
- Smith, D.L., J.P. Liebig, N.M. Steward & P.C. Fehling (2010) *Sudden Cardiac Events in the Fire Service. Understanding the Cause and Mitigating the Risk*. Saratoga Springs: Skidmore College.
- Soteriades, E.S., D.L. Smith, A.J. Tsimenakis, D.M. Baur & S.N. Kales (2011) Cardiovascular disease in US firefighters. A systematic review. *Cardiology in Review*, 19, 202-215.
- Womack, J.W., J.S. Green & S.F. Crouse (2004) Prevalence of metabolic syndrome in male fire fighters compared to prevalence of the United States male population at large as estimated by the Nation Cholesterol Education Program. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(5), supplement.
- Zwart, B.H.C. de, A.N.H. Weel, C.W.G. Rayer, M.W. Heymans, C.T.J. Hulshof & J.A. Duvekot (2005) *Leidraad aanstellingskeuringen. Handelen van de arbodienst en de keurend arts bij een aanstellingskeuring*, via <http://nvab.artsennet.nl/Artikel-3/Aanstellingskeuringen.htm>.

“BRANDWEERMANNEN STERVEN JONGER”



T. VERMINCK, INGENIEUR



OVERZICHT

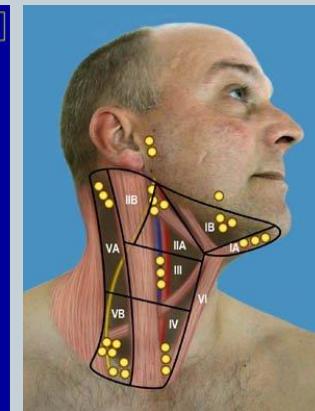
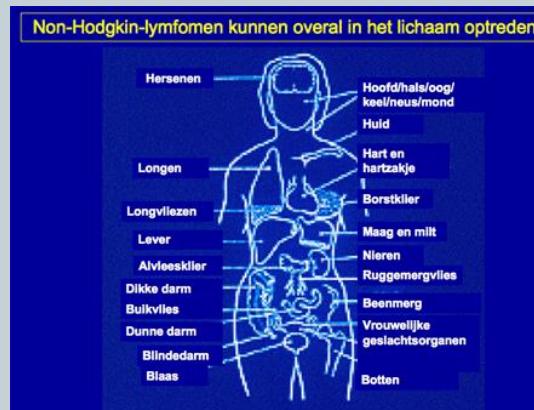


- PROBLEEMSTELLING
 - Overzicht relevante studies (verleden – nu)
- CONCLUSIE
 - ‘Brandweermannen sterven jonger’
- ZOEKTOCHT OPLOSSING
 - Richtlijn - MO

INLEIDING



- December 2005 : internationaal persbericht IARC :
 - De professionele blootstelling als brandweerman dient geklasseerd te worden onder klasse 2B : '**mogelijk kankerverwekkend**'
 - Blootstelling aan :
 - Benzeen
 - Benzo(a)pyreen
 - 1,3-butadieen
 - Formaldehyde
 - Vaststelling volgende types kanker :
 - Non-hodgkin lymfoom (vorm lymfklierkanker)
 - Prostaatkanker
 - Testiscarcinoom





ONDERZOEK LeMasters

LeMasters GK, Genaidy AM, Succop P, Deddens J, Sobeih T, Barriera-Viruet H, Dunning K, Lockey J



Prof. dr. GK LeMasters, University of Cincinnati, 2006-2009

- Doel van de studie : Het bepalen van het risico op kanker bij brandweerlieden en het vaststellen van het oorzakelijk verband tussen het beroep van als brandweerman en het krijgen van kanker. Dit met behulp van kwantitatieve en kwalitatieve meta-analyse: Analyse van de 32 bestaande US studies die de monitoring 110.000 brandweerlieden bevatten en het uitvoeren van extra biomonitoring.
- Conclusies :
 1. Bepaalde types kanker komen in veel hogere concentratie voor bij personen die het beroep van brandweerman uitvoeren
 2. Er is een oorzakelijk verband tussen de activiteiten van de brandweerman en krijgen van kanker



ONDERZOEK LeMasters

LeMasters GK, Genaidy AM, Succop P, Deddens J, Sobeih T, Barriera-Viruet H, Dunning K, Lockey J



Vaststelling van bepaalde types kanker en de mate waarin ze meer worden vastgesteld bij brandweerlieden :

TYPE CANCER	FREQUENCY
Testicular cancer	x 2,2
Multiple myeloma	x 1,53
Skin cancer	x 1,39
Malignant Melanoma	x 1,31
Brain cancer	x 1,31
Prostate cancer	x 1,28
Colon cancer	x 1,21
Leukemia	x 1,14



- **Prof. dr. Grace LeMasters** : “Firefighter cancer is a looming personal catastrophe for each and every firefighter. Cancer is the most dangerous and unrecognized threat to the health and safety of our **nation’s** firefighters”.
- "Firefighters do a tremendous service for us by putting their lives on the line as part of their daily job," **LeMasters says**. "We shouldn't ask them to put themselves at risk for cancer, too."



Vaststellingen reddingswerkers na aanslagen 11/09/2001



Persbericht NYP : vorig jaar (2011) waren er nog **1.140** reddingswerkers van Ground Zero met kanker, maar dat aantal is dit jaar enorm gestegen. Meer dan **2.500** mensen hebben ondertussen de zware diagnose gekregen, aldus de New York Post. Een hallucinant cijfer.



CONCLUSIE : de AMA stelt de kanker vast, doch om een oorzakelijk verband te kunnen leggen is verder onderzoek noodzakelijk.

Onderzoek AMA 2010 : **CONCLUSION**

In summary, this study found significantly increased prostate and thyroid cancers and multiple myeloma among rescue/recovery workers in the later period that were not significantly associated with intensity of WTC exposures. Given the relatively short follow-up time and lack of data on medical screening and other risk factors, the increase in prostate and thyroid cancers and multiple myeloma should be interpreted with caution. The etiological role of WTC exposures in these 3 cancers is unclear. Longer follow-up of rescue/recovery workers and participants not involved in rescue/recovery is needed with attention to selected cancer sites and to examine risk for cancers with typically long latency periods.

Parlementaire Vraag



VRAAG AAN : Vice eerste minister Minister van Binnenlandse Zaken Minister van Volksgezondheid

Vraag :

Uit een Amerikaans onderzoek bij 110.000 brandweerlui blijkt dat het risico op prostaatkanker 28 procent en het risico op een bepaald soort bloedkanker en beenmergkanker zelfs 50 procent hoger ligt bij brandweerlui dan bij mensen die actief zijn in andere beroepen.

De oorzaak van het verhoogde risico op bepaalde kankers zou de blootstelling zijn aan gevaarlijke chemische stoffen zoals benzeen, styreen, chloroform, formaldehyde en roet. Dergelijke gevaarlijke stoffen nemen de spuitgasten op via de ademhaling en de huid.

Een van de suggesties van de onderzoekers is dat de spuitgasten zich na iedere brand zeer goed wassen zodat zelfs het kleinste spoortje roet en alle andere afvalstoffen worden verwijderd.

- 1. Welke conclusies trekt de minister uit het Amerikaans onderzoek?*
- 2. Acht de minister het raadzaam om ook in ons land een onderzoek hieromtrent te laten uitvoeren?*
- 3. Welke maatregelen wil de minister nemen om ervoor te zorgen dat brandweerlui voldoende op de hoogte zijn van mogelijke risico's van bepaalde chemische stoffen?*
- 4. Welke maatregelen wil de minister desgevallend nemen*

BEVOLKINGSONDERZOEK



- Sterftecijfers volgens natuurlijke overlijdens en ziektes (ICD-9 codes 1-799)

GEM. LEEFTIJD † 2012	ALLE BEVOLKINGS GROEPEN	BRANDWEER*
MAN	77,62	?
VROUW	82,83	?

BRON : FOD ECONOMIE(STATISTIEK)

BRANDWEER* : broepsbrandweerman die minstens 10jaar ononderbroken als brandweerman heeft gewerkt

- Conclusie VUB : dese resultaten dienen met de nodige zorg geïnterpreteerd te worden, een complexe studie en jarenlange opvolging van de brandweerlieden is nodig om deze cijfers ten gronde te kunnen analyseren

OPVOLGING BRANDWEERMANNEN IN DE 'NORDIC' LANDEN



- Parameters studie 2014:
 - Gebied : 'Nordic'-landen : IJsland, Finland, Noorwegen, Zweden, Denemarken
 - Groep : 16420 brandweermannen
 - Duur studie : 45jaar of 412.991 manjaren

RESULTS

A total of 16 422 male firefighters with 412 991 person-years were included in the cohort. The cohort included 8144 men from Sweden, 4740 from Finland, 2579 from Norway, 760 from Denmark and 199 from Iceland.

Altogether, 2653 cancer cases were observed; 1182 from Sweden, 675 from Norway, 496 from Finland, 275 from Denmark and 25 from Iceland. Out of them, 117 were non-melanoma skin cancers that were excluded from 'all cancers', leaving altogether 2536 cancers in that category with 2392 expected cases (SIR=1.06, 95% CI 1.02 to 1.11).

- ▶ This first study on cancer risk among Nordic firefighters indicates a small excess in the overall cancer incidence.
- ▶ There are more prostate cancer cases diagnosed in ages <50 years than in the men in the general population.
- ▶ Risk of myeloma, adenocarcinoma of the lung and mesothelioma are increased in older ages.
- ▶ By contrast with earlier studies, the incidence of testicular cancer was decreased.

CONCLUSIE :
Bij meer dan 16% van de opgevolgde brandweermannen werd kanker vastgesteld.
Sterftecijfers 'Nordic FF' :

Av. Age † 2013	ALL	FF
MAN	79,52	71,77

INTERUNIVERSITAIR ONDERZOEK BELGIE

Prof. dr. J. Weyler - dr. D. Giuliani dr. K. D'Hamer - dr. R. Verhoogen



BIOMONITORING +/-100 BRANDWEERLIEDEN ANTWERPEN

- Na branden (Hoofdbluswerken + Nabluswerken) :
- Na weginterventies

DOELSTELLING : Inzicht krijgen in blootstelling en opname van schadelijke stoffen met gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen

METHODIEK : afname urinestalen voor, direct na de interventie (ademhalingsapparatuur nog aan);
detectie Benzeen* en 1-hydroxypyreen (1-OHP)**

STALEN :

- Staal 1: begin shift, na 2 interventieloze dagen
- Staal 2: na de interventie (bij aankomst terug in de kazerne)

INTERUNIVERSITAIR ONDERZOEK BELGIE

Prof. dr. J. Weyler - dr. D. Giuliani dr. K. D'Hamer - dr. R. Verhoogen

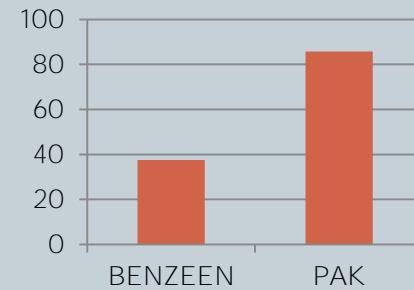


RESULTATEN BIOMONITORING :

- Na brandinterventies* :

- Stijging concentratie Benzeen : 37,5%
 - Stijging concentratie PAK's : 85,7%

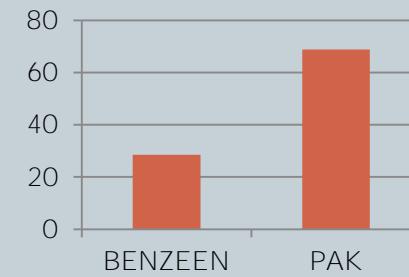
-> brandinterventies* : autobrand, motorbrand, huisbrand, containerbrand, afvalbrand



- Na weginterventies* :

- Stijging concentratie Benzeen : 28,5%
 - Stijging concentratie PAK's : 68,8%

-> weginterventies* : ontzetting voertuigen, opruiming rijbaan



INTERUNIVERSITAIR ONDERZOEK BELGIE

Prof. dr. J. Weyler - dr. D. Giuliani dr. K. D'Hamer - dr. R. Verhoogen



CONCLUSIES :

- Zowel na weg- als na brandinterventies worden verhoogde waarden vastgesteld.
- Er worden verhoogde waarden voor zowel benzeen als **PAK's** vastgesteld, deze kunnen in principe op 3 manieren opgenomen worden :
 - Gastro-intestinaal
 - Via inhalatie
 - Percutaan (door de huid heen, via poriën)
- Gastro-intestinale opname is quasi onmogelijk.
- Opname via inhalatie kan vermeden worden dmv het consequent (= tem de nabluswerken) dragen van ademhalingsapparatuur bij brandinterventies.
- Een mogelijke verklaring voor deze resultaten is dat de schadelijke componenten (benzeen en PAK's) percutaan in het lichaam terechtkomen.



Hoogstwaarschijnlijk wordt de brandweerman continu blootgesteld aan PAK's door continue uitwasemingen van zijn gecontamineerde kledij(PBM's). VERDER ONZERZOEK IS AANGEWEZEN !!!

INDICATIEF ONDERZOEK BW BRUSSEL



- Test : 3 brandweerlieden worden als volgt gemonitord :
 - Urinestaal bij aankomst kazerne
 - Urinestaal na 4h dragen van een interventiepak (de brandweermannen blijven op het oppervlak van de kazerne)
- Resultaten :
 - Gemiddelde stijging : 48% benzeen en 1-OHP
- Conclusie :
 - Er kunnen significant verhoogde waarden aangetroffen worden, enkel door het dragen van de gecontamineerde pakken (dit als indicatieve test), de constante blootstelling alsook de percutane opname zijn zeer waarschijnlijk.

=> TIJD VOOR ACTIE!

ADCV BEVEELT TECHNISCH ONDERZOEK DOOR CENTEXBEL



Vraagstelling :

1. Zijn de pakken werkelijk gecontamineerd? Zo ja, welke zijn de schadelijke stoffen, wat is hun toxiciteit en in welke mate komen ze voor?
2. In welke mate dringen deze stoffen door de kledij?
3. Kunnen deze stoffen geïnhaleerd worden na de interventie?



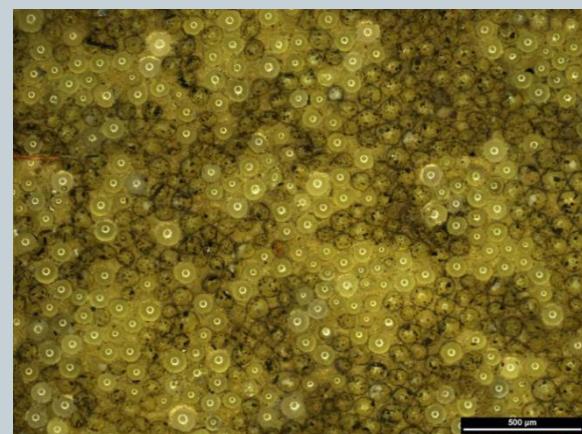
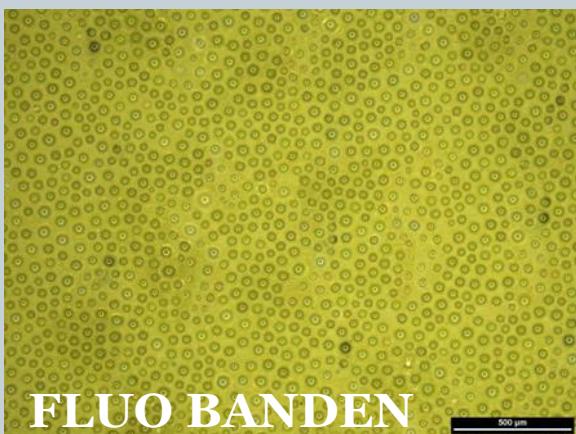
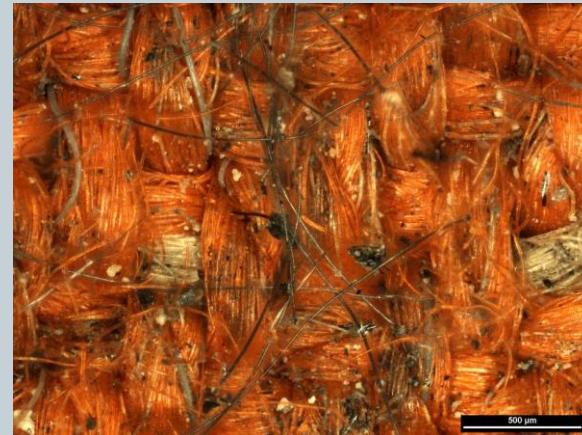
MICROSCOPISCH ONDERZOEK



NIEUW PAK



PAK BW BXL (2009)

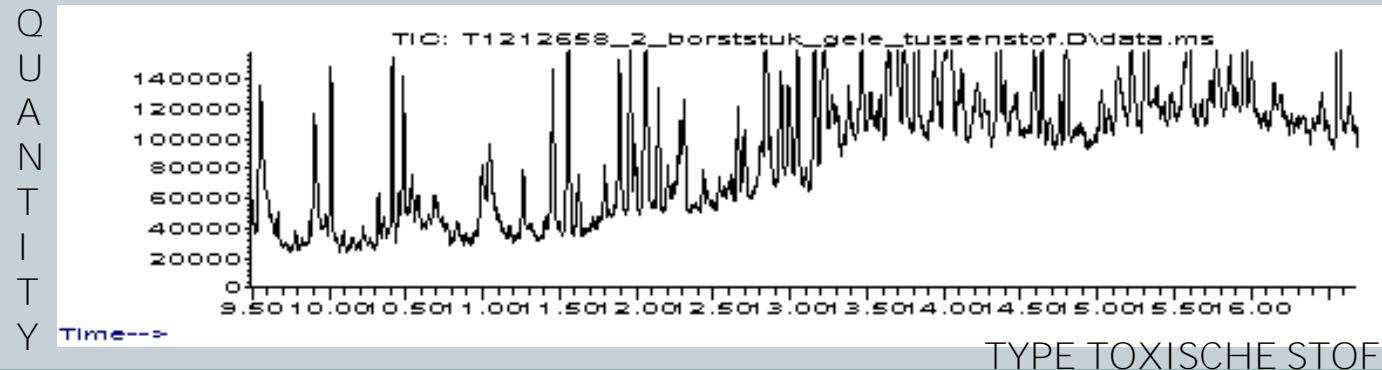


ANALYSE TOXISCHE STOFFEN



• THERMISCHE EXTRACTIE

-> Dynamische headspace GC-MS:



OVERZICHT Toxische stoffen op brandweerpak



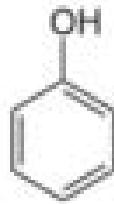
Toxische stof	CAS nr	EC nr.	Indeling
Naphthalene	91-20-3	202-049-5	PAK
Acenaphthylene	208-96-8	205-917-1	PAK
Acenaphthene	83-32-9	201-469-6	PAK
Fluorene	86-73-7	201-695-5	PAK
Phenanthrene	85-01-8	201-581-5	PAK
Anthracene	120-12-7	204-371-1	PAK
Fluoranthene	206-44-0	205-912-4	PAK
Pyrene	129-00-0	204-927-3	PAK
Phenol	108-95-2	203-632-7	VOC
o-Cresol	95-48-7	202-423-8	VOC
p-Cresol	106-44-5	203-398-6	VOC
Creosol	93-51-6	202-252-9	VOC
2-Methoxy-4-vinylphenol	7786-61-0	232-101-2	VOC

VOC's

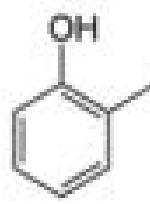


○ VOC's : Vluchtige organische componenten (VOC)

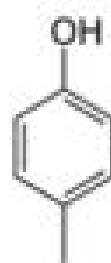
- Componenten die bestaan uit vluchtig organisch materiaal (C, H, O)
- Gevonden VOC's op brandweervesten :



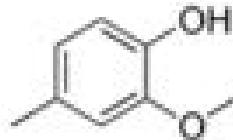
Phenol



o-cresol



p-cresol



creosol



2-methoxy-4-vinylphenol

TOXICITEIT VOC's ?



○ Vluchtige organische componenten (VOC)

- Schadelijke stoffen
- Phenol en de daarbij horende dampen zijn corrosief voor de ogen, de huid en het ademhalingsstelsel.
- Langdurig contact met huid kan allergische reacties en zelfs brandwonden veroorzaken.

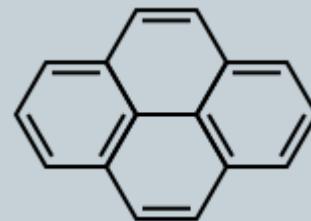
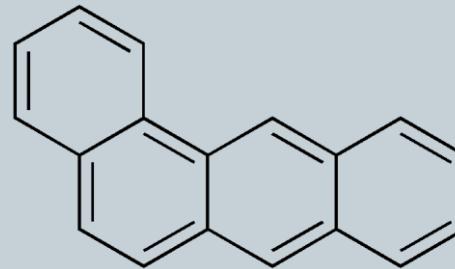
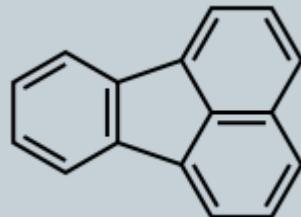


- Effecten op mens worden bepaald door de aanwezige dosis en de duur van blootstelling.

PAK's



- PAK's : Poly Aromatische Koolwaterstoffen
 - Bvb. fluorantheen, pyreen, benzo(a)anthraceen



TOXIXITEIT PAK's



○ PAK's

- Uiterst kankerverwekkend!
- Huidig niveau aan **PAK's** in de lucht leidt tot 2-20 extra sterfgevallen door longkanker per jaar.
- 90% van de carcinogene potentie van PAK-mengsels wordt toegeschreven aan benzo(a)pyreen, chryseen, **fluorantheen** en **fenantreen**.



- Effecten op mens worden bepaald door de aanwezige dosis en de duur van blootstelling.

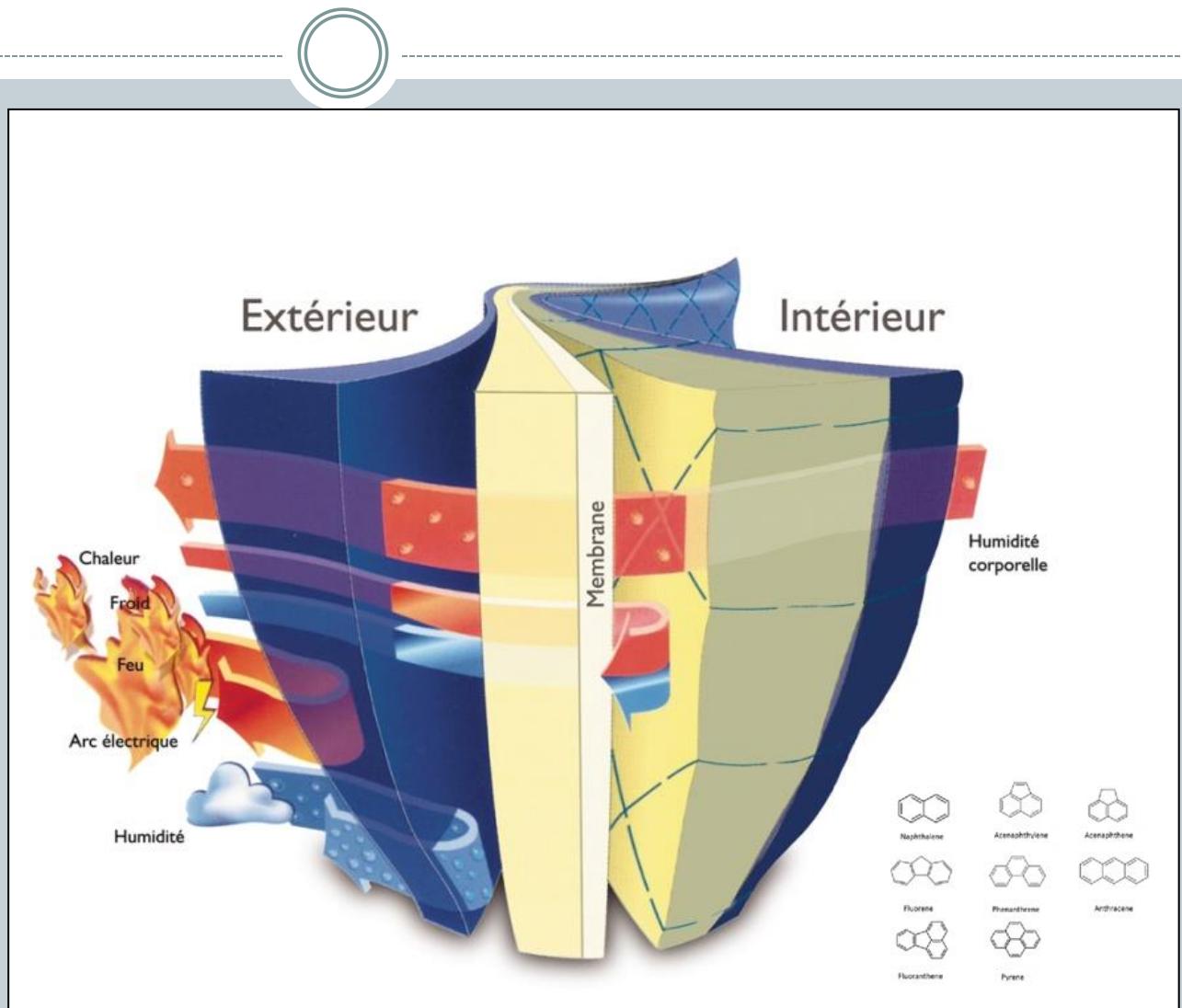
MATE VAN PENETRATIE IN DE KLEDIJ?



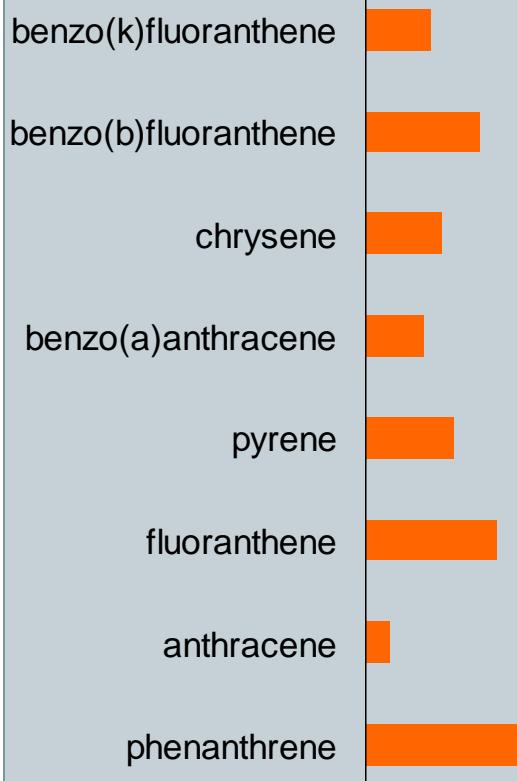
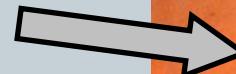
STRUCTUUR BRANDINTERVENTIEPAK

4-lagen :

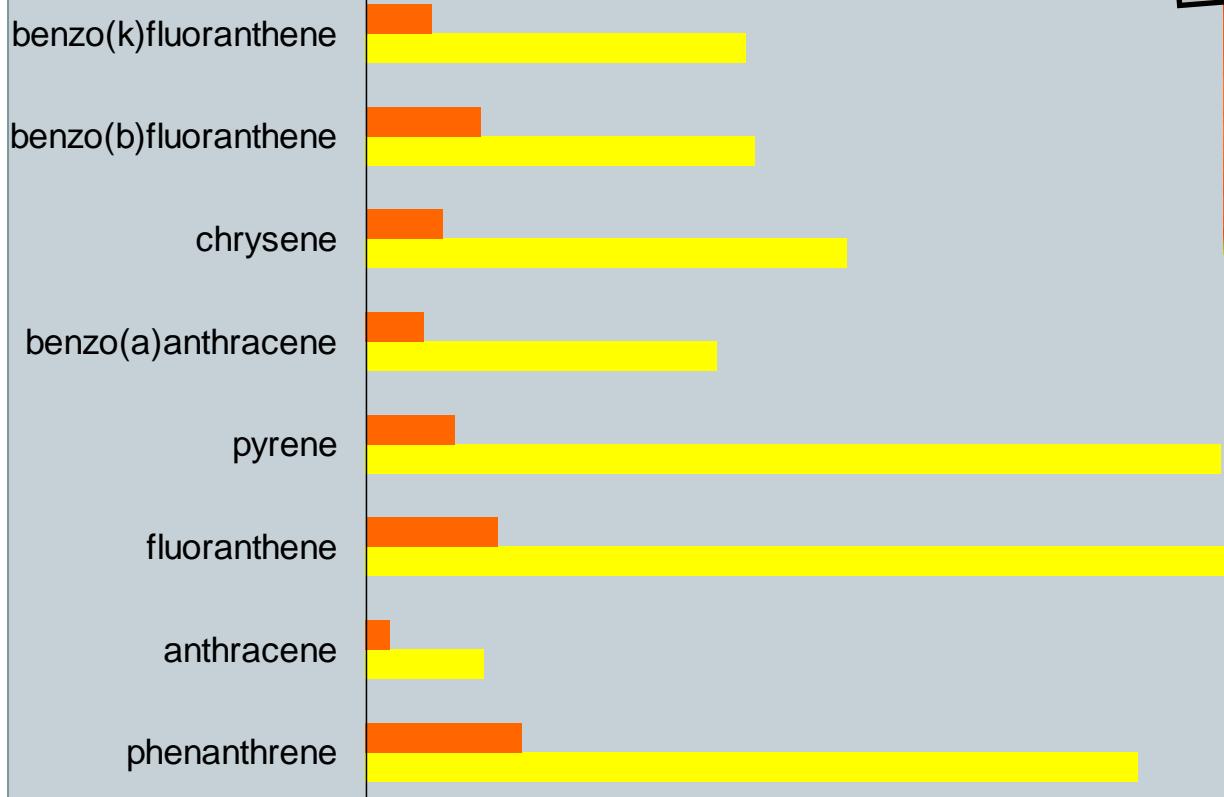
- Buitenlaag
- Membraan
- Thermische barrière
- Voering



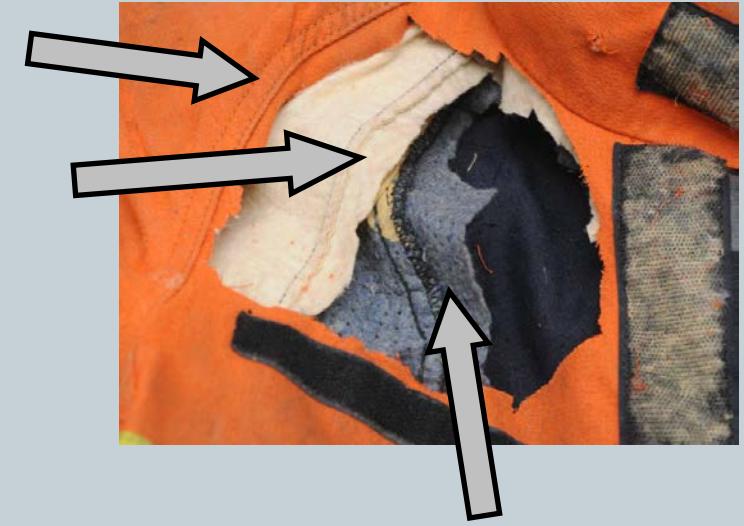
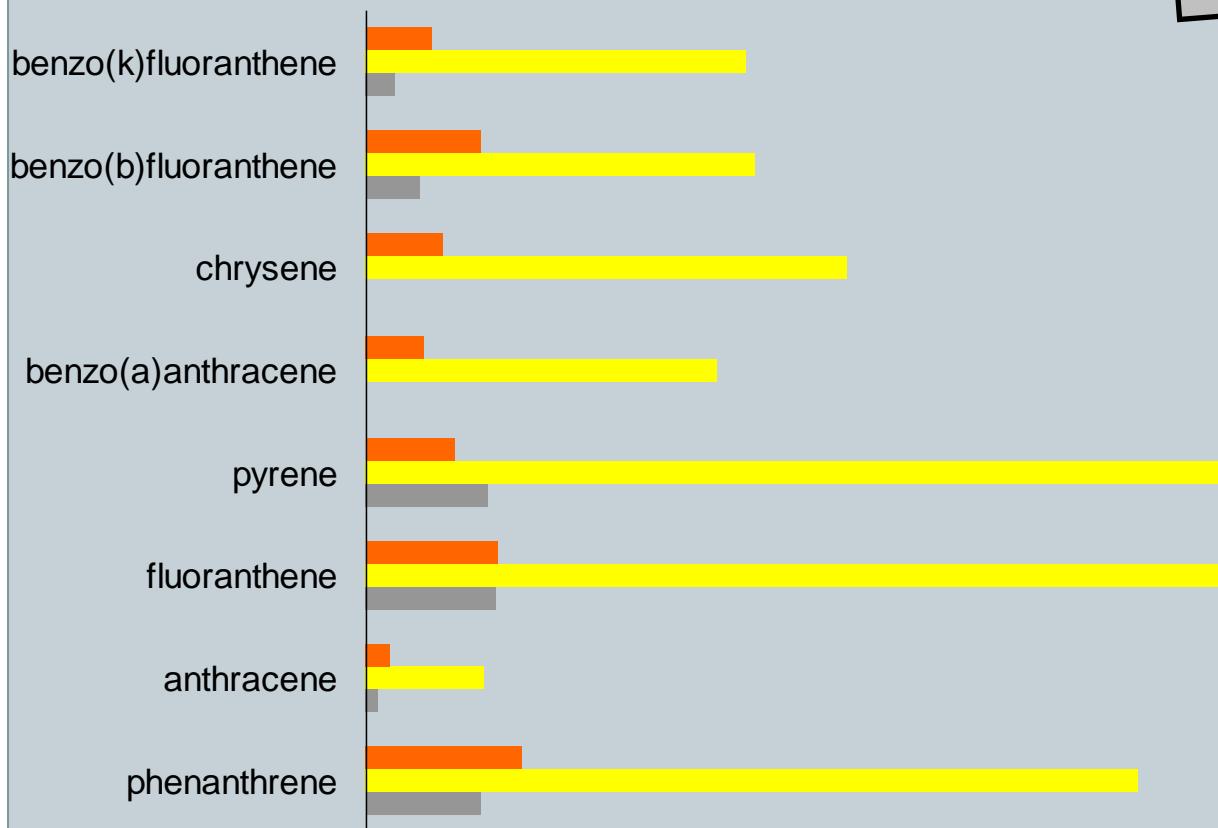
BUITENLAAG



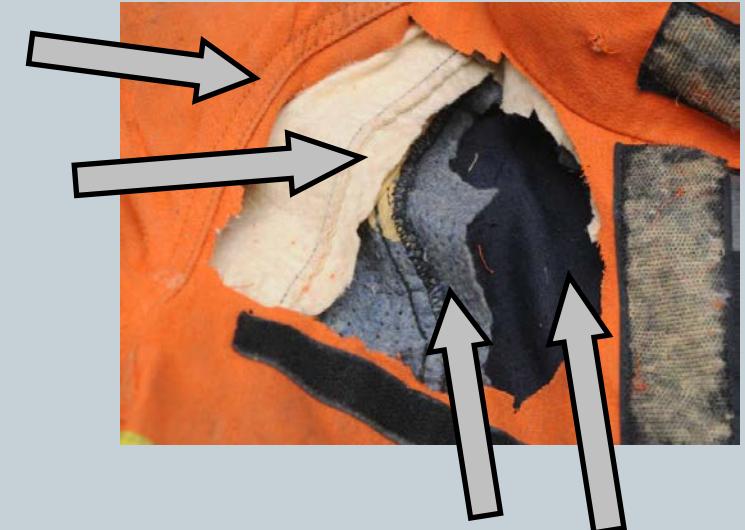
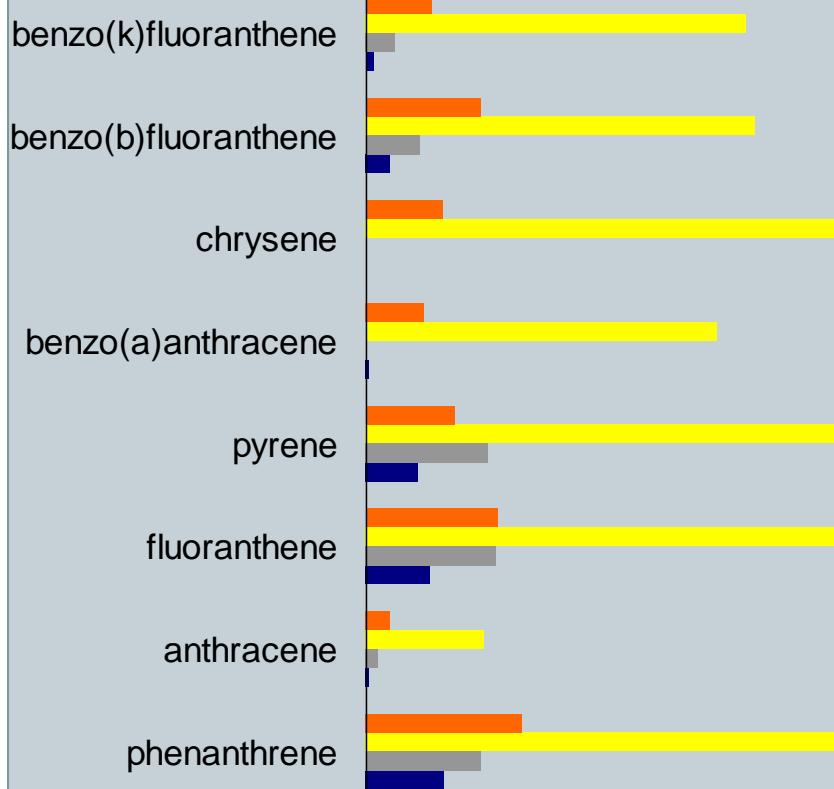
BUITENLAAG - MEMBRAAN



BUITENLAAG – MEMBRAAN – THERMISCHE BARRIERE



BUITENLAAG – MEMBRAAN – THERMISCHE BARRIERE - VOERING



=> Antwoord vraag 2

Opname via INHALATIE? Mate van hechting?



Borstelen



Borstelen +
stofzuigen



Analyse

RESULTATEN THERMISCHE EXTRACTIE



A b u n d a n c e

2 . 0 0	(2	0	1 . 7	0	t o	2	0	2 . 7	0) :	T	1	2	1	2	6	5	3	a	-	2
3 5 0 0 0																				
3 0 0 0 0																				
2 5 0 0 0																				
2 0 0 0 0																				
1 5 0 0 0																				
1 0 0 0 0																				
5 0 0 0																				
0																				

Geen behandeling

A b u n d a n c e

1 3 . 5 0 1 . 0 0 0 1 4 . 0 0 0 1 5 . 0 0 0 1 6 . 0 0 0

T i m e - - > A b u n d a n c e

. 0 0	(2	0	1 . 7	0	t o	2	0	2 . 7	0) :	T	1	2	1	2	6	5	8	b	-	2
3 5 0 0 0																				
3 0 0 0 0																				
2 5 0 0 0																				
2 0 0 0 0																				
1 5 0 0 0																				
1 0 0 0 0																				
5 0 0 0																				
0																				

Borstelen

A b u n d a n c e

1 3 . 5 0 1 . 0 0 0 1 4 . 0 0 0 1 5 . 0 0 0 1 6 . 0 0 0

T i m e - - > A b u n d a n c e

1 3 . 5 0 1 . 0 0 0 1 4 . 0 0 0 1 5 . 0 0 0 1 6 . 0 0 0

T i m e - - > A b u n d a n c e

. 0 0	(2	0	1 . 7	0	t o	2	0	2 . 7	0) :	T	1	2	1	2	6	5	8	c	-	2
3 5 0 0 0																				
3 0 0 0 0																				
2 5 0 0 0																				
2 0 0 0 0																				
1 5 0 0 0																				
1 0 0 0 0																				
5 0 0 0																				
0																				

Borstelen + stofzuigen

A b u n d a n c e

1 3 . 5 0 1 . 0 0 0 1 4 . 0 0 0 1 5 . 0 0 0 1 6 . 0 0 0

T i m e - - > A b u n d a n c e

1 3 . 5 0 1 . 0 0 0 1 4 . 0 0 0 1 5 . 0 0 0 1 6 . 0 0 0

T i m e - - > A b u n d a n c e

=> Antwoord vraag 3

CONCLUSIES STUDIE CENTEXBEL



Vraagstelling :

1. Zijn de pakken werkelijk gecontamineerd?

Ja

Welke zijn de schadelijke stoffen?

VOC's en PAK's

Wat is hun toxiciteit en in welke mate komen ze voor?

Ze komen in dermate hoge frequentie voor dat ze als 'zeer kankerverwekkend' dienen aanzien te worden

2. In welke mate dringen deze stoffen door de kledij?

Ze dringen door tot op de huid

3. Kunnen deze stoffen geïnhaleerd worden na de interventie?

In mindere mate

=> CONSLUSIE : het is absoluut noodzakelijk dat deze contaminatie verwijderd wordt uit de kledij ! HOE?

NEXT STEPS : STUDIE CTB



- Onderzoek : hoe kunnen de **VOC's** en **PAK's** op een adequate wijze verwijderd worden?
 - **VOC's** : de meeste **VOC's** zijn verdwijnen binnen de 12h na contaminatie.
 - **PAK's** : de meeste **PAK's** hechten zich zeer vast op de verschillende lagen van het brandweerpak, sommige zijn vlugtig in functie van de tijd, dit kan echter maanden/jaren duren.

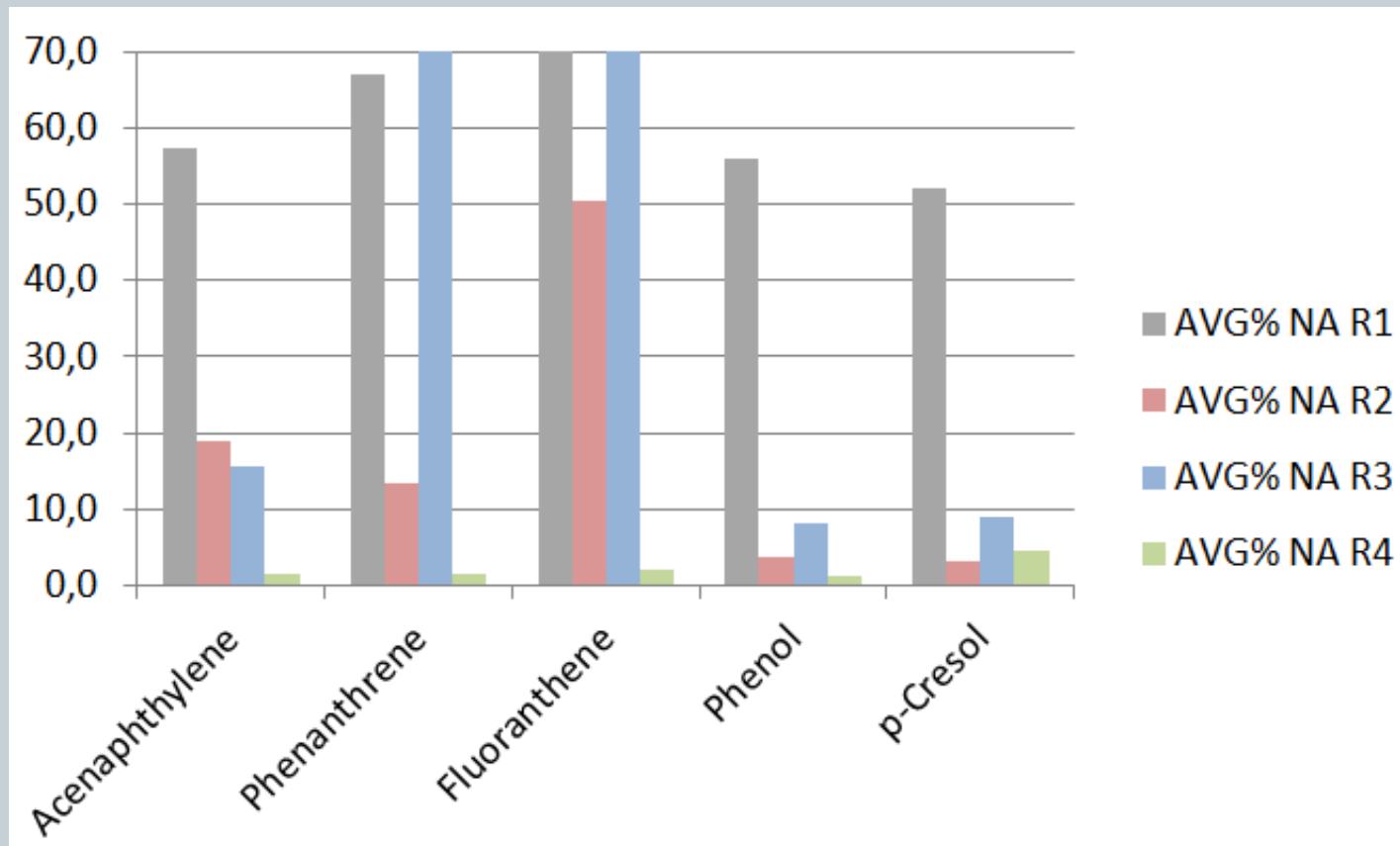
Onderzochte reinigingsmethoden



- Selectie van succesvolle reinigingsmethoden :
 - R1 = Droogijsstralen
 - R2 = Wassen op 60°C (referentie)
 - R3 = Droogkuis (Perchloorethyleen gebaseerd)
 - R4 = CO₂ wassen

Onderzochte reinigingsmethoden

- **Gemiddeld restpercentage aan kerncomponenten**
na toepassen van de geselecteerde reinigingsmethoden:



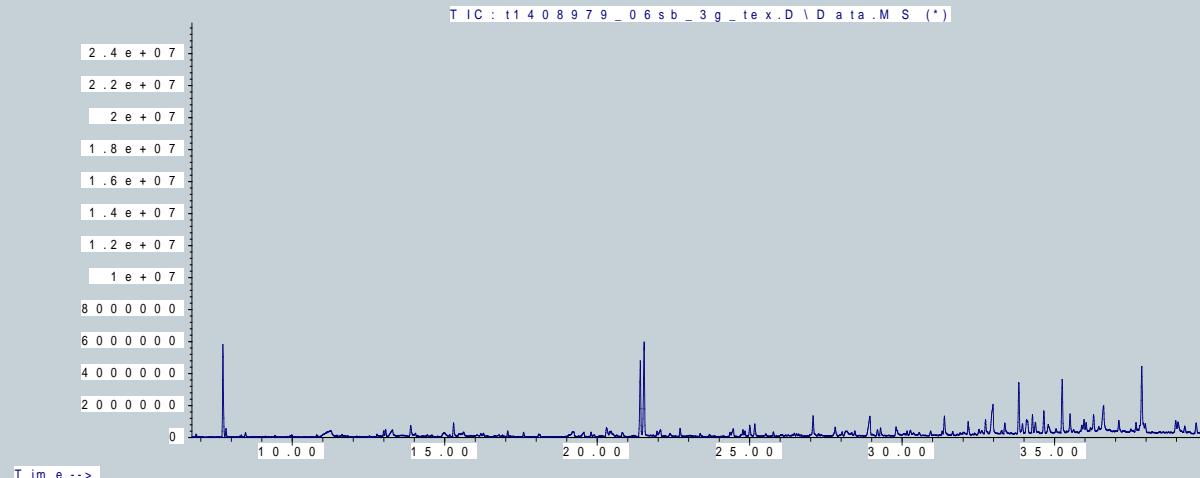
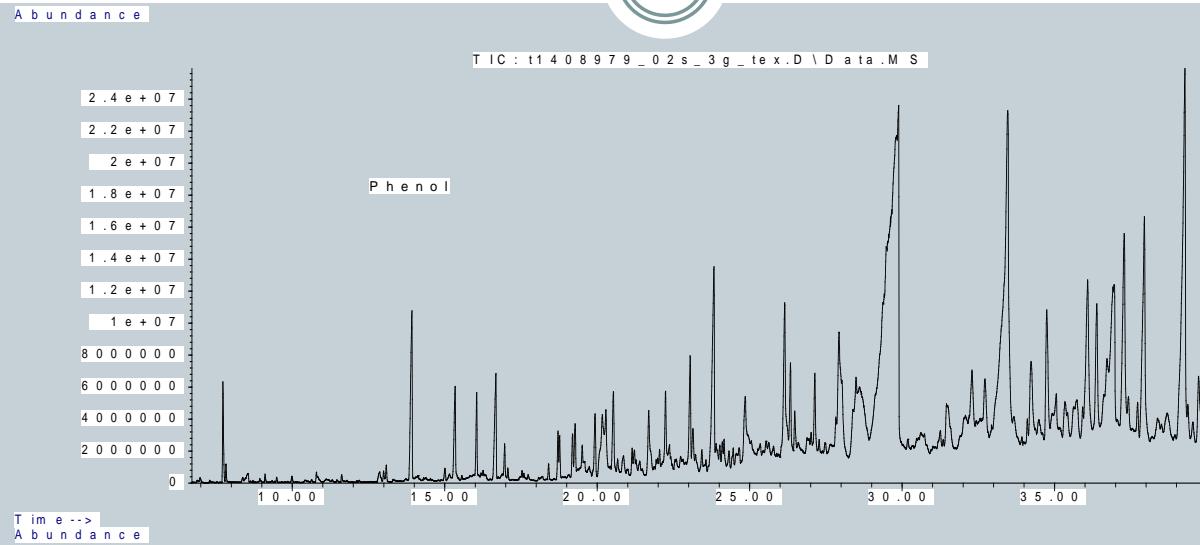
Resultaten CO₂ wassen



- CO₂ wassen voor zeer vervuilde en oude pakken (10j oud)



RESULTAAT CO₂ - reinigen



Resultaten CO₂ wassen

36

- CO₂ wassen voor vesten die zwaar gecontamineerd zijn met olie.

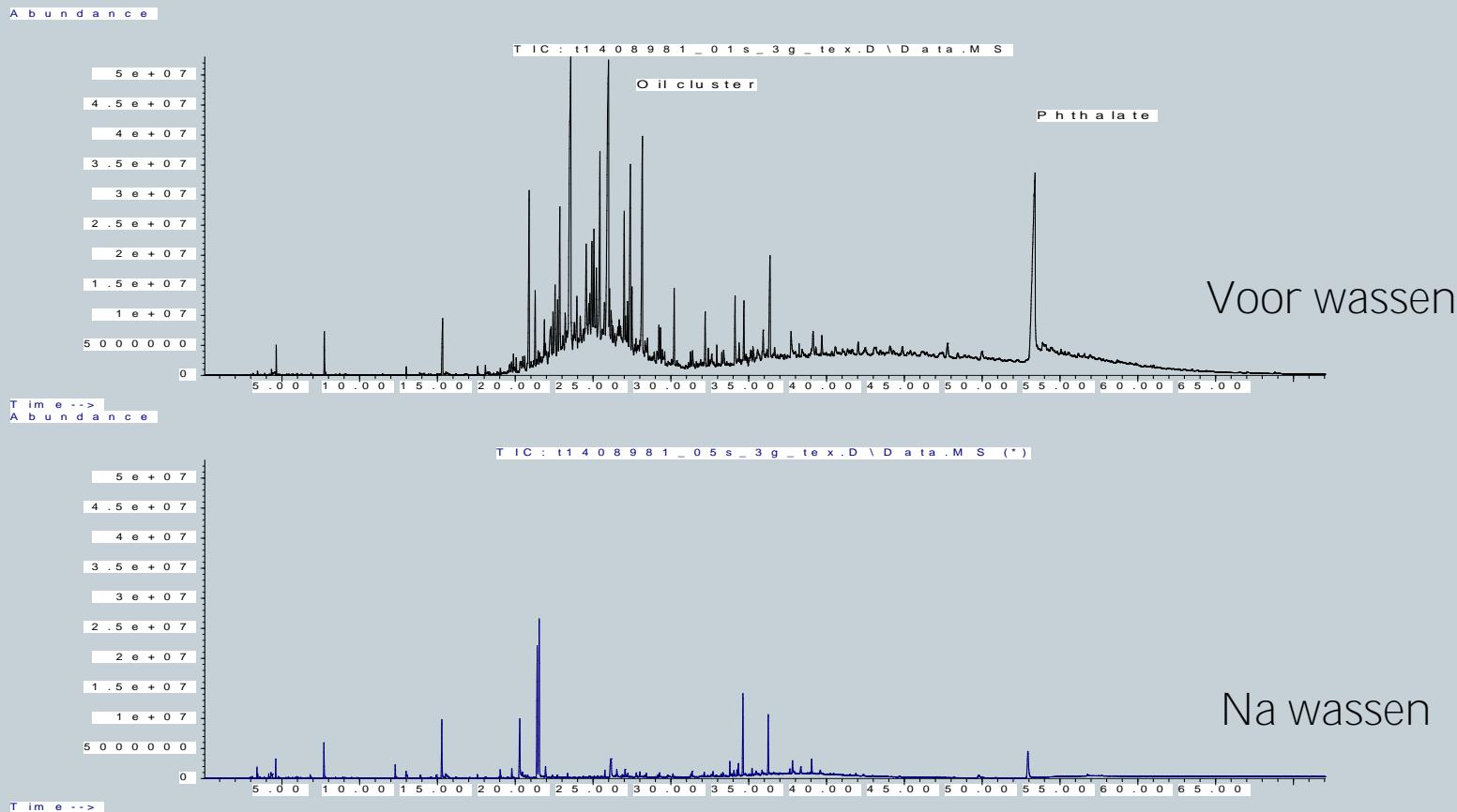


- Visueel ziet het er in orde uit en ruikt ook goed.

Resultaten CO₂ wassen



- Olie kan ook verwijderd worden met CO₂ wassen.



TRADITIONEEL REINIGEN : WASSEN



- Parameters reinigingsproces :
 - Solvent : H₂O + detergent
 - Temperatuur : 60°C
 - Duur : 50min wassen + 150min drogen
- Resultaten :
 - Bij ideale omstandigheden worden 57% van de PAK's verwijderd, zware PAK's blijven aanwezig op alle lagen van het brandweerpak.
- Kostprijs : gem. 25euro/brandweerpak



DECONTAMINEREN



- Parameters reinigingsproces :
 - Solvent : CO2
 - Temperatuur : kamertemp.
 - Duur : 20min.
- Resultaten :
 - Er is een reductie van 98% van de **PAK's**
- Kostprijs :
 - ? />



ENQUETE BRANDWEERFORUM



- Hoe gebeurt het reinigen van uw interventiekledij op dit ogenblik in de diverse kazernes?
 - Eigen wasmachines
 - Uitbesteden aan (gespecialiseerde) wasserijen
 - Andere
- Hoeveel keer wordt uw interventiekledij gemiddeld gewassen? Reden?
 - >1keer/WEEK
 - >1keer/MAAND
 - +/-5-6 keer /JAAR
 - 1keer/JAAR (of minder?)



NEXT STEPS



- Parlementaire vragen :
 - Temmerman
 - Dumon
 - Hufkens
- Oprichting expertenwerkgroep
 - Advies toxicoloog Jan Tytgat, KUL
- Richtlijn → Ministeriële omzendbrief
- Publicatie : mei/juni 2015



Voorlopige richtlijn – verleden/heden



1. INVENTARIS interventiekledij, de kledij dient ingedeeld te worden volgens :
 - Leeftijd
 - Contaminatieprofiel brand (aantal keer onderworpen aan brandinterventie)
 - Algemene toestand, membraan in tact
2. Kledij die de code rood heeft dient asap vervangen te worden.
3. Kledij die de code oranje heeft dient gedecontamineerd en/of hersteld te worden, na decontaminatie/herstelling bekomt het code groen.



Voorlopige richtlijn - toekomst



1. Elke brandweerman/vrouw dient steeds te beschikken over minstens 2 interventiepakken met code groen. (het huidige pak kan dienen als 2^{de} pak op voorwaarde dat het code groen heeft)
2. Een interventiepak krijgt code oranje na elke brandinterventie* of na een tijdverloop van 3maand.
3. De pakken dienen jaarlijks aan een inspectie onderworpen te worden, deze kan de code rood toekennen.



Specifieke regels brandinterventie*



- Op plaats interventie : onmiddellijk na de interventie dienen de **PBM's** van het lichaam verwijderd te worden en in afzonderlijke afsluitbare plastic zakken gestopt te worden. (cfr. Scandinavisch model).
- Bij aankomst kazerne : de hulpverlener ontdoet zich eveneens van zijn onderkledij (eveneens in plastic zakken) en wast zich met aangepaste zepen.
- De kledij wordt opgehaald door een gespecialiseerde firma en wordt gedecontamineerd terug gebracht.



firebrigadestory.wmv



Project opvolging kledij



Screenshot of the ibz website showing a search interface for firefighter uniforms. The search bar contains the number 00000001. Below the search bar are several filter options: Brandweerzone (Brandweerzone), Instellingen en bewerking (Instellingen en bewerking), Veiligheid en preventie (Veiligheid en preventie), Onderhoud (Onderhoud), Vlaanderen en Brussel (Vlaanderen en Brussel), Veiligheidsregio's (Veiligheidsregio's), and Veiligheidsregio's voor tankvoertuigen (Veiligheidsregio's voor tankvoertuigen).

Database

Kledingstuk	00000001
WO nummer	987654
Style	999B
Taille	XL Regular
Datum productie	15.01.2014
Zone	Centrum
Post	Gent
Naam	Kurt Maes
Leverdatum	23.05.2014
Pakbonnummer	10010103
Kledingstuk	---

A dropdown menu is open under 'Kledingstuk' with the following options: Ontvangst Kledingstuk, Onderhoud kledingstuk, Behandeling FC, Reparatie kledingstuk, Kledingstuk in brand gebruikt, IGS - interventie gevaarlijke stoffen, and ...

ibz



Screenshot of the ibz website showing the traceability of uniform 00000001. The search bar contains the number 00000001. Below the search bar are several filter options: Brandweerzone (Brandweerzone), Instellingen en bewerking (Instellingen en bewerking), Veiligheid en preventie (Veiligheid en preventie), Onderhoud (Onderhoud), Vlaanderen en Brussel (Vlaanderen en Brussel), Veiligheidsregio's (Veiligheidsregio's), and Veiligheidsregio's voor tankvoertuigen (Veiligheidsregio's voor tankvoertuigen).

Traceability

Kledingstuk	00000001
Naam	Kurt Maes
WO nummer	987654
Style	999B
Taille	XL Regular
Zone	Centrum
Post	Gent
15.01.2014	Datum productie
23.05.2014	Leverdatum
12.06.2014	Ontvangst Kledingstuk
24.09.2014	Onderhoud Kledingstuk
11.10.2014	Behandeling FC
15.11.2014	Kledingstuk in brand gebruikt
21.11.2014	Reparatie kledingstuk

ibz



Inspectie kledij - JAS



► **Openingen voor reparatie (jas)**

TEXPORT® integreert al sinds 2005 reparatie-openingen in de kleding. Dit heeft twee voordelen: enerzijds kan de verantwoordelijke een visuele controle houden, om te bepalen in hoeverre binnendelen van de kleding (membranen) beschadigd zijn, anderzijds stelt het in staat tot snelle en eenvoudige reparatie van alle lagen. In totaal beschikt de jas over drie reparatie-ritssluitingen.





Inspectie kledij - BROEK



► **Openingen voor reparatie (broek)**

TEXPORT® integreert al sinds 2005 reparatie-openingen in de kleding. Dit heeft twee voordelen: enerzijds kan de verantwoordelijke een visuele controle houden, om te bepalen in hoeverre binnendelen van de kleding (membranen) beschadigd zijn, anderzijds stelt het in staat tot snelle en eenvoudige reparatie van alle lagen. De broek beschikt over twee achter elkaar liggende reparatie-ritssluitingen.



Vragen?



Bedankt voor uw aandacht !