

# Handreiking ergonomische beoordeling brandweerkleding



Nederlands Instituut Publieke Veiligheid  
Postbus 7010  
6801 HA Arnhem  
Kemperbergerweg 783, Arnhem  
[www.nipv.nl](http://www.nipv.nl)  
[info@nipv.nl](mailto:info@nipv.nl)  
026 355 24 00

## Colofon

Ondanks de aan de samenstelling van de tekst bestede zorg kan de samensteller geen aansprakelijkheid aanvaarden voor schade ontstaan door eventuele fouten c.q. onvolkomenheden in deze handreiking.

Om deze publicatie te kunnen blijven ontwikkelen en verbeteren, ontvangen wij graag commentaar en suggesties ter verbetering. Vragen of opmerkingen kunt u sturen naar [info@nipv.nl](mailto:info@nipv.nl), onder vermelding van de titel van dit document.

Een *handreiking* is een publicatie die de status heeft van een adviserend document. In een handreiking wordt organisatie- en/of toepassingsgerichte methodiek vastgelegd. Het gaat daarbij om leerervaringen en leerpunten, best practices, deskundigen-, beleids- en uitvoeringsadviezen.

© Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (NIPV), 2023

|                     |                                                 |
|---------------------|-------------------------------------------------|
| Auteurs             | R. Heus, K. Kuklane, L. Kistemaker, M. Kemmeren |
| Met medewerking van | E. Mol en P. Verhage                            |
| Contactpersoon      | R. Heus                                         |

|                |                              |
|----------------|------------------------------|
| Opdrachtgever  | Klantenraad Brandweerkleding |
| Contactpersoon | Hans Zuidijk                 |

|        |                                                |
|--------|------------------------------------------------|
| Status | Voorlopige versie uitgereikt tijdens ECPC 2023 |
| Datum  | 11 mei 2023                                    |

|            |                 |
|------------|-----------------|
| Foto cover | Rob Jastrzebski |
|------------|-----------------|

Wij hechten veel belang aan kennisdeling. Delen uit deze publicatie mogen dan ook worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding.

Het Nederlands Instituut Publieke Veiligheid is bij wet vastgelegd onder de naam Instituut Fysieke Veiligheid.

# Inhoud

|          |                                                                   |           |
|----------|-------------------------------------------------------------------|-----------|
|          | <b>Voorwoord</b>                                                  | <b>4</b>  |
|          | <b>Inleiding</b>                                                  | <b>5</b>  |
| <b>1</b> | <b>Reikwijdte</b>                                                 | <b>8</b>  |
| <b>2</b> | <b>Normen</b>                                                     | <b>9</b>  |
| <b>3</b> | <b>Gebruikte termen en definities</b>                             | <b>10</b> |
| <b>4</b> | <b>Methodologie ergonomische (praktijk)testen</b>                 | <b>12</b> |
| 4.1      | Testpersonen                                                      | 13        |
| 4.2      | Kleding                                                           | 14        |
| 4.3      | Soort test                                                        | 14        |
| 4.4      | Testvolgorde                                                      | 15        |
| 4.5      | De onderdelen van de praktijktesten voor ergonomische beoordeling | 16        |
| 4.6      | Testbenodigdheden                                                 | 23        |
| 4.7      | Vragenlijsten                                                     | 24        |
| 4.8      | Analyse van de testresultaten                                     | 29        |
| <b>5</b> | <b>Testrapport</b>                                                | <b>31</b> |
|          | <b>Literatuurlijst</b>                                            | <b>34</b> |
|          | <b>Bijlage A PAR Q Test</b>                                       | <b>35</b> |
|          | <b>Bijlage B Voorbeeld 'Informed consent'</b>                     | <b>36</b> |
|          | <b>Bijlage C Testinstructies</b>                                  | <b>37</b> |

# Voorwoord

Het hier beschreven testprotocol is een deskundigenadvies van het Kenniscentrum Arbeidsveiligheid voor de veiligheidsregio's om bij aanbestedingen van beschermende (uitruk)kleding deze kleding te kunnen toetsen op de praktische en ergonomische geschiktheid voor het doel waarvoor ze gebruikt zal worden. Alle kleding voldoet aan minimale gebruiks- en designeisen zoals vastgelegd in betreffende internationale productnormen, maar door ze te testen op praktische bruikbaarheid is het mogelijk om de kleding te kunnen rangschikken volgens de specifieke geschiktheidseisen waaraan de beschermende kleding voor de betreffende veiligheidsregio moet voldoen. Daarnaast kunnen de hier beschreven testen gebruikt worden om objectieve waarden toe te kennen aan het aanvaardbare prestatieverlies.

Hans Zuidijk,  
Directeur Veiligheidsregio Hollands Midden  
Voorzitter Klantenraad Brandweerkleding

# Inleiding

## Achtergrond

In extreme omstandigheden, zoals tijdens brandbestrijding, is speciale beschermende (uitruk)kleding vereist om het werk uit te (kunnen) voeren. Beschermende (uitruk)kleding moet net als alle andere persoonlijke beschermingsmiddelen voor de brandweer voldoen aan Europese wet- en regelgeving ((EU) 2016/425<sup>1</sup>). Deze verordening stelt eisen vast voor de materialen, het ontwerp en de vervaardiging van persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) met het oog op de bescherming van de gezondheid en de veiligheid van de gebruikers. Door (uitruk)kleding te testen volgens de Europese Norm (EN469)<sup>2</sup> wordt aan deze voorwaarden voldaan en de vereiste minimale kwaliteit van de kleding(materialen) voor de vervaardiging van beschermende kleding gegarandeerd.

Toch wil dat niet altijd zeggen dat (uitruk)kleding zorgt voor optimaal gebruiksgemak en comfort, want beschermende kleding hindert brandweerlieden bij hun activiteiten en kan een fysiologische en ergonomische impact hebben. Als in een risicobeoordeling wordt vastgesteld dat hinder kan worden verwacht van de beschermende kleding, is het belangrijk dat ergonomische en (thermisch) fysiologische testen worden uitgevoerd om de geschiktheid van de gekozen kleding onder de verwachte gebruiksomstandigheden te waarborgen. Dergelijke testen worden in de Europese Norm EN469 niet als zodanig beschreven. Om die reden voeren de meeste veiligheidsregio's in aanbestedingstrajecten voor nieuwe beschermende kleding voor brandbestrijding vaak (subjectieve) praktijktesten met het eigen personeel uit om zich een beeld te vormen van de beschermende kwaliteit, het gebruiksgemak en de comfortbeleving door de eindgebruiker van de aangeboden kleding (Figuur I.1). Hoewel de meeste veiligheidsregio's vergelijkbare testen uitvoeren, zijn de testonderdelen, de omstandigheden en de evaluatiemethoden niet altijd hetzelfde en is het lastig of zelfs onmogelijk om de testen van verschillende regio's met elkaar te vergelijken.



Daarnaast zijn de uitgevoerde testen vaak lastig te reproduceren.

<sup>1</sup> Verordening (EU) 2016/425 van het Europees Parlement en de Raad van 9 maart 2016 betreffende persoonlijke beschermingsmiddelen en tot intrekking van Richtlijn 89/686/EEG van de Raad.

<sup>2</sup> EN 469 (2020). Beschermende kleding voor de brandweer - Prestatie-eisen voor beschermende kleding voor brandbestrijding.

## Figuur I.1 Voorbeeld praktijktestonderdeel

Samengevat betekent dit momenteel dat:

1. het onmogelijk is afzonderlijk uitgevoerde praktijktesten tussen veiligheidsregio's goed te vergelijken
2. er geen (eenduidige) database is met praktijktestresultaten van (uitruk)kleding waar veiligheidsregio's kennis uit kunnen halen
3. grenzen met betrekking tot het hanteren van de veiligheid van de testpersonen in (gesimuleerde) gebruiksomstandigheden onvoldoende zijn beschreven (een risico-inventarisatie voor testuitvoering is noodzakelijk)
4. testresultaten van verschillende aanbieders door een onvoldoende uitgewerkte testmethodologie<sup>3</sup> niet onafhankelijk van elkaar worden verkregen, omdat de voorgaande test van invloed kan zijn op de daaropvolgende test.

Vanwege bovengenoemde redenen heeft de Klantenraad Brandweerkleding aan het Nederlands Instituut voor Publieke Veiligheid (NIPV) gevraagd een handreiking te maken voor gestandaardiseerde praktijktesten voor ergonomische beoordeling, die het mogelijk maken de ergonomie van de (uitruk)kleding objectief te beoordelen volgens de grondbeginselen van Europese aanbesteding, namelijk: "Objectief, transparant en non discriminatoir" (art. 18, Richtlijn 2014/24/EU)<sup>4</sup>. Deze handreiking geeft invulling aan deze principes. De praktijktesten voor ergonomische beoordeling moeten een aantal aspecten toetsen die voor de gebruikers van groot belang zijn in hun dagelijks functioneren in de kleding, te weten: de bewegingsvrijheid, het comfort, de hitte- en stralingsbescherming en – optioneel – de bescherming tegen klimatologische omstandigheden en de bescherming tegen (blus)water.

## Doelstelling

Functionaliteit ((thermisch) comfort, ergonomie en compatibiliteit) zijn belangrijke aspecten bij de aanschaf van beschermende (uitruk)kleding. Relevante productnormen voor beschermende (uitruk)kleding zullen het uitgangspunt zijn voor een masterlijst van eisen en wensen. Aangezien testen voor functionaliteit (grotendeels) ontbreken in de relevante productnormen, is een gestandaardiseerde set testen nodig om ervoor te zorgen dat de beschermende kleding voldoet aan de functionaliteitseisen die door een inkoopafdeling van de veiligheidsregio's worden gesteld.

Het doel van dit project is het opstellen van een handreiking voor uniforme (ergonomische) testen voor (uitruk)kleding waarmee veiligheidsregio's op dezelfde gestandaardiseerde en reproduceerbare wijze praktijktesten met eindgebruikers kunnen uitvoeren. Het beschreven testprotocol zal daarmee een belangrijk (kwantitatief en kwalitatief) hulpmiddel zijn bij het selecteren van (uitruk)kleding door veiligheidsregio's.

Voor en tijdens de testen wordt rekening gehouden met:

---

<sup>3</sup> Voor een goede testmethodologie moet gebruik worden gemaakt van een gerandomiseerde volgorde in het dragen van de testkleding door de testpersonen, waarbij bij voorkeur gebruik wordt gemaakt van referentiekleding (bv. het operationeel uniform of het 'oude' pak) en er voldoende rust en herstel zit tussen de testen met verschillende typen kleding (zie ook prEN17558 Ergonomics - Ergonomics of PPE ensembles).

<sup>4</sup> Richtlijn 2014/24/EU van het Europees Parlement en de Raad van 26 februari 2014 betreffende het plaatsen van overheidsopdrachten en tot intrekking van Richtlijn 2004/18/EG)

- > mogelijke bewegingsvrijheid, (hitte)bescherming, comfort en fysieke belasting van de (uitruk)kleding
- > de gebruikte testmethodologie
- > veiligheidsaspecten tijdens de praktijktestomstandigheden
- > diverse scenario's waaronder de (uitruk)kleding moet worden gebruikt
- > het gebruik in combinatie met andere persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM's) zoals hoofd-, hand-, voet- en adembescherming
- > het programma van eisen (binnen een aanbestedingstraject).

Wanneer praktijktesten voor ergonomische beoordeling deel uitmaken van het inkoopproces (zowel als gunningcriterium of als verificatie), is het noodzakelijk dat ze gestandaardiseerd, valide en betrouwbaar zijn en dat de resultaten traceerbaar en reproduceerbaar zijn door en voor de leveranciers van beschermende (uitruk)kleding.

Opmerking: Dezelfde systematiek kan in de toekomst ook worden gebruikt voor andere persoonlijke beschermingsmiddelen voor brandweerpersoneel.

# 1 Reikwijdte

Dit document bevat testmethoden voor het vergelijken van de prestaties van verschillende beschermende kledingensembles als onderdeel van een selectieproces voor (nieuwe) beschermende (uitruk)kleding.

Dit document vervangt niet de productnormen voor de certificering van beschermende (uitruk)kleding. Het specificeert het testen van beschermende (uitruk)kleding, eventueel samen met andere individuele PBM-items, als een beschermend ensemble (een geïntegreerd beschermend systeem). Op die manier kunnen mogelijk nadelige interacties tussen de beschermende (uitruk)kleding en de andere individuele PBM-items worden geïdentificeerd en geëvalueerd. Items die niet voldoen aan een productnorm maken geen deel uit van het beschermend kledingensemble, maar kunnen wel invloed hebben op de prestaties van de beschermende (uitruk)kleding (bijvoorbeeld ondergoed).

Het document specificeert vereisten voor praktijktesten voor ergonomische beoordeling om ofwel de prestatie van een of meer beschermende (uitruk)kledingconfiguraties te beoordelen aan de hand van een referentie kledingconfiguratie<sup>5</sup> (= benchmarktest), of door de prestaties van twee of meer beschermende (uitruk)kleding configuraties ten opzichte van elkaar te beoordelen (= vergelijkende test).

Dit document bevat voorbeelden van gecontroleerde praktijk- en veldtesten. Het kan ook worden gebruikt om de uitvoering te beoordelen van de ergonomie van een beschermend kledingensemble dat een PBM-item bevat dat nog nooit eerder in een beschermend kledingensemble is opgenomen. Daarnaast kunnen de vermelde methoden worden gecombineerd in gestandaardiseerde en reproduceerbare testbatterijen voor het evalueren van dat beschermend kledingensemble.

---

<sup>5</sup> Bijvoorbeeld het operationeel uniform of de 'huidige' uitrukkleding.

## 2 Normen

In dit document is naast de in de literatuurlijst opgenomen wetenschappelijke publicaties gebruikgemaakt van onderstaande internationale normen. Een deel van de inhoud ervan is onderdeel van de in deze handreiking voorgestelde praktijktesten voor ergonomische beoordeling.

EN 13921 Personal protective equipment - Ergonomic principles. CEN, Brussels, Belgium.

prEN 17558 Ergonomics - Ergonomics of PPE ensembles. CEN, Brussels, Belgium.

ISO 10551. Ergonomics of the physical environment - Subjective judgement scales for assessing physical environments. CEN, Brussels, Belgium.

ISO/TS 20141 Personal Safety — Personal Protective Equipment -Guideline on compatibility Testing of PPE. ISO, Geneva, Switzerland.

ISO/TS 11999-2 PPE for firefighters — Test methods and requirements for PPE used by firefighters who are at risk of exposure to high levels of heat and/or flame while fighting fires occurring in structures — Part 2: Compatibility.

ISO 16073-2 Wildland firefighting personal protective equipment — Requirements and test methods — Part 2: Compatibility.

# 3 Gebruikte termen en definities

Voor de doeleinden van dit document zijn de volgende termen en definities van toepassing.

- > **Benchmark test:** test waarbij nieuwe beschermende kleding wordt vergeleken met een benchmarkconditie (referentiekledingset).
- > **Benchmarkconditie:** conditie waarbij een of meer testpersonen niet-beperkende, minimale, lichte kleding dragen, zoals een korte broek en een katoenen T-shirt of een operationeel uniform, kazernetenue of trainingspak en licht, flexibel schoeisel zoals gymmen met een goede grip.
- > **Binnen-testpersonen-design:** alle testpersonen doen alle testcondities en een testpersoon is zijn eigen controle (zie ook voetnoot 7).
- > **Ergonomie:** toegepaste wetenschap die apparatuur, werk en omgeving bestudeert, ontwerpt en aanpast om tegemoet te komen aan menselijke capaciteiten en beperkingen en om prestatie, veiligheid en comfort te vergroten of te optimaliseren.
- > **Praktijktest(en) voor ergonomische beoordeling:** testprocedure met dragers van beschermende kledingsembles onder gesimuleerde of echte werktaken en, indien relevant, onder verwachte gebruiksomstandigheden.
- > **Hittebescherming:** de isolatie van kleding die de gebruiker beschermt tegen de belastende hitte van de omgeving.
- > **Kledingensemble:** groep kledingstukken die tegelijkertijd op het lichaam worden gedragen.
- > **Kledingconfiguratie:** alle kledingitems die tezamen de beschermende (uitruk)kleding vormen.
- > **Latijns vierkant:** een Latijns vierkant is een  $n \times n$  array gevuld met  $n$  verschillende symbolen, die elk precies één keer voorkomen in elke rij en precies één keer in elke kolom. Een voorbeeld van een  $4 \times 4$  Latijns vierkant is:

|   |   |   |    |
|---|---|---|----|
| A | B | C | D  |
| B | D | A | C  |
| C | A | D | B  |
| D | C | B | A. |

- > **Ondergoed:** de kleding die direct op de huid wordt gedragen.
- > **Onderkleding:** kleding die over het ondergoed, maar onder de beschermende kleding wordt gedragen.
- > **Persoonlijk beschermingsmiddel (PBM):** elk middel dat of elke toepassing die is ontworpen om de gebruiker te beschermen tegen een of meer veiligheids- of gezondheidsrisico's.
- > **PBM-ensemble:** een samenstel van PBM's die door een gebruiker worden gedragen.
- > **Referentiekleding:** een gestandaardiseerde kledingconfiguratie waarmee de nieuwe kleding wordt vergeleken.
- > **Testpersoon:** iemand die meedoet aan een onderzoek of een experiment en voldoet aan de vooraf gestelde minimale geschiktheidseisen.

- > **Testprotocol:** vooraf gedefinieerde gedetailleerde testspecificaties die de testmeetgrootheden, de vereiste testcondities en de testmeetwaarden definiëren.
- > **Vergelijkende test:** test waarbij twee of meer ensembles onderling met elkaar worden vergeleken.
- > **Warmtebelasting:** de omstandigheid waarbij een persoon als gevolg van het dragen van kleding onvoldoende warmte aan de omgeving kwijt kan raken.

## 4 Methodologie ergonomische (praktijk)testen

De ergonomie van (uitruk)kleding wordt getest door gebruik te maken van testpersonen, manikins en/of (computer)modellen. Dit document gaat alleen over het testen van de ergonomie van beschermende (uitruk)kleding met testpersonen. Bij alle testen met testpersonen moet rekening worden gehouden met de Verordening (EU) 2016/679<sup>6</sup> betreffende de bescherming van natuurlijke personen in verband met de verwerking van persoonsgegevens en betreffende het vrije verkeer van die gegevens en tot intrekking van Richtlijn 95/46/EG (Algemene Verordening Gegevensbescherming). Ook moet rekening gehouden worden met de ethische aspecten van testen met mensen en moet de Verklaring van Helsinki worden gevolgd.<sup>7</sup> Informatie over alternatieve testen, bijvoorbeeld met een manikin en/of (virtuele) modellen, is beschikbaar in bijlage K van prEN 17558.

Voor de ergonomische evaluatie wordt middels een representatieve steekproef van gebruikers een groep testpersonen geselecteerd (zie bijlage A van prEN 17558 voor details). Om ervoor te zorgen dat de volgorde van experimenten de testresultaten niet beïnvloedt (bijlage A van prEN 17558), moet een uitgebalanceerd ontwerp voor herhaalde metingen in een binnen-testpersonen-design<sup>8</sup> worden gebruikt voor het testen van ensembles.

Een (ergonomische) analyse van taken onder de te verwachten gebruiksomstandigheden wordt aanbevolen voordat specifieke ergonometesten worden geselecteerd, om te garanderen dat alle belangrijke potentiële beperkingen van de kleding worden gedekt. Testen worden bij voorkeur uitgevoerd in gecontroleerde ('laboratorium')omstandigheden, maar additioneel kunnen de testen ook worden uitgevoerd onder gesimuleerde operationele condities die lijken op de te verwachten gebruiksomstandigheden. Denk aan omgevingsparameters zoals hitte, rook, kou, straling, slechte verlichting, geluid, enzovoort.

Indien testen worden uitgevoerd in een veiligheidsregio wordt het sterk aanbevolen een persoon die is opgeleid in ergonomie (bijvoorbeeld een arbo-expert, ergonoom of arbeidshygiënist) verantwoordelijk te maken voor de testuitvoering en de testresultaten te laten interpreteren. Het kan hierbij gaan om een persoon die gecertificeerd is voor die taak, maar ook om iemand die een lange (gedocumenteerde) ervaring heeft op het gebied van ergonomie, te zien aan bijvoorbeeld publicaties of gedocumenteerde eerdere evaluaties.

---

<sup>6</sup> De belangrijkste bepalingen uit de AVG zijn als volgt samen te vatten: persoonsgegevens mogen alleen worden verwerkt in overeenstemming met de wet. Voor de betrokkene (dat is degene van wie de persoonsgegevens verwerkt worden) **moet** het behoorlijk en transparant zijn hoe en waarom de persoonsgegevens verwerkt worden.

<sup>7</sup> In grote lijnen komt de verklaring erop neer dat het belang van de testpersoon altijd voorop staat en zwaarder weegt dan het belang van het onderzoek en dat deelname strikt vrijwillig moet zijn. Zo nodig moet de testpersoon tegen zichzelf in bescherming worden genomen. Onderzoek is alleen toegestaan als de resultaten ook openbaar zijn en als de onderzoeksopzet wetenschappelijk verantwoord is, zodat de conclusies geldigheid hebben. Het onderzoek is alleen toegestaan als het niet op een andere minder riskante of minder belastende manier kan worden verricht en als er niet al een betere behandeling of methode bekend is.

<sup>8</sup> Dat wil zeggen dat de testresultaten altijd een vergelijking zijn van de resultaten van dezelfde persoon, omdat de verschillen tussen personen te groot zijn.

De instructies voor een goede testuitvoering staan beschreven in bijlage B. Een veiligheids-regio kan ook besluiten om de testen te laten uitvoeren en analyseren door een erkend onderzoeksinstituut<sup>9</sup> dat kennis en ervaring heeft met de uitvoering van ergonomisch testen.

## 4.1 Testpersonen

Om betrouwbare resultaten van de uit te voeren testen te krijgen wordt geadviseerd minimaal zes<sup>10</sup> ervaren en fitte brandweermensen als testpersonen te laten deelnemen. Deze moeten een zo representatief mogelijke vertegenwoordiging zijn van de beoogde brandweerpopulatie. De testpersonen moeten bekend zijn met de beperkingen van beschermende (uitruk)kleding en de uit te voeren testonderdelen. Voordat de deelnemers mee mogen doen, moeten ze net als voor deelname aan het PPMO een PAR-Q vragenlijst invullen (Bijlage A), waarbij een 'ja' op een van de vragen automatisch uitsluiting van testdeelname betekent. Verder vullen ze onderstaande gegevens in. Deze data worden conform de Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG) behandeld en worden alleen verzameld om eventueel achteraf resultaten te kunnen verifiëren. Na afloop worden de gegevens geanonimiseerd opgeslagen. De testpersonen mogen alleen deelnemen als ze voorafgaand aan de testen voldoende rust hebben genoten (minimaal 8 uren slaap).

|                     |                                          |
|---------------------|------------------------------------------|
| Naam:               | .....                                    |
| Leeftijd:           | ..... (jaar)                             |
| Ervaring:           | ..... (jaar)                             |
| Lengte:             | ..... (m)                                |
| Gewicht:            | ..... (kg)                               |
| BMI <sup>11</sup> : | .....                                    |
| Geslacht:           | m/v/x                                    |
| Fitheid:            | goed/redelijk/matig/slecht <sup>12</sup> |

Alle testpersonen gekleed in ondergoed van de juiste maat voeren tenminste twee keer het testprotocol uit met:

- > **referentiekleding** in de juiste maat over het gestandaardiseerde ondergoed, bij voorkeur een operationeel uniform (of hun eerdere (uitruk)kleding of sportkleding).  
*Opmerking: Belangrijk is dat altijd dezelfde onderkleding wordt gedragen.*
- > **testkleding** in de juiste maat (beschermende (uitruk)kleding) over het gestandaardiseerde ondergoed en eventueel aangevuld met noodzakelijke onderkleding.

Testpersonen worden geacht tijdens de activiteiten van de praktijktesten voor ergonomische beoordeling de beschermende (uitruk)kleding te dragen volgens de instructies van de leverancier. Het is de verantwoordelijkheid van de leverancier om de beschermende (uitruk-)kleding in de juiste maat en pasvorm voor de testpersonen te leveren, die vervolgens (**een deel van**) de praktijktesten voor ergonomische beoordeling uitvoeren zoals beschreven in paragraaf 4.5.

<sup>9</sup> Bijvoorbeeld NIPV of TNO.

<sup>10</sup> Hoe kleiner de te verwachten verschillen tussen de beschermende kledingconfiguraties zijn, hoe groter het aantal testpersonen dient te zijn om de daadwerkelijke verschillen statistisch significant te laten zijn.

<sup>11</sup> BMI (Body Mass Index) is: gewicht/lengte<sup>2</sup>.

<sup>12</sup> Fitheid naar eigen inschatting.

De uitvoering van de testen gebeurt nadat van tevoren een ‘informed consent-formulier’<sup>13</sup> (Bijlage B) is ingevuld, waarin het doel van het onderzoek en de taken zijn uitgelegd, en nadat testpersonen is verteld dat ze volkomen vrijwillig deelnemen aan het onderzoek en ze zich te allen tijde mogen terugtrekken uit de testen als zij dat willen.

## 4.2 Kleding

Alle kledingitems van de beschermende (uitruk)kleding worden gedragen in overeenstemming met de gebruiksinstructies van de leveranciers en zijn volledig ontdaan van specifieke leverancierskenmerken. Een volledige beschrijving van een kledingconfiguratie inclusief ondergoed, onderkleding en de overige gedragen persoonlijke beschermingsmiddelen tijdens de testuitvoering moet worden vermeld in het testrapport (zie hoofdstuk 5). Hoewel het ondergoed en/of de onderkleding die gedragen wordt in combinatie met de beschermende (uitruk)kleding zelf geen beschermende kleding is, kan dit wel van invloed zijn op het gebruik van de beschermende (uitruk)kleding. Kleding onder de beschermende (uitruk)kleding kan bijvoorbeeld de warmteafgifte beïnvloeden en daarmee de comfort-beleving en zelfs de veiligheid. Evenzo kan (te) strak zittende onderkleding of dikke onderkleding de bewegingsvrijheid beïnvloeden en daarmee testresultaten en de veiligheid.

## 4.3 Soort test

Alle uitgevoerde testonderdelen van het testprotocol (zie paragraaf 4.5) hebben tot doel om:

- > Twee of meer beschermende (uitruk)kledingconfiguraties (met vergelijkbare beschermende functies) te vergelijken. Het gaat dan om vergelijkende testen volgens paragraaf 4.3.1.
- > Een beschermende (uitruk)kledingconfiguratie te vergelijken met een referentiekledingconfiguratie (bijvoorbeeld het oude uitrustpak, een operationeel uniform of een trainingspak. Het gaat dan om benchmarktesten in overeenstemming met paragraaf 4.3.2.

### 4.3.1 Vergelijkende test

Als beschermende (uitruk)kleding moet worden vervangen, wordt de kleding van de verschillende aanbieders met elkaar vergeleken. Er wordt dan bepaald welke leverancier het beste scoort ten opzichte van de andere aanbieders. Om te zorgen voor een vergelijkbare interactie met andere onderdelen van de beschermende uitrusting (bijvoorbeeld helmen, handschoenen of schoeisel) moet bij het testen van de kleding van alle aanbieders gebruik worden gemaakt van dezelfde overige persoonlijke beschermingsmiddelen. Deze beschermingsmiddelen mogen de bestaande in gebruik zijnde middelen zijn. De status van de overige beschermingsmiddelen moet ook worden vermeld in het testrapport (hoofdstuk 6). De beschermende (uitruk)kleding van de verschillende aanbieders bij vergelijkend testen wordt onderworpen aan een vooraf bekendgemaakte selectie van de testonderdelen zoals beschreven in paragraaf 4.5.

---

<sup>13</sup> Geïnformeerde toestemmingsverklaring.

### 4.3.2 Benchmarktest

Beschermende (uitruk)kleding kan ook worden vergeleken met een referentie (zoals de huidige beschermende (uitruk)kleding, het operationeel uniform of een trainingspak) met behulp van een vooraf gemaakte selectie van de testen in paragraaf 4.5. Dit worden benchmarktesten genoemd. De uitvoering van de testen in de referentiekleding noemen we de standaard. Ook bij benchmarktesten geldt dat overige onderdelen van de beschermende uitrusting in alle gevallen identiek moeten zijn. Als de benchmark het operationeel uniform is of een trainingspak, dient men er rekening mee te houden dat bepaalde onderdelen van de beschermende uitrusting niet gebruikt kunnen worden in combinatie met de referentie. Verder is het belangrijk van tevoren als criterium te stellen dat de kleding niet meer prestatieverlies mag geven dan een bepaald percentage<sup>14</sup> van de referentiekleding.

## 4.4 Testvolgorde

Om een goed eindresultaat te bereiken is het van belang dat de testen in een gebalanceerde volgorde worden uitgevoerd (randomiseren). Als bijvoorbeeld door herhaalde uitvoering van bepaalde testen een leereffect zou kunnen ontstaan dat leidt tot een betere uitvoering van de test, dan moet de testvolgorde dit mogelijke leereffect uitmiddelen. Dat betekent niet dat het leereffect er niet is, maar dat het wordt gemiddeld over de verschillende kledingconfiguraties en testpersonen en zodoende geen effect meer heeft op de totale testuitslag. Dat geldt bijvoorbeeld ook voor een eventueel effect van rustpauzes tijdens een testdag. Voldoende rust betekent dat de rustpauze tussen twee sessies minimaal drie keer zo lang duurt als de sessie zelf duurde.

Wanneer twee beschermende (uitruk)kledingconfiguraties moeten worden getest door middel van vergelijkende of benchmarktests, moet een cross-overdesign worden gebruikt. Dit betekent bijvoorbeeld dat testpersonen een volgorde voor de kledingconfiguraties krijgen toegewezen, waarbij één configuratie als eerste door de ene helft van de testpersonen wordt gedragen en de tweede configuratie door de andere helft. Dit wordt een gebalanceerde experimentele testopzet genoemd. In het geval er drie of meer kledingconfiguraties zijn om te vergelijken, wordt een onderzoeksopzet met behulp van een Latijns vierkant opgezet, waarbij individuele testpersonen worden toegewezen aan een draagvolgorde volgens de rijen van dergelijke vierkanten (Tabel 4.1).

**Tabel 4.1 Latijns vierkant voor drie verschillende (uitruk)pakken en zes testpersonen**

| Testpersoon | Volgorde van dragen van beschermende (uitruk)kleding |             |             |
|-------------|------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| 1           | Uitrukpak A                                          | Uitrukpak B | Uitrukpak C |
| 2           | Uitrukpak B                                          | Uitrukpak C | Uitrukpak A |
| 3           | Uitrukpak C                                          | Uitrukpak A | Uitrukpak B |
| 4           | Uitrukpak B                                          | Uitrukpak A | Uitrukpak C |
| 5           | Uitrukpak A                                          | Uitrukpak C | Uitrukpak B |
| 6           | Uitrukpak C                                          | Uitrukpak B | Uitrukpak A |

Hierbij dient te worden opgemerkt dat een dergelijke testopzet vereist dat elke testpersoon de test drie keer uitvoert, waarbij elk van de kledingconfiguraties slechts eenmaal wordt

<sup>14</sup> Waarde vast te stellen in aanbestedingsdocumenten.

gedragen. Om eventuele volgorde-effecten volledig uit te sluiten in bovenstaand voorbeeld dragen maximaal twee testpersonen bepaalde kledingconfiguraties in dezelfde volgorde achter elkaar. Voor meer details over de relevante procedures die ook betrekking hebben op grotere Latijnse vierkanten wordt verwezen naar bijlage A van prEN17558.

## 4.5 De onderdelen van de praktijktesten voor ergonomische beoordeling

Het ergonomisch testprotocol bestaat uit meerdere onderdelen en is bedoeld om de prestaties van de beschermende (uitruk)kleding en de mate van comfort bij het dragen van de beschermende (uitruk)kleding vast te stellen. De uitvoering van de onderdelen van de praktijktesten voor ergonomische beoordeling helpt de brandweer als aanbestedende dienst voor beschermende (uitruk)kleding om voor haar mensen een afgewogen en verantwoorde keuze te maken tussen verschillende aanbieders van beschermende (uitruk)kleding. De verschillende onderdelen van het testprotocol worden in de hiernavolgende paragrafen beschreven.

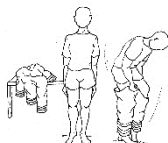
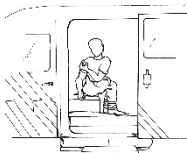
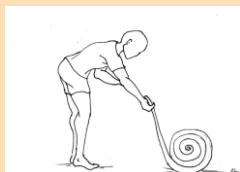
### 4.5.1 Bewegingsvrijheid

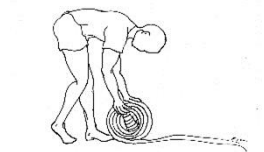
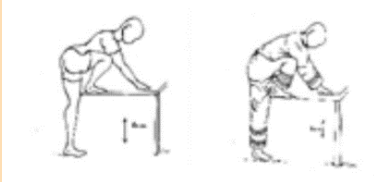
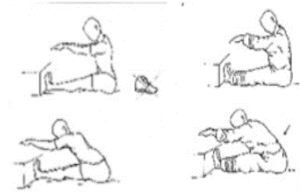
Bewegingsvrijheid in de beschermende (uitruk)kleding is belangrijk om de taken als brandweermens met zo min mogelijk hinder door de kleding uit te kunnen voeren. Dit kan gemeten worden door testonderdelen uit te voeren waarbij zoveel mogelijk eventuele beperkingen door de kleding worden getoetst. Hiervoor zijn in onderstaande Tabel 4.2 de afzonderlijke testonderdelen beschreven, waarbij onder andere gebruikgemaakt wordt van onderdelen van de PPMO-baan.

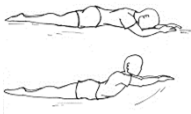
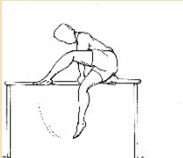
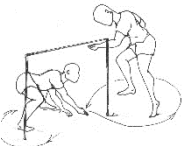
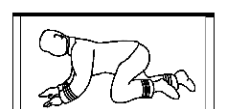
De testonderdelen worden uitgevoerd in een stabiel neutraal klimaat (met een omgevingstemperatuur ( $T_{\text{omg}}$ ) van  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  en een relatieve luchtvochtigheid (RH) van  $55\% \pm 5\%$ ).<sup>15</sup> Het is van belang dat de testen met alle kledingconfiguraties onder vergelijkbare testomstandigheden worden uitgevoerd. Deze gegevens moeten in het testrapport worden opgenomen. Een testpersoon moet de testonderdelen voor elke testconfiguratie op dezelfde wijze uitvoeren om een goede vergelijking tussen de testresultaten te kunnen maken. Dat laatste houdt in dat wanneer de testpersoon niet bekend is met een specifiek testonderdeel, hij of zij dat testonderdeel eerst moet oefenen. De vooraf geselecteerde testonderdelen worden in alle gevallen in dezelfde volgorde afgewerkt.

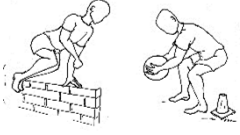
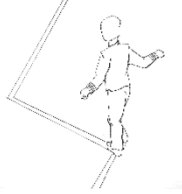
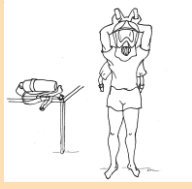
<sup>15</sup> Bijvoorbeeld te meten met ThermoPro TP357 Kamerthermometer, thermometer-hygrometer, Bluetooth 80m, digitaal, met een app of luchtvochtigheidsmeter (<https://buythermopro.com/>).

**Tabel 4.2 Testonderdelen voor het toetsen van de hinder en impact van de beschermende (uitruk)kleding**

| Nr. test-onderdeel | Activiteit testonderdeel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Doel testonderdeel                                                                                                                                                                               | Prestatie maat |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 1                  |  <p><b>a. Aantrekken kleding in de kazerne:</b><br/>Na een startsignaal de beschermende (uitruk)kleding die voor je op een tafel ligt zo snel mogelijk aantrekken, zodat de kleding goed zit en alle openingen gesloten zijn.</p> <p><b>b. Aantrekken (jas van de) kleding in een TS:</b><br/>Na een startsignaal de beschermende (uitruk)kleding zo snel mogelijk aantrekken op een stoel in een TS (model), zodat de kleding goed zit en alle openingen gesloten zijn. Eventueel kan dit ook nog rijdend worden uitgevoerd.</p>  | <p>Bepalen van de ergonomie van de flexibiliteit van de kleding en de sluitingen.</p> <p>Bepalen van de ergonomie van de flexibiliteit van de kleding en de sluitingen in een kleine ruimte.</p> | Tijd (s)       |
| 2                  | <p><b>Ladder klimmen</b><br/>Een vooraf afgesproken hoogte beklimmen op een ladder of een eindeloze ladder, die toereikend is om eventuele beperkingen van de kleding te kunnen opmerken. Bijvoorbeeld een totale hoogte van 10 m of 3 maal 3 meter op en neer.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Bepalen van de hinder tijdens het uitvoeren van een specifieke brandweertaak.                                                                                                                    | Tijd (s)       |
| 3                  | <p><b>Hardlopen:</b><br/>Na een startsignaal zo snel mogelijk sprinten over een afstand van bijvoorbeeld 50 meter. Eventueel te verdelen in heen en weer rennen over een afstand van 5*10 of 10*5 meter.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Bepalen van de hinder van de kleding tijdens een taak waarbij snelheid van belang is.                                                                                                            | Tijd (s)       |
| 4                  | <p><b>Brandweerslang uitrollen:</b><br/>De testpersonen lopen brandweerslangen uit. Na het uitrollen lopen ze met het uiteinde naar de andere kant van de ruimte, zodat de slang volledig gestrekt wordt. Een standaard lagedruk slang wordt gebruikt (bijvoorbeeld gewicht, lengte en diameter van respectievelijk 6 kg, 25 m en 39 mm).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                     | Bepalen van de hinder tijdens een specifieke brandweertaak.                                                                                                                                      | Tijd (s)       |

| Nr. test-onderdeel | Activiteit testonderdeel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Doel testonderdeel                                                                                             | Prestatie maat |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 5                  | <b>Brandweerslang oprollen:</b><br>Testpersonen rollen de uitgelopen slangen op. Hiervoor wordt gebruikgemaakt van dezelfde lagedrukslang (bijvoorbeeld gewicht, lengte en diameter van respectievelijk 6 kg, 25 m en 39 mm).                                                                                                                                          | Bepalen van de hinder tijdens een specifieke brandweertaak.                                                    | Tijd (s)       |
| 6                  | <b>‘Stand-and-reach’:</b><br>Zo ver mogelijk de romp vooroverbuigen met het rechter been op een tafel van 70 cm hoog en het linker op de vloer. De voeten zijn beide volledig horizontaal. Na enkele oefenpogingen zover mogelijk naar voor reiken met gestrekte armen.                                                                                               | Bepalen van de ruimte in het kruis van de broek.                                                               | Afstand (cm)   |
| 7                  | <b>‘Sit-and-reach’:</b><br>Bij dit testonderdeel wordt de testpersonen gevraagd zonder schoenen op de grond te zitten. De benen zijn volledig gestrekt op de vloer en worden met de voetzolen tegen een kistje geplaatst. Daarna moeten zij na enkele oefenpogingen met de handpalmen naar beneden gericht en exact naast elkaar zo ver mogelijk naar voren reiken.  | Bepalen of er bij voorover buigen voldoende ruimte in de jas en broek is om de handeling te kunnen verrichten. | Afstand (cm)   |
| 8                  | <b>‘Sargent jump’:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Bepalen van de hinder van en ruimte in de mouwen.                                                              | Afstand (cm)   |

| Nr. test-onderdeel | Activiteit testonderdeel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Doel testonderdeel                                                           | Prestatie maat |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|                    | <p>De 'sargent jump' is een verticale sprong vanuit stand die de afstand meet tussen de afstand met omhoog gestrekte armen in stand en de hoogste afstand tijdens de sprong met omhoog gestrekte armen. De testpersoon zwaait zijn of haar armen naar beneden en naar achteren, neemt een gehurkte houding aan, pauzeert even om evenwicht te krijgen en springt dan zo hoog mogelijk, waarbij de armen krachtig naar voren en naar boven zwaaien. Meestal zijn de vingers bedekt met krijt, zodat een markering op een bord kan worden gemaakt om de bereikte hoogten voor en na het springen vast te leggen.</p>  |                                                                              |                |
| 9                  | <p><b>Armen en rug strekken:</b><br/>De testpersonen wordt gevraagd platliggend op hun buik op de grond hun romp met gestrekte armen zo ver mogelijk op te richten. Na enkele keren oefenen wordt de afstand tussen de grond en de kin gemeten.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Bepalen van de mogelijkheden die de kleding geeft om naar achter te bewegen. | Afstand (cm)   |
| 10                 | <p><b>Over een hek klimmen:</b><br/>Vanuit stand 5 keer over een hek klimmen met een hoogte van ca. 130cm. De test start na een startsignaal en is klaar wanneer de testpersoon na 5 keer over het hek te zijn geklommen aan de andere zijde met zijn rug naar het hek staat.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Bepalen van de algehele flexibiliteit van de kleding.                        | Tijd (s)       |
| 11                 | <p><b>Achtjes lopen en bukken:</b><br/>Tien 'achtjes' lopen tussen 2 met een dwarsbalk verbonden palen op een afstand van 130cm en een hoogte van 130cm om de vrijheid van bukken en knie buigen te meten.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Bepalen van de algehele flexibiliteit van de kleding.                        | Tijd (s)       |
| 12                 | <p><b>Kruipen:</b><br/>Kruipen door een 'tunnel' van 10 meter lengte en een hoogte van 70 tot 80 centimeter. Hierbij mag ook gebruik worden gemaakt van een tafel met een lengte van 2 meter waar men 5 keer onderdoor kruipt.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Bepalen van de algehele flexibiliteit van de kleding.                        | Tijd (s)       |

| Nr. test-onderdeel | Activiteit testonderdeel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Doel testonderdeel                                                                                                                | Prestatie maat              |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 13                 | <b>Hinderniscircuit (optioneel):</b><br>Een kort parcours met allerlei obstakels waarbij de testpersonen moeten klimmen, kruipen, buigen en strekken.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Bepalen van de algehele flexibiliteit van de kleding.                                                                             | Tijd (s)                    |
| 14                 | <b>'Slachtoffer' slepen:</b><br>Zo snel mogelijk een oefenpop heen en weer over een afstand van 10 meter over de vloer slepen in Rautek greep. In het midden moet de oefenpop over een obstakel gesleept worden.                                                                                                                                                                                                                                                                           | Bepalen van de hinder van de kleding in situaties waarin men slachtoffers uit een pand moet redden.                               | Tijd (s)                    |
| 15                 | <b>Evenwichtsbalk:</b><br>Zo snel mogelijk over een evenwichtsbalk lopen. Bij elke misstap weer opnieuw beginnen totdat men in één keer over de evenwichtsbalk is gelopen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Bepalen in hoeverre de kleding hindert bij een taak waarin evenwicht en volume aan de buik-/borstzijde een belangrijke rol speelt | Tijd (s) en aantal pogingen |
| 16                 | <b>Omhangen en afhangen van een ademluchttoestel met de beschermende (uitruk)kleding:</b><br>Na een startsignaal zo snel mogelijk een op de tafel klaarliggend ademtoestel omhangen en vastmaken. De tijd wordt gestopt als de testpersoon in staat is door het ademluchttoestel te ademen. Daarna op startsignaal het ademluchttoestel zo snel mogelijk weer afhangen en voor je op de tafel leggen. De tijd wordt gestopt nadat het toestel weer in de uitgangspositie op tafel ligt.  | Het doel van dit testonderdeel is bepalen van de compatibiliteit van de kleding met een ademluchttoestel.                         | Tijd (s)                    |
| 17                 | <b>Kleding uittrekken:</b><br>Aan het eind van de test worden de kledingstukken zo snel mogelijk uitgetrokken.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Bepalen van de snelheid waarmee de kleding in noodgevallen kan worden uitgetrokken.                                               | Tijd (s)                    |

#### 4.5.2 Warmtebelasting

Blootstellingen waarbij de tijd beperkt is door onafhankelijke ademhalingsapparatuur of door hittebelasting (binnenbrandbestrijding) bij een hoge omgevingstemperatuur (gelijk aan of hoger dan huidtemperatuur) en met gemiddelde straling en gemiddelde werkbelasting zorgt voor werktijden tot ongeveer maximaal 30 minuten. De hittebelasting van het werken in de beschermende (uitruk)kleding wordt voornamelijk bepaald door het vermogen van de drager om zijn of haar geproduceerde lichaamswarmte via de kleding af te geven aan de omgeving. Gezien de hoge luchttemperaturen zal *droge* warmteoverdracht verwaarloosbaar of naar het lichaam toe gericht zijn en zal lichaamswarmteverlies door *verdamping van zweet* moeten plaatsvinden. Deze test waarbij de fysiologische impact van de beschermende kleding wordt gemeten, wordt uitgevoerd met een volgelaatsademluchtmasker zonder toestel om de impact van alleen de beschermende (uitruk)kleding te meten. De testomstandigheden moeten daarom rond de 40°C liggen en een stralingsintensiteit<sup>16</sup> van  $> 1 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$  (en een maximum van  $4 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$ )<sup>17</sup> hebben om een omgeving te creëren die alleen warmteoverdracht van het lichaam naar de omgeving mogelijk maakt door zweetverdamping en waarin maximaal gedurende 30 minuten kan worden gewerkt. De vooraf ingestelde stralingsintensiteit moet voor alle te testen kledingconfiguraties hetzelfde zijn. De testpersoon wordt verzocht om 20 minuten te lopen met een snelheid van ca. 5 km/u. Ook hierbij geldt dat de omstandigheden voor alle condities hetzelfde dienen te zijn. Hiervoor is een ruimte nodig van minimaal 3 bij 3 meter, waarin om een infraroodstralingspaneel (Figuur 4.1) afwisselend linksom en rechtsom rondjes worden gelopen.



**Figuur 4.1 Infrarood stralingspaneel**

**Onderdeel 13** van de bewegingshinder-testen kan als alternatief worden gebruikt om de warmtebelasting te meten. Hiervoor zou bijvoorbeeld de PPMO-baan in zijn geheel gedaan kunnen worden, maar dan wel in een geconditioneerde ruimte met een temperatuur van 40 °C.

<sup>16</sup> Te creëren met een IR-stralingspaneel waarbij het stralingsvlak met IR-lampen ca.: HxB = 1900x700mm bedraagt. Het maximale vermogen van de IR-lampen: 7500W (10 lampen van elk 750W). De benodigde voeding: 3-fasen / N / PE met een CEE 5 polige 16A stekker. Het maximale kast vermogen is 8,0kW

<sup>17</sup> 4,6  $\text{kW}\cdot\text{m}^{-2}$  is de maximum waarde waarbij nog in beschermende (uitruk)kleding mag worden opgetreden (zie LEC BrandweerBRZO, *Handreiking inzake maximaal toelaatbare niveaus van warmtestraling voor korte inzet (maximaal 5 minuten) van (bedrijfs)brandweerpersoneel en operators bij industriële bedrijven*, 20 december 2016, ISBN/EAN:978-90-827161-L-)

Van de testpersonen worden hartslagfrequentie, huidtemperatuur en eventueel de kerntemperatuur gemeten<sup>18</sup>. Tevens worden gevalideerde subjectieve maten van ervaren inspanning (RPE) (Borg, 1998), thermisch comfort en vochtigheidsgevoel gemeten (Tabel 4.3). Daarnaast wordt testdragers verzocht de geselecteerde relevante vragen van de vragenlijst (Tabel 4.4) in te vullen.

#### 4.5.3 Hittebescherming

De hittebeschermingstest tegen huidverbranding wordt uitgevoerd in eenzelfde ruimte als hierboven beschreven van minimaal 3 \* 3 m met een gestandaardiseerde en constante warmtestralingsbelasting van ongeveer 4 kW•m<sup>-2</sup> in het midden van de ruimte. Alle testpersonen worden in de beschermende (uitruk)kleding met hun voor- en achterkant blootgesteld aan de warmtebelasting met een maximale duur van 3 minuten door stapbewegingen op de plaats (gemarkeerd op de vloer) te maken.

Testpersonen wordt gevraagd zich terug te trekken van de stralingsbron wanneer ze het te warm krijgen. De tijd totdat ze zich terugtrekken wordt gemeten. Direct na afloop wordt gevraagd wat de subjectief ervaren hitte van verschillende lichaamsdelen is geweest (Tabel 4.3). Tevens wordt de tijd tot herstel gemeten (de testdrager geeft aan dat hij of zij weer op normale temperatuur is). Verder wordt elke testdrager verzocht de geselecteerde relevante vragen van de vragenlijst (Tabel 4.4) in te vullen. De volledige test kan eventueel worden herhaald met gestandaardiseerd nat ondergoed (100 g water wordt toegevoegd per set ondergoed).

#### 4.5.4 Bescherming tegen water (optioneel)

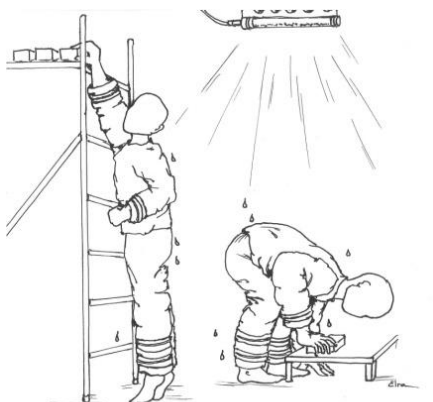
Bescherming tegen water (bluswater en/of regen) kan worden getest met een methode waarin een gesimuleerde blootstelling aan water wordt gerealiseerd met watersproeiers (bijvoorbeeld een constante hoeveelheid water van bovenaf in een hoeveelheid van 20 mm/u). De testpersonen wordt gevraagd gedurende 20 minuten door de gesimuleerde regen te lopen en daarbij een taak uit te voeren waarbij zowel gebukt als gereikt moet worden. Er kan ook gekozen worden om onderdelen van de testen uit Tabel 4.2 te gebruiken (oefeningen 5, 6, 10,11 en/of 12), en om materialen van de grond te laten oppakken en stapelen tot boven het hoofd (Figuur 4.2). De bewegingen zijn bedoeld om te toetsen of het design en de materialen van de beschermende (uitruk)kleding goed genoeg zijn om te garanderen dat er geen lekkage optreedt. Hierbij zijn de effectmaten:

- > de hoeveelheid door de beschermende (uitruk)kleding opgenomen water
- > de hoeveelheid door de onderkleding opgenomen water
- > plekken waar lekkage optreedt.

---

<sup>18</sup> Hartslag kan worden gemeten met bijvoorbeeld een Polar hartslagmeter met logfunctie. Lichaamstemperaturen kunnen worden gemeten met o.a. de MSR Modular Signal Recorder MSR145W2D draadloze WiFi datalogger.

Bovenstaande wordt gedaan door zowel de beschermende (uitruk)kleding als de onderkleding voorafgaand aan en na afloop van de testuitvoering te wegen met een geijkte weegschaal die in grammen nauwkeurig kan wegen. De lekkageplekken worden na visuele inspectie beoordeeld.



**Figuur 4.2 Oppakken en stapelen van stenen**

#### **4.5.5 Koudebescherming (optioneel)**

Koudebescherming van de beschermende (uitruk)kleding kan ook worden vastgesteld. Testpersonen worden dan gevraagd gedurende maximaal een uur een testbatterij met testonderdelen uit Tabel 4.2 (met uitzondering van de oefeningen 1 en 16) af te werken in een omgeving van -10 °C. Hiervoor kan gebruikgemaakt worden van een klimaatkamer, een vrieshuis of een vriescontainer. Na beëindiging van deze test moeten de testpersonen de geselecteerde relevante vragen over bewegingshinder (tijdens blootstelling aan lage temperaturen) van de vragenlijst invullen en hun beleving geven van het thermisch comfort en de ervaren inspanning.

#### **4.5.6 Operationele beproeving (optioneel)**

Wanneer na uitvoering van bovengenoemde testen een keuze is gemaakt voor een beschermende (uitruk)kledingconfiguratie kan de veiligheidsregio alsnog besluiten gedurende een (korte) periode de gekozen beschermende (uitruk)kleding in de dagelijkse praktijk te gebruiken voordat de definitieve gunning plaatsvindt. Deze periode is bedoeld om eventuele knelpunten (onder andere wat betreft duurzaamheids- en onderhoudsaspecten van de kleding) die niet tijdens de praktijktesten aan het licht zijn gekomen met de beoogde leverancier van de kleding op te lossen en om draagvlak te krijgen bij een groter deel van de brandweerpopulatie dan alleen de testpersonen. In deze beproevingsperiode wordt aan de brandweermensen gevraagd om de kleding tijdens hun dagelijkse werkzaamheden te gebruiken en eventueel na afloop de geselecteerde relevante vragen van de subjectieve vragenlijst (paragraaf 4.7.2) in te vullen om te bepalen of de kleding voldoet aan de eisen en wensen voor gebruik in de praktijk.

### **4.6 Testbenodigheden**

Voor de uitvoering van de testen is een ruimte nodig waarin de omstandigheden zoveel mogelijk gestandaardiseerd zijn. De benodigde materialen voor de testuitvoering zijn een aantal onderdelen van de PPMO-baan, zoals een TS-simulator, ladder, slangen, hek,

evenwichtsbalk en oefenpop. Daarnaast zijn een infrarood stralingspaneel nodig en een ruimte van minimaal 3 bij 3 meter waarin dit geplaatst kan worden. Voor de optionele regenbeschermingstest is het nodig dat er tuinsproeiers geplaatst kunnen worden die omgekeerd worden opgehangen op een hoogte van minimaal 5 meter. Voor de optionele test voor bescherming tegen extreme koude moet gebruik worden gemaakt van een vrieshuis of vrieswagen waarin fysieke taken kunnen worden uitgevoerd door testpersonen.

Van de testpersonen moet de hartslagfrequentie kunnen worden gemeten, evenals de huidtemperatuur en eventueel de kerntemperaturen met een thermopil of een rectaalsensor. Voor de kerntemperatuurmetingen is het noodzakelijk dat een arts op de locatie beschikbaar of oproepbaar is.

## 4.7 Vragenlijsten

### 4.7.1 Gevalideerde waarderingsschalen

Om het thermisch comfort van de beschermende (uitruk)kleding te kunnen bepalen worden verschillende gevalideerde waarderingsschalen toegepast. Ook voor de zwaarte van de taken in beschermende (uitruk)kleding is een gevalideerde waarderingsschaal beschikbaar. In onderstaande tabel 4.3 zijn de schalen weergegeven. Deze waarderingsschalen worden bij voorkeur voor de test afgenomen, maar in ieder geval direct na afloop daarvan.

**Tabel 4.3 Gevalideerde waarderingsschalen voor temperatuur, vochtigheid, comfort en inspanning**

| Temperatuursensatie |                  | Vochtsensatie | Comfortbeleving           | Ervaren inspanning     |
|---------------------|------------------|---------------|---------------------------|------------------------|
| 10                  | ondraaglijk heet |               |                           | 20 maximale inspanning |
| 9                   |                  |               |                           | 19 extreem zwaar       |
| 8                   | zeer heet        |               | 8 extreem oncomfortabel   | 18                     |
| 7                   |                  |               | 7                         | 17 zeer zwaar          |
| 6                   | heet             |               | 6 zeer oncomfortabel      | 16                     |
| 5                   |                  | 5             | 5                         | 15 zwaar               |
| 4                   | warm             | 4 zeer droog  | 4 oncomfortabel           | 14                     |
| 3                   |                  | 3             | 3                         | 13 enigszins zwaar     |
| 2                   | enigszins warm   | 2 droog       | 2 enigszins oncomfortabel | 12                     |
| 1                   |                  | 1             | 1                         | 11 licht               |

|     |                      |    |                   |   |             |    |                        |
|-----|----------------------|----|-------------------|---|-------------|----|------------------------|
| 0   | niet warm, niet koud | 0  | neutraal          | 0 | comfortabel | 10 |                        |
| -1  |                      | -1 |                   |   |             | 9  | zeer licht             |
| -2  | enigszins koel       | -2 | enigszins vochtig |   |             | 8  |                        |
| -3  |                      | -3 |                   |   |             | 7  | extreem licht          |
| -4  | koel                 | -4 | vochtig           |   |             | 6  | geen enkele inspanning |
| -5  |                      | -5 |                   |   |             |    |                        |
| -6  | koud                 | -6 | nat               |   |             |    |                        |
| -7  |                      | -7 |                   |   |             |    |                        |
| -8  | zeer koud            | -8 | drijfnat          |   |             |    |                        |
| -9  |                      | -9 |                   |   |             |    |                        |
| -10 | ondraaglijk koud     |    |                   |   |             |    |                        |

#### 4.7.2 Subjectieve vragenlijsten

De testpersonen vullen voor elke type kleding dat zij dragen (een selectie van) onderstaande vragenlijst in voor de verschillende testonderdelen die zijn uitgevoerd. Hierbij worden na afloop van een test alleen die vragen ingevuld die relevant zijn en betrekking hebben op de testonderdelen die zijn uitgevoerd.

**Tabel 4.4 Vragenlijsten praktijktesten voor ergonomische beoordeling**

| Praktijktesten voor ergonomische beoordeling                                        |   |   |   |   |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| Hoe ervaarde je de beschermende (uitruk)kleding m.b.t. onderstaande aspecten?       |   |   |   |   |   |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|                                                                                     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Uitrukbroek</b>                                                                  |   |   |   |   |   |
| In de broek stappen                                                                 |   |   |   |   |   |
| De broek omhoog trekken                                                             |   |   |   |   |   |
| Omsluiten van de broekspijpen met de brandweerlaarzen                               |   |   |   |   |   |
| De bereikbaarheid van de zakken                                                     |   |   |   |   |   |
| De bereikbaarheid onder de uitrukbroek                                              |   |   |   |   |   |
| Met de broek aan urineren (alleen voor mannen)                                      |   |   |   |   |   |

Sluiten van de broek

Openen van de broek

Vastmaken van de bretels

Losmaken van de bretels

Afstellen van de bretels

Last van de bretels

De broek uittrekken

*Opmerkingen:*

### **Uitrukjas**

De jas aantrekken

De compatibiliteit tussen jas en broek

In de jasmouwen steken

Je handen door de manchetten in de mouwen steken

Je handen door de windvangers in de mouwen steken

De compatibiliteit van de mouwen en de handschoenen

De bereikbaarheid van de zakken

Het gebruik van de radio / spreek sleutel met de uitrukjas

Het gebruik van de lamplus

Sluiten van de jas

Het klittenband losmaken

Het openen van de rits

Uittrekken van de jas

De armen uit de mouwen trekken

*Opmerkingen:*

### **Kraag**

De kraag omsluit de nek

De kraag en de nekflap sluiten op elkaar aan

*Opmerkingen:*

### **In de tankautospuut (TS)**

Volledig gekleed in de TS

Volledig gekleed met ademluchttoestel uit de TS stappen

De jas in de TS aantrekken

De jas sluiten in de TS

Insteken van de rits in de TS

Sluiten van de rits in de TS

De riem van het ademluchttoestel aantrekken

De schouderbanden van het ademluchttoestel aantrekken

Autogordels omdoen

*Opmerkingen:*

### **(Positionering) valharnas en beschermende (uitruk)kleding**

Het harnas kan over de kleding worden gedragen

De plaats van het vasthaken van het harnas

Het vasthaken van het harnas kan door jouzelf worden gedaan

In het harnas hangen met de beschermende (uitruk)kleding

*Opmerkingen:*

### **Na ergonomische praktijktest zonder ademluchttoestel**

Hoe is de prestatie van de kleding tijdens bukken?

Hoe is de prestatie van de kleding tijdens hurken?

Hoe is de prestatie van de kleding tijdens lopen?

Hoe is de prestatie van de kleding tijdens lopen met materialen (bv. ladders)?

Hoe is de prestatie van de kleding tijdens rennen?

Hoe is de prestatie van de kleding tijdens klimmen?

Hoe is de prestatie van de kleding bij het overstappen van de ladder?

Hoe is de prestatie van de kleding bij het uitrollen van de slang?

Hoe is de prestatie van de kleding bij het oprollen van de slang?

Hoe is de prestatie van de kleding bij het werken aan of met de TS (bv. luiken, op het dak)?

*Opmerkingen:*

### **Na ergonomische praktijktest met ademluchttoestel**

Het omhangen van het ademluchttoestel met de kleding

Stabiliteit van het ademluchttoestel op de rug met de kleding

Verschuiving schouderbanden van het ademluchttoestel met de kleding tijdens bewegingen

Het comfort met ademluchttoestel

Transpiratie onder ademluchttoestel

Bereikbaarheid zakken etc.

Draagbanden t.o.v. bereikbaarheid lussen spreesleutel (portofoon)

*Opmerkingen:*

#### **Hete en warme omstandigheden**

Het gewicht van de kleding

De prestatie van de kleding tijdens kruipen

De prestatie van de kleding tijdens reiken

Het glijden van de kleding over het ondergoed of de huid tijdens het zweten

Het afvoeren van warmte tijdens een taak

Het afvoeren van zweet

Het gedrag van het retro-reflecterende materiaal

De stabiliteit van het ademluchttoestel in combinatie met de kleding

Het passen van de kleding tijdens alle bewegingen

Vergeleken met de oude kleding is deze kleding

*Opmerkingen:*

#### **Koude omstandigheden**

Het sluiten van de kleding

De kwaliteit van de sluitingen

Het aantrekken van de banden

Het losmaken van de banden

De bescherming tegen wind en kou

De flexibiliteit van de kleding

Werken in het pak

Zweten in het pak

*Opmerkingen:*

#### **Natte omstandigheden (regen) met en zonder ademluchttoestel**

Gewicht van de kleding

De ervaring van natte kleding

Waterdichtheid van de aansluiting tussen mouw en handschoen

Waterdichtheid van de aansluiting tussen kraag nek en helm

Waterdichtheid van de aansluiting tussen jas en broek

Waterdichtheid van de aansluiting tussen broekspijpen en laarzen

Bescherming van de radio

Waterdichtheid van de zakken

Het openen van natte ritsen

*Opmerkingen:*

Geef uw oordeel over vochtsensatie, temperatuur- en comfortbeleving tijdens de warme/koude test op:

- > voeten
- > benen
- > armen en handen
- > buik en borst
- > rug
- > schouders
- > hoofd
- > het hele lichaam.

## 4.8 Analyse van de testresultaten

Bewegingshinder als gevolg van het dragen van beschermende (uitruk)kleding wordt weergegeven als het percentage prestatieverlies bij een vergelijking met vooraf gedefinieerde referentiekleding (oude uitrukpak, operationeel uniform, kazernetenue of trainingspak). Het prestatieverlies wordt gemeten in tijd, afstand of hoeveelheid, afhankelijk van de taak die het betreft. Zie hiervoor Tabel 4.2. Ook kunnen pakken van verschillende leveranciers onderling met elkaar worden vergeleken, waarbij een relatief prestatieverlies (PV) wordt berekend; dit kan met onderstaande formules.

Voor testelementen waarbij de waardes toenemen (bijvoorbeeld tijdelementen):

$$PV = \frac{\text{test resultaat} - \text{referentie waarde}}{\text{test resultaat}} * 100 (\%)$$

Voor testelementen waarbij de waardes afnemen (afstand of hoeveelheid):

$$PV = \frac{\text{referentie waarde} - \text{test resultaat}}{\text{referentie waarde}} * 100 (\%)$$

Bij de warmtebelastingstest worden temperaturen en hartslag aan begin en eind van de test gemeten. De verschillen tussen begin- en eindwaarden worden statistisch getoetst. Bij de hittebeschermingstest worden de tijd tot terugtrekken en de begin- en eindwaarden van de huidtemperaturen gemeten. De optionele waterbeschermingstest levert waarden op voor de hoeveelheid door de beschermende (uitruk)kleding opgenomen water, de hoeveelheid door de onderkleding opgenomen water en lekkageplekken. Verschillen worden statistisch getoetst. Ten slotte geldt voor de optionele koudebeschermingstest dat begin- en eindtemperaturen worden gemeten en de verschillen worden getoetst. Voor alle testonderdelen geldt dat de waarden van de ingevulde vragenlijsten per leverancier statistisch worden getoetst op verschillen.

Alle resultaten worden genoteerd op een (digitaal) scoreformulier. De resultaten worden statistisch getoetst met een T-test of variantieanalyse (ANOVA).<sup>19</sup> Getoetst wordt of de resultaten tussen de pakken significante verschillen opleveren.

---

<sup>19</sup> De t-test, ook wel t-toets genoemd, wordt gebruikt om de gemiddelden van maximaal twee groepen met elkaar te vergelijken. Als de gemiddelden van meer dan twee groepen met elkaar vergeleken moeten worden, kan een ANOVA gebruikt worden.

# 5 Testrapport

Het testrapport moet alle informatie bevatten die relevant is voor de geselecteerde procedures, de geteste (uitruk)kledingconfiguraties en de verkregen resultaten. Bij voorkeur worden tijdens de testen foto's gemaakt van de verschillende kledingconfiguraties en de testpersonen.

Het testrapport omvat in ieder geval de volgende elementen:

- a) De testomstandigheden waaronder de test is uitgevoerd.
- b) Verwijzing naar deze testmethode, met daarin de specifieke testonderdelen die zijn uitgevoerd.
- c) De betrokken testuitvoerder(s), de datum van de test en waar de test is uitgevoerd.
- d) Volledige details van de gedragen kledingconfiguraties, inclusief modelnummers en fabrikanten, zodat de gehele kledingconfiguratie indien nodig opnieuw kan worden samengesteld.
- e) Vermelding van alle gedragen (onder)kleding onder de geteste kledingconfiguratie.
- f) Een lijst van alle overige gedragen persoonlijke beschermingsmiddelen.
- g) Het aantal testpersonen en hun geslacht en andere selectiekenmerken (zoals genoemd in 4.1), inclusief het aantal testpersonen dat zich eventueel heeft teruggetrokken uit de test.
- h) Of de test een benchmark- of vergelijkende test is geweest.
- i) Indien een benchmarktest: welke kleding als referentie is gebruikt.
- j) Voor elke geteste kledingconfiguratie eventuele opmerkingen van testpersonen die tijdens de test zijn geregistreerd.
- k) Voor elke geteste configuratie alle schijnbare tekortkomingen in de beschermende functie of andere waarnemingen die zijn gedaan door de testleider.
- l) Voor benchmarktests, ongeacht of de kledingconfiguratie aan de vooraf gestelde criteria voldoet, het type statistische test dat is gebruikt om tot die conclusie te komen.
- m) Voor alle testen: alle testresultaten en het type statistische test dat is gebruikt.

**Tabel 5.1 Scores ergonomische praktijktest**

| Ergonomische praktijktest |     |    |   |   |   |   |    |    |    |       |    |    |    |    |       |    |    |    |     |
|---------------------------|-----|----|---|---|---|---|----|----|----|-------|----|----|----|----|-------|----|----|----|-----|
| Kledingleverancier:       |     |    |   |   |   |   |    |    |    | Type: |    |    |    |    | Opm.: |    |    |    |     |
| Onderdeel                 | 1a  | 1b | 2 | 3 | 4 | 5 | 6  | 7  | 8  | 9     | 10 | 11 | 12 | 13 | 14    | 15 | 16 | 17 | Opm |
| Testpersoon               | s   | s  | s | s | s | s | cm | cm | cm | cm    | s  | s  | s  | s  | s     | s# | s  | s  | .   |
|                           |     |    |   |   |   |   |    |    |    |       |    |    |    |    |       |    |    |    |     |
|                           | Tp1 |    |   |   |   |   |    |    |    |       |    |    |    |    |       |    |    |    |     |
|                           | Tp2 |    |   |   |   |   |    |    |    |       |    |    |    |    |       |    |    |    |     |
|                           | Tp3 |    |   |   |   |   |    |    |    |       |    |    |    |    |       |    |    |    |     |
|                           | Tp4 |    |   |   |   |   |    |    |    |       |    |    |    |    |       |    |    |    |     |
|                           | Tp5 |    |   |   |   |   |    |    |    |       |    |    |    |    |       |    |    |    |     |
|                           | Tp6 |    |   |   |   |   |    |    |    |       |    |    |    |    |       |    |    |    |     |
|                           | Tp7 |    |   |   |   |   |    |    |    |       |    |    |    |    |       |    |    |    |     |
|                           | Tp8 |    |   |   |   |   |    |    |    |       |    |    |    |    |       |    |    |    |     |
| Gem                       |     |    |   |   |   |   |    |    |    |       |    |    |    |    |       |    |    |    |     |
| SD                        |     |    |   |   |   |   |    |    |    |       |    |    |    |    |       |    |    |    |     |

**Tabel 5.2 Gevalideerde waarderingsscores tijdens testen**

| Na test     | Temperatuur | Vochtigheid | Comfort | Ervaren inspanning | Opmerking |
|-------------|-------------|-------------|---------|--------------------|-----------|
| Testpersoon |             |             |         |                    |           |
| Tp1         |             |             |         |                    |           |
| Tp2         |             |             |         |                    |           |
| Tp3         |             |             |         |                    |           |
| Tp4         |             |             |         |                    |           |
| Tp5         |             |             |         |                    |           |
| Tp6         |             |             |         |                    |           |
| Tp7         |             |             |         |                    |           |
| Tp8         |             |             |         |                    |           |
| Gem         |             |             |         |                    |           |
| SD          |             |             |         |                    |           |

**Tabel 5.3 Scores regentest**

| Regentest<br>Ondergoed<br>Testpersoon | Ondergoed |        | Opgenomen | Beschermende kleding |        | Opgenomen | Opm. |
|---------------------------------------|-----------|--------|-----------|----------------------|--------|-----------|------|
|                                       | Voor (g)  | Na (g) | (g)       | Voor (g)             | Na (g) | (g)       |      |
| Tp1                                   |           |        |           |                      |        |           |      |
| Tp2                                   |           |        |           |                      |        |           |      |
| Tp3                                   |           |        |           |                      |        |           |      |
| Tp4                                   |           |        |           |                      |        |           |      |
| Tp5                                   |           |        |           |                      |        |           |      |
| Tp6                                   |           |        |           |                      |        |           |      |
| Tp7                                   |           |        |           |                      |        |           |      |
| Tp8                                   |           |        |           |                      |        |           |      |
| Gem                                   |           |        |           |                      |        |           |      |
| SD                                    |           |        |           |                      |        |           |      |

# Literatuurlijst

Bröde P., Graveling R., & Heus R. (2018). *Evaluating the Ergonomics of PPE Systems – How Many Subjects are Needed?* Paper presented at the Abstracts of the 8th European Conference on Protective Clothing - Upcoming Generation, Porto, Portugal, 7th - 9th May 2018.

Dorman, L. E., & Havenith, G. (2008). The effects of protective clothing on energy consumption during different activities. *European Journal of Applied Physiology*, 105(3), 463–470. <https://doi.org/10.1007/s00421-008-0924-2>

prEN 17558:2022 Ergonomics - Ergonomics of PPE ensembles. CEN, Brussels, Belgium.

Graveling, R., & Hanson, M. (2000). Design of UK firefighter clothing. In *Proceeding of the Conference on Arbete och Halsä Vetenskaplig Skriftserie*, Sweden, 277–280.

Havenith, G., & Heus, R. (2004). A test battery related to ergonomics of protective clothing. *Applied Ergonomics*, 35(1), 3–20. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2003.11.001>

ISO/TS 20141:2022 Personal safety — Personal protective equipment — Guidelines on compatibility testing of PPE. ISO, Geneva, Switzerland.

Kim, D. H., Kim, S., Kim, D. H., & Lee, J. Y. (2018). International and Domestic Test Methods for Structural Firefighters' Protective Equipment and their Implications. *Journal of The Korean Society of Living Environmental System*, 25(1), 20–42. <https://doi.org/10.21086/ksles.2018.02.25.1.20>

Lee, J. Y., Park, J., Park, H., Coca, A., Kim, J. H., Taylor, N. A., Son, S. Y., & Tochihara, Y. (2015). What do firefighters desire from the next generation of personal protective equipment? Outcomes from an international survey. *Industrial Health*, 53(5), 434–444. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2015-0033>

Malaquias, A. F., Neves, S., & Campos, J. (2022). The impact of water on firefighter protective clothing thermal performance and steam burn occurrence in firefighters. *Fire Safety Journal*, 127, 103506. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2021.103506>

Son, S. Y., Bakri, I., Muraki, S., & Tochihara, Y. (2014). Comparison of firefighters and non-firefighters and the test methods used regarding the effects of personal protective equipment on individual mobility. *Applied Ergonomics*, 45(4), 1019–1027. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2013.12.006>

Tochihara, Y., Lee, J. Y., & Son, S. Y. (2022). A review of test methods for evaluating mobility of firefighters wearing personal protective equipment. *Industrial Health* 60(2), 106–120. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2021-0157>

# Bijlage A PAR Q Test

De PAR Q test wordt door de kandidaat kort voor het afleggen van de fysieke testen van PPMO ingevuld (maximaal 2 dagen voor de fysieke test).

Vraag 1 t/m 7 worden voorafgaand aan de fysieke test door de Arbodienst gecontroleerd. Indien er een of meer vragen met 'ja' zijn beantwoord, wordt door de bedrijfsarts contact opgenomen met de kandidaat. De bedrijfsarts bespreekt die vragen eerst met de kandidaat en geeft al dan niet toestemming voor deelname aan de fysieke testen!

## PAR Q test

| Omcirkel hieronder per vraag het antwoord dat voor u geldt:                                                                                                 |    |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|
| 1. Heeft een arts ooit gezegd dat u een hartprobleem heeft <u>en</u> dat u alleen fysieke inspanning op advies van een arts zou mogen uitvoeren?            | Ja | Nee |
| 2. Heeft u pijn op de borst bij fysieke inspanning?                                                                                                         | Ja | Nee |
| 3. Heeft u in de afgelopen maand pijn op de borst gehad terwijl u geen fysieke inspanning uitvoerde?                                                        | Ja | Nee |
| 4. Verliest u wel eens uw evenwicht als gevolg van duizeligheid of verliest u wel eens het bewustzijn?                                                      | Ja | Nee |
| 5. Heeft u een skelet- of gewrichtsprobleem (bijvoorbeeld aan rug, knie of heup) dat kan verergeren door een verandering in uw fysieke activiteitenpatroon? | Ja | Nee |
| 6. Schrijft uw arts u op dit moment medicijnen voor (bijvoorbeeld plaspillen) in verband met bloeddruk of hartprobleem?                                     | Ja | Nee |
| 7. Bent u op de hoogte van andere redenen waarom u geen fysieke inspanning zou mogen uitvoeren?                                                             | Ja | Nee |

**Let op: De PAR Q test is medische informatie en hoort in het medisch dossier!!**

# Bijlage B Voorbeeld 'Informed consent'

## Toestemmingsverklaring ('informed consent')

Betreft onderzoek naar: 'Nieuwe (uitruk)kleding voor de Veiligheidsregio ....'

Ik verklaar hierbij op voor mij voldoende duidelijke wijze te zijn ingelicht over de aard, methode en het doel van het onderzoek.

Ik begrijp dat:

- ☐ ik mijn medewerking aan het onderzoek op iedere moment zonder opgaaf van redenen kan stoppen
- ☐ de gegevens anoniem worden verwerkt zonder herleidbaar te zijn naar mijn persoon
- ☐ de opnames na verwerking worden vernietigd.

Ik verklaar dat ik:

- ☐ geheel vrijwillig bereid ben aan dit onderzoek mee te werken
- ☐ de uitkomsten van dit onderzoek verwerkt mogen worden in een testverslag.

Handtekening: .....

Naam: .....

Datum: .....

Testleider:

Ik verklaar dat ik op duidelijke wijze mondeling informatie heb versterkt over de aard, methode en het doel van het onderzoek. Ik verklaar dat ik eventuele vragen over het onderzoek binnen mijn vermogen heb beantwoord.

Handtekening: .....

Naam: .....

Datum: .....

# Bijlage C Testinstructies

## Algemeen

Voorafgaand aan de uitvoering van de testen dient te worden vastgesteld welke testen en welke testelementen zullen worden uitgevoerd en welke vragen moeten worden beantwoord.

## Bewegingsvrijheid

De bewegingsvrijheidstesten zijn bedoeld om objectief vast te stellen of de beschermende kleding hinder oplevert in de uitvoering van taken tijdens het dagelijks functioneren. Voor een goede beoordeling is het van belang om te weten welke taken in de beschermende kleding moeten worden uitgevoerd. Op basis van die analyse worden de relevante testelementen van Tabel 4.2 geselecteerd.

Alle testpersonen worden geïnformeerd over het doel van de testen naar bewegingsvrijheid en krijgen de te dragen kleding uitgereikt, waarbij zij geen kennis hebben van de leverancier van de kleding. Voordat zij de kleding aantrekken, worden zij geïnstrumenteerd met een hartslagmeter en eventueel met kerntemperatuur- en huidtemperatuursensoren. Als de testpersoon de kleding aan heeft getrokken wordt hem of haar gevraagd rustig te gaan zitten op een stoel, waarna na 5 minuten de rustwaarden van de hartslag en eventueel de temperatuursensoren wordt geregistreerd. Daarna kan de eerste testronde beginnen. Deze handelingen worden bij elk type te dragen kleding herhaald, met uitzondering van het uitrusten met de sensoren, omdat deze gewoon tijdens de dag kunnen blijven zitten.

De testpersonen worden uitvoerig geïnstrueerd door de testleider over de correcte uitvoering van de testonderdelen en worden eventueel in staat gesteld de onderdelen eerst te oefenen zonder dat zij de testkleding dragen. De testleider begeleidt de testpersoon bij de testonderdelen en noteert de prestaties per testonderdeel. De testpersoon voert de geselecteerde testonderdelen uit met elk type beschermende kleding en de referentiekleding in een gerandomiseerde volgorde.

Nadat alle geselecteerde testonderdelen met een type kleding zijn afgewerkt vult de testpersoon de subjectieve scorelijsten (Tabel 4.3) en de vragenlijsten (Tabel 4.4) in.

## Warmtebelasting

De warmtebelasting die de beschermende kleding geeft op de drager wordt vastgesteld in een geconditioneerde ruimte met een omgevingstemperatuur van 40 °C en een stralingsintensiteit van gemiddeld  $> 1 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$  (en een maximum van  $4 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$ ). Wanneer een bepaalde waarde ( $> 1$  en  $\leq 4 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$ ) voor stralingsintensiteit is gekozen dient deze vervolgens voor alle testomstandigheden hetzelfde te zijn.

Alle testpersonen worden geïnformeerd over het doel van de testen naar de warmtebelasting en krijgen de te dragen kleding uitgereikt, waarbij zij geen kennis hebben van de leverancier van de kleding. Voordat zij de kleding aantrekken worden zij geïnstrumenteerd met kerntemperatuur- en huidtemperatuursensoren (schouderblad, borst, bovenbeen en kuit) en eventueel met een hartslagmeter. Als een testpersoon de kleding aan heeft getrokken wordt hem of haar gevraagd rustig te gaan zitten op een stoel, waarna na 5 minuten de rustwaarden van de temperatuursensoren worden geregistreerd en eventueel de hartslag. Daarna kan de eerste testronde beginnen. Deze handelingen worden bij elk type te dragen kleding herhaald, met uitzondering van het uitrusten met de sensoren, omdat deze gewoon tijdens de dag kunnen blijven zitten.

De personen lopen gedurende maximaal 20 minuten in de geconditioneerde ruimte of tot het moment dat de kerntemperatuur een waarde van 39°C heeft bereikt of de hartslagfrequentie tot meer dan 80 % van de maximale (geschatte) hartslagfrequentie is gestegen. Na elke sessie heeft een testpersoon een rustperiode om volledig te herstellen van de inspanning. Deze periode is minimaal drie maal de tijd die voor de test nodig was. De test kan eventueel ook in referentiekleding (sportkleding, kazernekleding of operationeel uniform) worden uitgevoerd, maar dan mag de gemiddelde stralingsintensiteit de 1 kW•m<sup>-2</sup> niet overschrijden.

Nadat één sessie is uitgevoerd, vult de testpersoon in de herstelfase de subjectieve scorelijsten (Tabel 4.3) en de vragenlijsten (Tabel 4.4) in, voor zover deze betrekking hebben op de warmtebelasting (hete en warme omstandigheden).

## Hittebescherming

De hittebeschermingstest is bedoeld om te bepalen of de kleding eigenschappen goed genoeg zijn om te drager ervan te beschermen tegen warmtestraling.

Alle testpersonen worden geïnformeerd over het doel van de test en krijgen de kleding uitgereikt, waarbij zij geen kennis hebben van de leverancier van de kleding. Voordat zij de kleding aantrekken, worden zij geïnstrumenteerd met huidtemperatuursensoren (borst, buik, boven- en onderarm, boven- en scheenbeen). Als een testpersoon de kleding aan heeft getrokken wordt hem of haar gevraagd rustig te gaan zitten op een stoel, waarna na 5 minuten de rustwaarden van de temperatuursensoren worden geregistreerd. Daarna kan de eerste testronde beginnen. Deze handelingen worden bij elk type kleding herhaald, met uitzondering van het uitrusten met de sensoren, omdat deze gewoon tijdens de dag kunnen blijven zitten.

De personen stappen gedurende maximaal 2 minuten op de plaats voor een infrarood-stralingspaneel met een stralingsintensiteit van maximaal 5 kW•m<sup>-2</sup> in een geconditioneerde ruimte of tot het moment dat een van de huidtemperatuursensoren de waarde van 43°C heeft bereikt. Na elke sessie hebben de testpersonen een rustperiode om weer tot neutrale huidtemperaturen te komen. Dat zijn de waarden die aan het begin van de dag in rust zijn gemeten. De test kan *niet* in referentiekleding (sportkleding, kazernekleding of operationeel uniform) worden uitgevoerd, tenzij het oude uitrupak de referentie is.

Nadat één sessie is uitgevoerd, vult de testpersoon in de herstelfase de subjectieve scorelijsten (Tabel 4.3) en de vragenlijsten (Tabel 4.4) in voor zover deze betrekking hebben op de hittebescherming (hete en warme omstandigheden).

## Bescherming tegen water (optioneel)

De waterbeschermingstest is bedoeld om te bepalen of de kleding eigenschappen goed genoeg zijn om te drager ervan te beschermen tegen bluswater en/of regenwater. Lekkage in de kleding of opname van grote hoeveelheden vocht zijn een potentieel risico voor stoomvorming.

Alle testpersonen worden geïnformeerd over het doel van de test en krijgen de kleding uitgereikt, waarbij zij geen kennis hebben van de leverancier van de kleding. Nadat de kleding is aangetrokken volgens de instructies van de leverancier kan de eerste testronde beginnen. De testpersonen moeten binnen de grenzen van de waterblootstelling blijven om te voorkomen dat de ontvangen hoeveelheid water tijdens de sessies verschilt. Eventueel kan de test ook met ademluchttoestel worden uitgevoerd. Voorwaarde is wel dat dan zoals bij elke nieuwe sessie met droge kleding wordt gestart.

Na elke sessie worden de geteste kleding en de onderkleding geïnspecteerd om te bepalen of er lekkage is opgetreden. Ook vult na elke sessie de testpersoon de vragenlijst in (Tabel 4.4) voor zover deze betrekking heeft op de bescherming tegen water (natte omstandigheden (regen) met en zonder ademluchttoestel).

## Koudebescherming (optioneel)

De bescherming tegen koude omstandigheden die de beschermende kleding voor brandbestrijding geeft voor de drager wordt vastgesteld tijdens een testbatterij in een omgeving van -10 °C. Hiervoor kan gebruikgemaakt worden van een klimaatkamer, vrieshuis of vriescontainer. Naast uitoefening van verschillende testonderdelen uit de testbatterij (Tabel 4.2, met uitzondering van de oefeningen 1 en 15) zal rustig stilzitten ook onderdeel zijn van het testprotocol.

Alle testpersonen worden geïnformeerd over het doel van de test en krijgen de kleding uitgereikt, waarbij zij geen kennis hebben van de leverancier van de kleding. Voordat zij de kleding aantrekken worden zij geïnstrumenteerd met een met kerntemperatuur- en huidtemperatuursensoren (schouderblad, borst, bovenbeen en kuit) en eventueel een hartslagmeter. Als een testpersoon de kleding aan heeft getrokken wordt hem of haar gevraagd rustig te gaan zitten op een stoel in een neutraal klimaat, waarna na 5 minuten de rustwaarden van de temperatuursensoren worden geregistreerd en eventueel de hartslag. Daarna kan de eerste testronde beginnen. Deze handelingen worden bij elk type te dragen kleding herhaald, met uitzondering van het uitrusten met de sensoren, omdat deze gewoon tijdens de dag kunnen blijven zitten.

De personen voeren de test uit gedurende maximaal 60 minuten in de gekoelde ruimte of tot het moment dat de kerntemperatuur een waarde lager dan 36 °C heeft bereikt of de huidtemperatuursensoren een waarde lager dan 5 °C aangeven. Na elke sessie heeft een

testpersoon een rustperiode om weer op temperatuur te komen. Zodra de rustwaarden weer zijn bereikt, mag worden gestart met de volgende sessie. Deze test wordt niet met referentiekleding uitgevoerd, omdat die onvoldoende isolerende waarde heeft om te beschermen tegen koude.

Nadat één sessie is uitgevoerd, vult de testpersoon in de herstelfase de subjectieve scorelijsten (Tabel 4.3) en de vragenlijsten (Tabel 4.4) in, voor zover deze betrekking hebben op de koudebescherming (koude omstandigheden).