

# HoGent

NATUUR  
EN  
TECHNIEK

2014-2015

*Faculteit Natuur & Techniek  
Campus Schoonmeersen  
Valentin Vaerwyckweg 1  
9000 Gent*

## Natuurbrandbestrijdingskleding:

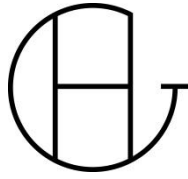
*een balans tussen comfort & bescherming*

*Dionne van Eldik  
Professionele Bachelor Textieltechnologie  
Afstudeerrichting Textieltechnologie*

*Projectcoach: de heer Tommy Verminck | ibz – Civiele Veiligheid*

*Promotor: mevrouw Alexandra De Raeve | Hogeschool Gent*





**HoGent**

NATUUR  
EN  
TECHNIEK

# Natuurbrandbestrijdingskleding:

*een balans tussen comfort & bescherming*

Bachelorproef voorgedragen tot het behalen van de graad van  
Bachelor in de textieltechnologie

Promotor : Alexandra De Raeve

Projectcoach: Tommy Verminck

Instelling: FOD Binnenlandse Zaken –

Civiele Veiligheid: Dienst Materieel & Nieuwe Technologieën

Academiejaar 2014-2015

Eerste examenkans – Tweede semester

## Abstract

De taak voor de afdeling Civiele Veiligheid is het normaliseren van natuurbrandbestrijdingskleding door het opstellen van een tender, waarin de minimale vereisten en voordeelcriteria worden beschreven. Uit het onderzoek blijkt het probleem te zijn dat de brandbestrijders de verkeerde pakken dragen tijdens een natuurbrand interventie. Ze dragen namelijk de brandinterventie pakken voor de binnenhuisbranden. Dit is een vier lagen systeem, waardoor de kans op een oncomfortabel gevoel en hittestress wordt verhoogd. Hiervoor moet een oplossing worden gezocht en dat is natuurbrandbestrijdingskleding. Hoe wordt de optimale balans tussen comfort en bescherming voor natuurbrandinterventiekleding bereikt?

Allereerst is het belangrijk vast te stellen welke problemen er zijn bij een natuurbrand interventie. Daarom is er een risico- en behoefte analyse opgesteld om deze problemen te achterhalen. De vijf belangrijkste risico's blijken brandgevaar, hittestress, omgevingsfactoren, onzichtbaarheid en de ziekte van Lyme te zijn en de vijf belangrijkste behoeften blijken comfort, aanvullen vochtverlies, bescherming, ergonomie & functionaliteit en veelvuldig wassen. Door middel van een marktonderzoek, normenonderzoek, literatuuronderzoek en mijn eigen bevindingen zijn de resultaten voor de problemen uit de risico- en behoefte analyse gevonden. In de resultaten worden de vijf risico's en behoeften samengevoegd om zo een duidelijke structuur te krijgen van de oplossingen, want sommige problemen hebben overeenkomstige oplossingen.

De oplossing voor brandgevaar wordt gevonden door gebruik te maken van brandwerende vezels, zoals aramidevezels. Daarnaast moet het pak voldoen aan verschillende testen om de drager een zekerheid te geven dat het pak voldoende bescherming biedt tegen brand. Hittestress en comfort gaan hand in hand en staan centraal in deze bachelorproef. Hittestress wordt veroorzaakt door overmatig transpireren en het niet aanvullen van het vochtverlies, dit kan leiden tot lichamelijke complicaties. Daarom moet de stof en het pak voldoen aan de eisen die gesteld worden voor de waterdampdoorlaatbaarheid en de warmtedoorlaatbaarheid. Bescherming voor de omgevingsfactoren wordt bepaald door hoge eisen te stellen bij onder andere de treksterkte en de scheursterkte. Daarnaast wordt er extra bescherming geplaatst op het pak waar dit nodig is, door het plaatsen van een dubbele laag stof en vulling. De onzichtbaarheid wordt opgelost door reflectieve materialen te plaatsen op het pak en door gebruik te maken van een actieve lichtbron. De ziekte van Lyme oftewel teken wordt door een insectenwerende finish aan te brengen op de stof opgelost. Naast deze problemen is er een ander probleem waar in de toekomst rekening mee moet worden gehouden en dat is de decontaminatie van toxische stoffen. Een oplossing hiervoor zou CO<sub>2</sub> reinigen kunnen zijn. De conclusie beschrijft wat er in de tender wordt geëist en waarom bepaalde keuzes zo zijn gemaakt.

## Voorwoord

Voor u ligt de bachelorproef “Natuurbrandbestrijdingskleding: een balans tussen comfort en bescherming”. Als studente Textieltechnologie aan de Hogeschool Gent heb ik veel plezier beleefd aan het in praktijk brengen van de in de studie opgedane kennis.

De professionele bachelor Textieltechnologie heeft mij in drie jaar tijd voorbereid op dit laatste stadium van mijn studie. Een passie voor textiel is gegroeid naarmate de jaren vorderde en uitte zich in de taak die ik heb uitgevoerd tijdens mijn stage voor de Belgische Overheid.

De taak was het normaliseren van natuurbrandbestrijdingskleding door het opstellen van een tender. De vertaling en uitleg hiervan wordt beschreven in deze voor u liggende bachelorproef.

Bij natuurbrandbestrijdingskleding is het belangrijk dat de brandbestrijder optimaal kan presteren door middel van een goede balans tussen comfort en bescherming. Het was een uitdaging, die ik met tevredenheid heb voltooid.

Graag bedank ik iedereen die mij heeft geholpen om dit onderzoek tot een succes te maken.

Daarnaast wil ik mijn projectcoach de heer Tommy Verminck van het ibz en mijn promotor mevrouw Alexandra De Raeve van de Hogeschool Gent even in het zonnetje zetten en hun bedanken voor al hun hulp en ondersteuning tijdens dit onderzoek.

*Dionne van Eldik*

*Gent, 14 mei 2015*

## Inhoud

Abstract .....	i
Voorwoord .....	ii
Lijst van illustraties .....	v
1. Inleiding .....	6
1.1 Voorstellen Stagebedrijf.....	6
1.2 Aanleiding Onderzoek .....	7
1.3 Probleemstelling.....	7
1.4 Onderzoeksvragen.....	8
2. Algemeen natuurbranden .....	10
2.1 Wat is een natuurbrand? .....	10
2.2 Verschillende soorten branden .....	11
2.3 Klimaatverandering .....	11
2.4 Problemen vaststellen.....	12
2.4.1Risico 's .....	12
2.4.2 Behoeften .....	15
3. Methoden.....	18
3.1 Fase 1: Risico- en behoefte analyse .....	18
3.2 Fase 2: Het onderzoek.....	18
3.2.1 Normenonderzoek .....	19
3.2.2 Marktonderzoek.....	19
3.2.3 Literatuuronderzoek.....	19
3.2.4 Eigen bevindingen .....	20
3.3 Fase 3: Vertalen naar de technische nota .....	20
4. Resultaten.....	21
4.1 Brandgevaar .....	21
4.1.1 Type vezels .....	22
4.1.2 Resultaten onderzoeken .....	24
4.1.3 Testen brandgedrag .....	24
4.2 Hittestress en comfort.....	27
4.2.1 Testen comfort .....	29
4.3 Omgevingsfactoren en bescherming .....	33

4.3.1 Testen op de stof.....	33
4.4 Onzichtbaarheid .....	35
4.4.1 Reflecterend materiaal.....	35
4.4.2 Extra zichtbaarheid.....	37
4.4.3 Testen zichtbaarheid .....	38
4.5 Ziekte van Lyme.....	39
4.6 Additioneel onderwerp: decontaminatie brandweerpakken .....	39
4.6.1 Toxische stoffen .....	40
4.6.2 Reinigen met CO <sub>2</sub> .....	41
5. Conclusies.....	43
5.1 Technische Nota / Tender .....	43
5.1.1 Minimale Vereisten .....	43
5.1.2 Voordeelcriteria .....	54
6. Besluit.....	64
7. Literatuurlijst .....	66
8. Verklarende woordenlijst – Symbolenlijst – Lijst met afkortingen .....	69
9. Bijlagen .....	I
Bijlage 1: Enquêtes .....	I
1. Deva.....	I
2. Centexbel.....	II
3. Francis Bodart Brandweerman.....	IV
4. Utexbel .....	V
5. Ten Cate.....	VI
Bijlage 2: Oeko- Tex Certificaten .....	VIII
Bijlage 3: Technische fiche insectenwerende finish.....	X
Bijlage 4: Onderzoek Warmtebalans door Ron Roomer .....	XI
Bijlage 5: Technische fiche klittenband.....	XII
Bijlage 6: Risico- en behoefte analyse .....	XIII

## Lijst van illustraties

<i>Figuur 1 Logo ibz (ibznet)</i>	6
<i>Figuur 2 Organigram Algemene Directie Civiele Veiligheid (Hauwaert, 2015 )</i>	6
<i>Figuur 3 Brandgevaar (Treinreiziger , 2011 )</i>	12
<i>Figuur 4 Overmatig transpireren, hittestress (Smedt, 2014)</i>	12
<i>Figuur 5 Struikelgevaar (Fysio Manueel , 2013)</i>	13
<i>Figuur 6 Visibility (Simple Social Media , 2015)</i>	13
<i>Figuur 7 Teek (Info Frankrijk , 2012)</i>	14
<i>Figuur 8 Percentage voorkomen ziekte van Lyme België (Hiking Advisor , 2013)</i>	14
<i>Figuur 9 Comfort (Logos Wikia , s.a. )</i>	15
<i>Figuur 10 Aanvullen vochtverlies (Sport Info Nu , 2011 )</i>	16
<i>Figuur 11 Functionaliteit puzzel (Someday , s.a. )</i>	17
<i>Figuur 12 Wassymbool (Aerosleep , s.a.)</i>	17
<i>Figuur 13 Risico scan (Wareco , 2011)</i>	18
<i>Figuur 14 Vergelijking vezels (Horrocks &amp; Anand, 2015)</i>	22
<i>Figuur 15 Test RHTI (SIO-EN NORM book , 2009)</i>	25
<i>Figuur 16 Brandweer tactiek (Zwolle, 2013)</i>	26
<i>Figuur 17 Verticale vlamtest (SIO-EN NORM book , 2009)</i>	27
<i>Figuur 21 Vergelijking Rct waarden (Leanord, 2015 )</i>	30
<i>Figuur 18 Skin Model, Centexbel</i>	30
<i>Figuur 19 Ret waarden (Leanord, 2015 )</i>	30
<i>Figuur 20 Skin Model Principe Rct (Leanord, 2015 )</i>	30
<i>Figuur 22 Wicking &amp; Comfort (Leanord, 2015 )</i>	31
<i>Figuur 23 Thermal &amp; Sweating Manikin</i>	32
<i>Figuur 24 Combinatieband Textiel 3M (Reflective Fabrics, 2015)</i>	36
<i>Figuur 26 Combinatieband Textiel Overdag 3M (Reflective Fabrics, 2015)</i>	36
<i>Figuur 25 Combinatieband Textiel 's Nachts 3M (Reflective Fabrics, 2015)</i>	36
<i>Figuur 27 LED- lichtjes politiepak (Interactive Wear, 2015)</i>	37
<i>Figuur 28 Foto's testen LED-lichtjes Campus Vesta</i>	38
<i>Figuur 29 Lightex (Brochier Technologies , s.a. )</i>	38
<i>Figuur 30 Teek (BuzzX, s.a.)</i>	39
<i>Figuur 31 CO2 (Earth Times , 2011)</i>	41
<i>Figuur 32 Brandinterventie (Rssing, 2015)</i>	42
<i>Figuur 33 Voorbeelden pak met onderscheiding rang d.m.v. zwart en rood gekleurde schouderstukken</i>	44
<i>Figuur 34 Voorbeeld natuurbrandbestrijdingsvest</i>	52
<i>Figuur 35 Voorbeeld natuurbrandbestrijdingsbroek</i>	53
<i>Figuur 36 Natuurbrandbestrijden (Meppeler Courant , 2011)</i>	65



# 1. Inleiding



Figuur 1 Logo ibz (ibznet)

## 1.1 Voorstellen Stagebedrijf

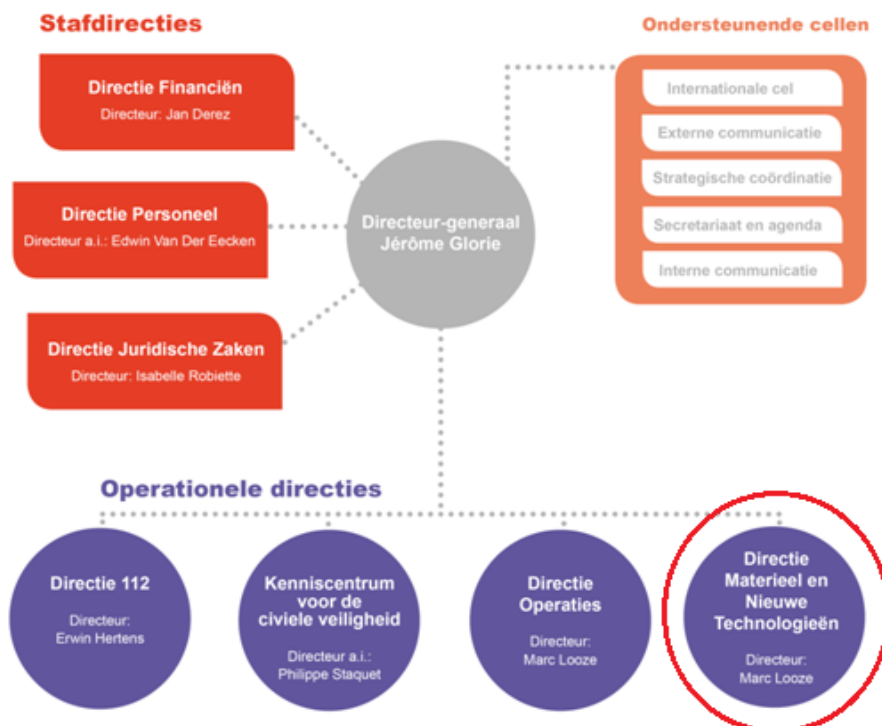
Het stagebedrijf voor het onderzoek is de Federale Overheidsdienst Binnenlandse zaken. Afgekort FOD of ibz. De taak bestaat uit het onderzoeken en het normaliseren van natuurbrandbestrijdingskleding voor de afdeling Civiele Veiligheid: Dienst Materieel & Nieuwe Technologieën.

De doelstelling van de Civiele Veiligheid is het redden van mensen en hulp bieden aan mensen in gevaarlijke omstandigheden en de bescherming van hun eigendom (Hauwaert, 2015 ).

De Civiele Veiligheid is onderverdeeld in drie afdelingen:

1. Algemene Directie van de Civiele Veiligheid
2. Civiele Bescherming
3. Brandweer

Het onderzoek dat is uitgevoerd valt onder de afdeling Algemene Directie van de Civiele Veiligheid.



Figuur 2 Organigram Algemene Directie Civiele Veiligheid (Hauwaert, 2015 )

## 1.2 Aanleiding Onderzoek

Fysiek inspannend werk uitvoeren in de hete zon tijdens de zomerperiode, dit in combinatie met een vier lagen pak en weinig water, klinkt niet bepaald als aangenaam. Toch gebeurt dit jaarlijks in België door de heldhaftige natuurbrandbestrijders die het land kent.

“Een natuurbrand is een brand, waarbij de brandstof hoofdzakelijk uit vegetatie bestaat. Zo'n brand kan voorkomen in alle gebieden waar droge vegetatie brandbaar is: bos-, heide-, gras-, veen-, riet- en duinvegetaties “. (Infopunt Veiligheid , 2012, p. 2)

Bij een natuurbrandinterventie zijn er andere vereisten dan bij een binnenhuisbrand, maar toch wordt de brandinterventiekleding (met een vier lagen systeem) voor binnenhuisbranden gedragen. Hierbij zijn er andere gevaren waaraan de brandweerman/vrouw wordt blootgesteld. Door het risicoverschil zijn er andere vereisten waaraan het brandweerpak moet voldoen. Er is dus een nood aan een brandweerpak dat een oplossing biedt voor de problemen waarmee de brandweer tijdens een natuurbrandinterventie te maken krijgt zonder te bezwijken aan te veel bescherming met te weinig comfort.

Daarom heeft de FOD besloten om in het jaar 2015 een project op te starten om de natuurbrandbestrijdingskleding te normaliseren. Door middel van het opstellen van een lastenboek/technische nota worden alle minimale vereisten van een natuurbrandbestrijdingspak beschreven en de voordeelcriteria zijn uiteindelijk bij de aanbesteding bepalend. De voordeelcriteria zijn een puntensysteem dat aantoont welke inschrijver de beste oplossing biedt en zo de winnaar wordt.

In deze bachelorproef worden alle stappen besproken hoe de resultaten tot stand zijn gekomen en worden alle conclusies uit de technische nota punt per punt besproken en uitgelegd waarom bepaalde keuzes zo zijn gemaakt en hoe de inschrijver de gunning toegekend kan krijgen.

## 1.3 Probleemstelling

Het huidige probleem zit voornamelijk in het feit dat de binnenhuisbrand interventiekleding gedragen wordt bij een natuurbrandinterventie.

De brandinterventiekleding is bedoeld voor binnenhuisinterventies en voldoet aan de norm:

EN 469:2005 – Beschermingskledij voor de brandweer - Eisen en beproevingsmethoden voor beschermende kleding voor brandbestrijding.

Met natuurbrandbestrijding worden de interventies bedoeld bij een brand met vegetatieve brandstoffen voorkomt bedoeld, zoals bossen, gewassen, plantages, grasland, heide en landbouwgrond. Natuurbrandbestrijdingskleding moet voldoen aan de norm:

EN 15614: 2007 – Beschermende kleding voor brandweerkorpsen, testmethodes in het laboratorium en prestatie-eisen voor natuurbrandbestrijdingskleding.

De twee normen zijn compleet verschillend. Een voorbeeld hiervan zijn de verschillende parameters waaraan natuurbrandbestrijdingskleding moet voldoen. Het beschermingsniveau ligt veel lager in vergelijking met de norm van brandinterventiekleding.

Het brandinterventiepak (EN 469) bestaat uit een vier lagen systeem, namelijk:

1. Buitenlaag
2. Membraan
3. Thermische barrière
4. Voering

Gemiddeld zijn de pakken voor brandinterventiekleding rond de  $600 \text{ g/m}^2$ . Voor het bestrijden van een natuurbrand is dit een te zwaar en oncomfortabel pak. Het blijkt dat de drager tijdens een natuurbrandinterventie kampt met hittestress, dat een fatale afloop als resultaat kan hebben. Hittestress wordt veroorzaakt door een combinatie van overmatig transpireren en het niet aanvullen van het vochtverlies.

Een natuurbrandinterventie is fysiek zeer zwaar voor de brandweerman/vrouw. Tijdens de interventie wordt het terrein handmatig omgespit, veel wordt te voet gedaan en er is een continue verplaatsing van mens en wagen om de natuurbrand te bestrijden. Bij een binnenhuisbrand is dit niet het geval, waardoor er aan het pak andere vereisten worden gesteld.

De technische nota voor natuurbrandbestrijdingskleding moet ervoor zorgen dat het pak een uitstekende combinatie biedt van comfort en bescherming met de juiste parameters en moet ervoor zorgen dat de brandbestrijder optimaal zijn werk kan uitvoeren.

#### **1.4 Onderzoeksvragen**

Om de problemen op te lossen worden de volgende vragen beantwoord in deze bachelorproef. De belangrijkste vraag die bij dit onderzoek naar voren komt is:

Hoe wordt de optimale balans tussen comfort en bescherming voor natuurbrandinterventiekleding bereikt?

Een bijkomende vraag hierbij is: Aan welke parameters moet het pak voldoen? Voorbeelden zijn parameters als scheursterkte, treksterkte, kleur, RHTI – waarden (stralingswarmte), enzovoorts. Door middel van een risico- en behoefteanalyse op te stellen zijn deze parameters naar voren gekomen om te beantwoorden aan de problemen. Om de risico- en behoefte analyse op te stellen zijn er enquêtes opgesteld voor verschillende

brandweerkorpsen (België en Nederland) die tijdens een diepte-interview werden beantwoord. Dit wordt verder uitgelegd in het hoofdstuk Methoden.

Door de risico- en behoefte analyse zijn de belangrijkste vijf risico's en vijf behoeften naar voren gekomen. Dit zijn problemen en tegelijkertijd vraagstukken die tijdens het onderzoek zijn opgelost en beantwoord zijn.

## 2. Algemeen natuurbranden

### 2.1 Wat is een natuurbrand?

“Een natuurbrand is een brand, waarbij de brandstof hoofdzakelijk uit vegetatie bestaat. Zo’n brand kan voorkomen in alle gebieden waar droge vegetatie brandbaar is: bos-, heide-, gras-, veen-, riet- en duinvegetaties.” (Infopunt Veiligheid , 2012, p. 2)

Een brand ontstaat door een combinatie van zuurstof, brandstof en een bepaalde ontbrandingstemperatuur. Wanneer deze drie parameters bij elkaar komen is de kans op een natuurbrand zeer groot.

Natuurbranden komen in Europa voornamelijk voor in de lente en de zomer. Vooral bij droge perioden in combinatie met hoge temperaturen, kan er een spontane en ongecontroleerde ontsteking van een vuur gebeuren. Door de droogte wordt het vuur snel onbeheersbaar en verspreidt het zich snel over uitgestrekte gebieden.

Het aansteken van een natuurbrand door menselijke actie gebeurt ook jaarlijks. Bijvoorbeeld door een kampvuur, vuurwerk en vonkende delen van apparatuur of met opzet door pyromanen.

In sommige gevallen gebeurt het aansteken van een natuurbrand om de grond extra vruchtbaar te maken, dit worden beheerbranden genoemd. Het probleem hierbij is echter het snel verspreiden van het vuur en de controleerbaarheid hiervan. De natuurbranden die voorkomen in de Benelux zijn vaak in gebieden die op een redelijk dichte afstand van woonwijken liggen, wat snel voor problemen kan zorgen. Vandaar dat dit minder vaak wordt gedaan.

Gecontroleerde beheerbranden worden alleen toegelaten bij:

- Bepaalde omstandigheden, wanneer de bodem bevroren is of een hoog vochtgehalte heeft. In de praktijk is dit in de wintermaanden na een periode van lichte vorst met oosten- of noordoostenwind.
- Met de juiste voorzorgsmaatregelen door natuurbeheerders, terreineigenaren, brandweer en veiligheidsregio.
- In samenspraak met de instantie die hierover besluiten kan nemen.

(Infopunt Veiligheid , 2012)

Het aansteken van een natuurbrand heeft soms ook als doel om de brandstofopbouw in risicovolle vegetatie laag te houden. Wanneer er dan daadwerkelijk een ongecontroleerde natuurbrand ontstaat, dan is dit beter beheersbaar en heeft het minder schadelijke gevolgen.

## 2.2 Verschillende soorten branden

Natuurbranden kunnen onderverdeeld worden in: bosbranden, heidebranden, duinbranden, veenbranden en rietbranden.

Tijdens de natuurbrand kan de brandbestrijder te maken krijgen met verschillende typen van vuur.

1. Grondvuur is een brand in de humuslaag en vegetatieresten en verspreidt zich voornamelijk onder de grond. De voortplanting van het vuur gaat vrij traag, maar is moeilijk te bestrijden.

2. Loopvuur is een brand die zich over de oppervlakte verspreidt in één of meerdere richtingen. Loopvuur verplaatst zich snel door de constante toevoer van zuurstof uit de openlucht en kan in een korte tijd onbeheersbaar worden.

3. Kroonvuur is een brand in de bovenste laag van het bos. De kronen van de bomen vatten vlam en steken elkaar aan. Het vuur kan zich verspreiden in een hoog tempo door de wind en door grote hoeveelheden aan zuurstof. Dit komt vaak voor bij naaldbomen en loofbomen onder bepaalde omstandigheden, zoals droogte. Kroonvuur is zeer moeilijk te bestrijden.

(Wikipedia , 2015)

## 2.3 Klimaatverandering

Er bestaat zeker een relatie tussen klimaatverandering en het aantal natuurbranden dat zich jaarlijks voordoet in de Benelux. Door klimaatverandering stijgt de temperatuur elk jaar meer. De aarde krijgt steeds meer te maken met extreme temperaturen, waaronder extreme periodes van droogte en hitte. De grond wordt droger en blijft langer in deze status, waardoor het aantal natuurbranden in de toekomst zal stijgen.

Om natuurbranden te verminderen zijn er een aantal zaken die getroffen kunnen worden. Door middel van risicocommunicatie en voorlichting worden de mensen bewust gemaakt van onveilig gedrag tijdens periodes met een verhoogde kans op natuurbranden. Vaak worden daarom in deze periodes een stookverbod door de gemeentes opgelegd.

Het tijdig detecteren van een natuurbrand kan veel problemen verhelpen. Door een snelle detectie kan het vuur tijdig worden bestreden.

Andere oplossingen zijn het introduceren van brandsingels met minder brandbare boomsoorten, het gebruik maken van stuifzandgebieden en het maken van brandgangen in bepaalde natuurgebieden.

## 2.4 Problemen vaststellen

### 2.4.1 Risico 's

Uit het onderzoek (zie hoofdstuk: Methoden) blijkt dat de vijf voornaamste risico's bij een natuurbrandinterventie zijn: brandgevaar, hittestress, omgevingsfactoren, onzichtbaarheid en de ziekte van Lyme.

De risico's zijn de belangrijkste waarmee rekening gehouden moet worden, omdat de kans groter is op een fatale afloop.

#### 2.4.1.1 Brandgevaar

Bij een natuurbrand wordt logischer wijze gedacht aan brandgevaar, maar is dit nu echt het allergrootste gevaar? Bij een binnenhuisbrand komen de vlammen dichterbij de brandbestrijder in de buurt en bestaat er de kans op een flashover. Bij een natuurbrand komt een flashover niet of nauwelijks voor.



Figuur 3 Brandgevaar (Treinreiziger, 2011)

"Flashover is een explosieve verbranding van verzamelde brandgassen in een optisch gesloten ruimte als gevolg van het bereiken van de ontbrandingstemperatuur." (Brandweer Leeuwen, s.a.)

In de natuur zijn er geen gesloten ruimtes en komt gas niet in zodanige hoeveelheid voor dat het voor een flashover kan zorgen. De branden worden geblust op een aantal meters afstand, waardoor de brandbestrijder alleen te maken krijgt met de warmtestraling afkomstig van het vuur. Alleen in uitzonderlijke situaties wordt de brandbestrijder omsingeld door het vuur, maar helaas is geen één pak op de markt die hiertegen bestendig is.

#### 2.4.1.2 Hittestress

Hittestress wordt veroorzaakt wanneer de persoon in kwestie te maken krijgt met uitzonderlijk hoge temperaturen, voornamelijk tijdens de zomerperiode.

Wanneer vochtverlies van het lichaam, door overmatig transpireren, niet of te weinig wordt aangevuld kan dit zorgen voor fysieke en mentale problemen. Het lichaam droogt zo uit en een hartaanval of een beroerte kan het gevolg zijn (Encyclo, 2015).



Figuur 4 Overmatig transpireren, hittestress (Smedt, 2014)

Mensen zijn warmbloeding, dit betekent dat ze de kerntemperatuur van rond de 37°C moeten behouden. Bij elke activiteit produceert het lichaam een hoeveelheid warmte, bij inspannend werk ligt dit rond de 1000 Watt. Deze warmte wordt vrijgelaten door het lichaam worden door te ademen, vrijgeven van droge

warmte (straling, convectie en geleiding) en door het vrijstellen van verdampingswarmte door de huid (Scott, 2005).

De laatste methode is het meest effectief om het lichaam het meest te laten afkoelen.

De activiteiten die worden uitgevoerd door brandbestrijders zorgen voor een hoge inwendige warmteproductie van het lichaam ligt tussen de 300W tot 500W. De zweetproductie kan oplopen 1 liter of hoger bij werkzaamheden van 20 minuten. Aangezien de hoge temperatuur en de waterdampdruk tijdens een brand naar het lichaam gericht zijn kan het lichaam de hitte en het vocht niet vrijstellen. Dit leidt snel tot oververhitting en hittestress problemen. Het zweet dat vrijkomt, zal meteen moeten geabsorbeerd worden door de lagen kleding (Scott, 2005).

Hittestress is een groot probleem momenteel dat ontstaat tijdens de natuurbrand-interventies. De brandbestrijders hebben een te zwaar en te dik pak aan wat te weinig comfort biedt bij deze werkomstandigheden. Natuurbrandbestrijding is fysiek zwaar belastend werk en transpireren is onvermijdelijk. Het pak moet een ademend vermogen hebben en het zweet kunnen absorberen, zodat hittestress iets van het verleden wordt.

#### **2.4.1.3 Omgevingsfactoren**

Vallen, struikelen en stoten zijn risico's waarmee rekening gehouden moet worden. Ongerepte natuur is het werkveld van de natuurbrandbestrijder en ongelukken zitten in een klein hoekje. Een tak die op de grond ligt, modderig terrein, heuvels en bergen en struiken met scherpe takken zijn maar een paar voorbeelden waaraan de brandbestrijder zich aan kan verwonden. Het is niet altijd dodelijk, maar pijnlijk is het zeker.



Figuur 5 Struikelgevaar (Fysio Manueel , 2013)

Omgevingsfactoren zijn een probleem waarvoor een oplossing moet worden gezocht.

Scott (2005) zegt dat de definitie van verbeterd ergonomisch design en psychologische comfort parameters uit de normen de acceptatie van beschermende kleding, hand en armbescherming kan verhogen. En dat het aantal valongelukken en gerelateerde verwondingen hierdoor drastisch verlaagd kan worden.

#### **2.4.1.4 Onzichtbaarheid**

Met zichtbaarheid wordt bedoeld het waarnemen van iets met het oog. De zichtbaarheid kan tijdens crisissituaties een belangrijke rol spelen in het geval van leven en dood. Een natuurbrandinterventie wordt gedaan in groepsverband, waarbij elkaar in het oog houden een onderdeel is van het werk. Stel dat een persoon verongelukt tijdens het werk, dan is het belangrijk dat zijn collega's hem snel te hulp kunnen schieten. In een zee van rook en vuur is dit niet altijd even gemakkelijk.



Figuur 6 Visibility (Simple Social Media , 2015)



Naast een goede zichtbaarheid van de brandbestrijders is het ook belangrijk dat de brandweerwagen een optimale zichtbaarheid heeft. Dit is het toevluchtsoord tijdens een natuurbrandinterventie. Hier kan de brandbestrijder zijn rust vinden en het watertekort en het zuurstoftekort van het lichaam aanvullen.

#### 2.4.1.5 Ziekte van Lyme

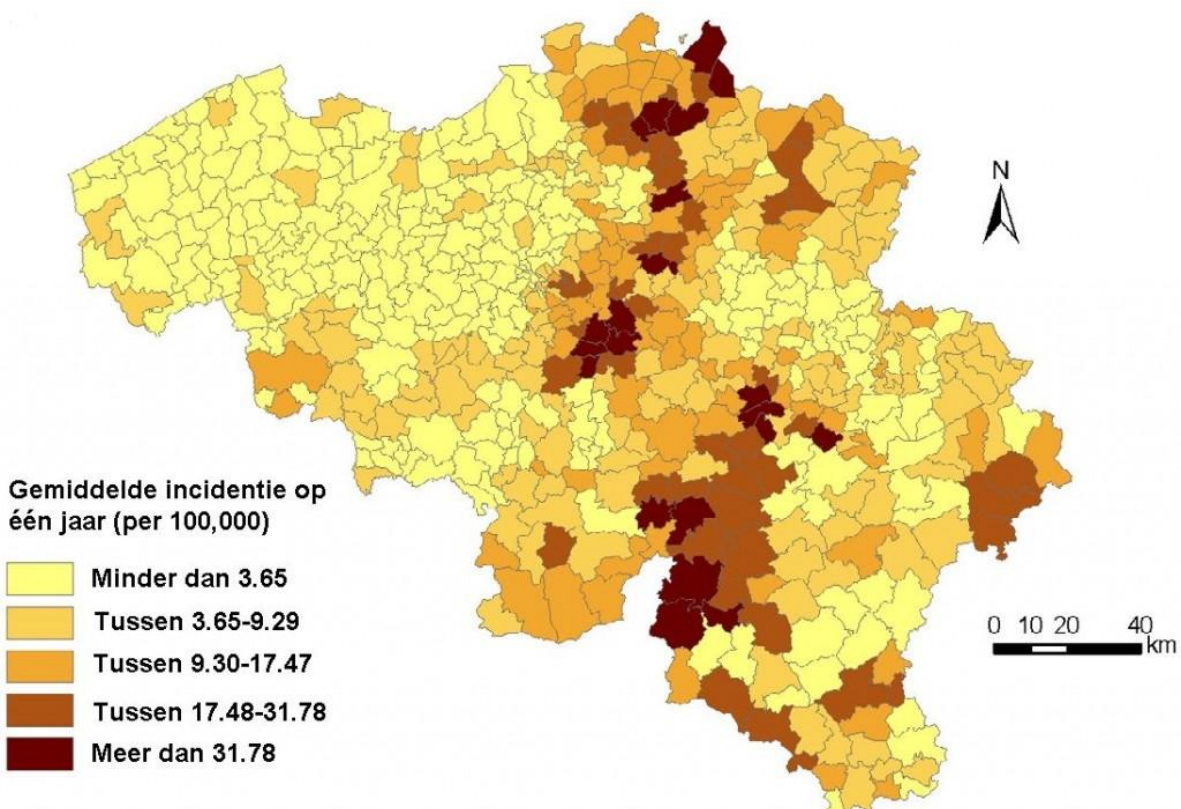
Een teek is klein insect dat voorkomt in bosrijke omgevingen en graslanden. Ze zetten zich vast op de huid van mens en dier om zich te voeden met bloed. Ze laten zich vallen vanuit struiken, hoog gras en bossen op hun toekomstige slachtoffer.



Figuur 7 Teek (Info Frankrijk , 2012)

Wanneer een teek een signaal van gevaar opvangt, zoals bij een brand, vlucht het naar een veilige plaats. Tijdens een natuurbrand vluchten teken in veel gevallen richting de brandweer, waardoor de brandbestrijder een verhoogde kans op teken heeft. Door de minder strenge winters en warmere zomers is de populatie aan teken de laatste jaren zeer gestegen in de Benelux en maar liefst 10 % zijn besmet met de ziekte van Lyme. De ziekte van Lyme wordt veroorzaakt door een bacterie genaamd *Borrelia burgdorferi*. De ziekte wordt overgedragen wanneer de teek 12 tot 24 uren op de huid gezeten heeft (Gezondheid , 2014).

Onderstaande figuur 6 toont aan hoe vaak in welke regio een verhoogde kans is op de ziekte van Lyme na een tekenbeet. In de regio's als Kempen, de streek ten zuiden van Brussel en de Maasvallei is er een verhoogde kans op de ziekte van Lyme (Hiking Advisor , 2013).



Bron: Catherine Linard et al.: Determinants of the geographic distribution of Puumala virus and Lyme borreliosis infections in Belgium. International Journal of Health Geographics 2007, 6:15

Figuur 8 Percentage voorkomen ziekte van Lyme België (Hiking Advisor , 2013)

## 2.4.2 Behoeften

Een behoefte wordt beschreven als iets dat je nodig hebt of graag wilt hebben (Encyclo, 2015). Een behoefte is per persoon verschillend en soms moeilijk te achterhalen. Dit komt omdat een behoefte subjectief is.

Door de behoefteanalyse zijn de belangrijkste behoeften vastgesteld door middel van diepte-interviews met brandweerkorpsen en bedrijven. Hierdoor zijn de behoeften duidelijk naar voren gekomen. Net als bij de risicoanalyse zijn de vijf belangrijkste behoeften uit het onderzoek gehaald. Deze kunnen weer gezien worden als problemen die opgelost moeten worden in de tweede fase.

Uit de analyse blijkt dat de belangrijkste behoeften zijn: comfort, aanvullen van het vochtverlies, bescherming, ergonomie & functionaliteit, veelvuldig wassen.

### 2.4.2.1 Comfort

Comfort staat bij dit onderzoek centraal. In het verleden werd de nadruk vooral gelegd op bescherming bij beschermkleding en werd comfort veelal uit het oog verloren. Vandaag de dag realiseert de industrie zich dat comfort steeds belangrijker wordt.



Figuur 9 Comfort (Logos Wikia , s.a. )

Over een periode van meerdere decennia was de ontwikkeling van beschermende kleding vooral het bereiken van een barrière van het pak de doelstelling. De kleding was ideaal om het lichaam te beschermen tegen omgevingsfactoren, maar in de laatste jaren werden de ergonomische en psychologische factoren steeds belangrijker. Dit werd gekenmerkt doordat de acceptatie van oncomfortabele kleding door de dragers er niet was, waardoor de kleding in veel gevallen niet gedragen werd (Scott, 2005).

Comfort is zoals Scott al aangeeft een belangrijk begrip geworden in de wereld van beschermkleding. Comfort kan de confectietechnische parameters betekenen, maar ook de textieltechnische parameters van de stof en het gehele pak. Bewegingsvrijheid, bescherming, ademend vermogen en gewicht zijn begrippen die hier een belangrijke rol in spelen.

Wanneer bij een brandinterventie de brandbestrijder zich oncomfortabel voelt tijdens het werk, bestaat er een grote kans dat hij/zij het pak zal uitdoen. Waardoor de persoon niet of nauwelijks beschermd meer is. Dit kan leiden tot gevaarlijke situaties.

Een ander belangrijk punt, wat ook aangehaald is in de risico analyse, is de kans op hittestress. Hittestress moet zo veel mogelijk vermeden worden en het niveau van comfort kan dit in grote mate beperken. Het pak moet het vocht kunnen doorlaten, want

transpireren is onvermijdelijk. De brandbestrijder is namelijk altijd in beweging, waardoor het lichaam moet afkoelen door te transpireren.

Het gewicht van het pak is ook een belangrijke parameter. Een lichter pak zal zorgen voor meer comfort. Denk bijvoorbeeld aan het uitoefenen van een sport. Sporters dragen zo dun en licht mogelijke kleding die goed aansluit aan het lichaam om zich comfortabel te voelen en de sport optimaal te kunnen uitvoeren. Voor een natuurbrandbestrijder geldt hetzelfde principe.

#### **2.4.1.2 Aanvullen vochtverlies**

Uit onderzoek blijkt dat de brandbestrijder bij een natuurbrandinterventie tot 1200 ml per uur kan verliezen aan vocht (Mol, Heus, Vos, & Bastiaans, 2014).

Om optimaal te kunnen blijven presteren is een aanvulling van het vochtverlies noodzakelijk. Stel dat dit niet gebeurt dan kan de persoon een hartaanval of beroerte krijgen als gevolg van hittestress.



**Figuur 10** Aanvullen vochtverlies (Sport Info Nu , 2011 )

Sportdrank wordt aangeraden om het vochtverlies op de meest efficiënte manier aan te vullen. Isotone dranken bevatten een combinatie van water en mineralen, waardoor het snel opgenomen wordt in het lichaam. De bloedsuiker wordt door de isotone dranken snel weer op pijl gebracht door suiker en glucose.

Een oplossing moet dus gevonden worden zonder dat het de ergonomie van het pak belemmerd.

#### **2.4.2.3 Bescherming**

Deze behoefte komt overeen met de risico omgevingsfactoren. Vallen, struikelen en stoten zijn gevaren die het meest voorkomen, waardoor er een behoefte is aan goede bescherming tegen deze omgevingsfactoren.

Daarnaast is het belangrijk dat de persoon zo aangenaam mogelijk zijn werk kan verrichten. Werk als graven, op de knieën zitten en rennen, moet zo comfortabel mogelijk uitgevoerd kunnen worden. Bescherming bij de knieën is een goed voorbeeld hiervan.

#### **2.4.2.4 Ergonomie & Functionaliteit**

Ergonomie houdt de relatie in tussen de mens en zijn omgeving. Een goede ergonomie van het pak zorgt ervoor dat het comfort en het goed functioneren ervan wordt bevorderd.

De correcte maat en pasvorm helpen bij het comfortgevoel. Het pak mag niet te lang, te groot of te klein zijn. Het moet voldoende bewegingsvrijheid geven aan de persoon in kwestie.

Accessoires spelen daarnaast een belangrijke rol. Voorbeelden zijn: rits, klittenband, zakken, enzovoorts. Ze moeten compatibel zijn met het pak en voldoen aan de eisen die worden gesteld voor natuurbrandbestrijdingskleding.

De ritsen mogen niet opwarmen door straling en mogen niet voor wrijving of irritatie zorgen met de huid. Hetzelfde geldt voor de zakken en het klittenband en alle overige accessoires.

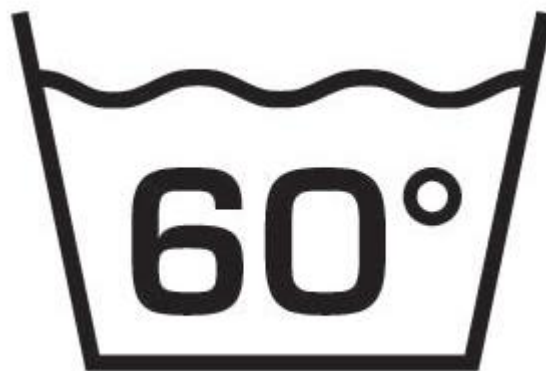


Figuur 11 Functionaliteit puzzel (Someday , s.a. )

#### ***2.4.2.5 Veelvuldig wassen***

Het is belangrijk dat het pak na een x aantal wassingen nog steeds zijn eigenschappen behoudt. De kleurechtheid en de dimensionele stabiliteit zijn voorbeelden hiervan.

De meest gevoelige materialen van het pak zijn de fluorescerende en retro flecterende materialen. Deze reflectieve materialen gaan snel kapot tijdens gebruik en het wassen. Daarom is de leverancier altijd verplicht om wasinstructies te vermelden. De meeste leveranciers raden een één uur durende wasprogramma van 60°C aan en raden regelmatige controles aan, zoals op scheuren, brandgaten en het smelten van het materiaal.



Figuur 12 Wassymbool (Aerosleep , s.a.)

### 3. Methoden

#### 3.1 Fase 1: Risico- en behoefte analyse

De eerste fase van het onderzoek bestaat uit het uitzoeken van de risico's en behoeften bij een natuurbrandinterventie. Door middel van een kwalitatief en kwantitatief onderzoek bij verschillende brandweerkorpsen zijn door een



Figuur 13 Risico scan (Wareco , 2011)

aantal diepte-interviews de risico's en behoeften achterhaald. Het kwalitatief onderzoek is tot stand gekomen door middel van enquêtes die tijdens de interviews zijn beantwoord. Het kwantitatief onderzoek is ontstaan door de interviews verkregen informatie, die na de interviews, via de mail zijn doorgestuurd. Om zo in de tweede fase door middel van verschillende onderzoeksmethoden de beste oplossingen te vinden voor deze gevonden problemen. Er is een marktonderzoek, literatuuronderzoek en normenonderzoek gedaan. Door deze onderzoeken zijn de eigen bevindingen tot stand gekomen.

De risico- en behoefteanalyse is opgesteld door diepte-interviews te doen met meerdere brandweerkorpsen, zoals de brandweer in Kalmthout en de brandweer in Roosendaal. Ook zijn er meerdere diepte-interviews gedaan met bedrijven die al een oplossing hebben voor natuurbrandbestrijdingskleding. De risico- en behoefteanalyse wordt punt voor punt beschreven in hoofdstuk 2.

#### 3.2 Fase 2: Het onderzoek

Om de oplossingen te vinden voor de problemen die zijn vastgesteld in de risico- en behoefte analyse zijn meerdere bronnen geraadpleegd. Een normenonderzoek, een marktonderzoek, een literatuuronderzoek en mijn eigen bevindingen. In een schematische voorstelling (zie bijlagen) worden de onderzoeken met de resultaten naast elkaar vergeleken om vandaar uit de conclusies te trekken. De conclusies worden in de laatste fase vertaald naar de technische nota.

Oplossingen → Risico's problemen	Normenonderzoek	Marktonderzoek	Literatuuronderzoek	Eigen bevindingen
1. Brandgevaar				
2. Hittestress				
3. Omgevingsfactoren				
4. Onzichtbaarheid				
5. Ziekte van Lyme				

Oplossingen → Behoeften problemen	Normenonderzoek	Marktonderzoek	Literatuuronderzoek	Eigen bevindingen
1. Comfort				
2. Aanvullen vochtverlies				
3. Bescherming				
4. Ergonomie & Functionaliteit				
5. Veelvuldig wassen				

### 3.2.1 Normenonderzoek

Voor het normenonderzoek zijn verschillende normen geraadpleegd. De belangrijkste voor natuurbrandbestrijdingskleding zijn de normen:

- EN 15614:2007 - Beschermende kleding voor brandweerkorpsen, testmethodes in het laboratorium en prestatie-eisen voor natuurbrandbestrijdingskleding.
- EN 340:2003 - Beschermende kleding - Algemene eisen.

In deze normen worden de minimale eisen beschreven, die opgesteld zijn door een team van experts. De normen zijn de basis voor het gehele onderzoek.

In de bovenstaande normen wordt gerefereerd naar aanvullende normen, deze zijn uiteraard ook onderzocht. Daarnaast zijn additionele normen onderzocht voor de textieltechnische parameters en overige eisen.

### 3.2.2 Marktonderzoek

De resultaten uit het marktonderzoek zijn gebaseerd op de oplossingen van de bestaande markt. Bedrijven die nu al een oplossing hebben voor natuurbrandbestrijdingskleding hebben verschillende testwaarden, technische fiches en stalen gestuurd. Dit zorgt om een reëel beeld te krijgen van de gevraagde waarde in de norm en wat er haalbaar is.

### 3.2.3 Literatuuronderzoek

Literatuur is vaak een goed hulpmiddel om snel informatie te krijgen over een onderwerp. Helaas is natuurbrandbestrijdingskleding een redelijk nieuw concept, waar nog weinig over bekend is. Door gebruik te maken van het internet zijn een paar boeken en rapporten opgedoken die nuttig waren voor dit onderzoek. Ook de bibliotheek van de Hogeschool Gent heeft een aantal boeken in het kader van beschermkleding die zeer bruikbaar waren. Er is een studie gedaan naar de vezels die aanmerking komen voor natuurbrandbestrijdingskleding en een studie naar de aspecten die voorkomen bij het ontwikkelen van dit type beschermingkleding.

### **3.2.4 Eigen bevindingen**

Een nieuw concept geeft de vrijheid om eigen bevindingen te doen. Oplossingen waar eerder nog niet of nauwelijks aan is gedacht. Door veel te zoeken, zijn er bedrijven gevonden die mijn ideeën kunnen realiseren. De eigen bevindingen zijn geïnspireerd op de diepte-interviews die zijn gedaan voor de risico- en behoefte analyse. Waar is er echt nood aan en waar is er nog niet aan gedacht?

### **3.3 Fase 3: Vertalen naar de technische nota**

Het onderzoek is ontworpen om te beantwoorden aan de problemen (fase 1) die momenteel van toepassing zijn bij natuurbrandinterventies. Na oplossingen (fase 2) gevonden te hebben worden van hieruit conclusies getrokken en vertaald naar de technische nota.

Deze oplossingen zijn vertaald in het lastenboek waarin de minimale vereisten en de voordeelcriteria worden beschreven, zodat inschrijvers/aanbieders in concurrentie kunnen gaan en uiteindelijk diegene met de beste oplossing voor het pak kan worden gekozen. De minimale vereisten geven de parameters aan, waaraan het pak minimaal moet voldoen. De voordeelcriteria zijn een puntensysteem waar de inschrijver zijn voordeel mee kan behalen. Dit zijn verschillende testen uit de minimale vereisten en additionele testen waarop punten kunnen worden gescoord. Afhankelijk van de parameter en/of test kan een hogere of lagere waarde leiden tot een betere score. Dit wordt meestal berekend met een wiskundige formule. De inschrijver met de hoogste score heeft het pak met de beste oplossing en krijgt de gunning toegekend.

## 4. Resultaten

Om de resultaten zo eenvoudig mogelijk weer te geven zijn de problemen die gevonden zijn in de risico- en behoefte analyse bijeengevoegd. Dit omdat bepaalde oplossingen overeenkwamen met verschillende problemen. De resultaten komen uit het normenonderzoek, marktonderzoek, literatuuronderzoek en tot slot mijn eigen bevindingen. Per probleem worden de resultaten in de volgende delen opgesomd en uitgelegd.

### 4.1 Brandgevaar

Om te kunnen beantwoorden aan het probleem brandgevaar zijn er verschillende parameters waar naar gekeken moet worden. De belangrijkste norm die aangeeft waaraan natuurbrandbestrijdingskleding moet voldoen is de:

- EN 15614:2007 - Beschermende kleding voor brandweerkorpsen, testmethodes in het laboratorium en prestatie-eisen voor natuurbrandbestrijdingskleding.

De oplossingen van het brandgevaar zijn gevonden door middel van eisen te stellen aan bepaalde testwaarden waaraan het pak zal moeten voldoen. Dit geeft een goede indicatie of het pak bestand is tegen de brand in de praktijk.

Brand van textielmateriaal kan worden veroorzaakt door:

- rechtstreeks contact met een vlam
- straling
- convectie warmte

Uit onderzoek blijkt dat de vezels die gebruikt worden voor brandweerpakken een eigen vlamvertragende werking hebben. Een andere mogelijkheid is het vlamvertragend maken van vezels door middel van het aanbrengen van een finish of door een toevoeging van een vlamvertragend middel aan de spinvloeistof voor het extrusieproces (Pan & Sun, 2011).

Vezels die in aanmerking komen zijn onder andere: aramidevezels, modacryl, viscose FR, melamine, polybenzimidazole en poly-phenylene benzobisoxazole.

De brandbaarheid van textielmateriaal is een zeer complex fenomeen en hangt van veel factoren af:

- het polymeer
- constructie van het textiel
- gewicht en volume
- additieven toegevoegd in de vezel
- finish
- test condities



Een dicht geweven weefsel met een hoge dichtheid, gemaakt van hoog getwist garen zal zorgen voor een betere vlamwering (Pan & Sun, 2011). Het nadeel is dat deze constructie het comfort niet bevordert. Het zal zorgen voor een stug en oncomfortabel pak.

Een belangrijke opmerking is dat alle textielmaterialen kunnen branden, wanneer ze worden blootgesteld aan de juiste voorwaarden om te ontvlammen (Pan & Sun, 2011).

#### 4.1.1 Type vezels

Om een onderscheid te maken in de brandbaarheid van verschillende textielvezels worden ze onderverdeeld in drie groepen:

- I. Licht ontvlambare vezels: deze vezels ontvlammen vrijwel meteen en branden snel, met als residu een lichte gekleurde as. Voorbeelden: katoen, vlas, geregenereerde cellulose, celluloseacetaat en rayon.
- II. Moeilijk ontvlambare vezels: deze vezels zijn moeilijker te ontvlammen. De synthetische vezels hebben de eigenschap te smelten en te druppelen. Voorbeelden: wol, acryl, nylon, zijde, polyester.
- III. Brandvertragende vezels: deze vezels doven uit zodra de vlam verdwenen is. Voorbeelden: wol, modacryl en aramidevezels.  
(De smedt, 2014)

Voor dit onderzoek komen alleen de vezels uit groep 3 in aanmerking.

Een andere vaak gebruikte methode om vezels te onderscheiden op brandbaarheid is de limited oxygen index (LOI). De LOI- waarde drukt de minimale hoeveelheid zuurstof uit, die nodig is om de brand te onderhouden. Een LOI- waarde van 21% is het zuurstofgehalte in de lucht, daarom moet een moeilijk ontbrandbare vezel een LOI- waarde hebben van 25% of hoger. Vezels met een waarde groter dan 21% branden traag en LOI- waarden van 26-28% zijn voldoende om aan kleine brandtesten te voldoen. Hoe hoger de LOI waarde, des te beter de brandwerendheid van de vezel.

Fibre	$T_g$ (°C) Glass transition	$T_m$ (°C) Melt	$T_p$ (°C) Pyrolysis	$T_c$ (°C) Combustion	LOI (%)
Wool	–	–	245	600	25
Cotton	–	–	350	350	18.4
Viscose	–	–	350	420	18.9
Triacetate	172	290	305	540	18.4
Nylon 6	50	215	431	450	20–21.5
Nylon 6,6	50	265	403	530	20–21
Polyester	80–90	255	420–477	480	20–21.5
Acrylic	100	>320	290	>250	18.2
Polypropylene	–20	165	469	550	18.6
Modacrylic	<80	>240	273	690	29–30
PVC	<80	>180	>180	450	37–39
PVDC	–17	180–210	>220	532	60
PTFE	126	>327	400	560	95
Oxidised acrylic	–	–	>640	–	55
Nomex	275	375	310	500	28.5–30
Kevlar	340	560	590	>550	29
PBI	>400	–	>500	>500	40–42

Figuur 14  
Vergelijking vezels  
(Horrocks & Anand,  
2015)

#### **4.1.1.1 Aramidevezels**

Aromatische polyamides of aramides is de grootste groep die gebruikt wordt voor brandweerpakken. Er zijn een paar grote leveranciers van aramidevezels zijn Dupont en Teijing.

Aramidevezels zijn te verdelen in para- aramide en meta- aramide. Aramidevezels hebben een LOI waarde tussen de 25% en 30%.

Para - aramidevezels hebben een hoge sterkte en treksterkte modules, hitteweerstand en een goede dimensionele stabiliteit. Voorbeelden zijn: Twaron<sup>®</sup>, Technora<sup>®</sup> en Kevlar<sup>®</sup>.

Meta- aramidevezels zijn gekarakteriseerd door hun langdurige hitte- en vlamweerstand. Voorbeeld is: Nomex<sup>®</sup>.

#### **4.1.1.2 PBI & PBO**

Polybenzimidazole oftewel PBI is een organische vezel met een uitstekende thermische weerstand en heeft een goede greep. Een redelijk zachte stof kan met deze vezel geproduceerd worden, wat voor een aangenaam gevoel zorgt voor de drager.

PBI heeft als voordelen dat het niet brand in de lucht, smelt en druppelt niet. Het heeft een hoge LOI -waarde en de combinatie met de goede chemische weerstand en goede vochtregulatie maakt PBI een zeer geschikte vezel om vuur te weren en het biedt een goed niveau aan comfort. Het kan makkelijk samengevoegd worden met andere textielmaterialen, zoals carbon en aramidevezels, dit wordt vaak gedaan om de prijs te drukken. PBI is namelijk een relatief dure vezel in vergelijking met andere vezels. Het is duurder dan aramidevezels.

Poly-phenylene benzobisoxazole oftewel PBO is een redelijk nieuwe organische vezel en komt voor onder de naam Zylon<sup>®</sup>. Het heeft uitstekende thermische eigenschappen en heeft een twee keer grotere treksterkte dan aramidevezels. Het heeft een zeer hoge LOI- waarde, wat het zeer geschikt maakt voor beschermende kleding. De LOI- waarde ligt hoger dan bij aramidevezels (LOI 29) en hoger dan bij PBI (LOI 41).

#### **4.1.1.3 Modacrylvezel**

Modacryl is een polymeer dat een speciale vlamvertragende comonomer bevat, die het de vlamvertragende eigenschappen geeft. De meest bekende in Europa zijn Dynel<sup>®</sup> en Vinyon N<sup>®</sup>. Modacrylvezels bestaan uit ongeveer 40% acrylnitril en 60% vinylchloride onder de vorm van een blokpolymeer (Van Der Paelt, 2009-2010). Het heeft een goede weerstand tegen hoge temperaturen en is zelfdovend. Het smeltpunt kan niet worden vastgesteld, doordat het copolymeer bij hoge temperaturen ontbindt.

#### **4.1.1.4 Melamine**

Melamine vezels worden geproduceerd door Basofil Fibers en komen voor onder de handelsnaam Basofil<sup>®</sup>Fiber. De vezels kunnen geproduceerd worden tegen relatieve lage kost en hebben een LOI- waarde van 32%. Het nadeel van deze vezels is dat ze zeer zwak zijn en moeten gemengd worden met sterkere vezels, zoals aramidevezels.

#### 4.1.1.5 Viscose, FR ®

Viscose heeft van nature geen eigen brandwerende eigenschap, daarom worden er speciale additieven toegevoegd aan de spinvloeistof om deze eigenschap te bekomen. Viscose FR® wordt geproduceerd door het bedrijf Lenzing.

Viscose FR® is de enige op cellulose gebaseerde vezel die geproduceerd kan worden met eigen brandwerende eigenschappen. De brandwerende eigenschappen worden verkregen door de toevoeging van een additief met ongeveer 30% organische fosforverbinding gebaseerde pigment (Pan & Sun, 2011).

#### 4.1.2 Resultaten onderzoeken

Het marktonderzoek is beperkt gebleven tot de oplossingen van bedrijven die gevestigd zijn in Europa. De bedrijven hebben elk een verschillende samenstelling voor de stof ontwikkeld, om in hun ogen, de beste oplossing te hebben die mogelijk is. Elk bedrijf gebruikt een één laag systeem om te kunnen voldoen aan eisen van de EN15614:2007 norm en geeft de beste resultaten in verband met comfort.

De resultaten worden hier weergegeven in dit onderstaande schema.

Bedrijf	Samenstelling	Gewicht in g/m <sup>2</sup>	Binding
<b>1. Bedrijf A</b>	51% PPAN-fr/ 43%lyocell/5% para-aramide/ 1% Static-Control™	240	2/1 Twill
	54% PPAN-fr/45% lyocell/1% Static Control™	300	2/1 Twill
<b>2. Bedrijf B</b>	70% Kermel® (PAI) / 30% Lenzing FR®	230	Keper of Ripstop
<b>3. Bedrijf C</b>	93 % Nomex® / 5% Kevlar® / 2% anti –static fibre P140	220	Ripstop
<b>4. Bedrijf D</b>	PBI®Triguard	170	Ripstop of Keper

#### 4.1.3 Testen brandgedrag

Om brandgedrag van textielmaterialen te bepalen worden meerdere testen gedaan in het laboratorium. Testen die van toepassing zijn bij natuurbrandbestrijdingskleding zijn de:

- warmteoverdracht: straling,
- vlamverspreiding,
- hitteweerstand.

De minimale eisen van de waarden van deze drie testen komen direct uit de norm:

EN 15614: 2007 – Beschermende kleding voor brandweerkorpsen, testmethodes in het laboratorium en prestatie-eisen voor natuurbrandbestrijdingskleding.

#### 4.1.3.1 Warmteoverdracht – Straling

Voor de test van de warmteoverdracht- straling wordt het materiaal, zonder retro flecterend materiaal en zonder fluorescerend materiaal getest. Het materiaal wordt vooraf voor behandeld zoals beschreven staat in de norm.

De test geeft de waarden aan voor de  $RHTI_{24}$  en de  $RHTI_{24}-RHTI_{12}$ . De RHTI is de Radiation Heat Transfer Index. De waarden van de RHTI geven aan na hoeveel seconden de temperatuur gestegen is met 12°C of 24°C. De RHTI 12°C is voor eerste graadbrandwonden en de RHTI 24° is voor tweede graadbrandwonden. De RHTI 12 – RHTI 24 bepaalt wanneer de pijngrens (eerste graadbrandwonden), het moment wanneer tweede graadbrandwonden ontstaan en de reactietijd tussen de RHTI 12 en de RHTI 24 (Sioen Apparel , 2010).



Figuur 15 Test RHTI (SIO-EN NORM book , 2009)

De test wordt gedaan volgens de norm:

EN ISO 6942:2002, methode B bij 20 kW/m<sup>2</sup> (NBN EN 15614, 2007)

De minimale eisen waaraan natuurbrandbestrijdingskleding moet voldoen volgens de norm EN 15614:2007 zijn:

EN ISO 6942:2002 bij 20 kW/m<sup>2</sup>

$RHTI_{24} \geq 11 \text{ s}$

$RHTI_{24}-RHTI_{12} \geq 4 \text{ s}$

Dit zijn relatief lage waarden in vergelijking met de eisen die worden gesteld aan de brandweerkleding die moet voldoen aan de EN 469:2005 norm, waarbij de volgende eisen worden gesteld:

EN ISO 6942:2002 bij 40kW/m<sup>2</sup> ( NBN EN 469 , 2005)

$RHTI_{24} \geq 18 \text{ s}$

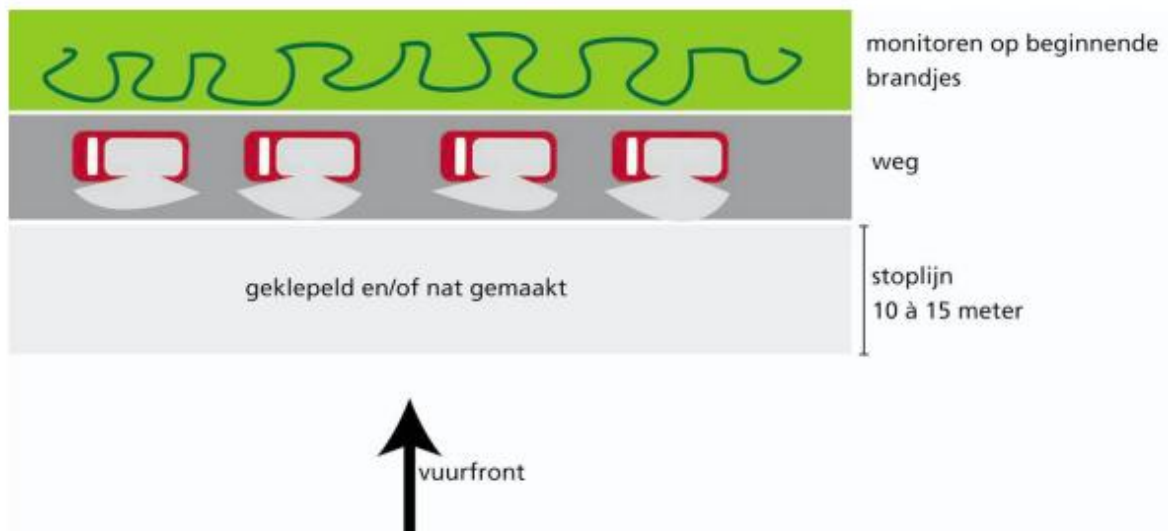
$RHTI_{24}-RHTI_{12} \geq 4 \text{ s}$

Uit de praktijk blijkt dat de waarden van de EN15614:2007 voldoende zijn voor natuurbrandbestrijdingskleding. De brandbestrijder heeft niet of nauwelijks direct contact met vlammen en heeft alleen te maken met de stralingwarmte. Daarom wordt er in de norm ook geen HTI waarde vermeld. De HTI staat voor de warmteoverdracht van de vlam. Dit is niet van toepassing bij natuurbranden. Wanneer een brand te voet wordt bestreden, dan is een defensieve tactiek vaak van toepassen. Dit gebeurt vooral wanneer het getroffen

natuurgebied niet te bereiken is met blusvoertuigen. Het doel van een defensieve tactiek is de brand te vertragen en op een vooraf bepaalde plaats of lijn tegen te houden. De meest gehanteerde technieken hiervoor zijn:

- het creëren van een stoplijn;
- vertragende techniek.

Figuur 16 Brandweer tactiek (Zwolle, 2013)



Daarom blijkt dat de gegeven RHTI waarden voldoende bescherming bieden tijdens een natuurbrandinterventie.

Uit het marktonderzoek blijkt dat alle meegeholpen bedrijven met hun oplossingen voldoen aan de minimale vereisten van de RHTI waarden.

Bedrijf	Samenstelling	RHTI24	RHTI 24 – RHTI 12
<b>1. Bedrijf A</b>	51% PPAN-fr/ 43%lyocell/5% para-aramide/ 1% Static- Control™	15,2 s	6,9 s
<b>2. Bedrijf B</b>	70% Kermel® (PAI) / 30% Lenzing FR®	Voldoet	RHTI12 = $\geq 7$ s - < 20 s
<b>3. Bedrijf C</b>	93 % Nomex® / 5% Kevlar® / 2% anti-static fibre P140	12,4 s	5,8 s
<b>4. Bedrijf D</b>	PBI®Triguard	170	Voldoet

#### 4.1.3.2 Vlamverspreiding

Deze test wordt gedaan volgens de verticale vlamtest. Het staal wordt verticaal gepositioneerd en een vlam wordt voor een bepaalde tijd in contact gebracht met het staal.

De eisen hiervoor komen uit de norm EN15614:2007 en zijn voldoende voor natuurbrandbestrijdingskleding.

De test vlamverspreiding wordt gedaan volgens de norm:

EN 15025:2002, procedure A of B.

Voor beide procedures geldt:

- a) mag niet branden tot aan de top en de zijkanten;
- b) geen gesmolten resten en mag niet druppelen;
- c) gemiddelde waarde nabrandtijd  $\leq 2$  s;
- d) gemiddelde waarde nagloeitijd  $\leq 2$  s;
- e) geen gat vorming.

#### 4.1.3.2 Hitteweerstand

De waarden waaraan natuurbrandbestrijdingskleding moet voldoen komt uit de norm EN 15614:2007.

Het is de test volgens de norm voor Hitteweerstand ISO 17493:  $(180 \pm 5)$  °C, 5 min.

Het materiaal mag niet:

- smelten
- druppelen
- ontbranden
- krimpen  $> 5$  %.

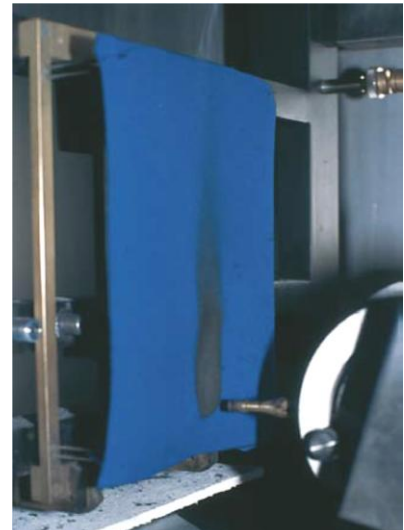
Alle deelnemende bedrijven aan het onderzoek voldoen aan de test.

#### 4.2 Hittestress en comfort

Even ter herhaling, hittestress wordt vooral veroorzaakt wanneer de persoon in kwestie te maken krijgt met uitzonderlijk hoge temperaturen, voornamelijk in de zomerperiode.

Wanneer vochtverlies van het lichaam, door overmatig transpireren, niet of te weinig wordt aangevuld kan dit zorgen voor fysieke en mentale problemen. Het lichaam droogt zo uit en daardoor kan een hartaanval of een beroerte het gevolg zijn (Encyclo , 2015).

Hittestress en comfort gaan vaak hand in hand. Wanneer een pak oncomfortabel en te dik is kan de drager overmatig gaan transpireren, waardoor het de kans op hittestress verhoogd.



Figuur 17 Verticale vlamtest (SIO-EN NORM book , 2009)

Door het dragen van dergelijke kleding kan, naast de hitte gerelateerde ziektes als hartproblemen, zorgen voor een verlaging van de cognitieve en de fysieke prestaties van het menselijk lichaam (Scott, 2005).

Het belang is daarom om een goede balans te vinden tussen bescherming en comfort. Het probleem is vaak dat er tegenstrijdige eisen worden gesteld. Om de balans te vinden tussen de twee zijn er een aantal eisen en testen waaraan het pak zal moeten voldoen.

In het verleden zijn er veel problemen geweest met de brandinterventiekleding, waarbij het pak is voorzien van een vier lagensysteem. De drager brak tijdens de natuurbrandinterventie het zweten uit en er was te weinig bewegingsvrijheid om het werk optimaal te kunnen uitvoeren. Deze kleding is niet geschikt voor het bestrijden van natuurbranden.

Scott (2005) vertelt dat comfort volgens het woordenboek wordt beschreven als een toestand of gevoel van een plezierig gemak, welzijn en gemoedsrust. Comfort is een complex van verschillende subjectieve prikkelingen die soms moeilijk te achterhalen zijn. Comfort kan zowel psychologisch als fysiek van aard zijn.

Bij de verschillende onderzoeken is allemaal hetzelfde resultaat naar voren gekomen en dat is een één laagstelsel. Één laag is voldoende qua bescherming voor natuurbrandbestrijdingskleding, wanneer er gebruik wordt gemaakt van hoogwaardige vezels, zoals die beschreven zijn bij brandgevaar (4.1).

Vanwege het feit dat het pak maar uit één laag bestaat is het daarnaast niet verstandig om een Drag Rescue Systeem te integreren. Dit is een harnas dat geïntegreerd wordt in het pak en gehanteerd kan worden bij noodsituaties. De lussen van het Drag Rescue Systeem zijn te hanteren bij de knieën en de rug, waardoor in een noodsituatie de persoon in veiligheid kan worden gebracht door diegene mee te trekken.

De reden waarom dit niet van toepassing is bij natuurbrandbestrijdingskleding komt door het oncomfortabel gevoel van het harnas in het pak met een één laagstelsel. Het komt direct in contact met de huid, dit zal zorgen voor wrijving bij bewegingen. Daarnaast blijkt uit het marktonderzoek dat dit niet vereist wordt, vanwege de ongerepte natuur waarin de brandbestrijders werken en het geen nut heeft om dit proberen te integreren. Stel dat de persoon in een gevaarlijke situatie komt, dan moet hij/zij weggedragen worden en in veiligheid worden gebracht door diegene bijvoorbeeld naar de bluswagen te brengen.

Er wordt geen gebruik gemaakt van een waterafstotende finish, zoals een fluor-carbon finish. Een paar bedrijven zijn ervan overtuigd dat dit het comfort belemmert en het heeft bij de toepassing weinig nut. De brandbestrijder komt nauwelijks in contact met chemicaliën bij een natuurbrand, daardoor hoeft de drager hier niet tegen beschermd te worden. Het pak moet wel snel drogend zijn, want wanneer de brandweerman nat wordt mag de drager niet onderkoeld raken en het pak moet aangenaam blijven om te dragen. Dit kan bereikt worden

door het toevoegen van natuurlijke vezels die een capillaire werking hebben en zo het vocht gemakkelijk kunnen afvoeren.

#### **4.2.1 Testen comfort**

Comfort is subjectief en daarom moeilijk te testen. Wanneer fieldtesten worden gedaan zijn veel factoren afhankelijk voor de testresultaten. Persoonlijke voorkeuren spelen hierbij een belangrijke rol, bijvoorbeeld een rood gekleurd pak wordt vaak al snel positief beoordeeld, terwijl hetzelfde pak in een gele kleur minder positief beoordeeld wordt. Vandaar dat er testen in het laboratorium vooraf worden gedaan op zowel de stof zelf als het gehele pak die het goed kunnen simuleren en een realistisch beeld kunnen geven.

Je hebt vier verschillende types comfort (Scott, 2005):

1. Thermosfysiologisch comfort: dit is de toestand waarin de geest een tevredenheid uit over de omgevingstemperatuur, dit is het geval wanneer het lichaam niet te koud of te warm aanvoelt en wanneer het vocht (zweet) dat geproduceerd wordt door het lichaam voldoende afgevoerd kan worden naar de omgeving toe. Dit type comfort kan beïnvloed worden door een afname of toename van hitte door straling, geleiding of door convectie. Vandaar dat dit type comfort het belangrijkste is waarop gefocust moet worden en alle onderstaande types comfort beïnvloeden namelijk ook het thermospsychologisch comfort in zekere mate.
2. Zintuiglijk comfort: dit is de sensatie van hoe een stof aanvoelt op de huid. De stof kan bijvoorbeeld prikkelen en jeuken. Maar ook stijf of juist zacht aanvoelen. Dit type comfort is zeer moeilijk te meten en hangt van een groot aantal factoren af. De enige test die hiervoor wordt gebruikt is een test (KES-F systeem) met een proefpersoon. Bij deze test wordt ook de greep van de stof getest. Deze test wordt niet uitgevoerd bij dit onderzoek, omdat het al in de praktijk wordt getest. Zintuiglijk comfort staat ook in verband met thermospsychologisch comfort, omdat een stof die nat is geworden, door bijvoorbeeld zweet, de eigenschappen van de stof kan veranderen. De stof kan dan namelijk gaan plakken aan de huid, dat zorgt voor een oncomfortabel gevoel.
3. Pasvorm kledingstuk: dit bepaalt hoe nauw aansluitend het pak is en het gewicht van het pak. Het bepaalt ook weer een deel het thermospsychologisch comfort, aangezien een ruimvallend shirt in de zomer als verkoelend kan worden ervaren.
4. Psychologisch comfort: dit type van comfort heeft vooral te maken met de esthetiek van het pak, zoals kleur, design, confectie en de geschiktheid van het pak voor de gelegenheid.

##### **4.2.1.1 Skin- model: Ret en Rct**

Op het Skin-Model kan de waterdampdoorlaatbaarheid en de warmtedoorlaatbaarheid worden getest.



De waterdampdoorlaatbaarheid wordt de stof gelegd op een hete plaat met water. Hierdoor verdampt het water in een bepaald tempo wat de Ret waarde bepaald. Dit geeft het ademend vermogen weer.

De Ret waarde wordt uitgedrukt in  $m^2 \cdot Pa/W$ .

- Klasse 1:  $Ret > 40$  ( vb. PVC)
- Klasse 2:  $20 < Ret < 40$  (vb. Hydrossoft)
- Klasse 3:  $Ret < 20$  (vb. Simply No Sweat = Ret 5,2)

Hoe lager de Ret waarde, des te beter het ademend vermogen.

De testmethode wordt uitgevoerd volgens de norm EN 31902 voor waterdampdoorlaatbaarheid.

Natuurbrandbestrijdingskleding moet voldoen aan de norm EN 15614:2007 waarin de minimale eis wordt gesteld van:  $Ret: \leq 10 m^2 \cdot Pa/W$ .

Bij een oplossing van een één laagstelsel voldoet bijna iedere stof, met een bepaald gewicht en volume, hieraan.

De warmtedoorlaatbaarheid werkt volgens hetzelfde principe, maar zonder toevoeging van water. De warmte gaat door de stof in een bepaald tempo wat de Rct waarde geeft.

De Rct waarde wordt uitgedrukt in  $m^2 \cdot K/W$  en hierbij geldt weer hoe lager de Rct waarde, des te beter de warmtedoorlaatbaarheid is. Natuurbrandbestrijdingskleding moet voldoen aan de norm EN 15614:2007 waarin de minimale eis wordt gesteld van:  $Rct: \leq 0,055 m^2 \cdot K/W$



Figuur 18 Skin Model, Centexbel

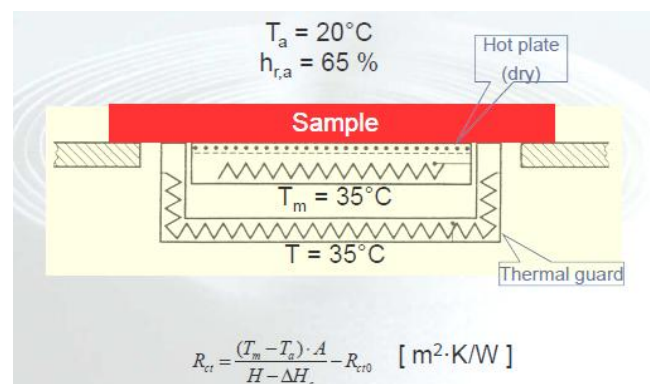
$R_{et}$ values	$[m^2 \cdot Pa/W]$
Excellent	$< 6$
Very good	$6 \leq R_{et} < 13$
Good	$13 \leq R_{et} < 27$
Moderate	$27 \leq R_{et} < 40$
Fair	$40 \leq R_{et} < 50$

Figuur 19 Ret waarden (Leanord, 2015 )

Figuur 20 Skin Model Principe Rct (Leanord, 2015 )

Clothing example	$m^2 \cdot K/W$
Shirt	0.01
Underwear	0.02 - 0.04
Thermal underwear	0.04 - 0.08
Sweaters	0.10
Firemen jacket	0.10
Blankets	0.10 - 0.20
Continental quilts	0.50 - 1.50

Figuur 21 Vergelijking Rct waarden (Leanord, 2015 )



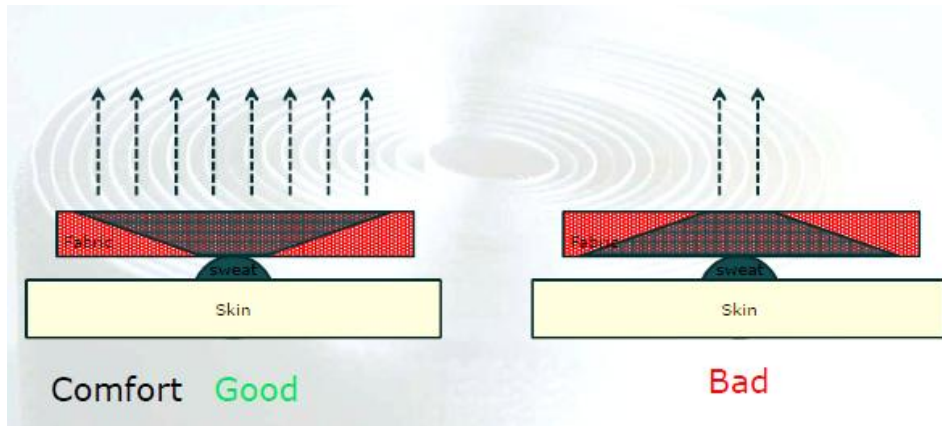
In vergelijking met andere textielmaterialen is de gevraagde Rct waarde uitzonderlijk laag. Een brandweerpak met 4 lagen (EN 469) heeft een Rct waarde van  $0,10 m^2 \cdot K/W$ .

Beide testen worden uitgevoerd volgens de norm: EN 31092.

#### 4.2.1.2 Moisture Management Test

Bij de MMT test wordt het vocht regulerend vermogen van de stof getest. Wicking is een term die hierbij gebruikt wordt. Wicking is het vermogen van het transporteren van vloeibaar water (zweet) in textielstoffen (Leanord, 2015 ).

Om een visueel voorbeeld te geven wordt in figuur 15 de relatie aangegeven tussen wicking en comfort.



Figuur 22 Wicking & Comfort (Leanord, 2015 )

De waarde van de MMT wordt uitgedrukt door de overall moisture management capability afgekort OMCC. De test is gebaseerd op de norm: TR 16422.

De OMCC is afhankelijk van de absorptiesnelheid, verspreidingsnelheid en de transportcapaciteit in één richting.

OMMC = 0 → comfort = slecht

OMMC = 1 → comfort = goed

De MMT geeft een reëler beeld van het niveau voor comfort van de stof in vergelijking met de testen bij het Skin Model.

De waarde voor eis van de natuurbrandbestrijdingskleding is door Jean Leonard van Centexbel bepaald. **Waarde mag niet gegeven worden, i.v.m. vertrouwelijkheid die opgelegd is door de FOD.**

#### 4.2.1.3 Sweating/Thermal Manikin Test

Voor de Sweating en Thermal Manikin testen wordt dezelfde manikin gebruikt. De manikin bestaat, zoals aangegeven op figuur 23, uit 26 reguleerbare zones.

De Thermal Manikin Test meet de warmtedoorlaatbaarheid door middel van de  $I_{cle}$  ( $m^2K/W$ ) dat wordt gemeten volgens de ASTM F 1291-04 met als formule:

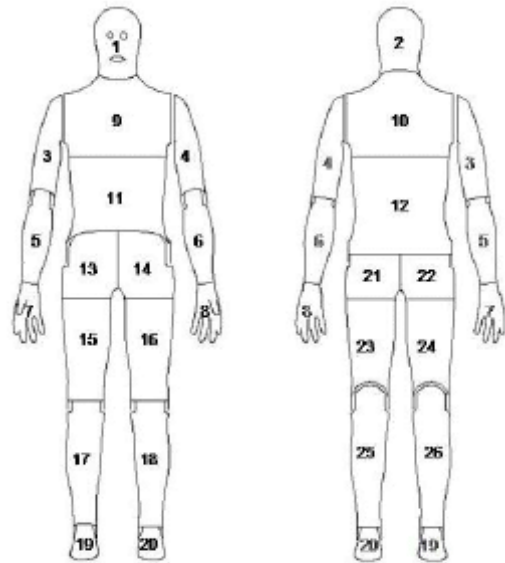
$$I_{cle} = I_t - I_a$$

Met:

$I_{cle}$  = *intrinsic thermal resistance (insulation) of the clothing*

$I_t$  = *total thermal resistance (insulation) of the clothing and surface air layer around the manikin*

$I_a$  = *thermal resistance (insulation) of the air layer on the surface of the nude manikin*



Figuur 23 Thermal & Sweating Manikin

(Leonord, 2015)

Een haalbare waarde voor de Thermal Manikin Test is een: **Waarde is vertrouwelijk**. Dit is gebaseerd op de gekregen  $R_{ct}$  waarde van Jean Leonard van Centexbel.

De Sweating Manikin Test meet het ademend vermogen van het pak. De waterdampdoorlaatbaarheid wordt bepaald door middel van de  $R_{cle}$  ( $m^2Pa/W$ ) dat wordt gemeten volgens de ASTM F 2370:10 met als formule:

$$R_{cle} = R_{et} - R_{ea}$$

Met:

$R_{cle}$  = *intrinsic evaporative resistance of the clothing measured under isothermal conditions*

$R_{et}$  = *total evaporative resistance of the clothing and surface layer around the manikin around the manikin measured under isothermal conditions*

$R_{ea}$  = *evaporative resistance of the air layer on the surface of the nude manikin's sweating surface measured under isothermal conditions*

Een haalbare waarde voor natuurbrandbestrijdingskleding is een:

**Waarde is vertrouwelijk.**

De waarde is gebaseerd op een  $R_{et}$  waarde gekregen van Jean Leonard, Centexbel.

Bij zowel de Thermal Manikin Test als de Sweating Manikin Test geldt hoe lager de waarde, des te beter het comfort. Beide testen zullen uitgevoerd worden op een dynamische, wandelende manikin om een realistischer beeld te krijgen van het niveau van comfort.

### 4.3 Omgevingsfactoren en bescherming

Met omgevingsfactoren worden in dit geval vallen, struikelen en stoten bedoeld. Om voor dit probleem een oplossing te vinden is er bescherming nodig. Bescherming kan op meerdere niveaus bepaald worden. Doordat de stof aan bepaalde testwaarden voldoet bezit het bepaalde beschermende eigenschappen en zorgt het voor een pak met minder kans op beschadigingen. Extra bescherming kan ook geplaatst worden alleen op bepaalde delen van het pak die een groter risico lopen op beschadigingen en/of voor de drager meer comfort moet bieden.

#### 4.3.1 Testen op de stof

De fysieke testen die gedaan worden om te voorkomen dat het pak doorscheurt of kapot gaat zijn de: treksterkte (EN ISO 13934-1), scheursterkte (EN ISO 13937-2), naadsterkte (EN ISO 13935-2), abrasieweerstand: martindale (ISO 12947-2) en pillingweerstand: martindale (ISO 12945-2).

##### 4.3.1.1 Treksterkte

Om de treksterkte van een staal te meten wordt het staal ingespannen tussen twee klemmen en wordt het onderworpen aan een bepaalde trekkracht, die uitgedrukt is in Newton.

De test wordt gedaan zowel in de lengte- als in de breedte richting op meerdere geconditioneerde stalen.

Welke waarden zijn nu geschikt voor natuurbrandbestrijdingskleding?

De onderzoeksresultaten worden weergegeven in het onderstaande tabel.

Min. waarde in de norm EN 15614:2007	Marktonderzoek oplossingen	Eigen bevindingen
Ketting & Inslag ≥ 450 N	1. Bedrijf A Ketting = 910 N Inslag = 710 N	Ketting ≥ 800 N Inslag ≥ 650 N
	2. Bedrijf B Ketting = 1000 N Inslag = 800 N	
	3. Bedrijf C Ketting = 1320 N Inslag = 1599 N	

*Opmerking: alle waarden zijn in Newton (N)*

De norm stelt een relatief lage waarde bij de treksterkte van 450 N of hoger. Even ter vergelijking. Een normale broek van een redelijk dikke stof haalt gemakkelijk een treksterkte van 300 N (Raes, 2013-2014). Dit is geen beschermkleding en behaalt al een in de buurt komende treksterkte.

Vandaar dat de treksterkte voor natuurbrandbestrijdingskleding hoger moet liggen dan de norm om een optimale bescherming te garanderen dat een lange tijd mee kan gaan zonder dat het snel beschadigd wordt. Gemiddeld gaan de pakken ongeveer 10 jaar mee, een normale broek gaat rond de één tot twee jaar mee. Het is dus logisch om een hogere waarde te eisen bij zwaardere omstandigheden waarin de broek gebruikt wordt.

“The level of strength required from a yarn or fabric depends on its end use. For some end uses it is the case that the higher the strength of the materials, the better it is for its end use.” (Savile, 1999, p. 115)

#### 4.3.1.2 Scheursterkte

De scheursterkte wordt getest volgens de norm EN ISO 13937-2. De scheursterkte bepaalt voor een groot deel, net zoals de treksterkte, het niveau van bescherming tegen omgevingsfactoren. Vandaar dat de eis wordt gesteld een zo groot mogelijke scheursterkte. Maar de scheursterkte mag niet te hoog zijn. Wanneer een brandbestrijder vast komt te zitten in een gevaarlijke situatie en wil ontsnappen, moet het mogelijk zijn om zich los te scheuren om zichzelf te bevrijden.

Gebaseerd op het marktonderzoek zijn mijn eigen bevindingen bepaald. In de tabel zijn de waarden weergegeven en hierbij geldt hoe hoger de waarde, des te beter de bescherming zal zijn tegen de omgevingsfactoren. De waarden van de stoffen uit het marktonderzoek en de gevraagde waarden zijn waarden die een volwassen persoon kan ontplooien.

In de tabel worden alle resultaten weergegeven van de scheursterkte.

Min. waarde in de norm EN 15614:2007	Marktonderzoek oplossingen	Eigen bevindingen
Ketting & Inslag ≥ 20 N	1. Bedrijf A Ketting = 25 N Inslag = 22 N	Ketting ≥ 40 N Inslag ≥ 40 N
	2. Bedrijf B Ketting = 65 N Inslag = 55 N	
	3. Bedrijf C Ketting = 43,4 N Inslag = 40,0 N	

*Opmerking: alle waarden zijn in Newton (N)*

De norm stelt de minimale eis van 20 N dat een zeer lage waarde is. Even ter vergelijking een normale broek heeft een scheursterkte van rond de 16 N (Raes, 2013-2014). Een broek valt niet onder de categorie beschermende kleding en behaalt toch al een waarde van 16 N.

De eis uit de norm is te laag om voldoende bescherming te bieden. Daarom is naar aanleiding van de gevonden waarden uit het marktonderzoek zijn mijn eigen bevindingen geworden voor de ketting en de inslag: **Waarde is betrouwelijk.**

#### **4.3.1.3 Naadsterkte**

De naadsterkte is zeer belangrijk voor het goed functioneren van het pak. De naden mogen niet breken of kapot gaan in alle omstandigheden die zich kunnen voordoen tijdens een natuurbrandinterventie. Stel dat de naden openscheuren is de kans op verbranding en/of letsel groter, bescherming moet ten alle tijden optimaal blijven.

De eis uit de norm EN 15614:2007 bepaalt een naadsterkte van:  $\geq 225$  N. Dit is een waarde wat vaak gehanteerd wordt voor beschermkleding en voldoet aan de algemene eisen. Ook bij de naadsterkte geldt: hoger is beter.

#### **4.3.1.3 Abrasieweerstand & Pillingweerstand**

Op de Martindale testmachine kunnen verschillende testen worden uitgevoerd, zoals de abrasieweerstand en de pillingsweerstand. Deze testen worden niet gevraagd in de norm EN 15614:2007, maar geven een goede indruk hoe de stof zich gedraagt na verloop van tijd bij wrijving van het materiaal.

De abrasieweerstand geeft de schuurweerstand aan van een textielmateriaal. Een cirkelvormig staal wordt bij een bepaalde belasting geschuurd over een abrasief materiaal (standaard wolweefsel) volgens een voor opgesteld schuurpatroon.

De waarde van mijn eigen bevinding is gebaseerd op de tender voor brandinterventiekleding: aantal toeren tot breuk 12 kPa, min. 30.000 cycli.

De waarde voor de pillingsweerstand is ook gebaseerd op de tender voor brandinterventiekleding: pilling na 2000 toeren, min 4.

Pilling is het bijeenrollen van vezels tot bolletjes, die recht op het weefsel blijven staan. Het verschijnsel kan optreden tijdens het wassen, chemisch reinigen of mechanische acties. Er wordt van pilling gesproken wanneer de bolletjes een dergelijke dichtheid hebben dat het licht er niet doorheen kan (Raes, 2013-2014).

Dit is voldoende om in te schatten hoe het pak zich weerhoudt tegen de omgevingsfactoren waaraan het wordt blootgesteld tijdens een natuurbrand interventie.

### **4.4 Onzichtbaarheid**

Om te voorkomen dat de natuurbrandbestrijder onzichtbaar wordt in het werkveld moet de zichtbaarheid van het pak verhoogd worden. Hiervoor zijn er meerdere opties mogelijk. Allereerst wordt de eis uit de norm voor natuurbrandbestrijdingskleding besproken en in het tweede deel alternatieve oplossingen voor extra zichtbaarheid.

#### **4.4.1 Reflecterend materiaal**

Volgens de norm EN 15614:2007 moet natuurbrandbestrijdingskleding voldoen aan:

Klasse 1 van de norm ISO 20471:2003 - High visibility clothing -- Test methods and requirements.

Klasse 1 houdt in:

- Retroflecterende banden  $\geq 0,13 \text{ m}^2$ ;
- Fluorescerende banden en/of combinatiebanden  $\geq 0,2 \text{ m}^2$ ;
- De banden moeten een zichtbaarheid geven rondom het hele lichaam door op plaatsen zoals de armen, benen en torso het kledingstuk te omcirkelen.

Deze klasse is de laagste klasse uit de norm en zorgt voor genoeg zichtbaarheid in natuurgebieden.

Er zijn verschillende soorten banden om de zichtbaarheid te kunnen verhogen. Één van de grootste leveranciers hiervoor is het bedrijf 3M.

3M maakt verschillende soorten banden van gelamineerde banden tot textielbanden. Aangezien het comfort het belangrijkste is bij dit onderzoek mogen de banden geen belemmerende functie hebben in verband met de doorlaatbaarheid van het pak. Wanneer gelamineerde banden op het pak geplaatst zijn, dan is er op die plaatsen niet of nauwelijks luchtdoorlating, wat het comfort op bepaalde plaatsen van het pak kan belemmeren. Vooral bij de torso is dit het geval, omdat hier de meeste hitteopbouw van het lichaam ontwikkelt. Het aantal  $\text{m}^2$  dat geplaatst moet worden op het pak is klein. Maar elk deel van het pak is belangrijk voor het comfortniveau.



Figuur 24 Combinatieband Textiel 3M (Reflective Fabrics, 2015)

Vandaar dat de keuze ligt bij combinatiebanden van textiel. Het voordeel van textiel is dat het flexibeler is dan gelamineerde banden en beter luchtdoorlatend. Gelamineerde banden worden steeds vaker geperforeerd om de luchtdoorlaatbaarheid te verhogen. De meningen hierover verschillen of het echt effect heeft op het comfort vermogen.

Combinatiebanden zijn te verkrijgen in verschillende uitvoeringen. Op figuur 20 is een combinatieband te zien met twee fluorescerende delen en 1 deel retro flecterend deel in het midden. Een andere mogelijkheid is een combinatieband die op het oog alleen fluorescerend is, maar bij schemer en donker een ook retro flecterende werking heeft. Dit is weergegeven in figuur 25 en figuur 26.



Figuur 25 Combinatieband Textiel Overdag 3M (Reflective Fabrics, 2015)



Figuur 26 Combinatieband Textiel 's Nachts 3M (Reflective Fabrics, 2015)

Om het aantal m<sup>2</sup> te beperken op het pak worden combinatiebanden geprefereerd. Klasse 1 is gemakkelijk te bereiken door de banden te plaatsen rondom de armen, benen en torso. Vandaar dat combinatiebanden een goede oplossing is om zo min mogelijk delen van het pak te belemmeren van de luchtdoorlating.

Een belangrijke opmerking hierbij is dat retro flecterend materiaal veel minder van toepassing is bij natuurbrandbestrijding. Retro flecterend materiaal werkt alleen bij aanwezigheid van een externe lichtbron, zoals autolampen. In de natuur heb je dit niet. De enige aanwezige lichtbronnen zijn zaklampen en de lampen van de bluswagens.

#### 4.4.2 Extra zichtbaarheid

Zoals in het vorige deel van zichtbaarheid werd uitgelegd is het gebruik van retro flecterende banden minder van toepassing. Daarom moet er een oplossing gevonden worden om de zichtbaarheid op een andere manier te verhogen.

Factoren waar de brandbestrijder mee te maken krijgt dat de zichtbaarheid vermindert zijn rook, schemer en nacht. Vanwege deze factoren is een actieve lichtbron de ideale oplossing. Maar hoe kan dit worden geïntegreerd in het pak?

Uit het onderzoek zijn twee resultaten naar voren gekomen.

Allereerst het best bruikbare resultaat. Interactive-Wear uit Duitsland is een bedrijf dat zich gespecialiseerd heeft in smart textiles. Hun oplossing is een textielkabel met LED- lichtjes dat door middel van een drukknopsysteem gemonteerd kan worden. Het is afneembaar, wasbaar en heeft een kleine Li-Ion batterij die snel opgeladen kan worden.

Het enige probleem is de brandbestendigheid. Interactive-Wear heeft zelf nog geen testen uitgevoerd op brandwerendheid. Vandaar dat er testen zijn uitgevoerd op Campus Vesta. Campus Vesta is een brandweerschool gevestigd in Antwerpen, waar ze dagelijks verschillende interventies simuleren.

Bij Campus Vesta is het proefmonster gemonteerd op het pak van een instructeur die twee binnenhuisbrandinterventies heeft ondergaan. Het resultaat is dat het proefmonster niet is beschadigd, gesmolten en vlam gevat heeft. De brandweermannen zijn zeer positief over de LED- lichtjes. Op de textielkabels zitten rode en witte lichtjes, de rode lichtjes geven, volgens de brandweermannen, een zeer goede zichtbaarheid in donkere ruimtes waar rook aanwezig is.



Figuur 27 LED- lichtjes politiepak (Interactive Wear, 2015)

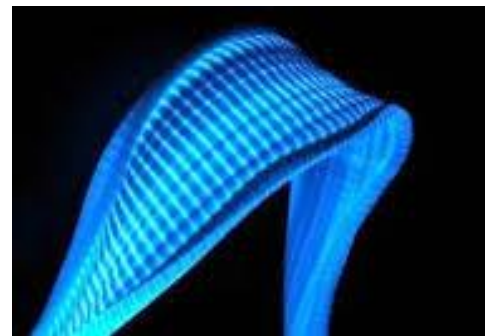




Figuur 28 Foto's testen LED-lichtjes Campus Vesta

Vooral de rode LED-lichtjes blijken dus een succes. De temperaturen die het proefmonster heeft ondergaan bij de twee interventies zijn hoger dan bij een natuurbrand. Daarom zijn de LED-lichtjes zeker geschikt voor het integreren in natuurbrandbestrijdingskleding.

Een andere oplossing kan zijn het integreren van optische vezels op bepaalde delen van het pak. Het probleem hierbij is echter dat het nog een nieuw concept is, waarop nog veel testen gedaan moeten worden. De integratie is al succesvol gelukt in tapijten en huishoudelijk textiel.



Figuur 29 Lightex (Brochier Technologies , s.a. )

Brochier Lightex® is een voorbeeld hiervan. De optische vezels, die verbonden is met elektronluminescent diodes met zijdelingse verlichting worden ingeweven in het product dat kan oplichten. Het probleem bij dit product is dat het niet wasbaar en niet brandbestendig is. Vandaar dat dit product niet verder is onderzocht. Het bedrijf is wel geïnteresseerd in een toekomstige samenwerking om de optische vezels te integreren in een brandweerpak, daarom gaan ze het komende jaar testen doen om dit te realiseren.

#### 4.4.3 Testen zichtbaarheid

Om de zichtbaarheid goed te testen worden er testen uitgevoerd die zowel dag als nacht simuleren en dit zowel in droge als natte toestand van het materiaal.

Er is een onderscheid tussen passieve en actieve zichtbaarheid. Met passieve zichtbaarheid worden de materialen bedoeld die van zijn eigen niet oplichten, maar een externe lichtbron nodig hebben om zichtbaar te worden. Met actieve zichtbaarheid worden de materialen bedoeld die zelf voor zichtbaarheid kunnen zorgen, zoals LED-lichtjes. Vanwege dit verschil in zichtbaarheid moeten de testen hierop aangepast worden.

De passieve zichtbaarheid wordt getest met een externe lichtbron. Dit kan gesimuleerd worden in een donkere kamer of in het bos en door gebruik te maken van lampen. De actieve lichtbron wordt in een donkere kamer en in een rookkamer getest op de zichtbaarheid.

#### 4.5 Ziekte van Lyme

Teken worden een steeds groter probleem in de Benelux. Door de minder strengere winters overleven de teken en planten ze zich in een rap tempo voort. Teken kunnen de ziekte van Lyme overdragen wanneer ze besmet zijn. De ziekte van Lyme is een ernstige ziekte die soms een fatale afloop kan hebben wanneer het niet op tijd bestrijd wordt.



Figuur 30 Teek (BuzzX, s.a.)

Wanneer het pak verstelbare uiteinde heeft van de mouwen en de broekspijpen scheelt dit al een hoop om de teken te weren. Uit het marktonderzoek blijkt dat dit helaas niet voldoende is en dat veel brandbestrijders last hebben van teken na een natuurbrand-interventie.

Een insectenwerende finish is hierbij een oplossing. De finish mag niet het ademend vermogen belemmeren en moet daarom hydrofiel zijn. Ook moet de finish wasbestendig zijn bij een x aantal wasbeurten, dat gelijk is aan de eisen van het pak. In het geval van de technische nota is de eis voor wasbestendigheid: **vertrouwelijk**.

Een voorbeeld van een goed werkende insectenwerende finish die aan alle eisen voldoet is een hydrofiel permethrin finish. Voor deze finish wordt de norm TL 8305 – 0331 gehanteerd.

BuzzX® is een finish op basis van permethrin. Het verbrandt de pootjes van het insect wanneer het op de stof terecht komt en valt zo van de stof af.

Wat soms ook wordt gedaan is het zeer dicht weven van de stof om te voorkomen dat het insect door kan dringen. In het geval van natuurbrandbestrijdingskleding wordt dit niet gebruikt, omdat het comfort en het ademend vermogen daardoor zeer naar beneden gaat (Klein Hesselink, 2015).

#### 4.6 Additioneel onderwerp: decontaminatie brandweerpakken

Naar aanleiding van een internationaal persbericht IARC uit 2007 blijkt dat brandbestrijders jonger sterven. Tijdens de brandinterventie krijgt de brandbestrijder te maken met kankerverwekkende stoffen die op lange termijn schade aan de gezondheid kunnen brengen.

De meest voorkomende types kanker onder de brandbestrijders zijn:

- Non-hodgkin lymfoom (zeldzame vorm lymfklierkanker)

- Prostaatkanker
- Testiscarcinoom

Prof. dr. Grace LeMasters : “Firefighter cancer is a looming personal catastrophe for each and every firefighter. Cancer is the most dangerous and unrecognized threat to the health and safety of our nation’s firefighters”. (Verminck, Tommy, 2015)

#### 4.6.1 Toxische stoffen

Niet alleen brandbestrijders worden met toxische stoffen geconfronteerd, maar bijvoorbeeld ook wegwerkers. Alle mensen met een beroep waarbij toxische stoffen aanwezig zijn hebben een verhoogde kans op kanker. Beroepen waarbij een aanwezigheid is van gevaarlijke chemicaliën, (uitlaat)gassen en brand zijn een paar voorbeelden.

Deze schadelijke stoffen kunnen op de volgende manieren worden opgenomen door het lichaam:

1. Gastrolintestinaal (via de maag en darmen)
2. Via inhalatie
3. Percutaan (door de huid heen, via de poriën)

Opname door gastrolintestinaal is bijna onmogelijk. Via inhalatie is zeker een mogelijkheid, vooral wanneer de brandbestrijder niet consequent werkt met ademhalingsapparatuur. De meeste toxische stoffen zullen waarschijnlijk percutaan in het lichaam terecht komen. .

Uit de percentages uit een onderzoek van Centexbel blijkt dat er een grote stijging aan schadelijke stoffen zijn in het lichaam na een interventie.

Vandaar dat het onderzoek is voortgezet bij Centexbel. Bij Centexbel is een technische onderzoek gedaan om de volgende vraagstukken:

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

De belangrijkste stoffen die zijn onderzocht tijdens dit onderzoek zijn de:

1. Vluchtige organische componenten (VOC's): dit zijn componenten die bestaan uit organisch materiaal (C,H,O). Deze stoffen zijn schadelijk en Phenol met de hierbij horende dampen zijn corrosief voor de ogen, de huid en het ademhalingsstelsel. Daarnaast kan langdurig contact met de huid een allergische reactie of brandwonden veroorzaken.

2. Poly Aromatische Koolwaterstoffen (PAK's): deze stoffen zijn uiterst kankerverwekkend. PAK's komen ook voor in de lucht die we inademen en leidt tot 2 tot 20 extra sterfgevallen door longkanker per jaar.

De conclusie van het onderzoek van Centexbel is als volgt:

- Ja, de pakken zijn gecontamineerd.
- De gevonden schadelijke stoffen zijn VOC's en PAK's.
- De toxiciteit van de stoffen komen in een dermate hoge frequentie voor die als kankerverwekkend aangezien kunnen worden.
- De toxische stoffen dringen door tot op de huid, zelfs bij een 4- lagen brandweerpak.

Het besluit is dat de contaminatie op de pakken verwijderd moeten worden. Nu is de vraag: hoe?

#### 4.6.2 Reinigen met CO<sub>2</sub>

Er zijn verschillende methoden getest bij Centexbel om te kijken welk reinigingsproces het meest effectief is in het decontamineren van de toxische stoffen op het brandweerpak.

Uit het onderzoek bij Centexbel blijkt dat de VOC's binnen 12 uur na een interventie verdwijnen en dat de PAK's zich zeer vast hechten op de verschillende lagen van het brandweerpak, waarbij sommige PAK's vluchtig zijn in functie van de tijd. Dit kan echter maanden of zelfs jaren duren. PAK's zullen daarom het lastigste zijn om te decontamineren.

CO<sub>2</sub> reinigen blijkt uit het onderzoek van Centexbel het beste resultaat te geven, maar liefst 98% van de PAK's kan hiermee worden verwijderd. Daarnaast moet er nog meer onderzoek naar deze reinigingsmethode gedaan worden. Vragen als kan met de CO<sub>2</sub> al het vuil verwijderd worden? Alledaagse vlekken, zoals modder, gras, ketchup, enzovoorts. Is dit de enige goede oplossing en is het haalbaar om alle pakken van alle brandweerkazernes gebruik te laten maken van deze reinigingsmethode?



Figuur 31 CO<sub>2</sub> (Earth Times , 2011)

In de toekomst zal er een oplossing gezocht moeten worden naar het introduceren van de CO<sub>2</sub> reinigingsmethode in België.

In het kader van dit onderzoek zijn de schadelijke stoffen die zich op het brandinterventiepak bevinden een belangrijk punt om aan te halen. Dit is een pak van vier lagen en hierbij dringt het al door tot in de huid. Bij natuurbrandbestrijding heeft het pak maar één laag, waardoor toxische stoffen zeker zullen doordringen in de huid.

Bij een natuurbrand zijn er niet dezelfde toxische stoffen aanwezig als bij een binnenhuisbrand. Bij een natuurbrand zijn er niet in grote mate plastics en chemicaliën aanwezig. Ook staat de brandweerman in de openlucht en is er minder contact met het vuur en de rook. Dit zijn een aantal punten, dat meegenomen moet worden bij verder onderzoek naar toxische stoffen en hoe de brandbestrijders hiertegen beschermd kunnen worden.



Figuur 32 Brandinterventie (Rssing, 2015)

## 5. Conclusies

### 5.1 Technische Nota / Tender

De tender is nog niet gepubliceerd, vandaar dat informatie uit dit hoofdstuk gedeeltelijk is weggelaten, omdat het om voorlopig nog vertrouwelijke informatie gaat.

Alle conclusies van het onderzoek zijn gebundeld in de technische nota die opgesteld is met als doel de natuurbrandbestrijdingskleding te normaliseren. Wanneer de technische nota of tender gepubliceerd wordt kunnen bedrijven zich inschrijven om deel te nemen aan de aanbesteding. De technische nota is verdeeld in twee delen: de minimale vereisten en de voordeelcriteria. De minimale vereisten zijn de eisen waaraan het pak minimaal moet voldoen.

De voordeelcriteria zijn het deel dat de doorslag zal geven bij de aanbesteding. De inschrijver met de beste oplossing wordt gekozen door middel van een puntensysteem.

In dit hoofdstuk van de conclusies worden alle gemaakte keuzes in de tender beschreven.

#### 5.1.1 Minimale Vereisten

Het eerste onderdeel omvat de textieltechnische parameters waaraan het pak moet voldoen. De beschermende kleding is een persoonlijk beschermingsmiddel van niveau 3 en moet kunnen voldoen aan de normen:

- EN 15614:2007 - Beschermende kleding voor brandweerkorpsen, testmethodes in het laboratorium en prestatie-eisen voor natuurbrandbestrijdingskleding.
- EN 340:2003 - Beschermende kleding - Algemene eisen.

##### 5.1.1.1 Algemene aspecten van het pak

1. Lagenopbouw: het pak moet bestaan uit een één laagssysteem om een optimaal comfort te kunnen bieden.

2. Het design van het pak: **VERTROUWELIJK**

3. Kleur: **VERTROUWELIJK**

4. Kleuronderscheiding rang: **VERTROUWELIJK**



Figuur 33 Voorbeelden pak met onderscheiding rang d.m.v. zwart en rood gekleurde schouderstukken

#### 5.1.1.2 Basisweefsel broek en vest

##### I. Compositie & constructie

1. Algemeen: het basisweefsel voor de broek en het vest moeten identiek zijn.
2. Samenstelling ISO 1833: **VERTROUWELIJK**
3. Kleur ISO 105-J01: **VERTROUWELIJK**
4. Gewicht ISO 3801-D5: **VERTROUWELIJK**

Bij het gewicht geldt, lager is beter. Uit het marktonderzoek blijkt dat de stoffen gemiddeld rond de 250 g/m<sup>2</sup> liggen.

5. Finish TL 8305 - 0331: **VERTROUWELIJK**

Er mag geen waterafstotende finish worden gebruikt, zoals een fluor-carbon. Dit belemmert het comfort niveau en wordt als overbodig gezien. De stof moet daarom wel snel drogend zijn in het geval het nat wordt.

##### II. Fysische eigenschappen

1. Treksterkte EN ISO 13934-1:

De treksterkte moet boven de volgende waarden liggen: **VERTROUWELIJK**

De waarden zijn gebaseerd op het marktonderzoek. De meeste bindingen die worden gebruikt zijn ripstop of keper, waardoor de ketting het meest belast wordt in de praktijk.

Vandaar dat er een hogere waarde wordt geëist bij de ketting. Hoe hoger de treksterkte, des minder kans er is op beschadigingen.

## 2. Scheursterkte EN ISO 13937-2:

De scheursterkte moet boven de volgende waarden liggen: **VERTROUWELIJK**

De scheursterkte bepaalt net, zoals de treksterkte, de bescherming tegen de omgevingsfactoren. Wanneer het pak scheurt, dan is de brandbestrijder minder beschermd. Dit moet absoluut vermeden worden. Vandaar dat er geldt: hoger is beter. De ketting en inslag hebben dezelfde eis, omdat uit het marktonderzoek is gebleken dat de ketting en de inslag rond dezelfde waarden liggen.

## 3. Naadsterkte EN ISO 13935-2:

De waarde voor de naadsterkte komt uit de norm EN 15614:2007 voor natuurbrandbestrijdingskleding en bedraagt: Ketting en Inslag  $\geq 225$  N.

Deze eis wordt ook gesteld bij de binnenhuisbrand interventiekleding en heeft voorheen goede resultaten opgeleverd.

## 4. Abrasieweerstand Martindale-test ISO 12947-2:

De waarde voor de abrasieweerstand is gebaseerd op de tender van de binnenhuisbrand interventiekleding. Het abrasie niveau waaraan het pak mee wordt blootgesteld is namelijk gelijkaardig aan de natuurbrandinterventiekleding en heeft de volgende eis:

- Aantal toeren tot breuk 12 kPa
- Min. 30.000 cycli

## 5. Pillingweerstand Martindale-Test ISO 12945-2:

De waarde voor de pillingweerstand is ook gebaseerd op de tender van de binnenhuisbrand interventiekleding om dezelfde reden als de abrasieweerstand en heeft de volgende eis:

- Pilling na 2000 toeren
- Min. 4

## 6. Dimensionele stabiliteit EN 25077, 5 wascycli, 60°C:

De eis voor de dimensionele stabiliteit komt direct uit de norm EN 15614:2007 voor natuurbrandbestrijdingskleding en eist:

Ketting en Inslag: max. +/-3%

Dit betekent dat de stof bij vijf wascycli op 60°C maximaal +/- 3% mag krimpen. Dit is een zeer strenge eis. De reden voor deze eis is dat het pak een één laagstelsel is die al een



zeer aansluitende pasvorm heeft. Stel dat het nog meer zou krimpen, dan zou dit de bewegingsvrijheid en de pasvorm verminderen.

Dimensionele stabiliteit betekent de eigenschap dat de afmetingen gelijk blijven onder wisselende omstandigheden van temperatuur, vochtigheid, enz. (Woordenboek, s.a.).

### III. Kleurechtheden

Elke geteste stof op de markt wordt getest op de kleurechtheid. Voor natuurbrandinterventiekleding zijn de eisen gebaseerd op de tender binnenhuisbrand interventiekleding die gelijkaardig is qua kleurechtheden.

1. Kleurechtheid Licht ISO 105-B02:	min. 5
2. Kleurechtheid Wassen ISO 105-C03:	min. 4
3. Kleurechtheid Zweet- Zuur ISO 105- E04:	min. 4
4. Kleurechtheid Wrijven, Droog & Nat ISO 105- X12:	min. 4
5. Kleurechtheid Strijken ISO 105-X1:	min. 4

De lichtechtheden worden bepaald door de stalen na de test te onderwerpen aan 8 blauwschalen. De andere 4 echtheden worden onderworpen aan 2x5 grijschalen (degradatie en aanbloeden).

### IV. Brandgedrag

De essentiële vereisten voor de testen van het brandgedrag komen uit de norm EN 15614:2007 speciaal ontwikkeld voor natuurbrandbestrijdingskleding. De waarden van norm liggen redelijk laag, maar zal voldoende bescherming bieden bij een natuurbrandinterventie zoals eerder is uitgelegd bij de resultaten. Uit het marktonderzoek is gebleken dat alle stoffen van de onderzochte bedrijven voldoen aan deze waarden voor het brandgedrag en geen complicaties in de praktijk hebben ondervonden.

1. Algemeen: Alle materialen van het pak, inclusief retro flecterend en fluorescerend materiaal, uitsluitend hardware, moet apart worden getest.
2. Vlamverspreiding EN ISO 15025: 2002, Procedure A of B:

Voor beide procedures geldt:

- a) mag niet branden tot aan de top en de zijkanten;
- b) geen gesmolten resten en mag niet druppelen;
- c) gemiddelde waarde nabrandtijd  $\leq 2$  s;
- d) gemiddelde waarde nagloeitijd  $\leq 2$  s;

e) geen gat vorming.

3. Warmteoverdracht- STRALING 20 kW/m<sup>2</sup> EN ISO 6942:2002, Methode B:

RHTI 24  $\geq$  11 s

RHTI 24- RHTI 12  $\geq$  4 s

RHTI = Radiation Heat Transfer Index

4. Hitteweerstand ISO 17493, (180 $\pm$ 5) °C, 5 min. :

Materiaal mag niet:

- smelten
- druppelen
- ontbranden
- krimpen >5 %

Opmerking: inclusief hardware getest. Met hardware worden bepaalde accessoires bedoeld, zoals ritsen en klittenband.

#### IV. Comfort

Bij de minimale vereisten worden drie testen geëist waaraan het pak moet voldoen.

1. Waterdampdoorlaatbaarheid EN 31092: **VERTROUWELIJK**

Bij de Ret waarde geldt hoe lager de waarde, des te betere waterdampdoorlaatbaarheid van de stof. Bij een één laagssysteem zijn de waarden, blijkt uit het marktonderzoek, allemaal beneden de: **VERTROUWELIJK**.

De waarde komt direct uit de norm EN 15614:2007 voor natuurbrandbestrijdingskleding.

2. Warmtedoorlaatbaarheid EN 31092: **VERTROUWELIJK**

Bij de Rct geldt hoe lager de waarde, des te beter de warmtedoorlaatbaarheid is van de stof.

De waarde komt direct uit de norm EN 15614:2007 voor natuurbrandbestrijdingskleding.

3. Moisture Management Test, volgens richtlijn TR 16422: **VERTROUWELIJK**.

De moisture management test staat niet in de norm EN 15614:2007 en is toegevoegd met de reden dat het een realistischer beeld geeft van het comfort niveau van de stof voor de drager.

De waarde is berekend door Jean Leonard van Centexbel.

*OMMC = Overall Liquid Moisture Management Capability*

## V. Gezondheidsveiligheidstesten

Als toevoeging op de voorgaande testen is er gekozen voor de gezondheidsveiligheidstesten. Het blijkt dat veel bedrijven hiermee werken en het de klant een bepaalde zekerheid geeft dat het product geen schadelijke stoffen voor de gezondheid bevat.

1. Algemeen: de stof moet voldoen aan de **Oeko-Tex® Standard 100.**

Deze standaard bevat verschillende testen voor de aanwezigheid op schadelijke stoffen. Een permethrine finish (insectenwerende finish) wordt hierbij ook goedgekeurd en valt onder de biologische actieve producten. Voorbeeld certificaten zijn terug te vinden in de bijlage.

2. pH- waarde:  $3,5 < \text{pH} < 9,5$ .

Om te voorkomen dat de stof voor huidirritatie kan zorgen wordt er een grens aangegeven voor de pH- waarde. De waarden waartussen de pH mag liggen staat zowel in de Oeko-Tex® als in de norm voor beschermkleding, de EN 340.

3. Azo- kleurstoffen EN 14362-1: mag detectie limiet uit norm EN 14362-1 niet overschrijden.

Azo- kleurstoffen wordt vandaag de dag steeds minder gebruikt in de textielindustrie, vanwege de schadelijke stoffen voor de gezondheid die hierin voorkomen. Daarom wordt in de EN 15614:2007 geëist dat er maar een bepaald limiet in de stof mag voorkomen. Ook in de EN 340 voor beschermende kleding wordt deze eis gesteld.

### ***5.1.1.3 Accessoires***

Alle gebruikte materialen moeten geschikt zijn om te implementeren in een natuurbrandinterventepak, zoals bepaald staat in de EN 15614: 2007.

#### I. Ritsen

1. Voor de centrale en overige rits geldt:

- Vlotte insteek;
- Bestand tegen veelvuldig openen en sluiten;
- Geen haperingen tijdens openen en sluiten;
- Met opstaand stuk onderaan.

Er worden verschillende ritsen gebruikt in het pak. De centrale ritsen in het vest, ritsen voor de zakken, gulprits voor de broek en sommige leveranciers komen met als mogelijkheid een sluitsysteem om de broek en het vest aan elkaar te ritsen, voor wanneer dit gewenst is.

Het pak moet lang kunnen meegaan, vandaar dat het een vlotte insteek moet hebben, geen haperingen mag vertonen en het moet bestand zijn tegen veelvuldig openen en sluiten. Alle

ritsen moeten brandbestendig zijn en wasbestendig zijn. Het opstaand stuk helpt om het openen en sluiten te vergemakkelijken.

## II. Combinatiebanden, fluorescerend en retro flecterend

### 1. Algemeen EN ISO 20471: Combinatiebanden, klasse 1: $\geq 0,2\text{m}^2$

Gekozen is voor combinatiebanden om het aantal  $\text{m}^2$  reflectief materiaal te kunnen beperken, aangezien er in de norm voor natuurbrandbestrijdingskleding EN 15614:2007 gerefereerd wordt naar klasse 1 uit de norm EN ISO 20471 voor de zichtbaarheid.

## III. Klittenband

### 1. Algemeen: volgens eisen in EN 15614.

### 2. Design:

- Haak en Lus
- Haakband wordt bevestigd op het pak
- Vlam vertragend, FR
- Kleur aangepast aan het basisweefsel
- Geen Azo-kleurstoffen

### 3. Afpelkracht EN 12242, Eisenpakket DIN 3415: **VERTROUWELIJK**.

Deze eisen zijn gebaseerd op de voorbeelden die het bedrijf Alfatex heeft gestuurd.

### 4. Afschuifkracht EN 13780, Eisenpakket DIN 3415: **VERTROUWELIJK**.

### 5. Breeksterkte ISO 5081:2000 :

- Haak en lus: **VERTROUWELIJK**.

### 6. Temperatuurbestendigheid: **VERTROUWELIJK**

### 7. Wasbestendigheid EN ISO 6330- 2A:2001: **VERTROUWELIJK**.

Klittenband moet aan veel eisen voldoen en is gebaseerd op het technische fiche geleverd door Alfatex voor brandvertragende klittenband.

## IV. Naaigaren

### 1. Samenstelling: **VERTROUWELIJK**.

### 2. Hitteweerstandnaaigaren EN ISO 314: **VERTROUWELIJK**.

### 3. Kleur: **VERTROUWELIJK**.

## V. Verstevingmaterialen

1. Bescherming (buitenkant): **VERTROUWELIJK.**
2. Treksterkte bescherming (buitenkant) EN ISO 13934-1: **VERTROUWELIJK.**
3. Scheursterkte bescherming (buitenkant) EN ISO 13937-2: **VERTROUWELIJK.**
4. Vulmateriaal: **VERTROUWELIJK.**

#### VI. Elastieken

1. Algemeen: moeten voldoen aan de EN 15614:2007.

#### VII. Materiaal label

1. Algemeen: **VERTROUWELIJK.**

1. Algemeen: **VERTROUWELIJK.**

#### 2. Materiaal:

- Alle plastics moeten Bisphenol A. vrij zijn (BPA- free).
- Al het gebruikte materiaal moet voldoen aan de EN 15614:2007.

3. Kleur: **VERTROUWELIJK.**

4. Zichtbaarheid: **VERTROUWELIJK.**

#### ***5.1.1.4 Technische parameters van het model, confectie technische beschrijving***

Het tweede deel van de minimale vereisten beschrijft de confectietechnische aspecten waaraan het pak moet voldoen.

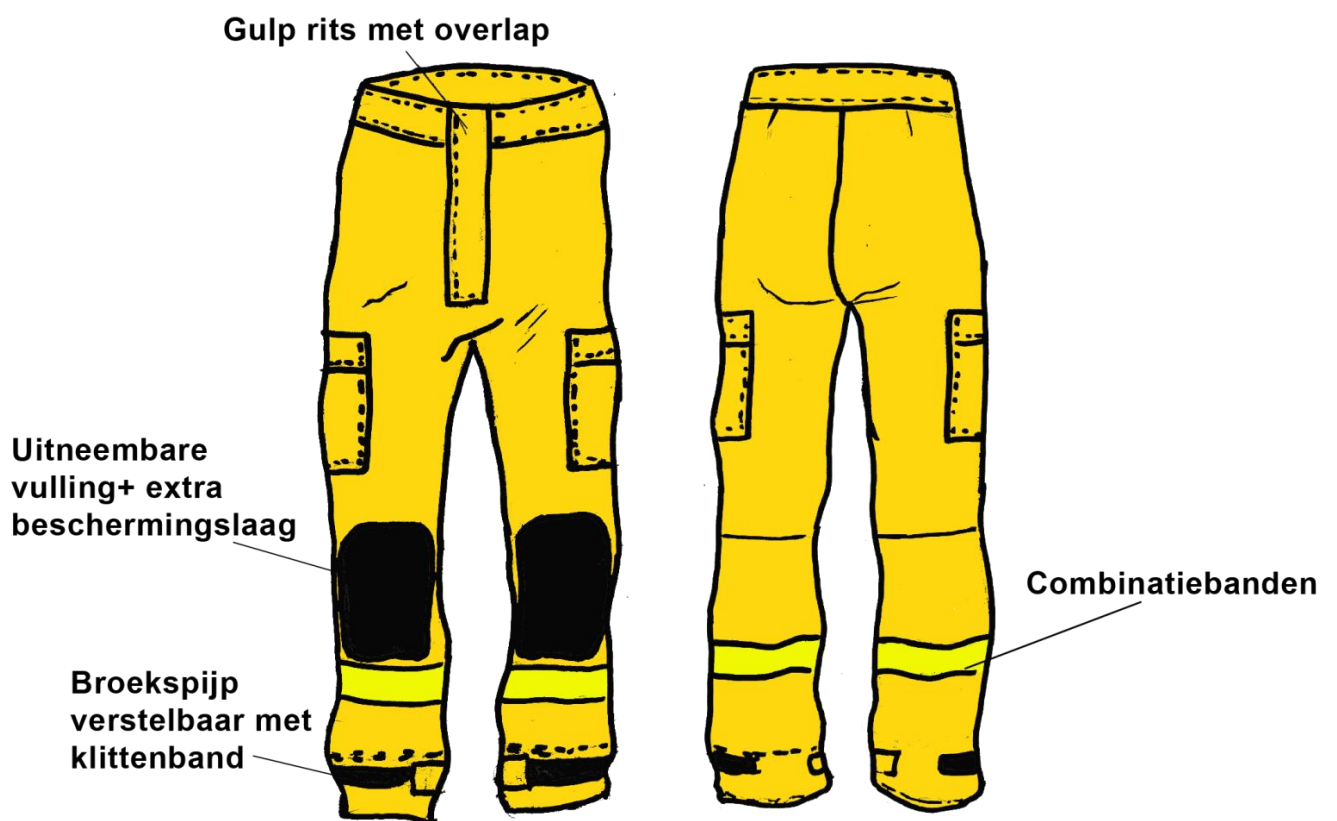
Een paar algemene eisen voor de confectie technische beschrijving:

- Alle onderdelen van het pak mogen geen hinder veroorzaken bij het uitvoeren van het werk tijdens een interventie van natuurbrandbestrijding.
- De persoon moet goed herkenbaar en zichtbaar zijn in het werkveld.
- Het pak moet voldoende bescherming bieden.
- Het pak is tweedelig en zal bestaan uit een broek en een vest.
- Voor zowel de mannen als de vrouwen moet er een aparte matenserie beschikbaar worden gesteld. De matenserie zal bestaan uit de maten: XXS tot XXXXXL.

De gegeven illustraties zijn een voorbeeld van hoe het pak eruit kan komen te zien, dit in rekening gehouden met de minimale vereisten en de voordeelcriteria. Deze voorbeelden zijn geen verplichting. De inschrijvers mogen zelf een pak ontwerpen naar eigen inzicht met in rekening houden van de minimale eisen en de voordeelcriteria. De voordeelcriteria zijn een aanvulling op de minimale vereisten en geven uiteindelijk de doorslag bij de aanbesteding.



Figuur 34 Voorbeeld natuurbrandbestrijdingsvest



Figuur 35 Voorbeeld natuurbrandbestrijdingsbroek



### 5.1.2 Voordeelcriteria

De voordeelcriteria bepalen de gunning bij de aanbesteding. Er is gekozen voor een puntensysteem, waarbij 1000 punten de maximaal aantal behalen punten zijn en verdeeld zijn over 4 categorieën.

Algemeen principe: vergelijkende studie tussen alle conforme offertes/stalen.

Algemene gebruikte formule:

$$Z = X * Y$$

*Met Z = het aantal behaalde punten per criterium.*

*Met X = vergelijkende formule tussen de best ingegeven waarde en de te quoteren waarde per criterium.*

*Met Y = het maximaal aantal te behalen punten per criterium.*

De vier categorieën worden weergegeven in de volgende formule:

$$\mathbf{Z_{totaal} = Z Prijs + Z Basisweefsel + Z Labo + Z Field}$$

$$\mathbf{Z_{max} = \text{VERTROUWELIJK}}$$

*Opmerking berekening formules: Per criterium worden de punten afgerond tot 2 cijfers na de komma.*

#### 5.1.2.1 Prijs

**% IS VERTROUWELIJK.** De prijs is in deze commerciële wereld is een belangrijke factor waarmee rekening gehouden moet worden. De inschrijver kan een superieure oplossing hebben, maar als het onbetaalbaar is kan geen enkel brandweerkorps het veroorloven om het aan te besteden in de toekomst.

De inschrijver krijgt daarom meer punten wanneer de prijs lager is dan de rest van de inschrijver. Daarom wordt de volgende formule gehanteerd:

$$X_{prijs} = \frac{X1 - 100}{X2 - 100}$$

De prijs wordt berekend voor het gehele pak. **VERTROUWELIJK.**

### 5.1.2.2 Kwaliteitstesten gerelateerd aan de Europese brandweernorm

#### EN 15614 + additionele testen, met beoordeling i.f.v. vooropgestelde minimale vereisten in het lastenboek

De kwaliteitstesten worden uitgevoerd op het basisweefsel van het pak en valt onder de categorie: Z basisweefsel. Bij deze categorie zijn er in totaal **VERTROUWELIJK** punten te behalen. Het is een vergelijkende studie van alle conforme pakken, op basis van de norm EN 15614 + additionele testen die van belang zijn voor een optimaal comfort.

CRITERIUM	FORMULE	PUNTEN
<b>Z</b>	<i>Zbasisweefsel, hitte+ Zbasisweefsel, comfort + Zbasisweefsel,gewicht+ Zbasisweefsel, treksterkte + Zbasisweefsel, scheursterkte</i>	<b>Y totaal =</b> <b>/</b>
Y Basisweefsel	Hitte: RHTI	<b>/</b>
Y basisweefsel	Gewicht	<b>/</b>
Y basisweefsel	Treksterkte	<b>/</b>
Y basisweefsel	Scheursterkte	<b>/</b>

#### 1. Hitte: RHTI

Voor de test van de RHTI zijn er in totaal **/** punten te behalen, deze zijn onderverdeeld onder de RHTI12 en de RHTI12 – RHTI 24 die beide op **/** punten staan.

$$XRHTI24, \text{basisweefsel} = \frac{X1 - 11}{X2 - 11}$$

Met X1= waarde van gemeten RHTI24.

Met X2= waarde van de hoogste RHTI24 onder de conforme inschrijvers.

$$XRHTI24 - RHTI12, \text{basisweefsel} = \frac{X1 - 4}{X2 - 4}$$

Met X1= waarde van gemeten RHTI24- RHTI12.

Met X2= waarde van de hoogste RHTI24-RHTI12 onder de conforme inschrijvers.

## 2. Gewicht

Het gewicht is een belangrijke factor, vandaar dat hier in totaal / punten mee verdiend kunnen worden. Een lichter pak wordt als aangenamer ervaren door de ondervraagde brandbestrijders, vandaar dat er meer punten worden gegeven op een lichter pak.

$$X_{\text{gewicht, basisweefsel}} = \text{VERTROUWELIJK}$$

Met X1 = waarde van het gemeten soortelijk gewicht van het basisweefsel, zie A.2.1.4

Met X2 = waarde van het laagst soortelijk gewicht van het basisweefsel onder de conforme inschrijvers

## 3. Treksterkte

De minimale treksterkte waaraan het pak moet voldoen is / voor de ketting en / voor de inslag. Alles wat boven deze waarden liggen wordt beloond met een puntenklassen systeem. Hoe hoger de waarde ligt, des te beter de bescherming tegen omgevingsfactoren zal zijn.

CRITERIUM	FORMULE	PUNTEN
<b>Z</b>	<b>X</b>	<b>YMax.</b>
<b>Z</b> Treksterkte Ketting Basisweefsel  EN ISO 13934-1	VERTROUWELIJK	/

<b>Z Treksterkte</b> <b>Inslag</b> Basisweefsel  EN ISO 13934-1	VERTROUWELIJK	/
---	---------------	---

#### 4. Scheursterkte

Met de waarde van de scheursterkte kan de inschrijver, net als bij de treksterkte, maximaal / punten behalen. Treksterkte en scheursterkte vallen namelijk onder dezelfde voorwaarde en dat is de bescherming van de drager. Hogere waarden bij deze twee parameters zullen resulteren op minder beschadigingen van het pak.

CRITERIUM	FORMULE	PUNTEN
<b>Z</b>	<b>X</b>	<b>Ymax.</b>
<b>Z Scheursterkte</b> <b>Ketting &amp; Inslag</b> Basisweefsel  EN ISO 13937-2	VERTROUWELIJK	/

#### 5.1.2.3 Labotesten

Om een optimaal balans tussen comfort en bescherming te vinden zijn er twee extra labotesten toegevoegd om het comfort niveau te bepalen. Omdat het comfort de belangrijkste factor is in het gehele onderzoek zijn er hier in totaal / punten mee te verdienen.

Deze testen zullen een realistischer beeld geven van het ademend vermogen van het pak en het uiteindelijke comfort van de drager. De balans tussen comfort en bescherming staat hierbij voorop. De testpakken moeten de aangegeven maten van de gebruikte manikin van het laboratorium hebben om de testen correct te laten uitvoeren.

Er zijn twee labotesten hiervoor geselecteerd:

## 1. Thermal Manikin Test: Icle

## 2. Sweating Manikin Test: Recl

Bij beide testen zijn maximaal / punten te behalen. Beide testen worden uitgevoerd op dezelfde manikin, maar bepalen andere waarden. De Thermal Manikin Test bepaalt de warmtedoorlaatbaarheid van het pak en de Sweating Manikin Test bepaalt de waterdampdoorlaatbaarheid van het pak.

## 1. Thermal Manikin Test

$$XTMT, Icle = \text{VERTROUWELIJK}$$

Met  $X1$  = waarde van de gemeten Icle waarde

Met  $X2$  = waarde van de laagste gemeten Icle onder de conforme inschrijvers

Bijkomende uitleg:

**Ztmt, Icle: VERTROUWELIJK**

Icle ( $m^2K/W$ ) wordt gemeten volgens de ASTM F 1291-04 en bepaald volgens de formule:

$$Icle = It - Ia$$

Met:

*Icle* = intrinsic thermal resistance (insolation) of the clothing.

*It* = total thermal resistance (insulation) of the clothing and surface air layer around the manikin

*Ia* = thermal resistance (insulation) of the air layer on the surface of the nude manikin

- Er zullen 3 metingen op het pak worden uitgevoerd.
- De metingen zullen worden uitgevoerd op een dynamisch, wandelende manikin, waarbij de armen en benen bewegen ( 45 double steps / min).
- De Icle ( $m^2K/W$ ) wordt gemeten zonder ondergoed, handschoenen, hoofddeksel en schoenen.

## 2. Sweating Manikin Test

$$X_{smt}, Re_{cle} = \text{VERTROUWELIJK}$$

*Met X1 = waarde van de gemeten Re\_{cle} waarde*

*Met X2 = waarde van de laagst gemeten Re\_{cle} onder de conforme inschrijvers*

Bijkomende uitleg:

**Zsmt, Re\_{cle}: VERTROUWELIJK**

Re\_{cle} (m<sup>2</sup>Pa/W) wordt gemeten volgens de ASTM F 2370:10 en bepaald volgens de formule:

$$Re_{cle} = Re_t - Re_a$$

*Met:*

*Re\_{cle} = intrinsic evaporative resistance of the clothing measured under isothermal conditions*

*Re\_t = total evaporative resistance of the clothing and surface layer around the manikin around the manikin measured under isothermal conditions*

*Re\_a = evaporative resistance of the air layer on the surface of the nude manikin's sweating surface measured under isothermal conditions*

- Er zullen 3 metingen op het pak worden uitgevoerd
- De metingen zullen worden uitgevoerd op een dynamisch, wandelende manikin, waarbij de armen en benen bewegen ( 45 double steps / min)
- De Re\_{cle} (m<sup>2</sup>Pa/W) wordt gemeten zonder ondergoed, handschoenen, hoofddeksel en schoenen

#### **5.1.2.4 Praktijktesten**

Met de praktijktesten worden de draagtesten bedoeld. Er wordt een vergelijkende studie gedaan om te kijken welk pak conform is en welke niet conform is. Alle testen die niet in het labo worden volbracht, worden beschouwd als praktijktesten. Bij deze testen is er een wisselwerking tussen de verschillende beoordelaars.

Beoordelaars:

**1. Jury:** de jury bestaat uit Belgische brandweerlieden die op basis van hun kennis, ervaring en objectiviteit worden aangeduid door de FOD BZ die de jury voorziet. Ook interne specialisten (juridisch, administratief en technisch) maken deel uit van de jury.

**2. Testpersonen:** dit betreft 5 brandweerlieden, die in samenspraak met de brandweerscholen worden geselecteerd op basis van hun ervaring op het terrein, een aantal van deze personen zijn instructeur.

**3. Externe experts:** zij worden op basis van hun specifieke expertises (medisch, innovatie, technisch..) aangeduid door de FOD BZ om de jury (1.) bij te staan bij hun oordeel.

→ Enkel de jury (1.) kent de uiteindelijke punten toe, maar dit steeds gefundeerd op basis van testen en/of uitkomst van de studies gedaan door de labo's, testpersonen en experts.

De praktijktesten worden ook wel de fieldtesten genoemd en er zijn hiermee in totaal 300 punten te behalen. De praktijktesten zijn zeer belangrijk, want het bepaald het comfort, de functionaliteit, de esthetiek, innovatie en zichtbaarheid onder de realistische werkomstandigheden.

**Zfield** = Zcomfort + Zfunctionaliteit + Zesthetiek+ Zinnovatie + Zzichtbaarheid

Y field = **VERTROUWELIJK**

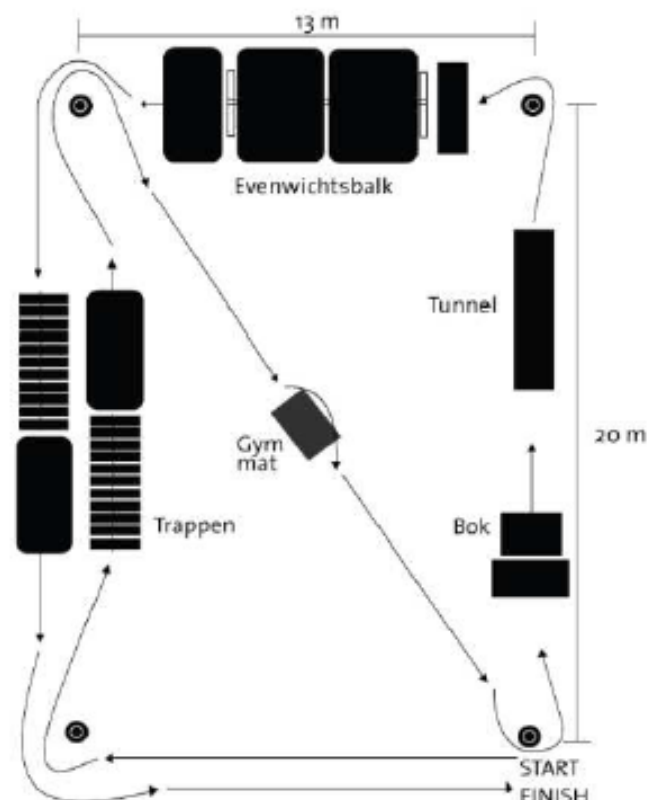
1. Comfort

***Xcomfort=punten toegekend door jury***

Beschrijving test: de testpersonen zullen een parcours afleggen met elk van de conforme pakken. Onder de interventiekledij zal een standaardset ondergoed (longJohn + T-shirt lange mouwen) gedragen worden. Na deze test zullen hun bevindingen gevraagd worden a.d.h.v. **een enquête**. Ze dienen ook zelf een rangschikking te maken inzake comfort.

Opmerking: De jury zal de uiteindelijke punten toekennen, dit op basis van de uitkomst van

$X_{comfort, enquête} : X_{comfort, field}$



*Het parcours voor de fieldtest, dat gevestigd is op Campus Vesta, bestaat uit de volgende onderdelen die zijn weergegeven op de illustratie hier rechts. De testpersonen zullen het parcours volgen dat aangegeven is met de pijlen op de illustratie.*

Campus Vesta is een brandweerschool waar dagelijks brandinterventies worden gesimuleerd. Dit is de plek bij uitstek om dit soort praktijktesten uit te voeren.

Bij comfort zijn in totaal / punten te verdienen. Comfort is het belangrijkste. Het pak moet goed aanvoelen, bewegingsvrijheid geven, zo min mogelijk transpiratie geven en de transpiratie kunnen afvoeren. Daarnaast moet het pak snel droog zijn en hittestress voorkomen.

De onderkleding die wordt gedragen bestaat uit een T-shirt en onderbroek gemaakt uit een 100% katoenen jersey breisel en sokken met minimaal 75% katoen.

## 2. Functionaliteit

Functionaliteit is belangrijk omdat alle onderdelen van het pak met elkaar compatibel moeten zijn. Dit betekent dat de brandbestrijder bij een interventie geen last mag hebben van **VERTROUWELIJK**. Ook moet het compatibel zijn met ander persoonlijke beschermingsmiddelen zoals, de helm, handschoenen en laarzen.

*Beschrijving test : de testpersonen en de jury zullen een aantal praktijktesten uitvoeren waardoor ze bovenstaande criteria kunnen beoordelen. Ook hier betreft het een vergelijkende studie.*

- Y func., **VERTROUWELIJK**
- Y func., **VERTROUWELIJK**
- Y func., **VERTROUWELIJK**
- Y func., **VERTROUWELIJK**
- Y func., **VERTROUWELIJK**
- Yfunc., **VERTROUWELIJK**

Dit geeft een totaal van maximaal / punten. **VERTROUWELIJK...**

## 3. Esthetiek/aspect (na het wassen)

Hiermee wordt bedoeld een visuele beoordeling van het pak voor en na het wassen volgens de waseisen uit de tender. De kleur speelt hierbij een belangrijke rol. De kleur mag absoluut niet van kleur veranderen na het wassen. Andere parameters waar naar gekeken wordt zijn de naden, ritsen, elastieken, pilling enzovoorts.

Omdat dit niet het belangrijkste punt is uit het onderzoek worden zijn hiermee maar / punten op te verdienen.

**Xesthetiek = VERTROUWELIJK**



*Ytotaal, esthetiek = VERTRouwELIJK*

*Beschrijving test: VERTRouwELIJK*

#### 4. Innovatie

Natuurbrandbestrijdingskleding is een redelijk nieuw concept, waarmee nog gespeeld kan worden. Van samenstellingen van de stof tot het verbeteren van de zichtbaarheid. Diegene met het meest innovatieve pak, kan een maximaal / punten behalen met dit onderdeel.

### ***Xinnovatie***

*Beschrijving test:*

*De aanbieder dient in zijn offerte aan te geven in welke mate het pak innovatief is. Dit kunnen zaken zijn als; VERTRouwELIJK.*

#### 5. Zichtbaarheid

Zichtbaarheid is een belangrijk probleem dat opgelost moet worden. VERTRouwELIJK..

### ***Xzichtbaarheid***

#### ***Passieve + Actieve zichtbaarheid***

Xzicht,dag = Xzicht, dag,droog + Xzicht, dag, nat

Y zicht, dag= VERTRouwELIJK

#### ***Passieve + Actieve zichtbaarheid***

Xzicht, nacht = Xzicht, nacht, droog+ X zicht, nacht, nat

Yzicht nacht = VERTRouwELIJK

#### ***Actieve zichtbaarheid***

Xzicht rook = Xzicht, rook, droog+ Xzicht, rook, nat

Y zicht, rook = VERTRouwELIJK

*Beschrijving test:*

*De zichtbaarheid zal worden getest op;*

- *passieve zichtbaarheid: VERTRouwELIJK.*
- *actieve zichtbaarheid: VERTRouwELIJK.*

*De testen voor de dag zichtbaarheid zullen in het bos worden uitgevoerd.*

*De testen voor de nacht zichtbaarheid worden gesimuleerd in een donkere kamer bij Campus Vesta.*

*De testen voor de rook zichtbaarheid worden gesimuleerd in een rookkamer bij Campus Vesta. De conforme pakken zullen gelijktijdig door de testpersonen gedragen worden, terwijl ze een aantal posities moeten aannemen. De zichtbaarheid wordt zowel droog als nat worden getest, om zo de verschillende weerssituaties na te bootsen. Uiteindelijk zal de jury een rangschikking maken inzake zichtbaarheid van het pak in alle positie.*

## 6. Besluit

Om een optimale balans tussen comfort en bescherming te bereiken zijn er veel parameters waarmee rekening gehouden moet worden. Deze parameters zijn bepaald door eerst een risico- en behoefte analyse op te stellen en zo de problemen te achterhalen.

De problemen worden samengevoegd om in totaal vijf problemen over te houden die worden opgelost. Dit zijn brandgevaar, hittestress & comfort, omgevingsfactoren & bescherming, onzichtbaarheid en als laatste ziekte van Lyme. Door middel van een normonderzoek, literatuuronderzoek, marktonderzoek en mijn eigen bevindingen zijn deze problemen opgelost.

Om de drager te beschermen tegen brandgevaar moet het pak voldoen aan de norm EN 15614:2007 voor natuurbrandbestrijdingskleding, hierin worden de oplossingen al gegeven om het pak voldoende brandwerend te maken. Vandaar dat de verschillende testen voor brandwerendheid, die bij het hoofdstuk resultaten zijn beschreven direct uit de norm komen.

Omgevingsfactoren en bescherming, dit is zeer belangrijk voor de drager en bepaalt ook voor een gedeelte het comfort. Het pak zal uit één laag bestaan, behalve op de plekken waar extra bescherming nodig is. Dit is bij de knieën en de ellebogen. Om de drager te beschermen tegen omgevingsfactoren worden er hoge eisen gesteld aan de treksterkte, scheursterkte, abrasie- en pillingsweerstand. Natuurbrandbestrijdingskleding moet namelijk ongeveer 10 jaar mee gaan.

Comfort is de belangrijkste prioriteit geweest bij dit onderzoek. Door gebruik te maken van hoogwaardige vezels, zoals PBI, zal een goed comfort niveau bereikt kunnen worden en een combinatie geven van optimale bescherming. Comfort is soms moeilijk te testen, omdat het subjectief is. Maar door de waterdampdoorlaatbaarheid en warmtedoorlaatbaarheid te testen op zowel de stof als het pak kan er een realistisch beeld worden weergegeven van het comfortniveau van de toekomstige drager. Ook door middel van de praktijktesten wordt dit goed nagebootst.

De onzichtbaarheid wordt op twee manieren opgelost. De eerste oplossing bestaat uit reflectieve materialen die op het pak bij de torso, armen en benen worden geplaatst en moeten voldoen aan klasse 1 uit de norm ISO 20471:2013 voor zichtbaarheid. De tweede oplossing voor zichtbaarheid is het plaatsen van een actieve lichtbron op het pak.

Het probleem ziekte van Lyme is opgelost door middel van een insectenwerende finish. Mijn voorkeur zou zijn een permethrine finish, omdat dit een zeer goede wasbestendigheid heeft en zeer effectief is tegen teken.

Al deze conclusies van deze oplossingen zijn vertaald naar de technische nota/tender om het normaliseren van natuurbrandbestrijdingskleding te realiseren.

In de toekomst zal er ook rekening gehouden moeten worden met de decontaminatie van de toxische stoffen die op het pak zitten na elke interventie. Niet alleen bij brandbestrijders, maar ook bij mensen met een beroep waarbij ze dagelijks in contact komen met toxische stoffen. Reinigen van het pak na elke interventie is een pre en door middel van CO2 reinigen worden 98% van de PAK's verwijderd van het pak. Daarnaast moet er gekeken worden hoe het pak zelf misschien het doorlaten van toxische stoffen kan blokkeren. Door een membraan of een coating misschien? Er moet ieder geval nog veel onderzoek naar gedaan worden.

Uiteindelijk is balans het allerbelangrijkste. Comfort en brandgevaar zijn de twee belangrijkste problemen waarop gefocust moet worden. Alle bedrijven die deelgenomen hebben aan het marktonderzoek voldoen aan de eisen van de brandwerendheid, maar bij comfort zijn de resultaten verschillend, waardoor de inschrijver hiermee een voordeel kan behalen.

Al met al heb ik veel geleerd van het gehele proces die deze bachelorproef tot stand heeft gebracht. Het heeft mij geleerd om duidelijk en gestructureerd te werken. Daarnaast heb ik mijn persoonlijke vaardigheden, zoals zelfstandig werken, assertief zijn en mijn creativiteit kunnen versterken.

Tijdens de stage heb ik veel ontmoetingen gehad met bedrijven en brandweerkorpsen die mij telkens een stap verder brachten bij mijn einddoel. Dit leert je om zelfstandig te werken en niet bang te zijn voor uitdagingen. Ik kijk met een glimlach op mijn stageperiode terug.

In het jaar 2015 wordt mijn tender die ik heb opgesteld voor de Belgische Overheid gepubliceerd en ik ben benieuwd welke inschrijver als beste uit de bus komt.



Figuur 36 Natuurbrandbestrijden (Meppeler Courant , 2011)

## 7. Literatuurlijst

(2015). Opgeroepen op mei 3, 2015 , van Encyclo : <http://www.encyclo.nl/begrip/hittestress>

(2015, april 2015). Opgeroepen op mei 3, 2015, van Wikipedia :  
<http://nl.wikipedia.org/wiki/Natuurbrand>

*Aerosleep* . (s.a.). Opgeroepen op mei 19, 2015, van <http://www.aerosleep.com/nl-nl/technology/faqs/wasinstructies-aerosleep-producten>

*Brandweer Leeuwen* . (s.a.). Opgeroepen op mei 3, 2015, van  
<http://www.brandweerleeuwen.nl/flashover.html>

*Brochier Technologies* . (s.a. ). Opgeroepen op mei 7, 2015, van Brochier:  
<http://www.brochiertechnologies.com/>

*BuzzX*. (s.a.). Opgeroepen op mei 7, 2015, van <http://www.buzzx.info/index.cfm?Id=228>

De smedt, G. (2014). Technisch Textiel Theorie. Gent : De Smedt Geert .

*Earth Times* . (2011, september 13). Opgeroepen op mei 14, 2015, van  
<http://www.earthtimes.org/climate/co2-storage-super-safe-scientists/1357/>

*Encyclo*. (2015). Opgeroepen op mei 3, 2015, van <http://www.encyclo.nl/begrip/behoefte>

*Firetexx* . (2011). Opgeroepen op mei 14, 2015, van  
[http://www.firetexx.com/tignis\\_natuurbranden\\_nl.php](http://www.firetexx.com/tignis_natuurbranden_nl.php)

*Fysio Manueel* . (2013, oktober 23 ). Opgeroepen op mei 3 , 2015, van  
<http://www.fysiomanueel.nl/nc/nieuws/artikel/archive/2013/10/article/waarom-je-bij-het-struikelen-zo-goed-als-altijd-valt/>

*Gezondheid* . (2014, juni 1). Opgeroepen op mei 3, 2015 , van  
[http://www.gezondheid.be/index.cfm?fuseaction=art&art\\_id=47](http://www.gezondheid.be/index.cfm?fuseaction=art&art_id=47)

Hauwaert, B. V. (2015 ). Presentatie Civiele Veiligheid . België .

*Hiking Advisor* . (2013, oktober 24). Opgeroepen op mei 3 , 2015 , van  
<http://hikingadvisor.be/category/materiaal/kamperen/>

Horrocks, A., & Anand, S. (2015). *Handbook of technical textiles* . Cambridge : Woodhead Publishing Limited & CRC Press.

*ibznet*. (s.a.). Opgeroepen op april 4, 2015, van <http://ibznet/NL/default.aspx>

*Info Frankrijk* . (2012, augustus 13). Opgeroepen op mei 3, 2015, van <http://infofrankrijk.com/opletten-bij-het-wandelen-in-de-franse-bossen-teken-en-andere-lastposten/>

Infopunt Veiligheid . (2012, december). *Infopunt Veiligheid*. Opgeroepen op mei 3, 2015, van Infopunt Veiligheid: <http://www.infopuntveiligheid.nl/Infopuntdocumenten/201212%20KP%20Natuurbranden%20versie%20dec%202012.pdf>

*Interactive Wear*. (2015). Opgeroepen op mei 7, 2015, van <http://www.interactive-wear.de/cms/>

Klein Hesselink, K. (2015, april). Email oplossingen tekenwering . Nederland : Ten Cate .

Leanord, J. (2015 ). *Thermophysiological comfort* . Verviers : Centexbel .

*Logos Wikia* . (s.a. ). Opgeroepen op mei 19, 2015, van <http://logos.wikia.com/wiki/Comfort>

*Meppeler Courant* . (2011, april 9). Opgeroepen op mei 15, 2015, van <http://www.meppelercourant.nl/nieuws/regio/82467/vier-hectare-in-vlammen-op-bij-natuurbrand-wapserveen.html>

Mol, E., Heus, R., Vos, W., & Bastiaans, V. (2014). *(Psycho)fysiologische effecten van het gebruik van verschillende typen beschermende kleding tijdens gesimuleerde natuurbrandbestrijdingstaken*. Arnhem: Hogeschool Arnhem en Nijmegen.

NBN EN 15614. (2007, oktober). *Protective clothing for firefighters - Laboratory test methods and performance requirements for wildland clothing* . Brussel, België: CEN.

NBN EN 469 . (2005). *Beschermingskledij Brandweer* . CEN.

Pan, N., & Sun, G. (2011). *Functional textiles for improved performance, protection and health* . Cambridge : Woodhead Publishing Limited.

Raes, G. (2013-2014). *Textielonderzoek* . Gent : Hogeschool Gent.

*Reflective Fabrics*. (2015). Opgeroepen op mei 5, 2015, van Solutions 3M: [http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en\\_US/ScotchliteNA/Scotchlite/Products/~Reflective-Materials/Reflective-Fabrics/?N=4621+8696059&rt=r3&Nao=0](http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en_US/ScotchliteNA/Scotchlite/Products/~Reflective-Materials/Reflective-Fabrics/?N=4621+8696059&rt=r3&Nao=0)

*Rssing*. (2015). Opgeroepen op mei 14, 2015, van <http://www.rssing.com/>

(s.a.). Opgeroepen op mei 5, 2015 , van Woorden-boek: <http://www.woordenboek.nl/woord/dimensionale%20stabiliteit>

(s.a. ). Opgeroepen op mei 6, 2015, van Woorden-boek : <http://www.woordenboek.nl/woord/dimensionale%20stabiliteit>

Savile, B. P. (1999). *Physical testing of textiles* . Cambridge : Woodhead Publishing Ltd and CRC Press LLC.

Scott, R. A. (2005). *Textiles for protection* . Cambridge : Wood Head Publishing Limited and CRC Press .

*Simple Social Media* . (2015, januari 8 ). Opgeroepen op mei 3, 2015 , van <http://www.simplesocialmedia.tv/tag/visibility/>

*Sioen Apparel* . (2010). Opgeroepen op mei 18 , 2015, van Sioen Apperel : <http://www.sioenapparel.com/EN/heat-radiation-test-138.aspx>

SIO-EN NORM book . (2009, oktober 20). *Sioen Norm Catalogue* . Ardoorie, België: Sioen Industries .

Smedt, G. D. (2014). Technisch Textiel 3 Mobiltech PowerPoint Presentatie. Hogeschool Gent .

*Someday* . (s.a. ). Opgeroepen op mei 19 , 2015 , van [http://www.someday.eu/pages/page.asp?page\\_id=8114](http://www.someday.eu/pages/page.asp?page_id=8114)

*Sport Info Nu* . (2011 ). Opgeroepen op mei 19, 2015, van Sport Info Nu : <http://sport.infonu.nl/diversen/82903-deskundig-over-sportdranken.html>

*Ten Cate* . (2014 ). Opgeroepen op april 29 , 2015 , van <http://www.tencate.com/nl/txtures/038-Zomer-2014/Natuurbrandbestrijding-dynamisch-en-risicovol.aspx>

*Treinreiziger* . (2011 , januari 15 ). Opgeroepen op mei 3, 2015, van [http://www.treinreiziger.nl/actueel/brand\\_ketelwagen\\_kijfhoek-143265](http://www.treinreiziger.nl/actueel/brand_ketelwagen_kijfhoek-143265)

Van Der Paelt, P. (2009-2010). *Vezelkennis* . Gent: Van Der Paelt, Paul .

Verminck, Tommy. (2015). Presentatie: Brandweermannen sterven jonger. *Brandweermannen sterven jonger* . Brussel, België: Verminck, Tommy ibz .

*Wareco* . (2011). Opgeroepen op mei 2015, 2015, van Wareco: <http://www.wareco.nl/actueel/nieuwsberichten/wareco-ontwikkelt-wareco-risico-scan>

*Wikipedia* . (2015, april 11). Opgeroepen op mei 3, 2015, van <http://nl.wikipedia.org/wiki/Flashover>

Zwolle, B. (2013). *Strategie en tactiek bij een natuurbrand*. Opgeroepen op mei 6, 2015, van iloapp oefenen brandweer Zwolle : <http://iloapp.oefenen-brandweerzwolle.nl/blog/actueel?ShowFile&doc=1363096873.pdf>

## 8. Verklarende woordenlijst – Symbolenlijst – Lijst met afkortingen

Ibz / FOD - de federale overheidsdienst van België

EN 469:2005 – Beschermingskleding voor de brandweer - Eisen en beproevingsmethoden voor beschermende kleding voor brandbestrijding

EN 15614: 2007 – Beschermende kleding voor brandweerkorpsen, testmethodes in het laboratorium en prestatie-eisen voor natuurbrandbestrijdingskleding

RHTI – Radiation Heat Transfer Index. Bepaald in hoeveel seconden de temperatuur stijgt met 12°C (eerste graadbrandwonden) of 24° C (tweede graadbrandwonden)

N = Newton

Bisphenol A. : stof vaak wordt gebruikt in kunststoffen, kan schadelijk zijn voor de gezondheid.

CO<sub>2</sub> = koolstofdioxide



## 9. Bijlagen

### Bijlage 1: Enquêtes

#### 1. Deva

##### Enquete DEVA Leverancier

10 / 02 / 2015

Contactpersoon Brandweer Czech R

1. Welke requirements zijn absoluut noodzakelijk? Antistatic,
2. Welke eisen worden er gesteld?
3. Welke behoeften moet een pak vervullen qua comfort?
4. Uit hoeveel delen bestaat jullie pak? Vooral overalls.
5. Welke problemen zijn er momenteel?
6. Welke normen gebruiken jullie voor de bosbrand en welke testmethodes?
7. Welke kleur is het meest geschikt?
8. Verschillen tussen de verschillende pakken? USAR, Bushfire, Climber 2, Climber 3
9. Heeft u nog tips?
10. Sofiguard? Finish? Waterresistant. Nog andere nodig?
11. Hoe zorgt u voor de comfort van de brandweerman?
12. Zichtbaarheid? Waar op het pak? Welke Materiaal en hoe bevestigd? Armen en benen.
13. Welke materialen worden er vooral gebruikt? Membranen.
14. Nomex, Kevlar, PBI Triguard, pes/ cotton (lining)? Nomex/Viscose? Why it has a low loi value.

Antwoorden:

Hortex Membraan

95% single layer wordt er gebruikt

Waterdicht en winddicht belangrijk en antistatisch

Overall veel nadelen; maat technisch, comfort, beweeglijkheid (ergonomie)

Normen bosbrand, Agentschap Natuur & Bos

PBI is duurder , PBO degradeert in licht heel erg

Lichter is des te beter → 220 - 260 g/m<sup>2</sup>

Bushfire het pak van DEVA voor bosbrand

Membraan steeds minder gebruikt. 1 laag is altijd beter ademend, stapelvezels

Micro- ribstop stof, Sofiguard performance waterafstotendheid, 25x beter door impregnatie (foulard)

Antistatisch carbonvezel → vuilafstotend, comfort

Kleur donderblauw, reflectoren, bovenaanzicht

Nomex meerdere kleuren mogelijk, PBI is beperkt

Van Heurk, Ebena, Techora, Kevlar, Isek Antwerpen Haven Opleidingscentrum

RET test hoe lager hoe beter → norm < 10

## 2. Centexbel

### Enquête Centexbel

17/02/2015

Inge De Witte; Certificatie van beschermkledij

Stijn Steuperaert; Brandweerdossier

Certificatie van beschermkledij

Literatuuronderzoek

- 1) Performance of protective clothing
- 2) Performance of protective clothing: fourth volume STP 1133
- 3) Performance of protective clothing second symposium

Normen

EN 15614 bosbrand

EN 340 beschermende kleding

- Welke normen zijn er verbonden aan natuurbrandbestrijdingskleding?
- Welke testen behoren hierbij?
- Welke materialen zijn er getest?
- Hoeveel lagen worden er gebruikt en waarom?
- Hoe wordt er voor de optimale zichtbaarheid gezorgd? Basiskleur, fluor en retro reflecterende banden.
- Welke eisen worden er aan het pak gesteld?
- Normen;
- minimale treksterkte //,
- scheursterkte
- abrasieweerstand
- pillingweerstand
- dimensionele stabiliteit

- LOI – waarde
- RET
- REA
- Wat zijn de veel voorkomende problemen bij de huidige brandweerpakken?
- Welke coating optimaal voor waterdichtheid stof?
- Coating, waar, hoe en waarom?
- Waar zal ik op moeten letten bij het ontwikkelen van het brandweerpak voor bosbranden?
- Extra bescherming bij een flash over? Hoe?
- Is een coating al voldoende voor een bosbrand, zonder speciale, dure vezels zoals aramide?
- Gewicht
- HTI en RHTI waarde 12 & 24; 1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> graad brandwonden. Na hoeveel seconden stijgt de temperatuur met 12 of 24 graden Celcius.
- Waterdampdoorlaatbaarheid
- Kleur; basiskleur, schouderstuk, fluorescerende en retro flecterend reflectoren.
- Treksterkte
- Scheursterkte
- Dimensionele stabiliteit
- Antistatische eigenschappen
- Was eigenschappen
- Coating
- RET test = total evaporative resistance
- REA test= evaporative resistance
- Mannequin burn test.

Antwoorden Inge

EN 1486

ISO 15538

EN 15614 !!!

RHTI 24 > 1 s

RHTI 24 – 12 > 4 s

Vlamverspreiding belangrijke test en ook stralingswarmte

Myriam van Este → coating & testen

Hoe meer testen, hoe duurder het zal uitkomen.

Comfort staat op nummer 1!

Technische voldoen de pakken vaak al aan de normen qua brandwerendheid

Gewicht maximum, Italiaanse Tender EN 15614 210 g/m<sup>2</sup> met +/- 3%

1 of 2 lagen, wel of geen membraan → zorgt voor barrière toxische stoffen

Micro poreuze coating

Sander de Vrieze = garen consultant

Antwoorden Stijn

Onderzoek de contaminatie van brandweerpakken 2012

Oplossing CO<sub>2</sub> reinigen

Zelfde hoeveelheid schadelijke stoffen op het pak bij bosbrand als bij indoor branden

Schadelijke dampen, chloorgassen

Zo goed als alles kan gereinigd worden

CO<sub>2</sub> is ook milieuvriendelijker, minder water, minder uitstoot, langere levensduur producten

### **3. Francis Bodart Brandweerman**

#### **Enquête Francis Bodart**

19/02/2015

1. Welke risico's zijn er allemaal bij natuurbrandbestrijding? Quels risques sont tous à les feux de forêt ?
2. Hebben jullie speciale kleding voor de bosbrand? Avez-vous vêtements spéciaux pour le feu?
3. Welke problemen zijn er momenteel ? Quels sont les problèmes qu'il y a actuellement ?
4. Welke behoeften zijn er bij een bosbrand? Quels besoins il y a un incendie ?
5. Hoe vaak per jaar zouden jullie zo'n pak gebruiken? Combien de fois par an, vous utilisez une telle poursuite?
6. Zijn er nog dingen waar ik specifiek aan zal moeten denken tijdens het optellen van de nota?
7. Nog andere tips? D'autres conseils?
8. Wat is voor u belangrijker ? Super comfort, brandwerendheid of bescherming tegen toxische stoffen ook? Ce qui est plus important pour vous? Super confort, l'intégrité ou la protection contre substances toxiques aussi?
9. Komt het vaak voor dat iemand ingesloten wordt door het vuur of een flash over krijgt? Il est souvent le cas que quelqu'un est coincé par le feu ou un flash over?
10. Hoe lang (tijd) wordt het brandweerpersoneel ingezet tijdens een natuurbrandbestrijding?  
Combien de temps (temps) est les pompiers utilisés pendant les feux de forêt?

Antwoorden

School Civiele Veiligheid Frankrijk

Gardant

Te veel bescherming momenteel, te warm en brandgevaar

Lange interventies vaak, 1 of 2x per jaar een bosbrand

Comfort is nummer 1

Ook schoenen momenteel probleem door ruw terrein werken interventieleden niet

Lichterpak

Membraan is overbodig, je hebt minder waterlast

Bivakmuts moet langer, tot over schouders

Veiligheidshelm type F-2, veiligheidsbril, langere mouwen bij de handschoenen en flexibeler

Interventies zijn zeer vermoeiend en lang, door verplaatsing in het bos elke keer

Mechanische bescherming belangrijk, takken, vallen, stoten

Vluchtmasker om te ontsnappen

Overbroek is ook veel te warm

#### 4. Utexbel

##### Enquête Henk Utexbel

04/03/2015

1. Is het mogelijk om een pak speciaal voor Wild Land te produceren en te testen?
2. Binnen welk termijn zou dit mogelijk zijn?
3. Insecten werende finish, over het gehele pak of alleen de broek? Hoe wordt dit gedaan? Impregnatie.
4. Belemmert de finish door luchtdoorlaatbaarheid van het pak?
5. Welke testen zijn zeer belangrijk? Comfort en brandwerendheid
6. Over de norm 15614, in welke mate voldoet de stof hieraan?
7. Waardoor onderscheidt jullie product van andere firma's?
8. Wat zijn de pluspunten van Kermel?
9. Welke stoffen komen in aanmerking voor een snel drogend effect?
10. 1 – laag van een dikkere kwaliteit of 2- lagen van 2 dunnere kwaliteiten stof? Extra lucht laag voor bescherming tegen te warmte.
11. Hoe zouden jullie het camel bak systeem in een pak integreren?

12. Heeft u nog tips voor de bescherming tegen vallen, stoten en struikelen?
13. Drag Rescue Systeem, nu versterkt met Kevlar? Nog andere versterkingen mogelijk?
14. De was eigenschappen zijn zeer belangrijk, kunt u mij hier meer over vertellen?
15. Welke binding zou u aanraden?
16. Een weefsel, een breisel of een combi van 2 lagen? Wat zijn de mogelijkheden?

Antwoorden

230 g/m<sup>2</sup>

Voering lichtste 110 g/m<sup>2</sup>

- ➔ Wordt te zwaar als je twee lagen en te warm. Hem lijkt het niet verstandig.
- ➔ Uitdroging, vlammen, licht

Materiaal & binding

Ripstop Niet sterker behalve met een versterkingsdraad. Alle klassieke bindingen mogelijk. Brandweermannen vinden het mooier als het een beetje versleten is.

1 draden bij elkaar dicht in gevlochten of 2 draden bij elkaar

Keper sterker. Wordt aangeraden voor een sterkere stof. Minder open structuur. Bij open structuur meer kans op abrasie door losser liggende draden.

Belangrijk is draden/cm openheid te bepalen. Coverfactor

Coverfactor 80 = open → tussen 70 en 80 brandweerpak

Coverfactor 100= gesloten

Coverfactor > 100 = dichte structuur, bijv. zeildoek

Kazernekleding zou goed zijn voor bosbrand. Alleen met een 1 – laagstructuur.

Melamine is milieubelastend en toxisch.

Drag Rescue systeem volgens Henk overbodig, dragen

Handschoenen, schoenen helm → licht en sterk

## 5. Ten Cate

### Enquête Karin Klein Hesselink Ten Cate

09/03/2015

1. Testen Campus Vesta, is het mogelijk om een pak te testen?
2. 1 laag of 2 lagen → 1 laag lijkt mij het beste. Waarom?
3. Welke binding wordt aangeraden?
4. Drag Rescue System nodig?

5. Zou u mij bepaalde waarden kunnen geven van de EN 15614? Zoals de HTI waarde, scheursterkte, treksterkte et cetera.
6. Welke RET- waarde voor het pak? Minimaal.
7. Welke testen zou u nog aanraden. Brandwerendheid, comfort, et cetera.
8. In het pak, wat wordt er gebruikt tegen extra bescherming tegen vallen, stoten, struikelen?
9. PPAN? Lage treksterkte, is dat zeer zwak, waarom toch gebruikt?
10. EN 471, aan welke klasse van zichtbaarheid moet het pak voldoen?
11. Zou u led-lichtjes aanraden?
12. Teken werend, doen jullie dat en hoe?
13. Was eigenschappen zeer belangrijk. Welke testen nodig, welke echtheden?
14. Wat voor soort klittenband?

Klittenband nomex

Maatvoering zeer belangrijk

Waterreservoir Camel bak niet smelten en snijden

RET van 10

Eigen aramide gebruikt merkloos: 260 g/ m<sup>2</sup> BX 9260

Binding Ripstop robuust: 2 draden van hetzelfde

Keper

Teken werend Permethrine → werkt niet in combinatie met fluor-carbon

Momenteel striping voldoet niet aan een norm. Niet direct; geel sunflower

PWG Pak Tsjerd Sorgedrager

0653781351

[t.sorgedrager@pwg.nl](mailto:t.sorgedrager@pwg.nl)

Joris Cools geheugenschuim

Overlap 30 cm, los van elkaar

EN 471 klasse 1 → striping onderaan torso en armen

ISO 15797 procedure 8 worst case scenario

Opvolgende testen 75°C

Retro & fluor kritischer → 65°C

Goed gemonteerd, bij de torso

Schuim, [hendrim.vdm@serpo.be](mailto:hendrim.vdm@serpo.be)

Ademhalingsapparaat, hoe bevestigd?

Wassen 25077

Aanbloeden kleurechtheid etc.

## Bijlage 3: Technische fiche insectenwerende finish

# INSECTA

Insect  
Control  
Technology



### RANGE OF PRODUCTS

**insecta™** is a range of products that are aimed for use in the protection of textile from insects.

**insecta™ Insect Control Technology** products are available for a wide range of applications on various substrates and can be used to obtain protection against different insects:

- Bed bugs
- Moths
- Mosquitoes
- Carpet Beetles
- Ticks

**The insecta reactive range** of products are **environmentally friendly** micro-encapsulated insect repellent actives. The active ingredients are encapsulated in a reactive microcapsule, which on breaking, repel mosquitoes and bed bugs. The reactive capsules system enables high wash performance to be achieved without the requirement to use any binders. The products are available in both fragranced (insecta reactive CPL) and non fragranced (insecta reactive range SDN) versions.

**The insecta EC range** is a range of products which are **permethrin** based. Permethrin is a synthetic Pyrethroid insecticide with a **high activity** against moths and biting insects including mosquitoes and bed bugs. It operates by contact or ingestion and it is effective against all stages of insect growth, particularly larvae.

**The insecta SB** range of products are permethrin based insecticide technologies in a solvent base for use in coatings and solvent based applications.

### LABEL

### APPLICATIONS



Bedding, Workwear, Sportswear, Outdoor Equipment, Shirts, Underwear

### ADVANTAGES

**insecta™** - Different products for different end uses

**insecta™** - Greener technologies

**insecta™** - More than 15 years of experience

**insecta™** - Full testing services



BRINGING TEXTILES TO LIFE

[www.devan.net](http://www.devan.net)



© Devan Chemicals NV 2013 - Rev: 04/02/13



## Bijlage 4: Onderzoek Warmtebalans door Ron Roomer

### Heat Balance of (semi)nude humans

#### Production

Oxygen Uptake (l/min)	1,6	Q metab	544
RER	0,88		

#### External power

Cycling Power (W)	150	W ext	150	Gross Efficiency	27,59
Walking speed (km/hr)	10			Estimated MR walking	994,12
Body mass (kg)	80			Estimated MR cycling	750,00
Carried Weight (kg)	0,2				

#### Wet heat loss

Body mass loss (g)	90	Q evap	101	Sweat Efficiency	100,00
Clothing weight gain (g)	0			Correction respiratory weight loss (g)	15
Time (min)	30				

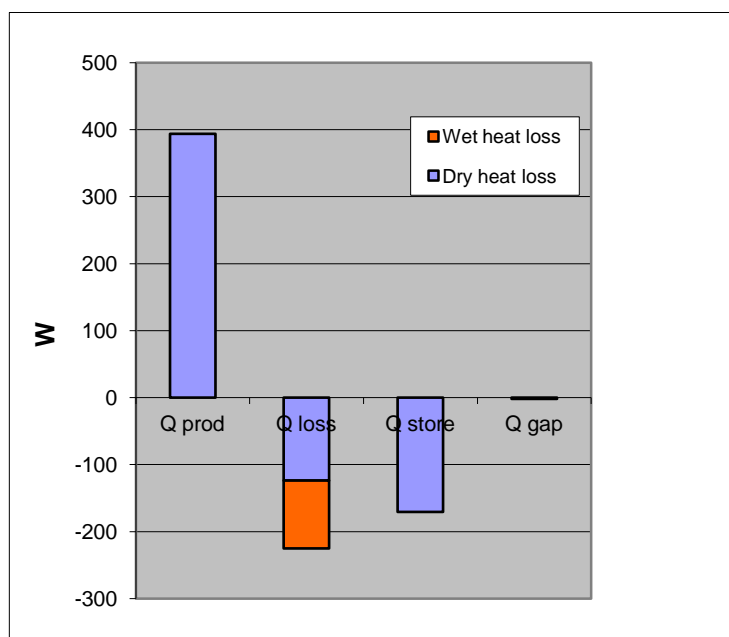
#### Dry heat loss

T ambient (°C)	30	Q resp dry	3	Ad Dubois	2,00
v wind (m/s)	0,2	Q convection	71	hc	7,09
v natl (m/s)	0,1				
v act (m/s)	0,43				
T skin (°C)	35				
Stature (cm)	180				
hr (W/m <sup>2</sup> /°C)	5	Q radiation	50		

#### Storage

delta T core (°C)	1	Q store	171	delta Tbody	1,10
delta T skin (°C)	1,5			Weight factor Core	0,8
Time (min)	30				

	dry	wet
Q prod	394	
Q loss	-124	-101
Q store	-171	
Q gap	-2	



## Bijlage 5: Technische fiche klittenband

FLAME - RETARDANT FASTENERS (FR)		Technical data sheet	
		Page	E-107
		Date	Nov. 2014
The tapes treated with the flame-retardant coating have good flame-retardant properties. Internal labref.: 1145 - 148345			
<b>Tapes</b>	for info on base tapes see individual technical data sheets		
	hook and loop high strength	:	TDS 011
	mushroom and velours	:	TDS 004
	gripper PA small, medium, large	:	TDS 501, 502, 503
<b>Flame retardancy</b>	hook and loop		
	the quality passes the following tests:		
	- F.M.V.S.S. 302 / TL 10 10 / DIN 75 200 / ISO3795: Determination of flammability of materials used in the interior of motor vehicles.		
	- F.A.R. 25.853 (a): measurement of flammability of aircraft materials.		
	- airbus standard ABD0031: Measurement of flammability, smoke density and smoke toxicity according to Airbus Specifications		
	- directive 95/28/EG: Determination of flammability of materials used in the interior construction of certain categories of motor vehicles.		
	mushroom and velours and grippers PA		
	the quality passes the following tests:		
	- F.M.V.S.S. 302 / TL 10 10 / DIN 75 200 / ISO3795: Determination of flammability of materials used in the interior of motor vehicles.		
	- F.A.R. 25.853 (a): measurement of flammability of aircraft materials.		
<b>Colours</b>	hook and loop		
	all colours on our shade card, other colours are possible on request		
	mushroom		
	all colours on our shade card, other colours are possible on request		
	velours		
	white and black, other colours on request		
	grippers PA		
	only white and black		
<b>Cleaning instructions</b>	cleaning with fastener in closed position: to protect fastener and washing		
	hook and loop	washing	bleaching
		ironing	dry-cleaning
		tumble dryer	
	mushroom and velours		
	<b>ATTENTION:</b>	Velours loses its flame retardant properties after washing.	
	grippers PA		
	shrinkage	hook and loop	velours
		: max. 2,0%	: max. 6,5%
		mushroom	gripper
		: max. 3,0%	: max. 1,5%
<b>IMPORTANT</b>	- the tapes pass the above mentioned flame retardancy tests. However, the tests must be repeated testing the assembly of the tape and the substrate.		
	- this tape contains no bromine flammability stabilizers type penta-BDE, octa-BDE, deka-BDE or penta-PBDE and octa-PBDE.		
<b>Special versions</b>	Flameretardant fasteners can be delivered with a pressure sensitive adh. backing:		
	- FRA - A - SA - ATA - AT (others: SA0 - SA3 - SA4 - DA)		
	- adhesive strip based on FRAS - AS - ATAS - ATS		
	- HF		
	- with FRA glue or with standard glue		
	reactivable coating		
	back-to-back		
	<b>ATTENTION:</b> 100 % FR Certification can be submitted only in combination with FRA-glue!		
	Combinations with other glues can NOT be certified! Tests to be carried out by the user.		
<b>Tests by user &amp; guarantees</b>	<p>The information above only serves as a general guideline. We advise any user to determine the suitability of the intended application through tests performed by himself.</p>		
All information, technical advice, recommendations & descriptive material on this product are based upon tests which are generally reliable, although we cannot fully guarantee the accuracy of these tests. The buyer, who is a professional user, will be bound to carry out all tests himself, in order to verify whether the goods are suited and can be used safely for the intended purpose. The only obligation of the seller may consist in replacing the goods of which the imperfection has been proven, insofar as the seller can be held liable for the imperfection under the present conditions. The buyer will protect and hold harmless the seller against any claim whatsoever which could be made by the private enduser on the account of his product liability. In the same way, the buyer will safeguard the seller for each claim made by third parties, exceeding the limitation of liability as stipulated herewith. In addition, we serve ourselves the right to subject the products to technical changes without prior notice. Please make sure that you have the latest version of the technical data sheet.			
Alfatex Belgium	<a href="mailto:info@alfatex.be">info@alfatex.be</a>	tel.: +32 (0)9.386.12.18	fax: +32 (0)9.386.89.76
Alfatex Deutschland	<a href="mailto:info@alfatex.eu">info@alfatex.eu</a>	+49 (0)2562.96.450	+49 (0)2562.96.4510
Alfatex Nederland	<a href="mailto:info@alfatex.nl">info@alfatex.nl</a>	+31 (0)74.242.70.91	+31 (0)74.242.76.95
Alfatex France	<a href="mailto:info@alfatex.fr">info@alfatex.fr</a>	+33 (0)3.20.02.95.10	+33 (0)3.20.81.27.82
Alfatex Polska	<a href="mailto:info@alfatex.pl">info@alfatex.pl</a>	+48 (0)71 798 57 89	+48 (0)71 798 57 90
Alfatex U.K.	<a href="mailto:info@alfatex.co.uk">info@alfatex.co.uk</a>	+44 (0)845 603 0516	+44 (0)1782 815161
Alfatex Spain	<a href="mailto:info@alfatex.es">info@alfatex.es</a>	+34 93 545 86 12	+34 93 545 87 12
			<a href="http://www.alfatex.com">www.alfatex.com</a>

## Bijlage 6: Risico- en behoefte analyse

Risico's / Gevaren	Norm	Marktonderzoek	Literatuur	Dionne
<b>1. Brandgevaar</b>	EN 15614	<b>Ten Cate</b> , 240 g/m2 <u>minimaal</u> PPA- <u>fr/lyocell/para-aramide</u> / static-control	Brandwerende vezels met hoge LOI waarde of FR-coating	
1.1 Straling	RHTI Norm 15614 eisen: RHTI 24 > 11 s RHTI 24 – 12 > 4 s	<b>Texport</b> Nomex®/Viscose FR (60/40) broek <b>Nomex®</b> <b>Comfort™</b> Ripstop		
1.2 Vlam	HTI EN 367 Test method : determination of the heat transmission on exposure to flame	<b>Texport</b> prestatielevels <b>Xf 2 &amp; Xr 2</b>		
1.3 Vlamverspreiding	EN ISO 15025 : 2002 test method limited flame spread EN ISO 14116 : 2008 limited flame spread materials EN 11612	<b>Utexbel</b> FR-lanzing / <b>Aramide</b>	Index 3 EN 11612 Spread flame no May form hole no Burning debris no Flame extinguishes in <2s yes	
1.4 Dimensionele stabiliteit ??	EN 5077 en ISO 6330 Thermische stabiliteit	<b>Texport</b> <b>Ketting &amp; Inslag</b>		
<b>2. Hittestress</b>				
2.1 Lichaamstemperatuur	RET- waarde belangrijk	Ademend vermogen,	Ademend vermogen, afkoelen lichaam.	
2.2 Vochtverlies		<b>Ten Cate</b> Bio-celulose vezels in de <u>blend</u> voor betere vochtregulatie	Voorkomen grote hoeveelheid zweeten. Ademend vermogen.	Extra voor aanvulling vochtverlies een geïntegreerd waterreservoir bijv. <u>Camelbak</u> systeem.
<b>3. Omgevingsfactoren</b>				
3.1 Vallen, struikelen, stoten		<b>Basofil</b> Uitwendige knieversteviging <b>Kevlar</b> /leer Uitneembare gummi knieversteviging <b>Texport</b> Dubbele lagen op	Kevlar (para-aramide) Aramide	
3.2 Snijwonden	ISO 13934-1 <u>Tensile strength</u> ISO 13937 <u>Tear strength</u> ISO 13935 <u>Seam strength</u>	bepaalde plekken, para-aramide Hoge scheursterkte en treksterkte, para-aramide vezel.	<b>Aramides</b> ( <b>Kevlar</b> , <b>Twaron</b> ), Hoog moleculair PE ( <b>Spectra</b> , <b>Dyneema</b> ), PBO ( <b>Zylon</b> , <b>Topyobo</b> ), PIPD, M5: nog in ontwikkeling	Aramide vezels, PBI, PBO. <b>Dyneema</b> en Spectra niet geschikt door het lagen systeem.
<b>4. Zichtbaarheid</b>	EN ISO 20471: 814	Reflecterend materiaal 3M 8735 Zilver <b>Unitika Sparklite</b> , zilver High- Vis <b>orange</b> basiskleur Reflectiestrepen <b>Permalight</b> <b>Sipi Gelb</b>	Fluorescerende en retro flecterende banden, brandweerman heeft altijd een zaklamp mee.	- <b>Lightex</b> van <b>Brochier</b> integratie van optische vezels - <b>electro</b> : <b>luminescentie</b> - integratie van <b>Jeds</b>
<b>5. Teken/ Lyme</b>				
5.1 Tekenwerend		<b>Utexbel</b> hydrofiële <u>permetrine</u> finish om teken te weren	Tekenwerende finish, aantrekken broekspijpen en mouwen	

Behoeften	Norm	Marktonderzoek	Literatuur	Dionne
1. Comfort				
1.1 Hittestress	RET waarde; waterdoordringbaarheid en ademend vermogen	Texport indoorkpak heeft RET waarde klasse 3.	1. RET < 40 2. RET < 20 ≤ 40 3. RET ≤ 20	RET- waarde van klasse 3, verhoogt het comfort
1.2 Ergonomie		Testpersonen cardio, field Comfort Ergonomie	Uitgevoerd op dynamisch wandelende mannekin	Testen bij Brandweerschool Campus Vesta in Antwerpen
(1.3 Waterresistent) Minder belangrijk bij bosbrand	EN343: 2003/A1:2007 Protection against rain Resistance to water penetration; Spray test Rain tower EN 14360, Crumple flex test. Waterdichtheid EN 20811	Texport indoor kleding waterdruk 800 kPa ≥ 20	Membraan Gore-Tex Coating Finish Getest met 3M- test	
1.6 Ademend vermogen	RET Water vapour resistance EN 343: 2003 classification	Ret value measured by the skin model Sweating mannequin test		Water vapour class resistance 3 RET ≤ 20
1.7 Soortelijk Gewicht	EN 15614	Texport stof 205 gram TenCate 240 gram/m <sup>2</sup> 300 gram/m <sup>2</sup> Utexbel 240 gram/m <sup>2</sup>	Gewicht maximum, Italiaanse Tender EN 15614 210 g/m <sup>2</sup> met +/- 3%	
1.8 Slijtageweerstand	ISO 12947-2	Martindale		
1.9 Binding	ISO 3572	Utexbel en weefsel meer open structuur beter ademend		
1.10 Vuil en waterafstotend	Olieafstotend AATCC 118-2007	Texport Fluor Carbon finish		Echt nodig?
1.11 Snel drogend				
2. Goede zichtbaarheid	EN 471			
2.1 Basiskleur	EN 15614	TenCate: geel of oranje Utexbel: rood	Fluorescerende kleuren, opvallend	
2.2 Reflectoren en overige	EN ISO 20471			
3. Bescherming				
3.1 Snijden en doorprikken	Treksterkte EN ISO 13934 Scheursterkte EN ISO 13937-2	Aramide / PBO/ PBI	Zeer sterke vezels: aramides, melamine, PBI, PBO PBI en PBO degradeert bij UV- straling zeer sterk	Extra bescherming op de plaatsen waar nodig, door dubbele lagen of Kevlar.
3.2 Vallen, stoten, struikelen	Hoge scheur, breek en treksterkte versteviging EN 14.404	PBO/PBI, aramiden + extra verstevigingsplaatsen van Tensile strength ISO 13934 – 1 (or ISO1421) Outer fabric > = 450 N Seams > = 225 N Tear strength > 25 N (both directions)	PBI, PBO, Melamine, Aramiden	Versteviging op belangrijkste plaatsen; knieën, ellebogen
4. Karakteristieken pak				
4.1 Broek	EN 15614	Texport versteviging bij de knieën en stootkanten dubbel gelaagde para-aramide (Ergopad)	Kevlar op de plaatsen waar extra bescherming nodig is.	Aantrekken broekspijp, teken werend, klittenband of trekkoorden
4.2 Jas	EN 15614	Texport Ellebogen verstevigd met dubbele stof met bewegingsplooiën Air-Blocker systeem schouders. Nierbescherming voor adembeschermingsapparaat te dragen		Opstaande kraag tot boven gesloten
4.3 Confectie		Bretel aan de broek, afneembaar door klittenband		
4.3.1 Naden	N ISO13935-2 Naadsterkte Afdekken naden EN 20811		Zuigdichting voorkomt binnendringen vocht en is brandwerend + extra versteviging schuiven	
4.3.2 Ritsen	EN 15614	Paniekritssluiting met ritsslipje		



