

W. A. LOTENS

6141 095.5 ✓

GENOEG MOGELIJKHEDEN OM BESCHERMENDE KLEDING COMFORTABELER TE MAKEN

Naar beschermende kleding is steeds meer vraag, zowel in de vrijetijdssector als in de beroepswereld. Die kleding wordt echter in de eerste plaats gedragen om de beschermende werking en daarom komt het comfort al gauw in de knel. Of nog erger: de kleding is ronduit belastend. Op grond van kennis die opgedaan is tijdens een aantal onderzoeken dat voor het ministerie van defensie is verricht, wordt in dit artikel ingegaan op een aantal veel voorkomende draagbaarheidsproblemen. En daarbij worden ook oplossingen aangedragen.

In ons gematigde klimaat is de vraag naar het comfort van kleding altijd relevanter geweest dan de vraag hoezeer de drager door zijn kleding wordt belast. Oorzaak daarvan is het feit dat kleding die voor onze omgevingstemperatuur geschikt is, niet oncomfortabel is uit oogpunt van dikte, gewicht en soepelheid. In landen met een extremer klimaat, bij voorbeeld op de Noordpool, is de belasting door kleding altijd een bekend ongemak geweest. De problemen die zich daarbij voordoen vertonen grote gelijkenis met die van een soort kleding dat bij ons de laatste jaren in opkomst is: de beschermende kleding. Daaronder valt een groot aantal zeer uiteenlopende kledingsoorten, zoals stralingwerende kleding voor de glas- en staalindustrie, chemisch beschermende kleding voor leger en rampenbestrijders, kogelvrije vesten voor leger en politie, dompelpakken (immersion-suits) voor de offshore oliewinning, regenkleding voor fietsers en buitenwerkers en nog vele andere.

Het verschil tussen normale en beschermende kleding is dat de constructie van beschermende kleding in de eerste plaats gedictieerd wordt door de beschermende eigenschappen, waarbij het comfort naar het tweede plan geschoven wordt. Daardoor doet zich een aantal draagproblemen

voor die ruwweg te groeperen zijn in de volgende punten.

– Door sterk wisselende omgevingstemperaturen (bij voorbeeld door afwisselend binnen en buiten te werken) of bij wisselende inspanning is de isolatie telkens te groot of te klein, maar vrijwel nooit precies goed. Figuur 1 laat zien hoe uiteenlopend de gewenste isolatie kan zijn bij stilstaan en bij werken.

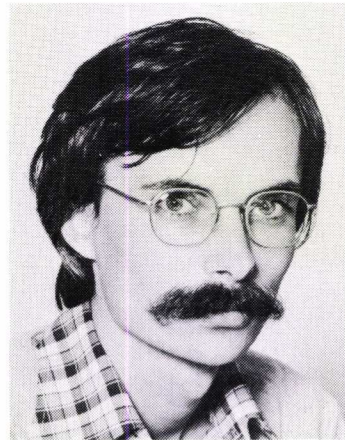
– Door de kleding wordt de zweetverdamping geremd zodat huid en kleding nat worden.

– Het gewicht en de dikte van de kleding leiden tot verhoogde arbeidsinspanning en verminderde bewegingsvrijheid.

Deze problemen en hun potentiële oplossingen zullen hierna onder de loep genomen worden.

Thermoregulerend gedrag

Bij de eerder aangehaalde poolkleding en bij koudweer-kleding in het algemeen, treedt het probleem van de wisselende inspanning sterk naar voren. Enerzijds moet bij geringe inspanning de kleding voldoende isoleren – en vooral ook winddicht zijn – maar anderzijds moet de lichaamswarmte die bij inspanning vrij komt gemakkelijk kunnen ontsnappen. Dat kan natuurlijk niet zonder dat er iets aan de kleding veranderd wordt. Eskimo's lossen dit probleem dan ook op door hun kleding aan te passen aan hun activiteit, bij voorbeeld door het openzetten van een of



W. A. Lotens (36) studeerde natuurkunde, o.a. medische fysica, aan de Rijksuniversiteit Utrecht. In 1972 werd hij door het ministerie van defensie bij het IZF gedetacheerd, waar hij in 1974 in dienst trad. Na aanvankelijk visueel onderzoek verricht te hebben heeft hij daar het thermofysiologisch onderzoek gestart, waarvan kledingonderzoek een belangrijke toepassing is. Het onderzoek wordt verricht in nauwe samenwerking met binnen- en buitenlandse instellingen.

meer lagen. Let wel, dit gebeurt vóóraf en niet, zoals wij helaas gewend zijn, pas als het te laat is en de kleding inmiddels nat van het zweet is geworden. Het gevolg is dat – bij ons – op de inspanning dan een veel te snelle afkoeling volgt.

In poolgebieden kunnen zulke fouten ernstige gevolgen hebben en overleven in poolstreken is dan ook in de eerste plaats een kwestie van training en ervaring. Wat hier aan de dag treedt is het verschil in thermoregulerend gedrag tussen bewoners van poolgebieden en gematigder streken. In feite valt er voor erg koude en erg warme omgevingen geen praktische kleding te vervaardigen die aan de klimaateisen voldoet. Daarom moet het thermoregulerend gedrag bijspringen daar waar de kleding te kort schiet. In ons klimaat waar dit probleem een geringere rol speelt en mede door de toegenomen klimaattechnische verbeteringen zoals verwarming en koeling, is het thermoregulerend gedrag op de achtergrond geraakt, hoewel er nog – min of meer onbewuste – resten van zijn overgebleven zoals het verkleinen van het lichaamsoppervlak als

men het koud heeft. Dit wordt bereikt door de benen over elkaar te slaan, de armen te kruisen, de handen op een warm plekje te stoppen; in bed door zich op te rollen, tegen elkaar aan te gaan liggen, enzovoorts.

Stro in klompen

Met het verdwijnen van het thermoregulerend gedrag is ook de aanpasbaarheid van kleding verdwenen. Werden er vroeger nog kranten onder de kleding gestoken, stro in de klompen gedaan en de kleppen van de pet naar beneden geklapt, moderne kleding kent eigenlijk weinig andere mogelijkheden om de isolatiewaarde te veranderen dan het aan- of uittrekken van het gehele kledingstuk.

Toch is er voor het probleem van de wisselende inspanning geen andere oplossing dan het invoeren van aanpasbare kleding. Daarbij kan gedacht worden aan ventilatie-openingen, niet in de wat benepen afmetingen zoals dikwijls op kleding wordt aangebracht, maar van fors formaat. En bovendien aan eenvoudig te verwijderen isolatie van met name de extremiteiten zoals handen, armen, voeten, benen en

hoofd. Door het fysiologische regelmechanisme wordt de warmte juist daarheen gestuurd en daar moet ze kunnen ontwijken.

In feite valt er voor erg koude en erg warme omgevingen geen praktische kleding te vervaardigen die aan de klimaat-eisen voldoet.

Extra aandacht zal nodig zijn voor het gemak waarmee zulke veranderingen aangebracht kunnen worden. Ten eerste omdat het gebruik ervan aangeleerd moet worden – en dat moet liefst een beetje gemakkelijk gaan – en ten tweede omdat handelingen die vaak verricht moeten worden in de praktijk alleen maar uitgevoerd worden als ze niet te lastig zijn. In feite wordt de prijs voor de verbeterde thermische toestand betaald in de vorm van verlies van gemak. Bedrijfsveiligheidsfunctionarissen kunnen getuigen wat dit laatste voor een hinderpaal kan zijn voor de invoering van allerlei veiligheidsverhogende maatregelen.

Ventilatie

Het probleem van de zweetophoping onder de kleding doet zich al gauw voor als van relatief slecht dampdoorlatende kleding gebruik gemaakt wordt. Helaas zijn vele soorten beschermende kleding slecht doorlatend voor waterdamp. Het geproduceerde zweet, in rust slechts een beetje maar bij inspanning heel veel, condenseert daardoor tegen de binnenkant van de stof. Dit heeft twee nadelige gevolgen: ten eerste gaat een gedeelte van het koelend effect verloren en ten tweede bederft dit het draagcomfort nadat de inspanning beëindigd is. Regenkleding is een welbekend voorbeeld.

Er zijn twee manieren om dit effect te vermijden. En wel door de doorlaatbaarheid voor waterdamp te verbeteren – verbetering van de stof dus; en door de ventilatie te verhogen – verbete-

ring van de constructie. Aan beide manieren wordt hard gewerkt. De industrie produceert in toenemende mate half-doorlaatbare materialen. Dat zijn textielproducten die ondanks hun beschermende werking (tegen kogels, water, hittestraling, giftig gas) toch waterdamp doorlaten. Sommige van die materialen boeken een aardig succes, zoals bij voorbeeld het bekende regenkledingmateriaal Goretex, maar in absolute zin laat de doorlaatbaarheid dikwijls nog te wensen over. Van Goretex mag men naar schatting onder enigszins realistische omstandigheden niet meer verwachten dan een extra damptransport van ongeveer 100 g/h in vergelijking met een waterdichte regenjas. Als men bedenkt dat bij een inspanning zoals die bij fietsen of lopen geleverd wordt, wel zo'n 300 à 400 g/h

Figuur 1. Bij dezelfde buitentemperatuur (ca 5°C) is bij inspanning een veel geringere isolatie nodig dan bij arbeid. De staande soldaat heeft als extra kleding: isolatiejas, buitenjas en broek, handschoenen, das en helm.

zweet geproduceerd wordt, dan wordt het duidelijk dat de doorlaatbaarheid nog zo'n factor drie groter moet worden om afdoende te zijn. Door slimme constructies van diverse lagen textiel op elkaar, elk met een eigen functie in het transportmechanisme is zeker nog winst te behalen, maar dat het probleem op deze wijze afdoende opgelost kan worden is onwaarschijnlijk. Deze conclusie geldt ook voor andere beschermende materialen zoals Kevlarweefsel pakketten om kogels of scherven te weren, gemetalliseerde materialen om straling te weren en met actieve koolstof geïmpregneerde laminaten (uit lagen samengestelde stof) om gifgassen te absorberen.

Daarom moet onvermijdelijk ook aandacht besteed worden aan het verhogen van de ventilatie van beschermende kleding. Ventilatie in deze zin slaat dan op echte luchtverversing onder de kleding, niet slechts door diffusie door de kleding heen, maar vooral door convectie. De grote vraag is natuurlijk hoe dat bereikt kan worden. Als wordt afgezien van

het gebruik van externe energiebronnen, waarbij het pak op werkplekken waar men zich niet zo erg verplaatst op koelapparatuur aangesloten kan worden, dan staan slechts de mechanismen van natuurlijke convectie (het opstijgen van warme lucht) en geforceerde convectie (door het aanblazen met wind of door lichaamsbewegingen) ter beschikking. Op fysische gronden kan betrekkelijk eenvoudig aangetoond worden dat er onvoldoende muziek zit in natuurlijke convectie. Degenen die dat niet geloofden of niet wisten hebben dat moeten ondervinden. Figuur 2 toont een voorbeeld van een volslagen mislukte poging natuurlijke convectie te gebruiken.

Het gebruik van geforceerde convectie biedt heel wat meer perspectieven. Het aanblazen met wind, is een heel geschikte methode voor materialen die een zekere poreusheid voor lucht mogen vertonen. Om bij onze voorbeelden te blijven: bij kogelwerende vesten en bij stralingwerende kleding. Voor chemisch



beschermende kleding en regenkleding geldt dit natuurlijk niet. Vandaar dat aangeblazen ventilatie-openingen, waarbij de lucht naar binnen gestuwd wordt, daarvoor geschikt zijn. Wel moeten natuurlijk voorzieningen getroffen worden dat met de luchtstroom geen water of gas binnen komt en door deze filtering kan de luchtstroom weer geremd worden. Het nuttige effect kan aanzienlijk zijn: bij een zeer wel denkbare ventilatie van 5 l lucht per seconde bedraagt de extra koeling (in het geval van de regenkleding) zo'n 120 Watt, ofwel bijna de helft van de benodigde koeling en de vochtafvoer is groter dan die van het eerder genoemde Goretex onder gelijke omstandigheden.

Een laatste en nog nauwelijks verkende mogelijkheid is het gebruiken van lichaamsbewegingen om, eventueel door een slimme constructie van de kleding, lucht in en uit te pompen. Eén dezer dagen gaat een research-project van start waarin TenCate Over-All Fabrics, Vezelinstituut-TNO en Instituut voor Zintuigfysiologie-TNO met steun van de EG deze en eerder genoemde mogelijkheden zullen ontwikkelen om tot optimale regenkleding te komen. Onze hoop is dat daarbij zoveel ervaring en kennis zullen worden opgedaan dat ook andere soorten kleding daarmee verbeterd kunnen worden.

Door slimme constructies van diverse lagen textiel op elkaar, elk met een eigen functie in het transportmechanisme is zeker nog winst te behalen, maar dat het probleem op deze wijze afdoende opgelost kan worden is onwaarschijnlijk.

Inspanning

Naast de belasting in de vorm van warmte, die een aanslag doet op het zweetstelsel maar vooral ook op de bloedsomloop

en het hart, treedt er ook puur fysieke belasting op. Door het gewicht van de kleding valt er meer te sjouwen en door de dikte worden de bewegingen belemmerd. Dit samen vergt meer inspanning. Hetzelfde werk is dus in zware, dikke kleding belastender dan in gemakkelijke kleding. Door deze oorzaak wordt het hart nog eens extra belast. De hartfrequentie is een veelgebruikte maat voor de arbeidsbelasting en de grenzen die in de bedrijfs-geneeskunde aan de hartfrequentie gesteld worden, maken dat in beschermende kleding minder lang gewerkt kan en mag worden. Om de gedachten te bepalen: het dragen van een kogelwerend vest, zoals afgebeeld in figuur 3, vergt een extra inspanning van zo'n 25%, alleen al op grond van gewicht en geringere bewegingsvrijheid. En daar komt

Figuur 2. Bij een gewone fietshouding wordt deze ventilatievoorziening, die onder optimale omstandigheden toch al onvoldoende zou zijn, ook nog eens dichtgedrukt.



dan de warmtebelasting nog bij. Natuurlijk krijgt men voor de prijs die men betaalt ook wat terug: in dit geval een geringere kans op letsel. Andere kleding, zoals stralingwerende kleding of poolkleding verhoogt weliswaar de arbeidsbelasting maar vermindert de warmte- of koudelast. Het is dus zaak om voor- en nadelen zo goed mogelijk tegen elkaar af te wegen.

Een gemakkelijke afweging is dat niet omdat nuttige en nadelige effecten niet altijd eenvoudig te bepalen zijn. Er zijn echter wel een paar vuistregels te geven. Zo is het effect van het gewicht ruwweg omgekeerd evenredig met het lichaamsgewicht van de drager: hoe zwaarder de drager, hoe minder last hij van het gewicht heeft. Zo betekent 5 kg extra op een man van 75 kg een verzwaring van ca 7% en ook een extra inspanning van 7% maar het zelfde gewicht op een vrouw van 55 kg een verzwaring van ca 9%. Een andere vuistregel betreft het aantal lagen waaruit de kleding bestaat. Figuur 4 laat zien dat de

extra inspanning bij lopen afhangt van het aantal lagen waaruit de kleding bestaat (poolkleding kan wel uit 7 tot 8 lagen bestaan) en van de snelheid waarmee gelopen wordt. Een karakteristieke waarde is zo'n drie à vier procent extra inspanning per laag. Voor andere bezigheden dan lopen kan dit getal natuurlijk anders zijn en het kan ook van de kleding afhangen. De boodschap is echter duidelijk: wil men extra inspanning verminderen dan moet de kleding zo licht, dun en soepel mogelijk zijn en uit zo weinig mogelijk lagen bestaan.

Ook de constructie speelt in de inspanning een rol. Zo geven raglan-mouwen meer bewegingsvrijheid dan ingezette mouwen en een capuchon moet een zeer lange 'hals' hebben wil het hoofd goed draaibaar zijn. In dit verband is het ook een vraagteken waarom in Nederland – in dit opzicht welhaast een eenzaam eiland – de overall nog zo populair is. Overalls geven veel maatproblemen, ze zijn lastig aan te

trekken en ze knellen bij het bukken. Dit laatste is slechts door ingewikkelde constructies te voorkomen. In andere landen staat dan ook het tweedelig pak hoger in aanzien.

De hartfrequentie is een veelgebruikte maat voor de arbeidsbelasting en de grenzen die in de bedrijfsgeneeskunde aan de hartfrequentie gesteld worden maken dat in beschermende kleding minder hard gewerkt kan en mag worden.

Figuur 3. Door het grote gewicht van een kogelwerend vest wordt veel extra inspanning bij het werk geveerd.

Figuur 4. De extra inspanning die bij lopen geveerd wordt is ongeveer evenredig met het aantal lagen waaruit de kleding bestaat en hangt ook van de loopsnelheid af. De symbolen slaan op de verschillende soorten kleding die gebruikt zijn in deze - buitenlandse - experimenten. Verschillen in gewicht werden gecorrigeerd met ballast.

De conclusie van dit artikel is dat er nog genres mogelijkheden zijn om beschermende kleding draagbaarder te maken. Het ministerie van defensie, dat geen kleine aanschafer is van alle mogelijke soorten beschermende kleding, speelt door zijn degelijke ontwikkelings- en testprocedures een zeer stimulerende rol op dit gebied, en in de loop van de laatste jaren zijn door het IZF-TNO vele onderzoeken voor Defensie verricht. De daarbij opgedane know-how kan de Nederlandse textielindustrie tot profijit strekken. ■

