



Aan de staatssecretaris van Sociale Zaken en Werkgelegenheid

---

Onderwerp : Briefadvies *Hittestress*  
Uw kenmerk : G&VW/GW/2011/2388  
Ons kenmerk : I 762/11/AvdB/fs/832-G2                      Publicatienr. 2011/31  
Bijlagen : 3  
Datum : 16 november 2011

Geachte staatssecretaris,

Op 24 november 2008 ontving u van de Gezondheidsraad het signalement '*Hittestress op de werkplek*'. In vervolg hierop kreeg de Gezondheidsraad van uw ministerie op 23 februari 2011 het schriftelijke verzoek om met betrekking tot hittestress een aanbeveling te doen '*voor praktisch hanteerbare grenswaarden (in functie van de lichaamskerntemperatuur)*' (zie bijlage A). In dit briefadvies geeft de Commissie Signalering arbeidsomstandighedenrisico's van de raad (zie bijlage B) haar bevindingen weer met betrekking tot gezondheidskundige en veiligheidskundige grenswaarden voor hittestress. Het briefadvies is getoetst door de Beraadsgroep Gezondheid en omgeving van de raad.

#### Conclusies uit het voorgaande signalement

In het eerdere signalement uit 2008 stond de vraag van de toenmalig minister van SZW centraal of er *op dit moment of op termijn* nieuwe (internationale) wetenschappelijke inzichten zijn, of te verwachten zijn, met betrekking tot gezondheidskundige of veiligheidskundige grenswaarden voor hittestress op de werkplek.<sup>1</sup> Het ging dus om de mogelijkheden om grenswaarden voor hittestress te stellen en niet om een aanbeveling van concrete waarden. Met betrekking tot die vraag formuleerde de commissie in 2008 een drietal conclusies:



Onderwerp : Briefadvies *Hittestress*  
Ons kenmerk : I 762/11/AvdB/fs/832-G2 Publicatienr. 2011/31  
Pagina : 2  
Datum : 16 november 2011

- 
- Om nadelige fysieke kortetermijneffecten van hittestress te voorkomen zijn er gezondheidkundig onderbouwde grenswaarden beschikbaar. Voorbeelden van die grenswaarden zijn de referentiewaarden voor de omgevingswarmte uitgedrukt in Wet-Bulb-Globe-Temperature<sup>a</sup> (WBGT) in NEN-ISO norm 7243:1989 en de Recommended Alert Limits (RAL) en Recommended Effect Limits (REL), eveneens in WBGT, van het Amerikaanse National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH).<sup>2,3</sup> De wetenschappelijke inzichten geven geen aanleiding om de grenswaarden voor nadelige fysieke kortetermijneffecten te herzien.
  - De genoemde grenswaarden houden geen rekening met nadelige mentale kortetermijneffecten van hittestress. Uit de wetenschappelijke literatuur is gebleken dat met name een verminderde waakzaamheid en oordeelsvorming en oordeelsvorming onder invloed van hittestress het risico op fouten vergroot en op die manier onveilige werksituaties kan veroorzaken. Bovendien is gebleken dat de waakzaamheid beïnvloed wordt bij niveaus van hittestress waarbij nog geen fysieke effecten optreden. De wetenschappelijke literatuur lijkt mogelijkheden te bieden voor veiligheidkundige grenswaarden met betrekking tot het mentale functioneren.
  - Over de langetermijneffecten van hittestress, zowel fysiek als mentaal, is nog te weinig bekend om daarvoor gezondheidkundige of veiligheidkundige grenswaarden te kunnen aanbevelen.

## De wetenschappelijke gegevens

In vervolg op dit signalement heeft u gevraagd om aanbevelingen te doen voor ‘*praktisch hanteerbare*’ gezondheidkundige grenswaarden. Hiervoor is een overzicht van de wetenschappelijke literatuur nodig. Daarom heeft de commissie een literatuuronderzoek uitgevoerd in de online databestanden PubMed, PsycInfo en Web of Science aan de hand van een

---

<sup>a</sup> Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) is een indexmaat voor de omgevingswarmte, samengesteld uit temperatuurmetingen van de lucht (drogeboltemperatuur), luchtvochtigheid en luchtsnelheid (natuurlijke natteboltemperatuur) en stralingswarmte (zwarte boltemperatuur) volgens de formule:  $WBGT_{\text{buiten}} = 0,7 T_{\text{nat}} + 0,1 T_{\text{droog}} + 0,2 T_{\text{zwart}}$  (buitenomgeving met direct zonlicht) of  $WBGT_{\text{binnen}} = 0,7 T_{\text{nat}} + 0,3 T_{\text{zwart}}$  (binnenomgeving of buitenomgeving zonder direct zonlicht).<sup>2,3</sup>



Onderwerp : Briefadvies *Hittestress*  
Ons kenmerk : I 762/11/AvdB/fs/832-G2 Publicatienr. 2011/31  
Pagina : 3  
Datum : 16 november 2011

---

reeks sleutelwoorden die afkomstig waren uit de referenties van het voorgaande signalement. In bijlage C staat het literatuuronderzoek in meer detail beschreven.

Omdat wetenschappelijke onderzoeken van oudere datum al zijn samengevat in goede overzichtspublicaties, heeft de commissie zich voor publicaties over primair onderzoek met name gericht op de afgelopen tien jaar.<sup>3-5</sup> Voor dit briefadvies gebruikt zij een selectie van de overzichtspublicaties en recente primaire publicaties die relevant zijn voor het advies.

Naast het onderzoek naar wetenschappelijke literatuur is de commissie nagegaan in hoeverre publicaties van nationale en internationale onderzoeksinstituten of organisaties, die in het vorige signalement een belangrijke bron van informatie waren, zijn herzien sinds 2008. Na raadpleging van de websites bleek dat de documenten van de World Health Organization (WHO), de International Organization for Standardization (ISO), het Amerikaanse National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), de American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), en de Amerikaanse Occupational Safety and Health Administration (OSHA) niet zijn gewijzigd of vervangen in de afgelopen jaren.<sup>3,6-9</sup>

### De fysieke kortetermijneffecten van hittestress

Zoals beschreven in het eerdere signalement zijn de belangrijkste nadelige kortetermijneffecten van hittestress (in arbeidssituaties) de acute hitteziekten. Die lopen uiteen van een relatief onschuldig jeukende huid met blaasjesvorming, spierkrampen en flauwvallen (hittesyncope) tot een gezondheidsbedreigende hitte-uitputting en hitteberoerte.<sup>1</sup> Bij een hitte-uitputting is de lichaamskerntemperatuur<sup>b</sup> verhoogd en ligt deze tussen 38 en 39 °C. Bij een hitteberoerte is de lichaamskerntemperatuur hoger dan 40,5 °C.

Andere kortetermijneffecten van hittestress betreffen een mogelijk verminderde vruchtbaarheid onder mannen die beroepsmatig met hittestress te maken hebben, zoals lassers, metaalbewerkers, werknemers in de keramische industrie en bakkers. Bijbehorende niveaus van hittestress zijn echter niet uit deze epidemiologische onderzoeken af te leiden.

---

<sup>b</sup> Lichaamskerntemperatuur: de temperatuur in romp en hersenen waarvoor de temperatuur van het bloed in de longarterie de standaard is.



Onderwerp : Briefadvies *Hittestress*  
Ons kenmerk : I 762/11/AvdB/fs/832-G2 Publicatienr. 2011/31  
Pagina : 4  
Datum : 16 november 2011

---

Recente wetenschappelijke literatuur, dat wil zeggen gepubliceerd vanaf 2008, werpt geen ander licht op de genoemde effecten.

Er zijn internationaal verschillende grenswaarden beschikbaar die werknemers moeten beschermen tegen de kortetermijneffecten van hittestress. Deze bestaande grenswaarden hebben als doel een stijging van de lichaamskerntemperatuur boven 38 °C te voorkomen. Die grens van 38 °C is gebaseerd op een aanbeveling van de WHO uit 1969 die luidde: *'it is considered inadvisable for the deep body temperature to exceed 38 °C for prolonged daily exposures in heavy work'*.<sup>9</sup> Deskundigen die deelnamen aan de workshop *'Adverse temperature levels in the human body'* van de WHO in 2002 handhaafden die aanbeveling.<sup>10</sup> Tijdens die workshop werden de wetenschappelijke gegevens over de effecten van hyperthermie in het lichaam geëvalueerd met als doel grenswaarden voor radiofrequente elektromagnetische velden vast te stellen.

#### De lichaamskerntemperatuur als biologische grenswaarde voor hittestress

Het ministerie van SZW heeft de Gezondheidsraad gevraagd of een lichaamskerntemperatuur van 38 °C als gezondheidkundige of veiligheidkundige grenswaarde zou kunnen dienen om de kortetermijneffecten van hittestress te voorkomen. Dit omdat het doel van de huidige grenswaarden (bijvoorbeeld de referentiewaarden van NIOSH of de NEN-ISO-norm) is om een stijging van de lichaamskerntemperatuur boven 38 °C te voorkomen.<sup>10</sup> Uit de wetenschappelijke literatuur blijkt echter dat de lichaamskerntemperatuur aan fluctuaties onderhevig is.<sup>11</sup> De gemiddelde lichaamskerntemperatuur op populatieniveau voor zowel mannen als vrouwen is 37,0 °C met een klein verschil in de spreiding tussen beide geslachten.<sup>12</sup>

De kerntemperatuur van een individu volgt een 24-uursritme, oftewel circadiaan ritme, waarbij vroeg in de ochtend de laagste waarde wordt bereikt en in de namiddag of vroege avond de hoogste waarde.<sup>13</sup> Het verschil tussen die hoogste en laagste waarde binnen 24 uur bedraagt ongeveer één graad Celsius. Als gevolg hiervan zal bij sommige mensen de 'grens' van 38 °C binnen het normale 24-uursritme vallen en overschreden worden. Bij vrouwen verschuift de gehele 24-uurscurve van de lichaamskerntemperatuur ongeveer een halve graad Celsius naar boven tijdens de ovulatie of bij het gebruik van hormonale anticonceptiemiddelen.<sup>13</sup>

De lichaamskerntemperatuur varieert ook tussen mensen. De kerntemperatuur wordt namelijk beïnvloed door iemands leeftijd en de mate van fitheid. Bij jonge mensen en fysiek fitte mensen is het verschil tussen de hoogste en laagste 24-uurswaarde groter dan bij oudere mensen, mensen met



Onderwerp : Briefadvies *Hittestress*  
Ons kenmerk : I 762/11/AvdB/fs/832-G2 Publicatienr. 2011/31  
Pagina : 5  
Datum : 16 november 2011

---

een slechte conditie of chronisch zieke mensen.<sup>13</sup> Hoe gezonder hoe groter het dagelijkse verschil in de lichaamskerntemperatuur en ook hoe groter de kans op het overschrijden van de 38 °C 'grens'. Overschrijding is dan ook niet in alle gevallen risicovol. Bij topsporters of ervaren werknemers in fysiek zware beroepen, zoals brandweerlieden, militairen of mijnwerkers, zijn lichaamskerntemperaturen (ruim) boven 38 °C gemeten zonder symptomen van acute hitteziekten.<sup>14-18</sup>

De commissie concludeert dat een gezondheidkundige grenswaarde in de vorm van een lichaamskerntemperatuur vanwege de bovengenoemde individuele fluctuaties niet goed mogelijk is. Daarbij wijst de commissie er op dat een gezondheidkundige grenswaarde in de vorm van een lichaamskerntemperatuur ook op praktische bezwaren stuit. Temperatuurmetingen in het rectum, de slokdarm en het maagdarmsstelsel komen het beste overeen met de lichaamskerntemperatuur en zijn te prefereren boven metingen onder de tong, in de oksel of in het oor.<sup>11</sup> Maar metingen op die locaties in het lichaam zijn lastig, zijn gevoelig voor de inname van koude of warme dranken en gaan gepaard met ongemak voor de werknemer.

### Gezondheidkundige advieswaarde voor fysieke kortetermijneffecten

Ziet de commissie andere mogelijkheden voor een gezondheidkundige advieswaarde die werknemers tegen de kortetermijneffecten van hittestress beschermt? Wat is de betekenis van de grenswaarden die door twee instanties zijn ontwikkeld; de referentiewaarden voor de WBGT uit ISO 7243:1989, en de Recommended Effect Limits (REL's) en Recommended Alert limits (RAL's), eveneens in WBGT, van het NIOSH?<sup>2,3,19</sup> Deze grenswaarden hebben namelijk als doel de lichaamskerntemperatuur niet boven de 38 °C te laten stijgen.

Hoewel de commissie van mening is dat een grenswaarde in de vorm van een lichaamskerntemperatuur niet zinvol is, acht zij een grenswaarde die voorkómt dat de *gemiddelde* lichaamskerntemperatuur (op groepsniveau) boven de 38°C stijgt wel bruikbaar om werknemers te beschermen tegen de kortetermijn gezondheidseffecten van hittestress.

Onder wetenschappers worden de referentiewaarden voor omgevingswarmte, uitgedrukt in de WBGT, beschouwd als een goede indicator voor hittestress, zij het met een aantal beperkingen.<sup>20</sup> De door het NIOSH aanbevolen grenswaarden vindt de commissie belangrijk vanwege de beschikbare gezondheidkundige onderbouwing, die in tegenstelling tot de ISO-normen goed gedocumenteerd is in het rapport zelf.<sup>1,3</sup> De WBGT-waarden van het NIOSH zijn af te lezen uit



Onderwerp : Briefadvies *Hittestress*  
Ons kenmerk : I 762/11/AvdB/fs/832-G2 Publicatienr. 2011/31  
Pagina : 6  
Datum : 16 november 2011

---

twee grafieken, één voor geacclimatiseerde individuen (REL) en één voor niet-geacclimatiseerde individuen (RAL). De WBGT-waarden van NEN-ISO 7243:1989 worden in tabelvorm gedocumenteerd en zijn onder meer gepubliceerd door Parsons in 2006 (tabel 1).<sup>21</sup> Hoewel het NIOSH betrokken was bij de ontwikkeling van ISO 7243:1989, komen de referentiewaarden van beide instituten niet precies overeen. Voor lichte en matige fysieke inspanning (tot 200 watt/m<sup>2</sup> of 360 watt voor totale huidoppervlak) zijn de WBGT-waarden van de ISO-norm en die van het NIOSH gelijk. Voor hoge en zeer hoge fysieke inspanning liggen de ISO-waarden enkele graden lager dan die van het NIOSH. De NEN-ISO-waarden houden namelijk rekening met de ‘voelbare luchtbeweging’<sup>c</sup>. Wanneer er geen voelbare luchtbeweging is op een werkplek is de NEN-ISO-norm bij hoge inspanning lager dan de NIOSH norm. De commissie wijst er echter op dat de NEN-ISO-norm geen duidelijke definitie geeft van de ‘voelbare luchtbeweging’, waardoor de onderbouwing van de verschillen tussen beide normen niet te achterhalen is.

*Tabel 1* ISO 7243: Referentiewaarden voor de WBGT-index voor externe warmtebelasting (naar Parsons 2006).

Metabolisme (M)	WBGT referentiewaarde	
	Geacclimatiseerd persoon	Niet-geacclimatiseerd persoon
watt/m <sup>2</sup>	°C	°C
Rust $M \leq 65$	33	32
$65 < M \leq 130$	30	29
$130 < M \leq 200$	28	26
$200 < M \leq 260$	25 (26)*	22 (23)*
$M > 260$	23 (25)*	18 (20)*

\* Getallen tussen haakjes gelden voor de situatie met voelbare luchtbeweging en komen overeen met de NIOSH-normen.

Alle wetenschappelijke informatie in beschouwing genomen ziet de commissie geen reden om haar eerdere conclusie in het signalement te herzien, namelijk dat gezondheidkundig onderbouwde grenswaarden beschikbaar zijn die de nadelige fysieke kortetermijneffecten van hittestress kunnen voorkomen.

---

<sup>c</sup> De ‘voelbare luchtbeweging’ is de *sensible air movement*.



Onderwerp : Briefadvies *Hittestress*  
Ons kenmerk : I 762/11/AvdB/fs/832-G2 Publicatienr. 2011/31  
Pagina : 7  
Datum : 16 november 2011

---

## Mentale kortetermijneffecten zijn niet te kwantificeren

In haar signalement uit 2008 schreef de commissie dat hittestress ook negatieve gevolgen heeft voor verschillende mentale functies.<sup>1</sup> Zo neemt de waakzaamheid af, worden er meer fouten gemaakt, neemt het aantal ongevallen toe en zijn het kortetermijngeheugen, en de concentratie verminderd en neemt het psychologisch onbehagen (*distress*) toe wanneer de omgevingstemperatuur toeneemt.

Na bestudering van alle wetenschappelijke literatuur constateert de commissie dat sinds de overzichtspublicaties aan het einde van de vorige eeuw van Ramsey, Hancock en Vasmatzidis, en Pilcher e.a. er niet veel vooruitgang is geboekt als het gaat om opheldering van de nadelige mentale effecten van hittestress.<sup>4,5,22</sup> Gaoua geeft in een recente publicatie een overzicht van de stand van wetenschap op dit terrein en verstorende factoren in het bestaande onderzoek en doet aanbevelingen voor toekomstig onderzoek.<sup>23</sup> Zij veronderstelt dat de mentale effecten optreden doordat de capaciteit van de hersenen niet voldoende is om en de lichamelijke gevolgen van hittestress onder controle te houden en tegelijkertijd mentale taken uit te voeren.

De commissie onderschrijft de verstorende factoren in de beschikbare wetenschappelijke onderzoeken die Gaoua noemt. De onderzoeken verschillen in de wijze waarop hittestress werd gegenereerd, passief of door middel van lichamelijke inspanning, en hanteerden verschillende indexmaten voor de omgevingswarmte. Van de onderzochte personen ontbreken vaak gegevens over (de)hydratatie (vochtbalans van het lichaam), acclimatisatie (gewenning) en de lichaamskerntemperatuur.<sup>1</sup> Daarnaast valt op dat experimenteel onderzoek naar hittestress vaak maar twee of drie verschillende omgevingstemperaturen omvat die ver uiteen liggen.<sup>24</sup> Door deze verschillen is het voor de commissie niet mogelijk aan te geven wat de grens is waaronder geen nadelige mentale effecten van hittestress optreden.<sup>22,25</sup>

Op een aantal punten bestaat wel wetenschappelijke consensus, namelijk dat waakzaamheid (*vigilance*) het meest gevoelig is voor hittestress, gevolgd door het uitvoeren van een dubbeltaak (*dualtask*), het volgen van een bewegend doel op een computer (*tracking*) en eenvoudige mentale functies (*simple mental performance*) als minst gevoelige.<sup>4,10</sup> Met andere woorden hoe complexer de mentale taak, hoe gevoeliger deze is voor de invloed van hittestress. Ook is wetenschappelijk geaccepteerd dat mentale effecten optreden bij niveaus van hittestress waarbij nog geen fysieke effecten worden waargenomen.<sup>10</sup> Hancock en Vasmatzidis becijferden op basis van eigen onderzoek en dat van Ramsey dat bij een stijging van de lichaamskerntemperatuur van 0,055°C de waakzaamheid vermindert, terwijl fysieke effecten optreden bij een stijging van 1,65°C.<sup>4</sup> Bij de





Onderwerp : Briefadvies *Hittestress*  
Ons kenmerk : I 762/11/AvdB/fs/832-G2 Publicatienr. 2011/31  
Pagina : 8  
Datum : 16 november 2011

---

berekeningen werden individuele factoren zoals leeftijd of geslacht van de onderzochte personen buiten beschouwing gelaten omdat daarover onvoldoende gegevens beschikbaar waren. In een recent onderzoek werd een relatie gevonden tussen dagelijkse fluctuaties in de huidtemperatuur en waakzaamheid, waarbij een toename van 1°C in de huidtemperatuur op de borst de testreactietijd met 7% verminderde bij een constante omgevingstemperatuur.<sup>26</sup> Het is niet duidelijk in hoeverre de huidtemperatuurmetingen in dit onderzoek fluctuaties in de lichaamskerntemperatuur weerspiegelden. In een eerder onderzoek, waarin zowel huid- als kerntemperaturen werden gemeten, werd namelijk geen relatie gevonden tussen de huidtemperatuur en mentale functies.<sup>27</sup>

Mentale effecten van hittestress in arbeidssituaties zijn nog amper onderzocht. Behalve de onderzoeken die in het signalement uit 2008 vermeld staan vond de commissie een recent onderzoek onder 40.000 Thaise werknemers.<sup>28</sup> Achttien procent van de werknemers (prevalentie) gaf in een vragenlijst aan tijdens het werk in de afgelopen twaalf maanden vaak hoge temperaturen te hebben ervaren. Door de werknemers in deze groep werd significant vaker psychologisch onbehagen (*distress*) en een slechte gezondheid gemeld dan de overige werknemers die geen hoge temperaturen hadden ervaren. Psychologisch onbehagen werd vooral gemeld door mannen in de leeftijdscategorie van 15 tot 29 jaar en een slechte gezondheid door vrouwen ouder dan 45 jaar. De onderzochte effecten werden door de werknemers zelf gerapporteerd en betroffen een periode van vier weken voorafgaande aan het onderzoek. Wat onder een slechte gezondheid werd verstaan werd niet gespecificeerd en de uitkomst was gebaseerd op één vraag in de vragenlijst. Psychologisch onbehagen was het resultaat van drie vragen. Objectieve metingen van gezondheidseffecten werden niet verricht.

Op basis van de bestudeerde wetenschappelijke literatuur constateert de commissie dat een stijgende omgevingstemperatuur een groter risico op het maken van fouten inhoudt, met mogelijk gezondheidsschade voor betrokkenen of anderen tot gevolg. Hoewel de commissie in haar eerdere signalement (2008) aangaf mogelijkheden te zien voor grenswaarden voor deze effecten, blijken de gegevens toch onvoldoende om de effecten te kunnen kwantificeren. Overzichtspublicaties en recente onderzoeken laten zien dat er nog veel wetenschappelijke vraagstukken zijn rond de effecten van hittestress op het mentale functioneren. Bovendien lijken de effecten op waakzaamheid al bij minimale verhogingen van de lichaamskerntemperatuur plaats te vinden. Het is dan ook de vraag of er überhaupt een grenswaarde voor de mentale effecten mogelijk zal zijn.





Onderwerp : Briefadvies *Hittestress*  
Ons kenmerk : I 762/11/AvdB/fs/832-G2 Publicatienr. 2011/31  
Pagina : 9  
Datum : 16 november 2011

---

### Voor langetermijneffecten van hittestress zijn de gegevens nog onvoldoende

In haar signalement vermeldde de commissie dat de fysieke langetermijneffecten van hittestress nauwelijks zijn onderzocht. Mogelijke effecten op de nierfunctie en het ontstaan van nierstenen zijn gerapporteerd. Ook zijn er zwakke aanwijzingen dat hittestress een versterkend effect bij het ontstaan van huidkanker door ultraviolette straling (bij buitenwerkzaamheden) kan hebben.<sup>1</sup> Sinds 2008 zijn er geen nieuwe onderzoeken gepubliceerd naar één van deze effecten. Wel vond de commissie nog drie onderzoeken van oudere datum, maar daarmee blijft het wetenschappelijk materiaal over langetermijneffecten onvoldoende om als uitgangspunt te dienen voor een grenswaarde voor hittestress.

Volgens de deskundigen van de WHO-werkgroep uit 2002 kan hittestress de werking van bekende kankerverwekkers zoals straling of chemische stoffen versterken, maar is er onvoldoende wetenschappelijk bewijs dat hittestress zelf tumoren kan veroorzaken.<sup>10</sup>

### Risico's van hittestress zijn niet voor alle werknemers gelijk

Zoals de commissie in haar eerdere signalement vermeldde, verschillen werknemers in hun gevoeligheid voor hittestress door de aard van het werk, de omgevingsomstandigheden en persoonlijke kenmerken.<sup>1</sup>

Twee van de persoonlijke kenmerken, namelijk acclimatisatie en hydratatie wil de commissie nog eens onder de aandacht brengen. Uit de wetenschappelijke literatuur blijkt dat gewinning van de werknemer aan hittestress en beperking van het zweetverlies door te drinken de gevolgen van hittestress doen afnemen.<sup>29,30</sup> Acclimatisatie is compleet na zeven tot tien dagen. Ervaren werknemers die lichamelijk zwaar werk verrichten of in een omgeving met een hoge temperatuur werken zijn dus geacclimatisiseerd en beter bestand tegen de gevolgen van hittestress.<sup>31</sup> Voorwaarde is dat zij het vochtverlies door zweten beperkt kunnen houden tot twee procent van het lichaamsgewicht.<sup>32</sup> Onervaren, nieuwe werknemers, werknemers die terugkomen van een verlof van langer dan een week of werknemers die op warme zomerdagen met hittestress te maken krijgen, kunnen meer risico lopen op het maken van fouten of acute hitteziekten door hittestress, met name op werkplekken waar concentratie en alertheid nodig zijn of zware lichamelijke inspanning vereist is.



Onderwerp : Briefadvies *Hittestress*  
Ons kenmerk : I 762/11/AvdB/fs/832-G2 Publicatienr. 2011/31  
Pagina : 10  
Datum : 16 november 2011

---

## Gegevens over hittestress in de Nederlandse arbeidssituatie ontbreken

Evenals in het signalement constateert de commissie dat gegevens over het aantal werknemers in Nederland dat te maken heeft met hittestress op het werk niet voorhanden zijn, noch uit de Arbobalans 2009 of de Nationale Enquête Arbeidsomstandigheden (NEA) 2009, noch via het Centraal Bureau voor de Statistiek.<sup>33-35</sup> Ook gegevens over de frequentie, hoogte en duur van hittestress op Nederlandse werkplekken zijn de commissie niet bekend. Met het oog op nadelige mentale effecten en mogelijke veiligheidsrisico's door hittestress vindt de commissie het van belang te vermelden dat 58 procent van 20.000 geënquêteerde werknemers in de NEA meldde dat het werk intensief nadenken vereist, 84 procent dat het werk vergt dat men de gedachten er bij houdt en 75 procent dat het werk veel aandacht vergt.<sup>35</sup> Vooral voor werknemers in het onderwijs, de financiële dienstverlening, het openbaar bestuur, de gezondheids- en welzijnszorg en de zakelijke dienstverlening vertoont de cognitieve belasting een stijgende lijn ten opzichte van voorgaande jaren.

### Advies

Om te beschermen tegen de nadelige fysieke kortetermijneffecten van hittestress handhaaft de commissie haar conclusie uit het eerdere signalement, namelijk dat er gezondheidskundige grenswaarden (in WBGT) beschikbaar zijn die voorkomen dat de gemiddelde lichaamskerntemperatuur (op groepsniveau) boven 38 °C stijgt en zodoende het risico op ernstige acute hitteziekten verwaarloosbaar klein houden. De commissie geeft de voorkeur aan de gezondheidskundig onderbouwde grenswaarden van het NIOSH. Een bezwaar van de door NIOSH geadviseerde REL en RAL-waarden is dat deze WBGT-waarden uit een figuur afgelezen moeten worden. De commissie wijst er daarom volledigheidshalve op dat bij lichte en matige inspanningen de WBGT-waarden van NEN-ISO 7243:1989 met die van NIOSH overeenkomen en in tabelvorm gedocumenteerd staan in de publicatie van Parsons uit 2006 (tabel 1)<sup>21</sup>. Bij hoge inspanningen kunnen de WBGT-waarden van NIOSH ook uit de publicatie van Parsons afgelezen worden.

Een gezondheidskundige grenswaarde in de vorm van een lichaamskerntemperatuur op individueel niveau is niet mogelijk. Daarvoor fluctueert de lichaamskerntemperatuur binnen een persoon te veel.



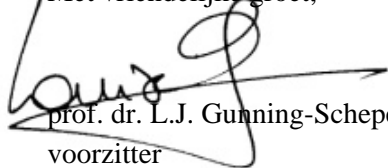
Onderwerp : Briefadvies *Hittestress*  
Ons kenmerk : I 762/11/AvdB/fs/832-G2 Publicatienr. 2011/31  
Pagina : 11  
Datum : 16 november 2011

---

Met betrekking tot de mentale nadelige kortetermijneffecten van hittestress concludeert de commissie dat het risico op het maken van fouten toeneemt bij een stijgende omgevings- en/of lichaamskerntemperatuur, maar dat de wetenschappelijke gegevens onvoldoende zijn om dit te kunnen kwantificeren.

Ten aanzien van de nadelige langetermijneffecten van hittestress handhaaft de commissie haar conclusie dat de wetenschappelijke gegevens ontoereikend zijn om als uitgangspunt te dienen voor gezondheidskundige of veiligheidskundige grenswaarden.

Met vriendelijke groet,



prof. dr. L.J. Gunning-Schepers,  
voorzitter



Onderwerp : Briefadvies *Hittestress*  
Ons kenmerk : I 762/11/AvdB/fs/832-G2 Publicatienr. 2011/31  
Pagina : 12  
Datum : 16 november 2011

---

**Literatuur**

- 1 Gezondheidsraad. Hittestress op de werkplek. Den Haag: 2008: publicatienr. 2008/24.
- 2 NEN-ISO 7243:1989. Nederlands Normalisatie Instituut; 1989.
- 3 National Institute for Occupational Safety and Health. Criteria for a recommended standard... Occupational exposure to hot environments. Revised criteria 1986. 1986: 86-113.
- 4 Hancock PA, Vasmatazidis I. Effects of heat stress on cognitive performance: the current state of knowledge. *Int J Hyperthermia* 2003; 19(3): 355-372.
- 5 Pilcher JJ, Nadler E, Busch C. Effects of hot and cold temperature exposure on performance: a meta-analytic review. *Ergonomics* 2002; 45(10): 682-698.
- 6 American Conference of Governmental Industrial Hygienists. TLVs and BEIs. 2010.
- 7 International Organization for Standardization. [www.iso.org](http://www.iso.org).
- 8 Occupational Safety & Health Administration. OSHA Technical Manual Section III: Chapter 4. [www.osha.gov/dts/osta/otm/otm\\_iii/otm\\_iii\\_4.html](http://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm_iii/otm_iii_4.html).
- 9 World Health Organization. Health factors involved in working under conditions of heat stress. Report of a WHO Scientific Group. *World Health Organ Tech Rep Ser* 1969; 412: 1-32.
- 10 Goldstein LS, Dewhirst MW, Repacholi M, Kheifets L. Summary, conclusions and recommendations: adverse temperature levels in the human body. *Int J Hyperthermia* 2003; 19(3): 373-384.
- 11 Lim CL, Byrne C, Lee JK. Human thermoregulation and measurement of body temperature in exercise and clinical settings. *Ann Acad Med Singapore* 2008; 37(4): 347-353.
- 12 Sund-Levander M, Forsberg C, Wahren LK. Normal oral, rectal, tympanic and axillary body temperature in adult men and women: a systematic literature review. *Scand J Caring Sci* 2002; 16(2): 122-128.
- 13 Kelly G. Body temperature variability (Part 1): a review of the history of body temperature and its variability due to site selection, biological rhythms, fitness, and aging. *Altern Med Rev* 2006; 11(4): 278-293.
- 14 Brake DJ, Bates GP. Deep body core temperatures in industrial workers under thermal stress. *J Occup Environ Med* 2002; 44(2): 125-135.
- 15 Ely BR, Ely MR, Chevront SN, Kenefick RW, DeGroot DW, Montain SJ. Evidence against a 40 degrees Celsius core temperature threshold for fatigue in humans. *J Appl Phys* 2009; 107: 1519-1525.



Onderwerp : Briefadvies *Hittestress*  
Ons kenmerk : I 762/11/AvdB/fs/832-G2 Publicatienr. 2011/31  
Pagina : 13  
Datum : 16 november 2011

- 
- 16 McLellan TM, Selkirk GA. The management of heat stress for the firefighter: a review of work conducted on behalf of the Toronto fire service. *Ind Health* 2006; 44: 414-426.
  - 17 Tippet MLSJR, Lacambra M, Horswill CA. Core temperature and sweat responses in professional women's tennis players during tournament play in the heat. *J Athlet Training* 2011; 46(1): 55-60.
  - 18 Amos D, Hansen R, Lau WM, Michalski JT. Physiological and cognitive performance of soldiers conducting routine patrol and reconnaissance operations in the tropics. *Mil Med* 2000; 165(12): 961-966.
  - 19 NEN-ISO 7933:2004. Nederlands Normalisatie Instituut; 2004.
  - 20 Budd GM. Wet-bulb globe temperature (WBGT)--its history and its limitations. *J Sci Med Sport* 2008; 11(1): 20-32.
  - 21 Parsons K. Heat stress standard ISO 7243 and its global application. *Ind Health* 2006; 44: 368-379.
  - 22 Ramsey JD. Task performance in heat: a review. *Ergonomics* 1995; 38(1): 154-165.
  - 23 Gaoua N. Cognitive function in hot environments: a question of methodology. *Scand J Med Sci Sports* 2010; 20 Suppl 3: 60-70.
  - 24 Gaoua N, Racinais S, Grantham J, El MF. Alterations in cognitive performance during passive hyperthermia are task dependent. *Int J Hyperthermia* 2011; 27(1): 1-9.
  - 25 Hancock PA, Ross JM, Szalma JL. A meta-analysis of performance response under thermal stressors. *Hum Factors* 2007; 49(5): 851-877.
  - 26 Romeijn N, Van Someren EJW. Correlated fluctuations of daytime skin temperature and vigilance. *J Biol Rhythms* 2011; 26(1): 68-77.
  - 27 Simmons SE, Saxby BK, McGlone FP, Jones DA. The effect of passive heating and head cooling on perception, cardiovascular function and cognitive performance in the heat. *Eur J Appl Physiol* 2008; 104(2): 271-280.
  - 28 Tawatsupa B, Lim LLY, Kjellstrom T, Seubsman S, Sleight ATCSt. The association between overall health, psychological distress, and occupational heat stress among a large national cohort of 40,913 Thai workers. *Gobal Health Action* 2010; 3(5034 - doi:10.3402/gha.v3i0.5034).
  - 29 Garrett AT, Goosens NG, Rehner NG, Patterson MJ, Cotter JD. Induction and decay of short-term heat acclimation. *Eur J Appl Physiol* 2009; 107: 659-670.



Onderwerp : Briefadvies *Hittestress*  
Ons kenmerk : I 762/11/AvdB/fs/832-G2 Publicatienr. 2011/31  
Pagina : 14  
Datum : 16 november 2011

- 
- 30 Ishikawa T, Tamura H, Ishiguro H, Yamaguchi K, Minami K. Effect of oral rehydration solution on fatigue during outdoor work in a hot environment: a randomized crossover study. *J Occup Health* 2010; 52: 209-215.
- 31 Maeda T, Kaneko S, Ohta M, Tanaka K, Sasaki A, Fukushima T. Risk factors for heatstroke among Japanese forestry workers. *J Occup Health* 2006; 48: 223-229.
- 32 Kenefick RW, Sawka MN. Hydration at the work site. *J Am Coll Nutr* 2007; 26(5): 597S-603S.
- 33 Centraal Bureau voor de Statistiek. [www.cbs.nl](http://www.cbs.nl).
- 34 Klein Hesselink J, Houtman I, Hooftman W, Bakhuys Roozeboom M. *Arbobalans 2009 Kwaliteit van de arbeid, effecten en maatregelen in Nederland*. [www.arboportaal.nl](http://www.arboportaal.nl).
- 35 Koppes L, De Vroome E, Mol M, Janssen B, Van den Bossche S. *Nationale Enquête Arbeidsomstandigheden 2009 Methodologie en globale resultaten*. [www.tno.nl/nea](http://www.tno.nl/nea).

---

## De adviesaanvraag

---

Op 23 februari 2011 ontving de algemeen secretaris van de Gezondheidsraad het verzoek van de staatssecretaris van Sociale Zaken en Werkgelegenheid te adviseren over hittestress. De staatssecretaris schreef (brief G&VW/GW/2011/2388):

Op 2 februari heb ik uw brief ontvangen in reactie op het verzoek om op korte termijn een uitspraak te doen over een gezondheidskundige grenswaarde voor de fysieke korte termijneffecten van hittestress.

In deze brief geeft u aan dat de commissie Signalering arbeidsomstandigheden van mening is dat naast de fysieke korte termijneffecten van hittestress ook de mentale korte termijneffecten dienen te worden meegenomen bij het vaststellen van een gezondheidskundige of veiligheidskundige grenswaarde. De commissie verwacht rond de zomer van 2011 een aanbeveling voor een grenswaarde voor beide openbaar te kunnen maken.

Inmiddels heeft het voorstel voor grenswaarden de nodige vertraging opgelopen. Het Ministerie van SZW stemt in met uw voorstel en vertrouwt er op dat de commissie tijdig een concept-aanbeveling zal doen voor praktisch hanteerbare grenswaarden in functie van de lichaamskerntemperatuur.

Ik zie uw aanbeveling tegemoet.

Hoogachtend,

(w.g.) namens staatssecretariss

drs, H.E.M. Seerden

wnd directeur

---



---

## De commissie

- 
- prof. dr. ir. T. Smid, *voorzitter*  
bijzonder hoogleraar arbeidsomstandigheden, VUmc, Amsterdam en  
adviseur arbeidsomstandigheden, KLM Health Services, Schiphol-Oost
  - prof. dr. A.J. van der Beek  
hoogleraar epidemiologie van arbeid en gezondheid, EMGO instituut,  
VUmc, Amsterdam
  - prof. dr. ir. A. Burdorf  
hoogleraar arbeidsepidemiologie, Erasmus MC, Rotterdam
  - H.J. van der Brugge, waarnemer  
ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, Den Haag
  - prof. dr. M.H.W. Frings-Dresen  
hoogleraar beroepsziekten, Coronel Instituut voor Arbeid en Gezondheid,  
AMC, Amsterdam
  - prof. dr. ir. D.J.J. Heederik  
hoogleraar gezondheidsrisicoanalyse, Institute for Risk Assessment  
Sciences, Utrecht
  - prof. dr. J.J.L. van der Klink  
hoogleraar sociale geneeskunde arbeid en gezondheid, UMC, Groningen
  - dr. P.C. Noordam, *waarnemer*  
senior adviseur, Arbeidsinspectie, Den Haag
  - dr. T. Spee  
beleidsadviseur arbeidshygiëne, Stichting Arbouw, Amsterdam
-

- J. van der Wal  
hoofd veiligheid, Shell Europa Exploratie en Productie, Nederlandse  
Aardolie Maatschappij, Assen
- dr. A.S.A.M. van der Burght, *secretaris*  
Gezondheidsraad, Den Haag

## De Gezondheidsraad en belangen

Leden van Gezondheidsraadcommissies worden benoemd op persoonlijke titel, wegens hun bijzondere expertise inzake de te behandelen adviesvraag. Zij kunnen echter, dikwijls juist vanwege die expertise, ook belangen hebben. Dat behoeft op zich geen bezwaar te zijn voor het lidmaatschap van een Gezondheidsraadcommissie. Openheid over mogelijke belangenconflicten is echter belangrijk, zowel naar de voorzitter en de overige leden van de commissie, als naar de voorzitter van de Gezondheidsraad. Bij de uitnodiging om tot de commissie toe te treden wordt daarom aan commissieleden gevraagd door middel van het invullen van een formulier inzicht te geven in de functies die zij bekleeden, en andere materiële en niet-materiële belangen die relevant kunnen zijn voor het werk van de commissie. Het is aan de voorzitter van de raad te oordelen of gemelde belangen reden zijn iemand niet te benoemen. Soms zal een adviseurschap het dan mogelijk maken van de expertise van de betrokken deskundige gebruik te maken. Tijdens de installatievergadering vindt een bespreking plaats van de verklaringen die zijn verstrekt, opdat alle commissieleden van elkaars eventuele belangen op de hoogte zijn.

---

## Literatuuronderzoek

---

Als eerste werd onderzocht in hoeverre in het signalement genoemde referentie- en grenswaarden waren gewijzigd of aangepast, waarvoor de websites van de World Health Organization (WHO), de International Organization for Standardization (ISO), het National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), de American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) en Occupational Safety and Health Administration (OSHA) werden geraadpleegd.

Daarnaast werden de websites geraadpleegd van de Arbeidsinspectie (AI), de Health and Safety Executive (HSE), de Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES), Finnish Institute of Occupational Health (FIOH), European Agency for Safety and Health at Work en Canadian Occupational Safety voor richtlijnen over hittestress. Deze websites leverden geen nieuwe informatie op.

Op de websites van de National Guideline Clearinghouse, Clinical Evidence en de Cochrane Library werd gezocht naar informatie over 'heat' of 'fever', maar dat leverde geen bruikbare informatie op.

Voor het systematische literatuuronderzoek naar hittestress als arbeidsrisico werden de volgende concepten als uitgangspunt genomen:

- *heat (stress), work-related, en health effects (zowel physical als mental)*
- *core temperature en health effects (zowel physical als mental)*

Op basis van *key words* en MeSH-termen uit de publicaties in de referentielijst van het voorgaande signalement werden zoekstrings opgesteld. Met behulp van de zoekstrings werd in de online databestanden PubMed, PsycInfo en Web of Science gezocht naar wetenschappelijke publicaties over hittestress.

## PubMed

In PubMed werden in april 2011 twee onderzoeken gedaan met de volgende combinaties:

- #1 and #2 and #4
- #1 and #2 and #3

#1 = heat[tiab] or hot[tiab] or high temperature[tiab] or thermal[tiab] or climate[tiab] or environment[tiab] or WBGT[tiab] or hot temperature[MeSH]

#2 = core temperature[tiab] or body temperature[tiab] or hyperthermia[tiab] or critical internal temperature[tiab] or thermal dosimetry[tiab] or normal tissue tolerance[tiab] or physiological limits[tiab] or damage threshold[tiab] or dehydration[tiab] or body temperature regulation[MeSH] or body temperature changes[MeSH] or fever[MeSH] or heat stress disorders[MeSH]

#3 = mental[tiab] or percept\*[tiab] or cognitive[tiab] or psychomotor[tiab] or vigilance[tiab] or performance[tiab] or attention[tiab] or memory[tiab] or reaction time[tiab] or tracking[tiab] or fatigue[tiab] or exhaustion[tiab] or psychological strain[tiab] or fatigue[MeSH] or psychological stress[MeSH] or neurobehavioral manifestations[MeSH] or psychological phenomena and processes[MeSH]

#4 = "health effects"[tiab] OR occupational health[MeSH] OR occupational diseases[MeSH] OR "occupational risk factor"[tiab] OR safety[MeSH] OR safet\*[tiab] OR safety management[MeSH] OR risk management[MeSH] OR sprains and strains[MeSH] OR wounds and injuries[MeSH] OR health[tiab] OR disorder[tiab] OR disorders[tiab] OR syndrome[tiab] OR disease[tiab] OR diseases[tiab] OR wounds[tiab] OR injuries[tiab] OR injury[tiab] OR sprains[tiab] OR strains[tiab] OR pain[tiab] OR discomfort[tiab] OR risk[MeSH]

Vanwege de grote hoeveelheid hits (ca. 10.000) werd het literatuuronderzoek beperkt tot de laatste tien jaar. De periode vanaf januari 2002 tot en met april 2011 omvatte ruim 4000 referenties. Op basis van de titel en vervolgens de

---

samenvatting werden ca. 275 publicaties geselecteerd die gericht waren op fysieke of mentale effecten van hittestress bij mensen; of indexmaten voor hittestress; of fysieke of mentale effecten van dehydratie bij mensen; of hittestress in arbeidssituaties; of de fysiologie van de lichaamskerntemperatuur.

### PsycInfo

Dezelfde zoekstrings werden na aanpassing gebruikt voor een literatuuronderzoek in PsycInfo. Het onderzoek werd uitgevoerd in mei 2011 en leverde 200 referenties op voor de periode januari 2002 tot en met mei 2011.

### Web of Science

Ook op het Web of Science werd met dezelfde zoekstrings naar referenties gezocht. Voor de periode januari 2002 tot en met mei 2011 werden ca. 120 publicaties gevonden.