

### 1. Inleiding

Deze methode staat genoemd in NEN-ISO 7243 Hete omgevingsomstandigheden - Bepaling van de externe warmtebelasting van werkende mensen. De methode is gebaseerd op de internationaal breed geaccepteerde WBGT-index (wet bulb globe temperature) en is te beschouwen als een ruwe indicator waarmee klimaatproblemen worden gesignaleerd.

De WBGT-index wordt voor situaties binnen in gebouwen en buiten in de schaduw bepaald door de natuurlijke natte-luchttemperatuur ( $t_{nw}$ ) en de globetemperatuur ( $t_g$ ) te meten en kan vervolgens worden uitgerekend met de formule:

$$WBGT = 0,7 \times t_{nw} + 0,3 \times t_g$$

De vastgestelde WBGT waarde moet vervolgens worden vergeleken met verschillende grenswaarden. De grenswaarden voor zware arbeid liggen lager dan voor lichte arbeid. Bij overschrijding van de grenswaarden zijn beheersmaatregelen noodzakelijk. Dit kunnen technische en organisatorische maatregelen zijn of een gedetailleerdere analyse van de warmtebelasting, met methoden die bewerkelijker en complexer zijn: NEN-EN-ISO 7933:2004 (warmtebalansberekeningen) en NEN-EN-ISO 9886:2004 (persoonlijke monitoring).

### 2. Bepalen WBGT

De WBGT-index wordt voor situaties binnen in gebouwen en buiten in de schaduw bepaald door de natuurlijke natte-luchttemperatuur ( $t_{nw}$ ) en de globetemperatuur ( $t_g$ ) te meten met betrouwbare apparatuur die periodiek gekalibreerd wordt. De natuurlijke natte-luchttemperatuur ( $t_{nw}$ ) wordt bepaald met een thermometer met een vochtig katoenen kousje eromheen, die koelt door verdamping onder invloed van luchtbeweging. Deze thermometer bootst als het ware een bezwete huid na.

De globetemperatuur ( $t_g$ ) wordt bepaald door een thermometer met een zwarte bol eromheen, die gevoelig is voor straling. Uit beide meetwaarden wordt de WBGT-index bepaald:

$$WBGT = 0,7 \times t_{nw} + 0,3 \times t_g$$

Wanneer er geen constante waarde in de tijd kan worden bepaald, moet een representatief gemiddelde worden bepaald. De tijdsbasis voor de berekening is de periode van werk / rust van 1 uur die het meest representatief is voor de blootstelling aan warmte in de te onderzoeken situatie. Daarnaast is het aan te bevelen de WBGT onder maximale externe warmtebelasting te bepalen, dat wil zeggen in de zomer, midden op de dag en als de warmteproducerende apparatuur in werking is. De metingen worden in een homogene omgeving op buikhoogte verricht. Indien de omgeving niet homogeen is, worden ook metingen verricht op hoofd- en enkelhoogte. Vervolgens wordt het gemiddelde bepaald<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>  $\frac{(1 \times WBGT \text{ hoofdhoogte}) + (2 \times WBGT \text{ buikhoogte}) + (1 \times WBGT \text{ enkelhoogte})}{4}$

Schema b2.3 Voorbeeld registratieformulier meten en beoordelen WBGT

Registratieformulier meten en beoordelen WBGT		volgnummer:
Naam beoordelaar:		Datum:
<b>Externe atmosferische omstandigheden:</b> Bewolkingsgraad:                      Temperatuur: Windrichting:                            Windsnelheid:		
Omschrijving locatie activiteiten en werksituatie (schets z.o.z.):		
Standaard lichte werkkleding:                      ja   0                      nee   0		
Resultaten metingen		
Grootheid	Waarden	Meetduur
zwarte bol temperatuur $t_g$ °C		
natuurlijke natteluchttemperatuur $t_{nw}$ °C		
WBGT °C		
Metabolisme $W/m^2$		
Referentiewaarde WBGT °C (zie tabel b2.1)		-
<b>Conclusie:</b>		<b>werk / rust</b>  75 / 25 50 / 50 25 / 75 anders
<b>Maatregelen:</b>		
<b>Opmerkingen:</b>		

### 3. Toetsen WBGT aan referentiewaarden

De aldus verkregen WBGT-waarde toetst men aan WBGT-referentieniveau's die genoemd staan in NEN-ISO 7243 en zijn overgenomen in tabel b2.1. Referentiewaarden zijn waarden waaraan men kan worden blootgesteld zonder daarvan lichamelijk schadelijke gevolgen te ondervinden. Let op: deze waarden houden geen rekening met eventuele mentale effecten zoals verminderde aandacht en concentratie. Wanneer het referentieniveau wordt overschreden zijn beheersmaatregelen of een gedetailleerdere analyse van de warmtebelasting noodzakelijk. Aan het einde van deze bijlage zijn voorbeelden opgenomen voor het opstellen van een werk-rust-schema.

Uit tabel b2.1 blijkt dat de referentiewaarde verschilt per metabolisme. Het is daarom van belang het metabolisme van de activiteiten vast te stellen. In tabel b2.2 staan voorbeelden van activiteiten met het bijbehorende niveau van metabolisme.

In schema b2.3 zijn voorbeelden van hittebelastende activiteiten in de papier- en kartonindustrie opgenomen met WBGT-waarden en bijbehorend metabolisme. In het algemeen zullen de hittebelastende activiteiten in de papier- en kartonindustrie onder de categorie gemiddelde of zware arbeid vallen. Wanneer er sprake is van verschillende metabolismen, dient het gemiddelde bepaald te worden en bij twijfel de zwaarste categorie te worden aangehouden.

De referentiewaarde is een empirische index gebaseerd op de volgende voorwaarden:

- niet geacclimatiseerde, gezonde, fitte werknemers, die voldoende hebben gedronken en geen medicijnen gebruiken. Werknemers met medicijngebruik, minder fitte werknemers en oudere werknemers verdienen speciale aandacht;
- wel luchtbeweging op de werkplek;
- werknemers in standaard lichte werkkleding, bij afwijkende kleding moet aanpassing in de referentiewaarden worden gemaakt. Voorbeelden van afwijkende kleding zijn: kleding van materiaal dat geen waterdamp doorlaat, kleding van reflecterend materiaal en koelvesten;
- de referentiewaarden gelden voor een vrij lange arbeidsperiode (1 uur). Zij houden geen rekening met pieken ten gevolge van een zeer hete omgeving of intense lichamelijke activiteit.

*Tabel b2.1 Referentiewaarden voor WBGT-index voor externe warmtebelasting*

Metabolisme klasse		Referentiewaarde WBGT
0	rust	32°C
1	lichte arbeid	29°C
2	gemiddelde arbeid	26°C
3	zware arbeid	23°C
4	zeer zware arbeid	20°C

Tabel b2.2 Indeling van niveaus van metabolisme (Bron: NEN-ISO 7243)

klasse		Metabolisme (M) per eenheid huidoppervlak (in W/m <sup>2</sup> )	Voorbeelden
0	rust	$M \leq 65$	
1 <b>L</b>	lichte arbeid (laag metabo- lisme)	$65 < M \leq 130$	Gemakkelijk zittend: kantoorarbeid (schrijven, ty- pen), werken met licht handgereedschap (monte- ren, sorteren), autorijden Staand: boren, frezen, slenteren (snelheid maxi- maal 3,5 km/uur)
2 <b>M</b>	gemiddelde of matige arbeid (matig meta- bolisme)	$130 < M \leq 200$	Aanhoudend werk met hand en arm: werken met middelzwaar handgereedschap, aanhaken trek- kers, pleisterwerk, rijden met vrachtauto, trekker over ongeplaveid terrein, duwen / trekken lichte karretjes, wandelen met een snelheid van 3,5 - 5,5 km/uur)
3 <b>Z</b>	zware arbeid (hoog meta- bolisme)	$200 < M \leq 260$	Intensief werk met arm en romp: zware materialen dragen, scheppen, zagen, beitelen, duwen / trek- ken zwaarbeladen kar, lopen met een snelheid van 5,5 - 7 km/uur)
4 <b>ZZ</b>	zeer zware ar- beid (zeer hoog metabolisme)	$M > 260$	Zeer intensieve activiteit met hoog tot maximaal tempo: krachtig scheppen of graven, traplopen, te- gen een helling oplopen, lopen met een snelheid van meer dan 7 km/uur