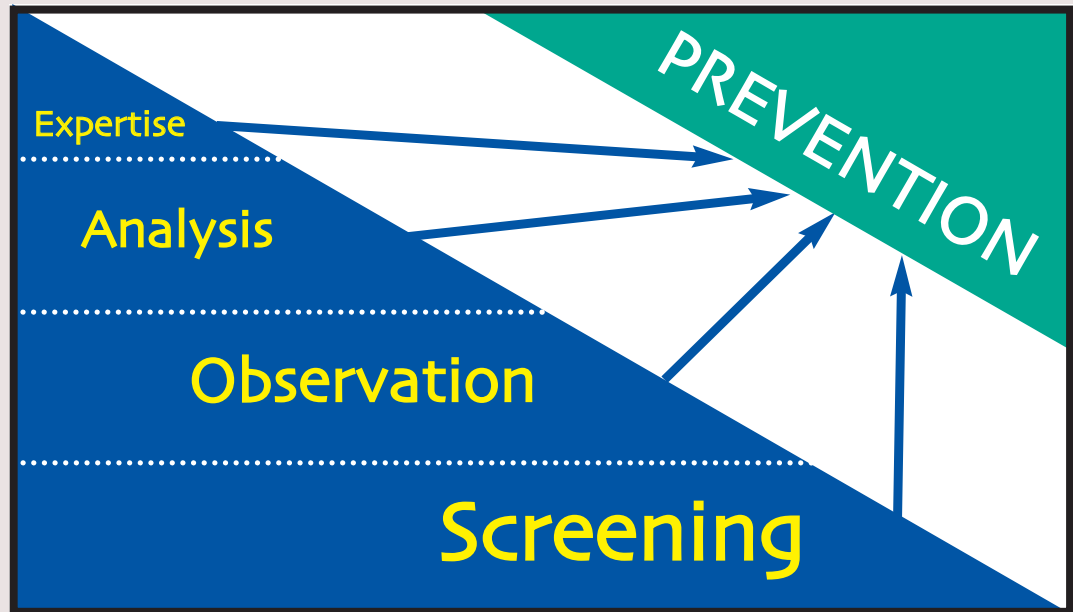


HULPFICHES



INHOUDSTAFEL

NIVEAU 2, OBSERVATIE

Fiche 1 (Observatie):	Algemene inleiding	53
Fiche 2 (Observatie):	Technische verbeteringen	54
Fiche 3 (Observatie):	Fysieke arbeidsbelasting	55
Fiche 4 (Observatie):	Persoonlijke bescherming	56
Fiche 5 (Observatie):	Gevolgen van het werken bij koude en warmte	57
Fiche 6 (observatie):	Reglementering	58
Fiche 7 (Observatie):	Dranken	59
Fiche 8 (Observatie):	Arbeidsorganisatie	60

NIVEAU 3, ANALYSE

Fiche 9 (Analyse):	Technische verbeteringen	61
Fiche 10 (Analyse):	Kenmerken van luchtvochtigheid psychrometrisch diagram	65
Fiche 11 (Analyse):	Fysieke arbeidsbelasting	66
Fiche 12 (Analyse):	Persoonlijke bescherming	78
Fiche 13 (Analyse):	Gevolgen van het werken bij koude en warmte	80
Fiche 14 (Analyse):	Reglementering	81
Fiche 15 (Analyse):	Dranken	87
Fiche 16 (Analyse):	Arbeidsorganisatie	88
Fiche 17 (Analyse):	Gezondheidstoezicht	89
Fiche 18 (Analyse):	Aanbevelingen voor de metingen	92
Fiche 19 (Analyse):	Orde van grootte van de straling	94
Fiche 20 (Analyse):	Indexen van thermisch comfort	95
Fiche 21 (Analyse):	WBGT index	97
Fiche 22 (Analyse):	Predicted Heat Strain (PHS) index	98

NIVEAU 4, EXPERTISE

Fiche 23 (Expertise):	Optimaliseren van rustpauzes	99
-----------------------	--	----

FICHE 1

ALGEMENE INLEIDING

- De lichaamstemperatuur moet gelijk blijven aan 37°C.
Om dit te bereiken, moet het lichaam:
 - warmte produceren: dit is het metabolisme dat verhoogt naarmate de fysieke arbeidsbelasting toeneemt
 - en warmte verliezen, hoofdzakelijk langs de huid:
 - * door de omgeving te **verwarmen** (maar als het zeer warm is, verwarmt de huid en het lichaam wint aan warmte)
 - * door warmte te **stralen** naar koudere vlakken (maar vóór een oven gaat de huid eerder de warmtestraling opvangen en wint het lichaam aan warmte)
 - * door transpiratievocht te **verdampen** als de huid transpireert (maar wanneer het warm en vochtig is verdampt dit vocht niet en blijft op de klamme huid).

Om deze winsten en verliezen in evenwicht te brengen gaat de persoon inspelen op:

- de luchtsnelheid: ze verhogen (tocht) of verlagen om de verdamping en de uitwisseling met de lucht op de werkplek te verminderen of te vermeerderen.
- de kledij.

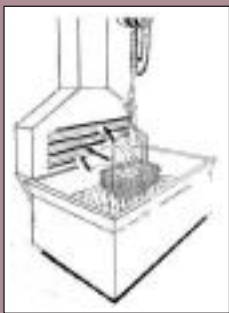
De thermische balans is dus afhankelijk van 6 factoren:

- de temperatuur van de lucht
- de luchtvochtigheid
- de warmtestraling
- de tocht
- de warmteproductie (metabolisme in functie van de fysieke arbeidsbelasting)
- de kledij.

Om te beoordelen of een arbeidssituatie aanvaardbaar is, moeten deze 6 factoren in overweging worden genomen.

- Men spreekt van **thermisch comfort** wanneer de persoon het niet warmer of kouder wenst te hebben. Bij thermisch comfort transpireert de persoon praktisch niet, is de fysieke arbeidsbelasting zwak, is de kledij licht, is er praktisch geen warmtestraling en is de temperatuur tussen 18 en 25°C.
- Wanneer **het warmer** is, wordt de arbeidssituatie:
 - **oncomfortabel**: de persoon gaat méér transpireren en trekt zijn kledij uit
 - **gevaarlijk** met een risico op **deshydratatie**: de persoon transpireert overvloedig en drinkt onvoldoende
 - **gevaarlijk** met een risico op **hitteberoerte**: zijn lichaamstemperatuur verhoogt geleidelijk.
- Wanneer **het kouder is**, wordt de arbeidssituatie:
 - **oncomfortabel**: de persoon heeft het koud en trekt kledij bij aan
 - **zeer oncomfortabel**: de persoon gaat rillen en heeft neiging te bewegen om zijn warmteproductie te verhogen
 - **gevaarlijk**: de persoon verliest teveel warmte, zijn lichaamstemperatuur daalt geleidelijk.





FICHE 2

TECHNISCHE VERBETERINGEN

- De **optimale arbeidssituatie** is deze waar:
 - de temperatuur tussen 18 en 25°C ligt
 - de luchtvochtigheid niet te laag of niet te hoog is
 - alle wanden, vensters... dezelfde temperatuur hebben als de lucht en er geen bijzondere thermische straling is
 - de lucht zich langzaam verplaatst zonder tocht te veroorzaken
 - de persoon zit en het werk licht is
 - de kledij gewoon is en van katoen.Alle preventie/verbeteringsmaatregelen moeten trachten deze situatie zo dicht mogelijk te benaderen.
- **Verbetering van de temperatuur van de lucht en van de vochtigheid**
 - verminder het binnenkomen van warme of koude lucht **van buiten uit**
 - * langs de muren en het dak
 - * langs vensterwanden
 - vermijd insijpelend water
 - verminder de aanbreng van warmte of koude van **binnen uit**:
 - * isoleer de koude oppervlakken
 - * isoleer de warme oppervlakken (leidingen, wanden...)
 - * evacueer warme en vochtige gassen (vooral verbrandingsgassen)
 - * elimineer alle water- en stoomlekken
- **Vermindering van de thermische straling**
 - plaats volle schermen bedekt met aluminium tussen de warmtebronnen en de werknemers
 - beschilder warme oppervlakken, zoals wanden van een oven, ..., wit, of beter nog met gealuminiseerde verf, indien het onmogelijk is om de thermische isolatie ervan te verbeteren of de wand te bedekken met een aluminiumscherm.
- **Verbetering van de lichtsnelheid**
 - de lichtsnelheid mag niet
 - * te hoog zijn: belangrijke luchtstromen (tocht) worden nooit door de werknemers verdragen
 - * te laag zijn: zo niet ongemak omwille van geuren, van de transpiratie die niet verdampt ...
 - luchtstoten naar het gelaat of naar de hals moeten vermeden worden want het gevoel van frisheid op korte termijn kan geassocieerd worden met spierpijn op middellange termijn
 - ventileer met buitenlucht, indien nodig verwarmd tot een comfortabele temperatuur.
- **Aanpassing van de kledij aan de arbeidsomstandigheden**
 - in geval van straling, voorzie terugkaatsende kledij, vooral voor het blootgestelde deel van het lichaam
 - indien heel vochtig: voorzie een stof die de transpiratie absorbeert en de waterdamp doorlaat
 - indien koud: voorzie kledij die niet te veel of niet te weinig isoleert, die het ganse lichaam bedekt (voeten, armen, handen, gelaat, hoofd)
 - in alle gevallen: de kledij moet esthetisch zijn, aangepast aan het werk, comfortabel en gemakkelijk gereinigd kunnen worden.
- **Vermindering van de fysieke arbeidsbelasting**
 - verander de manier van werken om inspanningen, verplaatsingen, ... te vermijden
 - pas de werktuigen aan: gemakkelijker vastgrijpen, hulp bij goederenbehandeling ...

FICHE 3

FYSIEKE ARBEIDSBELASTING



• Inleiding

Verschillende methodes, met toenemende nauwkeurigheid, kunnen worden gebruikt ter evaluatie van de fysieke arbeidsbelasting, dit wil zeggen de door het lichaam ontwikkelde energie per seconde (de kracht) om het werk te volbrengen.

Dit zijn:

- een indeling in licht, middelmatig, zwaar, zeer zwaar werk
- een evaluatie vertrekkend vanuit de betrokken lichaamszone
- specifieke activiteitentabellen
- een schatting vanuit de hartfrequentie.

Enkel de eerste methode zal in deze **Observatiefiche** beschreven worden.

Het energieverbruik, uitgedrukt in **watt**, is een absolute waarde, functie van de activiteit, maar die anders kan ervaren worden door de werknemers (vb. mannen en vrouwen).

• Indeling in licht, middelmatig, zwaar en zeer zwaar (zie fiche 6)

De kwalificaties licht, middelmatig, zwaar en zeer zwaar worden gebruikt voor een **ONAFGEBROKEN** arbeid van **8 u**. Zij hebben geen toegevoegde waarde voor een occasionele arbeid van enkele ogenblikken.

Voorbeeld:

- * een trap opgaan is een zeer zwaar werk als het onafgebroken gedurende 8 uur moet gebeuren
- * het is volledig aanvaardbaar wanneer dit 30 seconden duurt

Klasse	Metabolisme watt	Voorbeelden
Rust zittend	100	
Rust staand	120	
Licht	180	<ul style="list-style-type: none"> • Secretariaatswerk • Licht zittend handwerk (bedienen van een toetsenbord, tekenen, naaien,...) • Zittend werk met kleine werktuigen, inspectie, lichte assemblage • Besturen van een wagen, bedienen van een pedaal, ... • Boren, lichtjes polijsten van kleine stukken • Gebruik van kleine handwerktuigen • Occasioneel, traag stappen
Middelmatig	300	<ul style="list-style-type: none"> • Gestadig werken met armen en handen (timmeren, vijzen,...) • Besturen van voertuigen, tractoren, vrachtwagens, ... • Occasioneel behandelen van middelmatig zware voorwerpen • Sneller stappen (3,5 tot 5,5 km/u)
Zwaar	410	<ul style="list-style-type: none"> • Intense arbeid met de armen en met de romp • Behandelen van zware voorwerpen, bouwmaterialen • Spitten, zagen met de hand, schaven • Snel stappen (5,5 tot 7 km/u) • Wagentjes en kruiwagens duwen en trekken
Zeër zwaar	520	<ul style="list-style-type: none"> • Zeer intense en snelle arbeid • Zwaar spitten, graven • Beklimmen van ladders en trappen • Zeer snel stappen, looppas (>7km/u)

FICHE 4

PERSOONLIJKE BESCHERMING

Er bestaan verschillende soorten kledij:

- **Tegen de warmte:** van weinig isolerende (onderhemd) tot zeer isolerende (winterjas) kledij.



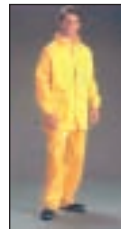
Vandeputte Safety

- **Tegen de straling** dankzij gealuminiseerde materialen. Hoe groter de bedekte lichaamsoppervlakte, hoe belangrijker de bescherming.



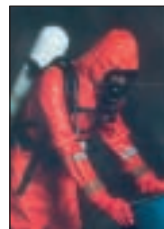
Vandeputte Safety

- **Tegen vloeistoffen** (regen...): de kledij moet ondoorlaatbaar zijn voor water, maar moet de transpiratie doorlaten.



Vandeputte Safety

- **Tegen gassen** (dampen, solventen ...): de kledij moet volledig ondoorlaatbaar zijn. Zij wordt zeer vlug als oncomfortabel ervaren want de transpiratie wordt niet geëvacueerd en het lichaam wordt drijfnat.



Vandeputte Safety

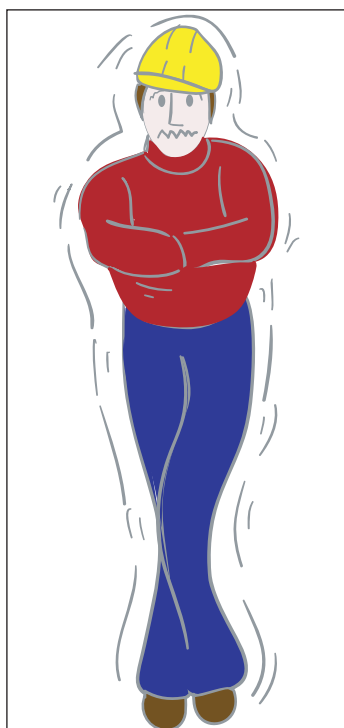
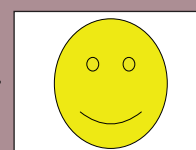
- **Tegen de koude:** isolerende kledij, die transpiratie doorlaat. Het is ook nodig de extremiteiten (armen, handen, benen en voeten) te bedekken.

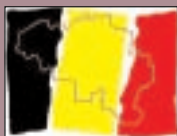
Er bestaat speciale kledij onder de vorm van **hermetische pakken** voor zeer specifieke arbeidsomstandigheden (asbestverwijdering, farmaceutische industrie, elektronische industrie...).

FICHE 5

GEVOLGEN VAN HET WERKEN BIJ KOUDE EN WARMTE

Schade	Beschrijving
Hypothermie	Wanneer de lichaamstemperatuur daalt onder 35°C, kunnen talrijke vitale functies worden bedreigd of zelfs beschadigd
Winterhanden -voeten	Wanneer de temperatuur van de vingers, de handen en de voeten onder 15°C daalt, ontstaat er een pijnlijke zwelling soms met blaren en kloven
Rillingen	Onwillekeurige bewegingen van het lichaam, wanneer het gevoel van koude te sterk wordt
Ongemak door koude	Gevoel van ongemak, zonder ernst
Comfort	Neutraal gevoel - noch warm, noch koud
Ongemak door hitte	Gevoel van ongemak gepaard gaande met een gemiddeld te hoge huidtemperatuur en met een te overvloedige transpiratie
Belasting	Beperkte arbeidsduur omwille van een warmte opeenstapeling en/of een overvloedige transpiratie
Deshydratie	Vochtverlies in het organisme dat sommige fysiologische functies kan beïnvloeden
Hyperthermie	Stijging van de centrale lichaamstemperatuur boven 38°C, overvloedige transpiratie. Niet te verwarren met koorts waar de persoon ziek is en niet transpireert (de transpiratie begint wanneer men een geneesmiddel toedient die deze temperatuur doet dalen)
Hitteberoerte	Plotse blokkering van de transpiratieproductie met brutale stijging van de centrale lichaamstemperatuur. Dit verschijnsel kan zich voordoen vanaf een centrale lichaamstemperatuur hoger dan 39,5°C





FICHE 6

REGLEMENTERING

- **Doelstellingen:** de werkgever moet alle maatregelen nemen om risico's te voorkomen en de werknemers te beschermen.
- **De werkgever voert een risicoanalyse uit** van de thermische omgevingsfactoren van technologische of klimatologische aard die aanwezig zijn op de arbeidsplaats, waarbij hij rekening houdt met de volgende factoren:
 - de luchttemperatuur, °C
 - de relatieve luchtvochtigheid %
 - de luchtstroomsnelheid m/s
 - de thermische straling
 - de fysieke werkbelasting
 - de eigenschappen van de werkkledij
 - de combinatie van al deze factoren
 - de evolutie van deze factoren tijdens de werkduur

De werkgever evalueert de thermische omgevingsfactoren en, indien nodig, meet hij ze.

- De **minimum luchttemperaturen** (actiewaarden) in een koude omgeving zijn:
 - 18° C voor zeer licht werk
 - 16° C voor licht werk
 - 14° C voor halfzwaar werk
 - 12° C voor zwaar werk
 - 10° C voor zeer zwaar werk
- De **actiewaarden** voor werken in de hitte worden bepaald op basis van de WBGT index (Fiche 21). Deze **INDEX** wordt berekend op basis van verschillende klimatologische factoren en mag niet worden verward met de temperatuur van de lucht (zie opmerking hieronder). De grenswaarden hangen af van de fysieke arbeidsbelasting (Fiche 3):
 - 29 voor zeer licht of licht werk;
 - 26 voor halfzwaar werk;
 - 22 voor zwaar werk;
 - 18 voor zeer zwaar werk.

De WBGT index houdt rechtstreeks of onrechtstreeks rekening met de temperatuur, de vochtigheid, de thermische straling en de luchtsnelheid. Zo zou de waarde van de WBGT index niet in graden Celsius mogen worden uitgedrukt en mag hij vooral niet verward worden met de temperatuur van de lucht. Men kan inderdaad een WBGT hebben van slechts 25, terwijl de temperatuur van de lucht 40°C bedraagt. Zie Fiche 21 (Analyse) voor meer inlichtingen.

Bij overschrijden, gaat de werkgever, op grond van de risicoanalyse, vooraf over tot de opstelling van een programma van technische en organisatorische maatregelen.

Dit programma heeft in het bijzonder betrekking op:

- technische maatregelen die inspelen op de klimatologische omgevingsfactoren
 - het verlagen van de fysieke werkbelasting
 - alternatieve werkmethoden
 - de beperking van de duur en intensiteit van de blootstelling;
 - het aanpassen van de werkroosters
 - het verschaffen van kledij
 - het zonder kosten voor de werknemers ter beschikking stellen van aangepaste verfrissende of warme dranken.
- **Gezondheidstoezicht**
 - De werknemers worden onderworpen aan een passend gezondheidstoezicht, wanneer zij uit hoofde van hun normale dagtaak regelmatig, om technologische redenen worden blootgesteld aan:
 - 1° **koude**, wanneer de temperatuur lager is dan 8 °C;
 - 2° **warmte**, wanneer de actiewaarden worden overschreden.
 - Dit gezondheidstoezicht wordt uitgevoerd alvorens de werknemer te werk te stellen en wordt jaarlijks herhaald.
 - De werknemers worden onderworpen aan een passend gezondheidstoezicht, wanneer zij gewoonlijk buiten tewerkgesteld worden.



FICHE 7

DRANKEN

- **Belasting door koude:**
 - warme dranken drinken.



- **Belasting door hitte:**
 - water of NIET-gezuikerde NIET-koolzuurhoudende dranken van 10°C-15°C drinken.



- **Vermijd in beide gevallen:**
 - koolzuurhoudende dranken: maagstoornissen
 - gezuikerde dranken: obesitas op lange termijn
 - sterke koffie of thee: zenuwachtigheid
 - alcoholhoudende dranken
 - te koud water: vervangt slechts zeer langzaam het vocht verloren door transpireren, maagstoornissen
 - grote hoeveelheden in één keer: zware maag
 - gezouten water of zouttabletten: zoutverlies is aanvaardbaar, behalve in uitzonderlijke steeds terugkerende omstandigheden; het is niet nodig een zoutsupplement in te nemen.
- **Fonteinen met gekoeld water van 10-15°C** in de nabijheid van de arbeidsposten installeren.



Vandeputte Safety



FICHE 8

ARBEIDSORGANISATIE

- **Verbetering van de tolerantie van het lichaam**
 - men kan stap voor stap wennen (zich aanpassen) aan het werk bij hoge temperaturen. Het lichaam past zich aan door een verbetering van de transpiratie en de weerstand, dit door de aanpassing van de bloedsomloop en van de huid
 - men moet zich de gewoonte aanmeten meer dan gewoonlijk te drinken, dit om het vochtverlies door transpiratie te compenseren.
- **Planning van de werkzaamheden**
 - plannen van de buitenwerkzaamheden gedurende het warme seizoen
 - plannen van de “warme” werkzaamheden gedurende het frisse of koude seizoen
 - plannen van zware en warme werkzaamheden op het meest koele ogenblik van de dag
 - herschikken van de werkuren tijdens de warme periode.



- **Optimalisering van de werk-rust cyclus**
 - rustperiode (15-30 minuten) in een warme omgeving met warme dranken, met regelmatige tussenpozen (30 tot 45 minuten) tijdens het werk in een zeer koude omgeving (koelkamers)
 - regelmatig inlassen van korte rustpauzes (10 minuten) wanneer gewerkt wordt bij hoge temperaturen
 - de werknemers opleiden om signalen van onpasselijkheid te herkennen (te hoge hartfrequentie, duizeligheid, krampen, abnormale transpiratie, ...) en hen toelaten het werk stop te zetten zodra deze signalen zich voordoen
 - bij overschrijding van de grenswaarden (Fiche 6) beschrijft artikel 148 decies (punt 4.2) van het ARAB de systemen van werk/rust die moeten worden toegepast.
- Afschaffen van elke factor – in het bijzonder deze van financiële aard (**premies**) - die het nemen van risico's zou kunnen doen toenemen.



FICHE 9

TECHNISCHE VERBETERINGEN

• Vermindering van de temperatuur van de lucht en de vochtigheid

Het doel is om alle risico's die de gezondheid (hypo- of hyperthermie of deshydratie) kunnen schaden te elimineren en de comfortabele omstandigheden zo goed mogelijk te benaderen.

• vermindering van warmteaanbreng of warmteverlies van of naar buiten:

- * verminder de warmte-uitwisseling van muren en daken:
 - door een betere thermische isolatie:
 - dubbele dakbedekking
 - isolatiematerialen
 - door terugkaatsing van de zonnestrallen:
 - wit geschilderde daken (kalk)
 - bedekking in aluminium
 - door afkoeling van buiten:
 - besproeiing van de daken, maar zonder dat het water in de lokalen binnensijpelt
- * verminder de uitwisseling door glazen wanden:
 - door de wanden buiten de zonnestraling te oriënteren
 - door dubbele beglazing of door beglazing die de infrarode straling terugkaatst
 - door het aanbrengen van louverdrapes, bij voorkeur langs de buitenkant (verkleinen van thermische invloeden in het lokaal)
- * elimineer alle bronnen van insijpelend water (regen, lekken, ...).

• vermindering van interne warmte- of koudeaanbreng:

- * isoleer alle koude oppervlakken
- * thermische isolatie van de warme oppervlakken (leidingen, wanden, ...)
- * evacueer aan de bron gegenereerde warme en vochtige gassen (vooral indien verbrandingsgassen)
- * elimineer alle water- en stoomlekken.

• algemene ventilatie:

- * ventileer met buitenlucht, eventueel verwarmd tot de overeenstemmende comfortabele temperatuur
 - met strikte naleving van de hierboven beschreven luchtsnelheidslimieten
 - in de zomer bij voorkeur van laag naar hoog: aanvoer in de arbeidszone en afvoer hoger of in het dak
- * het debiet moet berekend worden om de toevoer van warmte of de thermische verliezen in evenwicht te houden

• Vermindering van de thermische straling

• zwart scherm tussen de bron en de werknemer:

- * het scherm wordt op hoge temperatuur gebracht
- * het veroorzaakt een hoge thermische straling
- * niet doeltreffend.

• willekeurig scherm aan beide zijden bedekt met een aluminiumblad:

- * de glanzende zijde van het blad kaatst het grootste gedeelte van de straling terug
- * de temperatuur blijft gematigd
- * de thermische straling door het scherm blijft licht
- * heel doeltreffend.

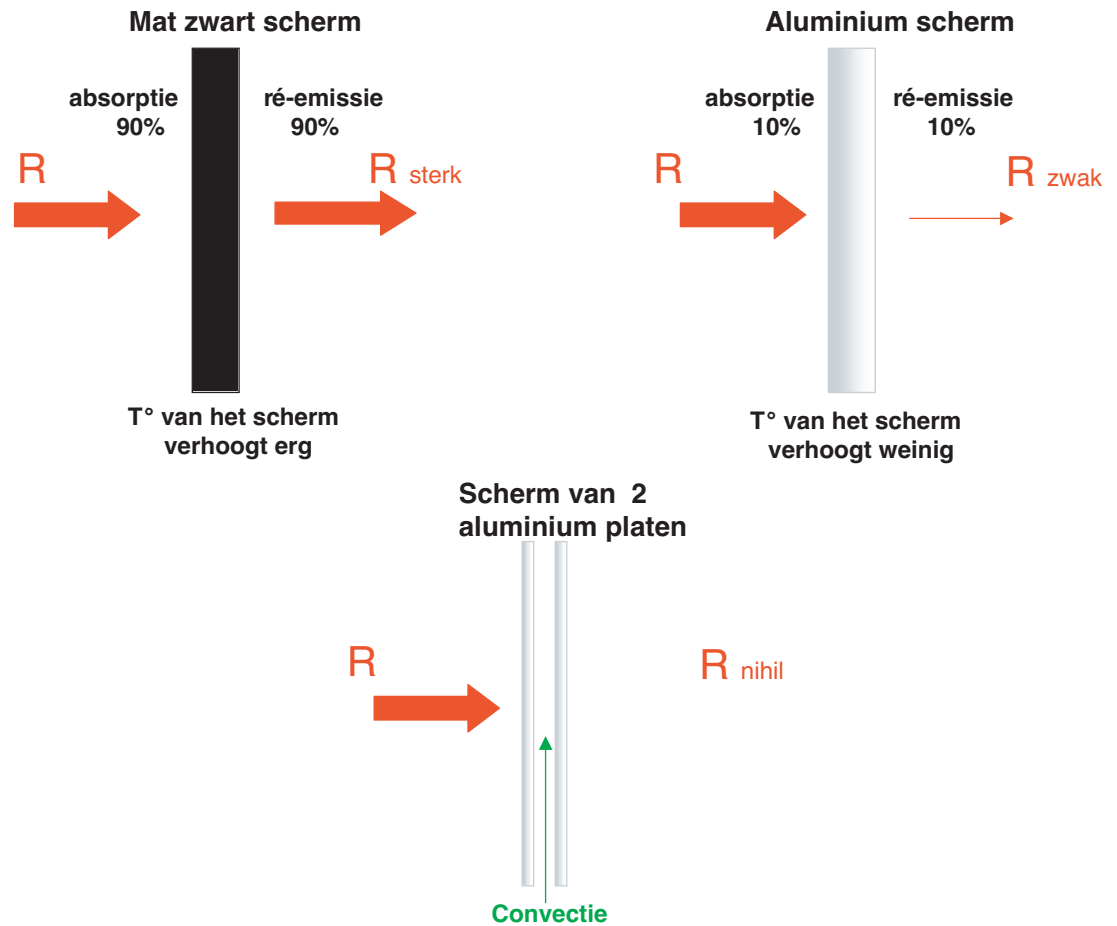
• scherm bestaande uit twee aluminiumplaten, met een tussenruimte van enkele centimeters:

- * de lucht circuleert tussen de platen en zorgt voor afkoeling
- * de doeltreffendheid is maximaal.



• **aanbevelingen:**

- * de blootstelling aan stralingen tot een minimum beperken door volle aluminiumplaten
- * aluminiumroosters aanbrengen voor de oppervlakken die moeten gezien worden
- * warme oppervlakken (zoals muren) in het wit schilderen, of beter nog met gealuminiseerde verf, indien het niet mogelijk is de thermische isolatie te verbeteren of ze te bedekken met een aluminiumscherm.



• **Verbetering van de lichtsnelheid**

- de lichtsnelheid mag niet hoger zijn dan
 - * 10 m/sec bij een korte blootstelling
 - * 3 m/sec bij onderbroken arbeid
- indien de temperatuur van de lucht aanvaardbaar is
 - * maximaal 1 m/sec wanneer ononderbroken in rechtstaande houding wordt gewerkt en voor zwaar werk
 - * maximaal 0,5 m/sec en liefst 0,2 m/sec bij ononderbroken werk in zittende houding
- grotere luchtstromen (tocht) worden door de werknemers niet verdragen
- de temperatuur van de ingeblazen lucht moet zo dicht mogelijk de comfortabele temperatuur (zie Fiche 20) die met de activiteit van de werknemer overeenstemt benaderen
- luchtstoten naar het gelaat of naar de hals moeten worden vermeden, het gevoel van frisheid op korte termijn kan gepaard gaan met spierpijn op middellange termijn.

• **Aanpassing van de kledij**

- In geval van straling, de stralingsoppervlakken tot een minimum herleiden en terugkaatsende kledij voorzien, enkel voor het blootgestelde deel van het lichaam (voorbeeld: borst bedekt met een microgeperforeerde gealuminiseerde lichte stof voor een verspreiding van de hitte, de rug en de rest van het lichaam bedekt met een lichte katoenen stof).



Bron Vandeputte Safety

- Indien heel vochtig: voorzie een stof die de transpiratie absorbeert en de waterdamp doorlaat.
- Indien belasting door de warmte: voorzien in ruimere kledij, met interne ventilatie, zeer weinig isolerend en zo licht mogelijk (opgelet: veiligheidsprobleem met te ruime kledingstukken).
- Indien belasting door de koude: voorzien in kledij die niet te veel of niet te weinig isoleert, ervoor zorgend dat het ganse lichaam goed beschermd is (voeten, armen, handen, aangezicht, hoofd).
- In alle gevallen moet de kledij:
 - * esthetisch zijn
 - * aangepast zijn aan het werk
 - * comfortabel zijn
 - * gereinigd kunnen worden.

• **Fysieke arbeidsbelasting:** zie Fiche 11.

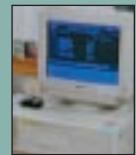
• **Onderzoek naar de doeltreffendheid van technische verbeteringen**

Het programma PHS.EXE biedt de mogelijkheid om snel en eenvoudig na te gaan of de technische verbeteringen doeltreffend zijn, door de parameters van de arbeidssituatie te wijzigen.

Dit programma is eveneens ter beschikking op volgende website:

<http://www.deparisnet.be/chaleur/Chaleur.htm>

De doeltreffendheid heeft een verlenging van de maximale arbeidsduur (DLE = toegelaten blootstellingsduur).



Onderstaande tabel geeft een voorbeeld van een dergelijk onderzoek:

Omstandigheid	1	2	3	4	5	6	7
t _a (°C)	40			34	34	34	30
t _g (°C)	45	42			40	40	35
RH %	60			60	60	60	30
v _a (m/s)	0,1		0,5		0,5	0,5	0,5
M (W)	360					270	270
clo	0,6					0,5	0,5
DLE (min)	32	36	36	62	290	>8 h	>8 h
PMV	-	-	-	-	-	4,4	2,6
PPD	-	-	-	-	-	100%	95%

- Omstandigheid 1: beginsituatie DLE = 32 min
- Omstandigheid 2: gedeeltelijke stralingsvermindering DLE = 36 min
- Omstandigheid 3: verhoging van de luchtsnelheid DLE = 36 min
- Omstandigheid 4: verlagen van de temperatuur van de lucht DLE = 62 min
- Omstandigheid 5: cumulatie van de voorgaande acties DLE = 290 min
- Omstandigheid 6: bijkomende vermindering van de fysieke arbeidsbelasting en verbetering van de kledij DLE > 8 h, PMV = 4,4 en PPD = 100 % de situatie is zonder gevaar maar zeer oncomfortabel
- Omstandigheid 7: bijkomende verbetering van alle factoren: de situatie blijft voor 95 % van de werknemers oncomfortabel maar is veel draaglijker.

Het voorbeeld toont aan dat:

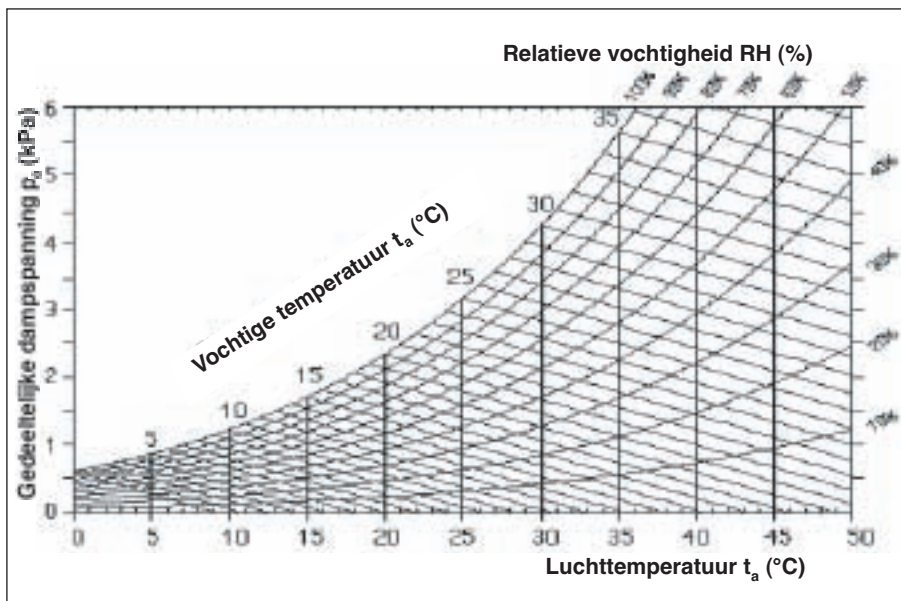
- een actie gericht op één enkele parameter vaak slechts een geringe verbetering van de arbeidsomstandigheden tot gevolg heeft
- beperkte aanpassingen van alle parameters heeft in het algemeen een gevoelige en weinig kostelijke verbetering tot gevolg heeft.

FICHE 10

KENMERKEN VAN LUCHTVOCHTIGHEID PSYCHROMETRISCH DIAGRAM

- De **luchtvochtigheid** wordt gekenmerkt door:
 - de **gedeeltelijke dampspanning van water (p_a in kilopascal of kPa)**: de bijdrage van waterdamp aan de atmosferische druk
 - de **dauwtemperatuur (t_{dp} , °C)**: temperatuur tot dewelke de lucht moet dalen om een gedeeltelijke condensatie van de waterdamp te bekomen
 - de **relatieve vochtigheid (RH, %)**: percentage van de gedeeltelijke dampspanning van water, p_a in verhouding tot de dampspanning op het verzadigingspunt en bij gelijke temperatuur
 - de **vochtige temperatuur (t_v , °C)**: minimumtemperatuur van een plas water onderworpen aan gedwongen verdamping in de desbetreffende lucht en dit bij een bepaalde temperatuur en vochtigheidsgraad
- De volgende **wiskundige uitdrukkingen** laten toe van het ene kenmerk naar het andere over te gaan:
 - dampspanning bij verzadiging aan temperatuur t_a

$$p_{a,s,t_a} = 0,6105 \exp (17,27 t_a / (t_a + 237,3))$$
 - $RH = 100 \cdot p_a / p_{a,s,t_a}$
 - $p_a = p_{a,s,t_h} - (t_a - t_h) / 15$
- **Psychrometrisch diagram**
 - de verhoudingen tussen de vier kenmerken bevinden zich in het psychrometrisch diagram van de volgende figuur:
Voorbeeld: Indien $t_a = 30^\circ\text{C}$ en $RH = 50\%$, bekomt men:
 - * dauwtemperatuur $t_{dp} = 18^\circ\text{C}$
 - * $p_a = 2,1 \text{ kPa}$
 - * $t_h = 22^\circ\text{C}$





FICHE 11

FYSIEKE ARBEIDSBELASTING

1. Inleiding

Het metabolisme staat voor het energieverbruik door musculaire belasting. Deze energie is afkomstig van de omzetting van suikers en vetten in mechanische en thermische energie. Het metabolisme kan aanzien worden als een numerische index voor een activiteit.

De fysieke arbeidsbelasting beïnvloedt op een doorslaggevende manier of blootstelling aan bepaalde thermische condities als comfortbel of belastend wordt gevoeld.

Bij een warm klimaat in het bijzonder zal de grote warmteproductie door het metabolisme ten gevolge van spierarbeid de belasting door blootstelling aan warmte verergeren vermits grote hoeveelheden warmte dient afgegeven te worden door het lichaam en dit vooral door evaporatie aan de hand van transpiratievocht.

2. Principe en nauwkeurigheid

De mechanische doeltreffendheid van de spierarbeid tot « nuttige » arbeid is zwak.

Bij de meeste industriële arbeid is zij zo zwak (enkele %) dat zij zo goed als gelijk is aan nul. Dit betekent dat kan verondersteld worden dat de totale energie van het werk omgezet wordt in warmte.

Tabel 1 geeft de verschillende benaderingen weer om het metabolisme te bepalen met hun respectievelijke nauwkeurigheid.

Volgens de **SOBANE**-strategie worden er 4 niveaus bekeken:

- Niveau 1, **Opsporing**: Twee eenvoudige en gemakkelijke methodes om de gemiddelde fysieke arbeidsbelasting voor een gegeven beroep of voor een bepaalde activiteit vlug te schetsen worden voorgesteld:

- methode A: indeling volgens het beroep
- methode B: indeling volgens het soort activiteit.

Beide methodes geven een oppervlakkige en weinig precieze evaluatie.

Op dit niveau is een onderzoek van de arbeidsplaats niet nodig.

- Niveau 2, **Observatie**: Drie methodes worden voorgesteld voor personen met een perfecte kennis van de arbeidsomstandigheden, maar zonder noodzakelijk bijkomende vorming in ergonomie. Zij laten toe de gemiddelde belasting in een gegeven arbeidssituatie en op een gegeven ogenblik te bepalen:

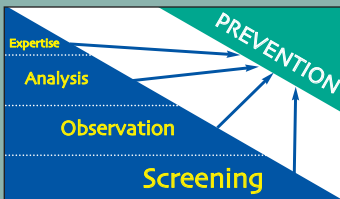
- methode A: het metabolisme wordt bepaald in functie van de lichaamshouding, krachtinspanningen en de houdingen van de lichaamsdelen
- methode B: het gemiddelde metabolisme wordt bepaald in functie van het werkritme
- methode C: het gemiddelde metabolisme wordt rechtstreeks bepaald in functie van de activiteit.

Een procedure is beschreven om de activiteiten in de loop van de tijd te registreren en om het gewogen gemiddelde metabolisme te berekenen, door gebruik te maken van de gegevens van bovenstaande methodes gebruikt.

De nauwkeurigheid blijft zwak.

Een tijdsstudie is nodig om het metabolisme te bepalen in arbeidssituaties opgebouwd uit een cyclus van verschillende activiteiten.

- Niveau 3, **Analyse**: Het gemiddelde metabolisme wordt bepaald door de registratie van de hartfrequenties gedurende een representatieve periode. Deze methode



van indirecte bepaling van het metabolisme is gebaseerd op de relatie tussen het zuurstofverbruik en de hartfrequentie in welbepaalde omstandigheden. De methode dient toegepast te worden door personen opgeleid in gezondheid op het werk.

- Niveau 4, **Expertise**: De beschikbare methodes op dit niveau zijn:
 - de meting van het zuurstofverbruik
 - de directe methode door warmtemeting

Deze methodes worden hier niet voorgesteld.

Tabel 1 - Vergelijking van de methodes voor het bepalen van het metabolisme

De voornaamste factoren die de nauwkeurigheid verminderen zijn:

Niveau	Methode	Nauwkeurigheid	Inspectie van de arbeidsplaats
Opsporing	A. Indeling volgens beroep	Benaderende informatie Zeer groot risico op vergissing	Niet noodzakelijk, maar een informatie over de technische uitrusting en de arbeidsorganisatie is nodig
	B. Indeling volgens soort activiteit		
Observatie	A. Tabellen in functie van houdingen en inspanningen	Hoog risico op vergissing Foutenmarge: $\pm 20\%$	Tijdsstudie noodzakelijk
	B. Tabellen in functie van snelheden		
	C. Tabellen voor specifieke activiteiten		
Analyse	Evaluatie vanuit de registratie van de hartfrequentie in welbepaalde omstandigheden	Middelmatig risico op vergissing Foutenmarge: $\pm 10\%$	Niet noodzakelijk
Expertise	Meten van het zuurstofverbruik	Vergissingen in de nauwkeurigheidsgrenzen van de meting of de tijdsstudie	Tijdsstudie noodzakelijk
	Rechtstreekse warmtemeting	Foutenmarge: $\pm 5\%$	Niet noodzakelijk

- de persoonlijke verschillen
- de verschillen in de arbeidsuitrusting
- de variatie in het werkritme
- de verschillen in arbeidstechnieken en professionele bekwaamheden
- de verschillen in geslacht en antropometrische kenmerken
- de culturele verschillen
- bij het gebruik van tabellen, de verschillen tussen onderzoekers en hun opleidingsniveau
- bij het gebruik van niveau 3, de nauwkeurigheid van de relatie tussen de hartfrequentie en het zuurstofverbruik en de aanwezigheid van andere factoren die de hartfrequentie beïnvloeden



3. Niveau 1, Opsporing

- **Evaluatie van het metabolisme per beroep.**

Tabel 2 geeft het gemiddelde metabolisme voor verschillende beroepen. Belangrijke schommelingen kunnen optreden door verschillen in verband met de technologie, de exacte aard van het werk, de arbeidsorganisatie, enz.

Tabel 2 – Metabolisme voor verschillende beroepen

	Beroep	Metabolisme (watts)
Handarbeid	Metselaar	200 - 290
	Timmerman	200 - 310
	Glazenmaker	160 - 230
	Schilder	180 - 230
	Bakker	200 - 250
	Beenhouwer	190 - 250
	Horloge maker	100 - 130
Mijnindustrie	Mijnwerker	200 - 400
	Arbeider aan cokeovens	210 - 310
Staalindustrie	Arbeider aan hoogoven	310 - 400
	Arbeider aan elektrische oven	220 - 260
	Manuele metaalgijeter	250 - 430
	Machinale metaalgijeter	190 - 300
Metaalindustrie	Arbeider in metaalgijeterij	250 - 430
	Smid	160 - 360
	Lasser	130 - 220
	Draaijer	130 - 220
	Boorder	140 - 250
	Nauwkeurigheid mechaniker	130 - 200
Drukkerij	Drukker	125 - 170
	Boekbinder	135 - 200
Landbouw	Tuinier	200 - 340
	Tractorbestuurder	150 - 200
Transport	Auto bestuurder	125 - 180
	Buschauffeur	135 - 225
	Trambestuurder	145 - 210
	Kraanmachinist	115 - 260
Allerlei	Laboratoriumhulp	150 - 180
	Onderwijzer	150 - 180
	Verkoper	180 - 220
	Secretaris	125 - 150

- **Evaluatie van het metabolisme per categorie**

Tabel 3 bepaalt 6 klassen van metabolisme: rust (zittend of staand), licht, middelmatig, zwaar, zeer zwaar.

Deze kwalificaties worden gebruikt voor een **ONAFGEBROKEN** arbeid van **8 h** (rekening houdend met normale arbeidspauzes). Ze hebben geen nut voor een kortdurende occasionele arbeid.

Voorbeeld: een trap opgaan is een zeer zware arbeid wanneer dit onafgebroken gedurende 8 h moet gebeuren; het is geheel aanvaardbaar wanneer dit 30 seconden duurt.

Voor iedere klasse zijn het gemiddelde en het gamma van metabolische waarden aangegeven tesamen met een aantal voorbeelden. In deze activiteiten zijn korte ontspanningspauzes ingelast.

Tabel 3 – Metabolisme per categorie

Klasse	Metabolisme watt	Voorbeelden
Rust zittend	100	
Rust staand	120	
Licht	180 (130 – 240)	<ul style="list-style-type: none"> • Secretariaatswerk • Licht zittend handwerk (bedienen van een toetsenbord, tekenen, naaien,...) • Zittend werk met kleine werktuigen, inspectie, lichte assemblage • Besturen van een wagen, bedienen van een pedaal, ... • Boren, lichtjes polijsten van kleine stukken • Gebruik van kleine handwerktuigen • Occasioneel, traag stappen
Middelmatig	300 (241 – 355)	<ul style="list-style-type: none"> • Gestadig werken met armen en handen (timmeren, vijzen,...) • Besturen van voertuigen, tractoren, vrachtwagens, ... • Occasioneel behandelen van middelmatig zware voorwerpen • Sneller stappen (3,5 tot 5,5 km/h)
Zwaar	410 (356 – 465)	<ul style="list-style-type: none"> • Intense arbeid met de armen en met de romp • Behandelen van zware voorwerpen van bouwmaterialen • Spitten, zagen met de hand, schaven • Snel stappen (5,5 tot 7 km/h) • Wagentjes en kruiwagens duwen en trekken
Zeer zwaar	520 (> 466)	<ul style="list-style-type: none"> • Zeer intense en snelle arbeid • Zwaar spitten, graven • Beklimmen van ladders of trappen • Zeer snel stappen, looppas (>7km/u)

4. Niveau 2, Observatie

A. Evaluatie van het metabolisme door ontleding van de taak

Het metabolisme is hier geschat vanuit volgende observaties:

- het lichaamsdeel dat bij het werk gebruikt wordt: twee handen, een arm, twee armen, het gehele lichaam
- de fysieke arbeidsbelasting voor dit lichaamsdeel: licht, middelmatig, zwaar
- de lichaamshouding: in rust, op de knieën, gehurkt, rechtstaand, rechtstaand voorovergebogen

Tabel 4 geeft de gemiddelde waarde en het gamma van het metabolisme weer voor een normaal persoon, in zittende houding, in functie van het betrokken lichaamsdeel en de fysieke arbeidsbelasting.

Tabel 5 geeft de toe te voegen verbeteringen als het werk niet zittend gebeurt.

Het betreft hier opnieuw licht, middelmatig en zwaar in de zin van één arbeidsduur van 8 h.

De belasting moet beoordeeld worden naargelang de gemiddelde capaciteiten van werknemers en **NIET** in functie van de capaciteit van de werknemer in het bijzonder, of, a fortiori, van de observator.



Tabel 4 –
Fysieke arbeidsbelasting (in watt) voor een zittend persoon,
in functie van de intensiteit van de arbeid en van
de betrokken lichaamszone

Betrokken lichaamszone		Arbeid		
		Licht	Middelmatig	Zwaar
De 2 handen	Gemiddelde	125	155	170
	Gamma	<135	135-160	>160
Een arm	Gemiddelde	160	200	235
	Gamma	<180	180-215	>215
De 2 armen	Gemiddelde	215	250	290
	Gamma	<235	235-270	>270
lichaam	Gemiddelde	325	440	600
	Gamma	<380	380-510	>510

Tabel 5 –
Toevoegen in functie van de voornaamste lichaamshouding

Houding van het lichaam	Metabolisme (watts)
Zittend	0
Geknield	20
Gehurkt	20
Rechtstaand	25
Rechtstaand, voorovergebogen	35

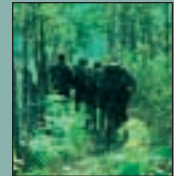
B. Evaluatie van het metabolisme in functie van de arbeidsritme

Tabel 6 laat toe het metabolisme te evalueren voor een verplaatsingsactiviteit in functie van de snelheid van deze verplaatsing.

Tabel 6 - Metabolisme verbonden aan de arbeidsritme

Het basaal metabolisme (80 W) moet worden toegevoegd aan de einduitkomst

Aard van de arbeid	Metabolisme W per (m/min)
Metabolisme in functie van de stapnelheid in meters per minuut (m/min)	
Stappen: 0,55 à 1,40 m/min (2 à 5 km/h)	200 *
Klimmen: 0,55 à 1,40 m/min (2 à 5 km/h)	
helling 5°	320
helling 10°	500
Dalen: 0,55 à 1,40 m/min (2 à 5 km/h)	
helling 5°	110
helling 10°	90
Stappen met een last op de rug: 1,1 m/min (4 km/h)	
last van 10 kg	225
last van 30 kg	330
Metabolisme verbonden aan de snelheid van klimmen in m/ minuut (verticale afstand per seconde)	
Beklimmen van trappen	3240
Afdaling van trappen	945
Beklimmen van een hellende ladder	
onbelast	3000
last van 10 kg	3400
last van 20 kg	4000
Beklimmen van een verticale ladder	
onbelast	3800
last van 10 kg	4300
last van 20 kg	4900

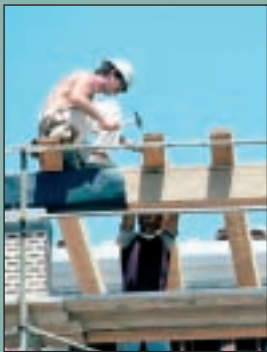


C. Evaluatie van het metabolisme voor specifieke activiteiten

Tabel 7 geeft metabolische waarden voor specifieke activiteiten.

Tabel 7 - Metabolisme voor specifieke activiteiten

Activiteiten	M (watts)	
Slaap	70	
Rust zittend	100	
Rust rechtstaand	125	
Stappen op geëffende, stevige, vlakke weg		
1. onbelast	aan 2 km/h aan 3 km/h aan 4 km/h aan 5 km/h	200 250 300 360
2. belast	10 kg last, 4 km/h 30 kg last, 4 km/h	330 450
Stappen op geëffende, hellende weg, stijgend		
1. onbelast	5° helling, 4 km/h 15° helling, 3 km/h 25° helling, 3 km/h	320 380 540
2. belast, 20 kg	15° helling, 4 km/h 25° helling, 4 km/h	490 740
Afdaling aan 5 km/h, onbelast	5° helling 15° helling 25° helling	240 250 320
Ladder 70°, snelheid 11,2 m hoogteverschil per minuut	onbelast met last = 20 kg	520 650
Duwen of trekken van wagentjes, 3,6 km/h, op vlakke, stevige weg	duwkracht: 12 kg duwkracht: 16 kg	520 670
Kruiwagen duwen, effen weg, 4,5 km/h, rubber banden, last = 100 kg		410
Ijzer vijlen	42 vijlstreken/min 60 vijlstreken/min	180 340
Werken met een hamer (met 2 handen), gewicht van de hamer: 4,4 kg, 15 slagen/min		520
Timmerwerk	zagen met de hand zagen met de machine schaven met de hand	400 180 540
Metselen, 5 bakstenen/min		310
Schroeven		180
Een greppel graven		520
Werken met een machine-werktuig	licht (regelen, monteren) middelmatic (laden) zwaar	180 250 380
Werken met een handwerktuig	licht (lichtjes polijsten) middelmatic (schuren) zwaar (stevig boren)	180 290 410



D. Evaluatie van het gemiddelde metabolisme gedurende afwisselende arbeid

Om het gemiddelde metabolisme van een arbeidsfase te bepalen moet er een studie gedaan worden over de uitvoeringstijden waarbij een gedetailleerde beschrijving van de uit te voeren taken gebeurt.

Hiervoor moet iedere activiteit gerangschikt worden rekening houdend met factoren zoals: duur van de activiteit, afgelegde afstanden, hoogtes, behandelde gewichten, aantal uitgevoerde handelingen...

Het metabolisme voor een arbeidscyclus kan bepaald worden vanuit het metabolisme van de verschillende deelactiviteiten en van hun respectievelijke duur door:

$$M = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n M_i t_i$$

waar

- M = het gemiddelde metabolisme van een arbeidscyclus, in watt
- M_i = het metabolisme van een activiteit i , in watt
- t_i = de duur van een activiteit, in seconden
- T = de duur, in seconden, van de desbetreffende arbeidscyclus, deze is gelijk aan de som van de partiële duurtijden t_i

Het registreren van de professionele activiteiten en de duur van de activiteiten tijdens een werkdag of tijdens een bepaalde periode kan vereenvoudigd worden door het gebruik van het dagboek beschreven in tabel 8.



Tabel 8 - Dagboek voor de registratie van de activiteiten

Datum						
Onderwerp						
Werkplaats						
Temperatuur van de lucht (°C)						
Zwarte boltemperatuur (°C)						
Relatieve vochtigheid (RH %)						
Luchtsnelheid (m/s)						
kledij isolatie (clo)						
Uur	Minuut	Nummer van de taak				
		1	2	3	---	n
..						
..						

De aanbevolen procedure is de volgende:

- een representatieve operator kiezen
- de te analyseren arbeidsfase bepalen, rekening houdend met haar representativiteit
- het werk van deze operator observeren tijdens de gekozen fase
- de onderdelen van de taak en het overeenkomstig metabolisme bepalen, door middel van de tabellen 4, 5, 6 of 7.
- deze onderdelen nummeren en het dagboek klaarmaken
- het nummer van het onderdeel registreren van zodra het begint

Na de observatie:

- de tijd doorgebracht aan elk onderdeel van de taak berekenen
- het gemiddelde metabolisme berekenen door middel van de hierboven beschreven formule

De tabel met de resultaten kan de vorm aannemen van tabel 9.

Tabel 9 - Samenvatting van de resultaten

Taak: Datum: Observator:

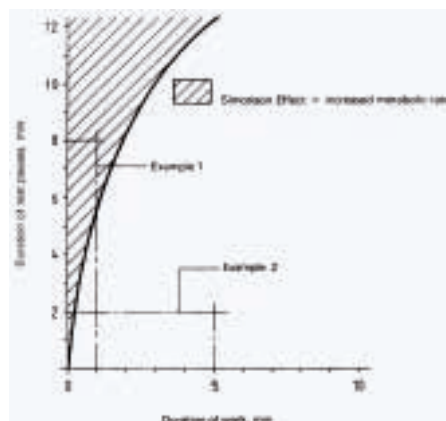
Onderdelen		M_i	Duur	Product
N°	Beschrijving	W	t_i sec	$M_i t_i$
1	Taak 1	M_1		
2	Taak 2	M_2		
..				
i	Taak i	M_i		
..				
n	Taak n	M_n		
	Totaal			
	Gemiddeld metabolisme			

Invloed van de arbeids- en rusttijden

De hierboven uiteengezette methode mag niet worden gebruikt voor de evaluatie van het gemiddelde metabolisme voor arbeidsomstandigheden met korte activiteitsperiodes afgewisseld worden met lange rustperiodes. In dit geval zou ze leiden tot een onderschatting van het metabolisme (gekend onder de naam "effect van Simonson"). De validiteitgrens van de combinaties rust - werk wordt weergegeven figuur 1:

- Voorbeeld 1 betreft een cyclus van 8 min rust en 1 min werk. In dit geval zou de hierboven uitgelegde techniek voor het berekenen van het gemiddeld metabolisme leiden tot een onderschatting van de werkelijke waarde van het metabolisme
- In voorbeeld 2 kunnen de tabellen gebruikt worden met de aangegeven nauwkeurigheid.

Figuur 1 - Verhogingsgebied van het metabolisme



De verhoging van het metabolisme door het Simonson-effect hangt af van de aard van het werk en van de gebruikte spiergroepen.

E. Interpolatie tussen de door de tabellen gegeven waarden

De interpolatie van de metabolische waarden is correct.

Wanneer de verplaatsingssnelheden verschillen van deze vermeld in de tabellen, zal de interpolatie slechts geldig zijn in een marge van $\pm 25\%$ van de vermelde snelheid.

F. Niet "standaard" operatoren

De waarden van de tabellen werden genormaliseerd voor een "standaard" operator die in een comfortabele thermische omgeving werkt.

Voor een gegeven persoon die een welbepaalde taak uitvoert, kan het metabolisme in zekere mate variëren in de buurt van de gemiddelde waarden uit de tabellen, en dit onder invloed van de eerder vermelde factoren.

Men kan ervan uitgaan dat:

- voor hetzelfde werk en in dezelfde arbeidsomstandigheden, het metabolisme van de ene persoon tot de andere met ongeveer 5 % kan variëren.
- voor een persoon opgeleid voor dit onderzoek, zal de variatie ongeveer 5 % zijn in laboratoriumomstandigheden.

Op het terrein, dit wil zeggen als de activiteit nooit steeds volledig dezelfde is, kan een variatie tot 20 % oplopen.

Gezien dit risico op fouten, is het niet aangewezen om op dit niveau van de evaluatie rekening te houden met het verschil in grootte, geslacht ... van de personen.

Het rekening houden met het gewicht van de persoon is alleen gegrond voor activiteiten met bewegingen van het ganse lichaam, zoals stappen, zich recht zetten, een gewicht opheffen ...

In een warme omgeving kan een verhoging van maximum 10 à 20 W optreden door de verhoogde hartfrequentie en de transpiratie. Een correctie hiervoor is op dit niveau niet gerechtvaardigd.

Anderzijds kan in een koude omgeving een verhoging, van de belasting die tot 400 W kan oplopen, waargenomen worden wanneer de operator rilt. Het dragen van zware kledij vermeerdert eveneens het metabolisme, door het gewicht te verhogen en door het gemakkelijk bewegen te verminderen.

5. Niveau 3, Analyse

• Schatting van het metabolisme door registratie van de hartfrequentie

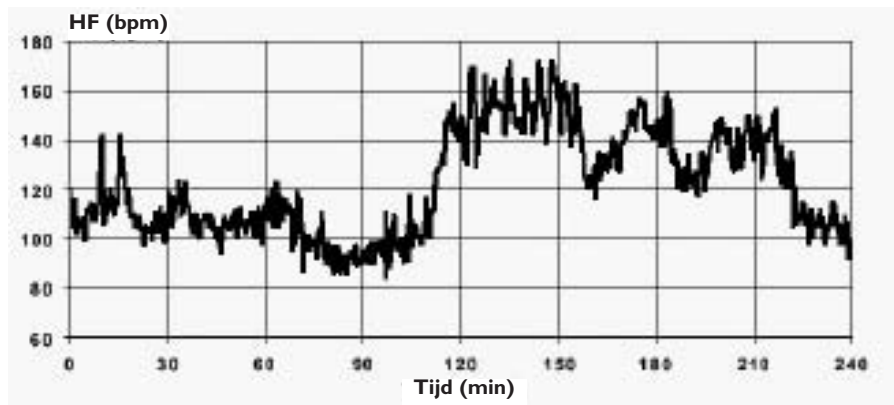
De hartfrequentie op een bepaald ogenblik kan beschouwd worden als een som van verschillende elementen.

$$HF = HF_0 + \Delta HF_M + \Delta HF_S + \Delta HF_T + \Delta HF_N + \Delta HF_E$$

waarbij

- HF_0 = de hartfrequentie, in slagen per minuut, in rust, in liggende houding, in neutrale thermische omstandigheden
- ΔHF_M = de vermeerdering van de hartfrequentie toe te schrijven aan dynamische musculaire spierbelasting, in neutrale thermische omstandigheden
- ΔHF_S = de verhoging van de hartfrequentie toe te schrijven aan statische musculaire spierbelasting. Deze factor hangt af van de verhouding tussen de uitgeoefende kracht en de maximale uitvoerbare spierkracht van de desbetreffende spiergroep
- ΔHF_T = de verhoging van de hartfrequentie toe te schrijven aan de thermische belasting. Deze factor wordt besproken in de ISO 9886 Norm.
- ΔHF_N = de verhoging van de hartfrequentie toe te schrijven aan de mentale belasting
- ΔHF_E de restfactor van de hartfrequentie te wijten, bijvoorbeeld aan ademhalingseffecten, aan het 24-uren ritme, aan deshydratie.





In het geval van een dynamische arbeid die de voornaamste spiergroepen activeert, met weinig bijkomende statische spierbelasting en zonder thermische en mentale belasting, kan het metabolisme geschat worden door de hartfrequentie te meten gedurende de arbeid.

Men mag ervan uitgaan dat er in dit geval een rechtlijnige relatie is tussen de hartfrequentie en het metabolisme. Als de hierboven vermelde beperkingen in overweging genomen worden kan deze methode nauwkeuriger zijn dan de voorgaande.

De hartfrequentie kan ononderbroken worden geregistreerd, bijvoorbeeld door het gebruik van een telemetrische uitrusting, of kan manueel worden gemeten, met een verminderde nauwkeurigheid, door de polsslagen te tellen (zie ISO 9886 norm).

De gemiddelde hartfrequentie kan berekend worden op vastgestelde tussentijden, bijvoorbeeld 1 minuut, op verschillende functioneringscycli of op de totale duur van de werkdag.

Bij een belangrijke thermische belasting, bij statische musculaire arbeid, bij dynamisch werk met kleine musculaire groepen, of nog bij belangrijke mentale belasting, kunnen de helling en de vorm van de verhouding hartfrequentie - metabolisme behoorlijk veranderen. De procedure die toelaat de waarden van de hartfrequentie voor het thermische effect te verbeteren wordt beschreven in de ISO 9886 Norm.

• Relatie hartfrequentie - metabolisme

De relatie hartfrequentie - metabolisme kan worden bepaald door de hartfrequentie op verschillende niveaus van spierbelasting te registreren tijdens een proefopstelling in een klimatologisch neutrale omgeving. Aangezien het soort inspanning (cyclo-ergometer, step-test, rollend tapijt....) en de stappen van verhoging en de duur van inspanningsgraad een invloed hebben op de twee parameters, is het nodig een genormaliseerde testprocedure te gebruiken.

In het algemeen is de rechtlijnigheid juist in het gamma:

- boven de 120 slagen per minuut (bpm), omdat het mentale onderdeel dan kan worden verwaarloosd.
- tot 20 slagen onder de maximale hartfrequentie van de persoon, omdat de hartfrequentie geneigd is zich te stabiliseren boven deze waarde. De persoonlijke maximale hartfrequentie kan geschat worden door de volgende formules:

$$HF_{\max} = 205 - 0,62 \times \text{leeftijd} \quad \text{of} \quad HF_{\max} = 220 - \text{leeftijd}$$

Door regressie van de gegevens uit dit interval, kunnen de coëfficiënten HF_0 en RM van de volgende uitdrukking worden bepaald.

$$HF = HF_0 + RM \cdot (M - M_0)$$

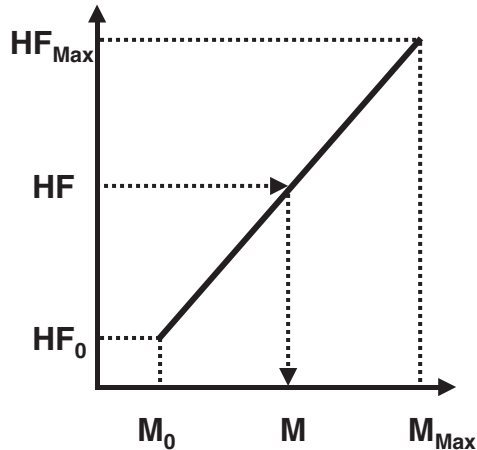
waarbij

- M = het metabolisme, in watt
- M_0 = het metabolisme bij rust, in watt

- RM = de verhoging van de hartfrequentie per eenheid van metabolisme
- HF₀ = de hartfrequentie bij rust, in omstandigheden die overeenstemmen met het metabolisme M₀ en in neutrale thermische omstandigheden.

Deze uitdrukking kan als volgt worden omschreven:

$$M = (HF - HF_0) / RM + M_0$$



Dit verband wordt gebruikt om het metabolisme af te leiden vanuit de gemeten gemiddelde hartfrequentie.

Tabel 10, geeft, met een zeker verlies aan nauwkeurigheid, de relatie van HF - M in functie van de leeftijd en het gewicht van de persoon.

Tabel 10 - Verhouding Metabolisme (in watt) - Hartfrequentie, voorspeld in functie van de leeftijd en het gewicht van de persoon (vrouwen en mannen)

Leeftijd (in jaren)	Gewicht				
	50 kg	60 kg	70 kg	80 kg	90 kg
Vrouwen					
20	5.2 HF - 270	6.1 HF - 324	6.8 HF - 378	7.6 HF - 427	8.1 HF - 473
30	5.0 HF - 257	6.0 HF - 311	6.7 HF - 361	7.2 HF - 410	7.9 HF - 457
40	4.9 HF - 244	5.6 HF - 165	6.3 HF - 346	7.0 HF - 392	7.7 HF - 439
50	4.7 HF - 229	5.4 HF - 279	6.1 HF - 328	6.7 HF - 373	7.4 HF - 418
Mannen					
20	6.7 HF - 361	7.6 HF - 428	8.5 HF - 491	9.4 HF - 553	10.1 HF - 610
30	6.5 HF - 355	7.4 HF - 419	8.3 HF - 482	9.2 HF - 542	9.9 HF - 600
40	6.3 HF - 346	7.2 HF - 410	8.1 HF - 472	9.0 HF - 531	9.7 HF - 587
50	6.1 HF - 335	7.2 HF - 400	7.9 HF - 461	8.8 HF - 518	9.5 HF - 574

6. Niveau 4, Expertise

De expertisemethodes, die heel moeilijk te gebruiken zijn en waarvoor zeer dure apparatuur nodig is, wordt hier niet beschreven worden. De lezer die hiervoor belangstelling heeft kan de beschrijving vinden in de ISO 8996 Norm.



FICHE 12

PERSOONLIJKE BESCHERMING

1. Isolatie tegen hitte

- De thermische isolatie van kledij wordt uitgedrukt in clo. De orde van grootte is:

kledij	I _{cl} (clo)
Tenniskledij	0,5
Hemd met korte mouwen, zonder das, lichte broek	0,6
Overall	0,7
Hemd met lange mouwen, das	0,8
Winterkledij, zonder jas	0,9
Pak met das	1,0
+ overjas, winterjas	1,3



Vandeputte Safety



Vandeputte Safety

2. Isolatie tegen straling

- Bescherming tegen straling wordt verkregen door het gebruik van gealuminiseerde materialen:
 - gealuminiseerde verf vermindert de straling met 60 %
 - een glanzend aluminiumblad vermindert de straling met 80 %
 - vacuum metalliseren met aluminium vermindert de straling met 95 %De fabrikant raadplegen om de reële kenmerken te bekomen.
- Deze vermindering is beperkt tot de bedekte oppervlakken, hetzij:
 - 35 % van de lichaamsoppervlakte door een gealuminiseerd vest
 - 20 % door gealuminiseerde mouwen en handschoenen
 - 40 % door gealuminiseerde broek en schoenen.
- Het gealuminiseerde kledingstuk kan het verdampen van transpiratie belemmeren zodat het voordeel geboekt ten overstaande van straling, verminderd, tenietgedaan en soms verergerd wordt door een vermindering van de verdamping.
- De doeltreffendheid van het gealuminiseerde kledingstuk wordt zeer snel vermindert door vervuiling, veroudering, ...



Vandeputte Safety

3. Isolatie tegen verdamping

- De niet luchtdoorlatende kledij moet **waterdampdoorlatend** blijven zo niet zou er een microklimaat kunnen geschapen worden dat nog meer problemen zou kunnen stellen dan het klimaat buiten.
- Vochtige kledingstukken moeten zo snel mogelijk gedroogd worden.



Vandeputte Safety

4. Bescherming tegen koude

- De fabrikanten raadplegen om de nodige inlichtingen in te winnen betreffende:
 - de thermische isolatie
 - de doorlaatbaarheid voor waterdamp.
- De kledij die spontaan door de werknemers gebruikt wordt, is vaak te sterk isolerend, wat een overvloedige transpiratie in de hand werkt. Het kledingstuk wordt vochtig, ongezond, oncomfortabel en verliest zijn eigenschappen.
- Dit teveel aan kledij op het lichaam is vaak het gevolg van een tekort aan bescherming ter hoogte van de armen, de handen, de benen en de voeten. Het is noodzakelijk een coherente bescherming over het gehele lichaam te verzekeren.

5. Ondoorlatende kledij

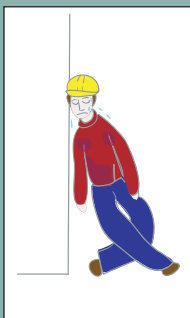
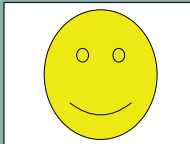
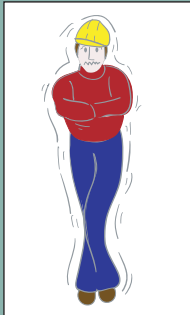
- Hermetische pakken worden gebruikt in de chemische-, kern-, farmaceutische-, elektronica-industrie...:
 - sommige laten totaal geen water of damp door
 - sommige worden van binnenuit geventileerd.
- Onder het pak ontstaat zeer snel een door waterdamp verzadigde omgeving die warmteverlies in belangrijke mate verhindert.
- De arbeidsduur moet beperkt worden om gevallen van hyperthermie te vermijden.
- Elk type pak en elke arbeidssituatie is een specifiek onderwerp en een **Expertise** (niveau 4) is voor ieder geval nodig om de toegelaten arbeidsomstandigheden te bepalen.



Vandeputte Safety

FICHE 13

GEVOLGEN VAN HET WERKEN BIJ KOUDE EN WARMTE



Schade	Beschrijving - ernst
Hypothermie	Wanneer de lichaamstemperatuur onder 35°C daalt, kunnen talrijke vitale functies worden bedreigd of zelfs beschadigd, dit wordt zeer ernstig onder 32°C.
Winterhanden - voeten	Wanneer de temperatuur van de vingers, de handen en de voeten daalt onder 15°C, ontstaat er een pijnlijke zwelling soms met blaren en kloven: gematigd ernstig
Rillingen	Onwillekeurige bewegingen van het lichaam wanneer het gevoel van koude te sterk wordt: ongemak, niet ernstig
Ongemak door koude	Gevoel van ongemak, zonder ernst, geassocieerd met een gemiddeld te lage huidtemperatuur
Comfort	Neutraal gevoel - noch warm noch koud - sterk in functie van het klimaat, de activiteit en de kledij
Ongemak door hitte	Gevoel van ongemak gepaard gaand met een gemiddelde te hoge huidtemperatuur en met een te overvloedige transpiratie
Belasting	Arbeidsituatie waarvoor de maximale arbeidsduur moet beperkt worden tussen 2 en 8 uur en dit omwille van een langzame opstapeling van warmte en/of een buitenmatige transpiratie
Deshydratatie	Vochtverlies van het organisme dat sommige fysiologische functies kan beïnvloeden. Het vochtverlies mag niet meer dan 3% van het lichaamsgewicht bedragen
Hyperthermie	Stijging van de lichaamstemperatuur boven 38°C
Hittekramp	Spiercontractie te wijten aan het verlies van zout in de spieren door transpiratie: niet ernstig maar zeer pijnlijk. Dit is een zeldzaam verschijnsel omwille van het overmatig gebruik van zout in de voeding
Syncope door de hitte	Daling van de bloeddruk en het bewustzijn te wijten aan het gelijktijdige toenemen van bloedcirculatie in de spieren en de huid en een relatief tekort van bloedcirculatie thv de hersenen. De ernst is afhankelijk van de omstandigheden (vallen, ...). Dit verschijnsel, dat op zich niet ernstig is, wijst op een duidelijke zwakte van de persoon
Hitteberoerte	Plotse blokkering van de transpiratieproductie met brutale stijging van de lichaamstemperatuur. Dit verschijnsel kan zich voordoen vanaf een lichaamstemperatuur van 39,5°C en is zeer ernstig wanneer de temperatuur oploopt tot 41, 42 °C
Onmiddellijk ongemak	Arbeidsituatie waarbij de lichaamstemperatuur van de werknemer in minder dan 30 minuten met 1°C kan stijgen. Onmiddellijk medisch toezicht is noodzakelijk.

FICHE 14

REGLEMENTERING



Deze fiche werd opgesteld op basis van Koninklijk besluit betreffende de thermische omgevingsfactoren. (op de wet van 4 juni 2012 met betrekking tot thermische omgevingsfactoren, gepubliceerd in het Belgisch Staatsblad van 21 juni 2012. Dit KB bestaat uit het hoofdstuk II Thermische Omgevingsfactoren Titel IV Milieu factoren en fysieke agentia van de welzijnswet. Zij geeft een beknopte samenvatting van de tekst die in extenso moet worden geraadpleegd. Een brochure met meer informatie over dit KB betreffende thermische omgevingsfactoren is ook beschikbaar bij de FOD Werkgelegenheid, Arbeid en Sociaal Overleg (<http://www.werk.belgie.be/>)

Dit Koninklijk Besluit meer bepaald de waarden van de blootstelling heeft voornamelijk betrekking op de situatie van thermische belasting, koude of warmte, anderzijds de situaties die een risico voor de gezondheid van de werknemers kunnen betekenen.

In het algemeen, betreffen de meeste problemen in verband met thermische omgeving in de ondernemingen vooral thermische oncomfortabele situaties.

Als de actiewaarden voor blootstelling overschreden worden, is er een risico voor de gezondheid van de werknemer. Dit risico moet bepaald worden op basis van de risicoanalyse, waaruit passende preventiemaatregelen zullen bepaald worden.

Als deze actiewaarden voor blootstelling niet overschreden worden en er bestaat een probleem met de thermische omgeving, is het belangrijk oplossingen te vinden voor dit probleem voor eenderzijds het welzijn van de werknemers, maar daarnaast ook voor de efficiënte en de kwaliteit van het werk.

Een Koninklijk Besluit met betrekking tot arbeidsplaatsen zal binnenkort beschikbaar zijn en zal in het bijzonder de modaliteiten voor de temperatuur nauwkeuriger uitwerken.

De ISO 7730 norm "Gematigde thermische binnenomstandigheden. Bepalingen van de PMV- en de PPD waarden en specificaties van de voorwaarden voor thermische behaaglijkheid" is de geraadpleegde referentie om de thermische oncomfortabele situaties aan te pakken (zie Fiche 20).

Afdeling I.- Toepassingsgebied en definities

Afdeling II.- Risicoanalyse en preventiemaatregelen

De werkgever voert een risicoanalyse uit van de thermische omgevingsfactoren van technologische of klimatologische aard die aanwezig zijn op de arbeidsplaats, waarbij hij rekening houdt met de volgende factoren:

- 1° de luchttemperatuur, uitgedrukt in graden Celsius;
- 2° de relatieve luchtvochtigheid, uitgedrukt in percentage;
- 3° de luchtstroomsnelheid, uitgedrukt in meter per seconde;
- 4° de thermische straling veroorzaakt door de zon of door technologische omstandigheden;
- 5° de fysieke werkbelasting, geëvalueerd door de per seconde te produceren energie, nodig om een werk uit te voeren, en berekend in watt. Voor een continu werk van 8 uren, kan de fysieke belasting gekwalificeerd worden als zeer licht (minder dan 117 watt), licht (117 tot 234 watt), halfzwaar (235 tot 360 watt), zwaar (361 tot 468 watt) en zeer zwaar (meer dan 468 watt);

- 6° de gebruikte werkmethodes en arbeidsmiddelen;
- 7° de eigenschappen van de werkkledij en van de persoonlijke beschermingsmiddelen;
- 8° de combinatie van al deze factoren.

De risicoanalyse houdt rekening met de evolutie van deze factoren tijdens de werkduur, met frequent wisselende arbeidsomstandigheden en met seizoen-schommelingen.

In het kader van de risicoanalyse, evalueert de werkgever de thermische omgevingsfactoren en, indien nodig, meet hij ze.

Op grond van een risicoanalyse, stelt de werkgever, passende preventiemaatregelen vast.

Afdeling III.- Actiewaarden voor blootstelling

1. Voor de blootstelling aan koude

De actiewaarden worden voor blootstelling vastgesteld in functie van de fysieke werkbelasting.

De luchttemperatuur mag niet lager zijn dan:

- 18° C voor zeer licht werk
- 16° C voor licht werk
- 14° C voor halfzwaar werk
- 12° C voor zwaar werk
- 10° C voor zeer zwaar werk

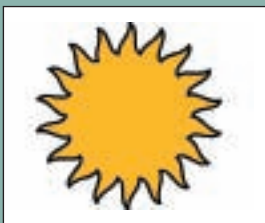


2. Voor de blootstelling aan warmte

De actiewaarden worden voor blootstelling vastgesteld uitgaande van de WBGT-index in functie van de fysieke werkbelasting.

De waarde van deze index mag niet hoger zijn dan:

- 29 voor zeer licht of licht werk;
- 26 voor halfzwaar werk;
- 22 voor zwaar werk;
- 18 voor zeer zwaar werk.



Fiche 21 legt de index voor thermische belasting WBGT uit en de manier om het te berekenen vanuit de klimatologische parameters ofwel het rechtstreeks te meten.

Afdeling IV. Programma van technische en organisatorische maatregelen

Wanneer de heersende temperaturen wegens technologische of klimatologische redenen de actiewaarden kunnen overschrijden, gaat de werkgever, op grond van de risicoanalyse, vooraf over tot de opstelling van een programma van technische en organisatorische maatregelen om de blootstelling aan, al naargelang het geval, koude of warmte en de daaruit voortvloeiende risico's te voorkomen of tot een minimum te beperken.

Dit programma heeft in het bijzonder betrekking op:

- technische maatregelen die inspelen op de klimatologische omgevingsfactoren
- het verlagen van de fysieke werkbelasting
- alternatieve werkmethode
- de beperking van de duur en intensiteit van de blootstelling;
- het aanpassen van de werkroosters
- het verschaffen van kledij
- het zonder kosten voor de werknemers ter beschikking stellen van aangepaste verfrissende of warme dranken.

De afwisseling van periodes van aanwezigheid op de werkpost met rusttijden wordt vastgesteld in de volgende volgorde:

- 1° de werkgever die de norm NBN EN ISO 7243, de norm NBN EN ISO 7933 of de norm NBN EN ISO 9886 toepast wordt vermoed passende maatregelen in verband met de afwisseling van periodes van aanwezigheid op de werkpost met rusttijden te hebben getroffen;
- 2° indien de werkgever de in 1° bedoelde normen niet wenst toe te passen, wordt de afwisseling van periodes van aanwezigheid op de werkpost met rusttijden vastgesteld na advies van de preventieadviseur-arbeidsgeneesheer en na het voorafgaand akkoord van de werknemersvertegenwoordigers in het comité, of bij ontstentenis de vakbondsafvaardiging;
- 3° indien de werkgever de in 1° bedoelde normen niet wenst toe te passen en indien de afwisseling van periodes van aanwezigheid op de werkpost met rusttijden niet kan bepaald worden in toepassing van 2°, wordt deze afwisseling vastgesteld overeenkomstig de bepalingen van een bij koninklijk besluit algemeen verbindend verklaarde collectieve arbeidsovereenkomst die gesloten werd in het paritair comité, waaronder de werkgever ressorteert voor zover deze bepalingen een bescherming bieden die vergelijkbaar is met deze bepaald in bijlage I;
- 4° indien de werkgever de in 1° bedoelde normen niet wenst toe te passen en indien de afwisseling van periodes van aanwezigheid op de werkpost met rusttijden niet kan bepaald worden in toepassing van 2° of 3°, past de werkgever de bepalingen toe opgenomen in bijlage I.

Afdeling V.- Maatregelen in geval van overmatige koude

Onderafdeling 1: Overmatige koude van technologische oorsprong

Wanneer de heersende temperaturen in gekoelde lokalen wegens technologische redenen lager zijn dan de minimale temperaturen neemt de werkgever de volgende maatregelen:

- 1° de werknemers worden voorzien van aangepaste werkkledij en persoonlijke beschermingsmiddelen;
- 2° de luchtstroomsnelheid in deze lokalen wordt, wanneer er werknemers aanwezig zijn, beperkt tot een minimumniveau dat compatibel is met de werking van de installaties;
- 3° er worden technische middelen voorzien om de beschermkledij na gebruik te drogen;
- 4° er worden zonder kosten voor de werknemers warme dranken ter beschikking van de werknemers gesteld.

Telkens de preventieadviseur-arbeidsgeneesheer het noodzakelijk oordeelt voor de gezondheid van de werknemers, voorziet de werkgever bovendien in een rusttijd in een rustlokaal.

Onderafdeling 2: Overmatige koude van klimatologische oorsprong

Tijdens de periode tussen 1 november en 31 maart van het daaropvolgend jaar worden de open werklokalen en de arbeidsplaatsen in open lucht van een voldoende aantal verwarmingsinrichtingen voorzien.

Wanneer het ingevolge de weersomstandigheden nodig blijkt en in elk geval wanneer de buitentemperatuur lager is dan 5 °C, moeten deze verwarmingsinrichtingen in werking worden gesteld.

Indien de vertegenwoordigers van de werknemers in het Comité, of bij ontstentenis de vakbondsafvaardiging, vooraf hun akkoord geven mogen deze verwarmingstoestel-

len worden opgesteld in lokalen, in voorlopige constructies of op andere plaatsen, ten einde de werknemers de mogelijkheid te bieden zich bij tussenpozen te verwarmen.

Bij een buitentemperatuur van minder dan 5 °C is het de exploitanten van winkels voor detailverkoop verboden werknemers tewerk te stellen aan toonbanken of winkelbanken die zich buiten en in de onmiddellijke nabijheid van de winkel bevinden.

Bij een buitentemperatuur van minder dan 10 °C moeten de aan voornoemde banken tewerkgestelde werknemers over een voldoende krachtige verwarmingsinrichting beschikken, tenzij maatregelen worden genomen waardoor deze werknemers zich geregeld en zo dikwijls als nodig kunnen verwarmen.

Bovendien beschikken die werknemers over een vloer, waardoor rechtstreeks contact met de grond wordt voorkomen, en worden ze zoveel mogelijk tegen weer en wind beschermd.

Deze werknemers mogen dergelijke arbeid niet verrichten vóór 8 uur of na 19 uur, ook niet langer dan 2 uur zonder onderbreking van ten minste één uur, noch meer dan 4 uren per dag.

Afdeling VI.- Maatregelen in geval van overmatige warmte

Onderafdeling 1: Overmatige warmte van technologische oorsprong

Wanneer in de gesloten werklokalen overmatige warmte van technologische oorsprong te wijten aan convectie wordt vastgesteld en de actiewaarden worden overschreden op het niveau van de werkpost met zwaarste last, plaatst de werkgever inrichtingen voor kunstmatige verluchting of een systeem van afzuiging, overeenkomstig de bepalingen betreffende de luchtverversing van de arbeidsplaatsen.

Wanneer de overmatige warmte van technologische oorsprong wordt veroorzaakt door stralingen en actiewaarden worden overschreden worden beveiligingsschermen of reflectorische beschermingskledij of beschermingskledij met een ingebouwd koelsysteem gebruikt. Indien de voorgeschreven maatregelen niet kunnen genomen worden of ondoeltreffend blijken, wordt de duur van de blootstelling aan de warmte verlaagd.

Deze verlaging gebeurt door aanwezigheden op de betrokken werkpost af te wisselen met rusttijden ter plaatse of in rustlokalen, die beantwoorden aan de voorschriften betreffende verpozingslokalen.

De afwisseling van de aanwezigheidstijd op de werkpost en de rusttijden wordt bepaald overeenkomstig artikel 6, §1, derde lid.

Bovendien zorgt de werkgever, zonder kosten voor de werknemers, voor de verdeling van verfrissende dranken, overeenkomstig het advies van de preventieadviseur-arbeidsgeneesheer, om het vochtverlies ten gevolge van de arbeidsomstandigheden te compenseren.

Onderafdeling 2: Overmatige warmte van klimatologische oorsprong

Wanneer de actiewaarden worden overschreden, neemt de werkgever de volgende maatregelen:

- 1° indien de overschrijding aanhoudt, installeert de werkgever binnen de 48 uur, na het ogenblik van de vaststelling van de overschrijding, in de werklokalen inrichtingen voor kunstmatige verluchting, overeenkomstig de bepalingen betreffende de luchtverversing van de arbeidsplaatsen;
- 2° indien nadat de in punt 1° vermelde termijn verstreken is, de overschrijding voortduurt, voert de werkgever een regime in van beperkte aanwezigheid op de werkpost en van rusttijden zoals voorzien in artikel 12, tweede en derde lid;

3° de werkgever zorgt, zonder kosten voor de werknemers, voor de verdeling van verfrissende dranken, overeenkomstig het advies van de preventieadviseur-arbeidsgeneesheer, om het vochtverlies ten gevolge van de arbeidsomstandigheden te compenseren.

Wanneer de overschrijding van de actiewaarden zowel haar oorsprong vindt in technologische factoren als klimatologische factoren past de werkgever de bepalingen toe van de artikelen 10 tot 12.

De werknemers worden tegen de zonnestraling beschermd door om het even welke installatie die zich daarvoor leent of door een aanpassing van de arbeidsorganisatie.

De werknemers blootgesteld aan rechtstreekse zonnestraling beschikken over collectieve of persoonlijke beschermingsmiddelen.

Onderafdeling 3: Korte blootstelling aan ernstige overmatige warmte bij interventies.

Bij een korte blootstelling aan een ernstige overmatige warmte bij interventies, worden de maximale blootstellingsduur en de organisatie van het werk vooraf vastgelegd door de preventieadviseur-arbeidsgeneesheer.

Deze laatste kan beslissen om tijdens de blootstelling over te gaan tot de monitoring van de fysiologische parameters van de betrokken werknemer, om aldus een overschrijding van de fysiologische limieten te vermijden.

Afdeling VII.- Gezondheidstoezicht

De werknemers worden onderworpen aan een passend gezondheidstoezicht, wanneer zij uit hoofde van hun normale dagtaak regelmatig, om technologische redenen worden blootgesteld aan:

1° koude, wanneer de temperatuur lager is dan 8 °C;

2° warmte, wanneer de actiewaarden bedoeld in artikel 5, §2, tweede lid worden overschreden.

Dit gezondheidstoezicht wordt uitgevoerd alvorens de werknemer te werk te stellen en wordt jaarlijks herhaald.

De werknemers worden onderworpen aan een passend gezondheidstoezicht, wanneer zij gewoonlijk buiten tewerkgesteld worden.

Afdeling VIII.- Werknemers die behoren tot bij-zonder gevoelige risico-groepen

Afdeling IX.- Voorlichting en opleiding van de werknemers

De werknemers die aan overmatige koude of warmte worden blootgesteld krijgen voorlichting en een opleiding in overeenstemming met deze risico's, inzonderheid betreffende:

1° de resultaten van de risicoanalyse, van de evaluaties en van de metingen van de blootstelling in toepassing van afdeling II en de letsels die deze blootstelling zou kunnen veroorzaken;

2° de actiewaarden bedoeld in de afdeling III;

3° de maatregelen die in toepassing van dit besluit genomen worden om de risico's te wijten aan een blootstelling aan koude of aan warmte te voorkomen of tot een minimum te beperken;

4° het belang van en de handelswijze voor het opsporen en het signaleren van lichamelijke symptomen te wijten aan overmatige koude of warmte;

5° het belang van de invloed van individuele eigenschappen op de thermische belasting;

- 6° veilige handelingen en professionele praktijken om de blootstelling tot een minimum te beperken;
- 7° de omstandigheden waarin de werknemers met toepassing van het koninklijk besluit van 28 mei 2003 betreffende het gezondheidstoezicht op werknemers recht hebben op gezondheidstoezicht.

Afdeling X.- Opheffings- en slotbepalingen

FICHE 15

DRANKEN

- **Deshydratatie vermijden:**

- een deshydratatie die 3 % van de lichaamsmassa bedraagt, veroorzaakt reeds een verhoging van de hartfrequentie en een vermindering van de gevoeligheid van het transpiratiesysteem.
- grenzen die de bescherming van 50% en 95% van de actieve bevolking verzekeren, worden derhalve voorgesteld. Het vochtverlies mag niet méér zijn dan
 - * 7,5% van de lichaamsmassa voor een gemiddeld persoon
 - * 5% van de lichaamsmassa voor 95% van de actieve bevolking

- **Dranken aanbieden**

- **belasting door koude**

- * warme dranken

- **belasting door hitte**

- * water of ongesuikerde en niet-koolzuurhoudende dranken van 10 -15°C

- **vermijd in beide gevallen:**

- * koolzuurhoudende dranken: maagstoornissen
- * gesuikerde dranken: obesitas op lange termijn
- * sterke koffie of thee: zenuwachtigheid
- * alcoholhoudende dranken
- * Ite koud water: vervangt zeer langzaam het verloren vocht
- verloren door transpireren, maagstoornissen
- * grote hoeveelheden in één keer: zware maag
- * gezouten water of zouttabletten: zoutverlies is aanvaardbaar, het is niet nodig een zoutsupplement te geven, behalve in uitzonderlijke steeds terugkerende omstandigheden.

- **Fontein met gekoeld water** installeren: 10-15°C, in de nabijheid van de arbeidsposten



FICHE 16

ARBEIDSORGANISATIE

1. Verbetering van de fysiologische tolerantie

• **Gewenning aan de warmte:**

- de gewenning aan de warmte bestaat uit een verbetering van de transpiratieproductie en de weerstand en wel door een herhaalde blootstelling van ongeveer 10 opeenvolgende dagen gedurende 2 tot 4 uur
- zij is specifiek voor de heersende omstandigheden (vochtig zonder straling of droog met straling)
- zonder blootstelling aan deze arbeidsomstandigheden verdwijnt zij na 15 dagen.

• **Gewenning aan de koude:**

- de gewenning aan de koude bestaat uit een verbetering van de cutane perifere vaatvernauwing (de handen blijven warmer) en de daling van de lichaamstemperatuur waarop rillingen ontstaan. Het gaat dus over een cardiovasculaire en cutane aanpassing.

2. Plannen van de werkzaamheden

- Plannen van de buitenwerkzaamheden gedurende het warme seizoen.
- Plannen van de “warme” werkzaamheden gedurende het frisse of koude seizoen.
- Plannen van zware en warme werkzaamheden op het meest koele ogenblik van de dag.
- Herziening van de werkuren tijdens de warme periode.



3. Optimalisering van de werk-rust cyclus

- Gedurende het werk in een zeer koude omgeving (koelkamers) moeten er rustperiodes van 15 tot 30 minuten ingelast worden: in een warme omgeving, met warme dranken, met regelmatige tussenposen (30 tot 45 minuten).
- Korte rustperiodes (10 minuten) moeten op gelijkmatige wijze ingelast worden gedurende het werk in een warme omgeving. De indeling van deze rustperiodes moet opgesteld worden op basis van de evolutie van de transpiratieproductie en van de centrale lichaamstemperatuur.
- De werknemers moeten opgeleid worden om de symptomen van onpasselijkheid te herkennen (te hoge hartfrequentie, duizeligheid, krampen, abnormale transpiratie, ...) en hen toelaten het werk stop te zetten zodra deze symptomen zich voordoen.
- Het is noodzakelijk elke factor – onder andere van financiële aard (premies) - die het nemen van risico's zou kunnen doen toenemen af te schaffen.



FICHE 17

GEZONDHEIDSTOEZICHT

De legale voorschriften hieronder opgenomen zijn voorafgaand aan de voorschriften van het Koninklijk Besluit van 28 mei 2003 (BS van 16 juni 2003) betreffende het gezondheidstoezicht op de werknemers.

- dit KB gebruikt de woordenschat opgenomen in de Europese richtlijnen en wijkt dus af van deze die in het verleden in België gebruikt werd.

Oude terminologie	Nieuw terminologie
geneeskundig toezicht	gezondheidstoezicht
periodiek geneeskundig toezicht	periodieke gezondheidsbeoordeling
medisch onderzoek	gezondheidsbeoordeling
voorafgaand medisch onderzoek	voorafgaande gezondheidsbeoordeling
periodiek medisch onderzoek	periodieke gezondheidsbeoordeling
medisch onderzoek bij werkhervatting	onderzoek bij werkhervatting
medisch dossier	gezondheidsdossier
kaart van medisch onderzoek	formulier voor de gezondheidsbeoordeling
onderzoek bij indienstneming	voorafgaande gezondheidsbeoordeling

1. Selectie van de werknemers

- Besluiten tot een definitieve verwijdering van werknemers die lijden aan:
 - congenitale deficiëntie van het transpiratiesysteem
 - slecht gestabiliseerde of gevorderde diabetes
 - ernstige hartstoornissen.
- Besluiten tot een voorwaardelijke verwijdering bij pathologieën zoals:
 - cardio-vasculaire antecedenten
 - hypertensie
 - respiratoire aandoeningen
 - diabetes
 - alcoholisme
 - huidziekten
 - specifieke medicamenteuze behandelingen
 - onvoldoende fysieke conditie
 - antecedenten bij werken in de hitte.
- Het is aan de arbeidsgeneesheer om zich uit te spreken over ieder geval in het bijzonder, in functie van de specificiteit van elke persoon en over de te verwezenlijken arbeid.



2. Opleiding van de werknemers en van de staf

- Een opleiding en informatie, aangepast aan de verschillende gevallen, moeten regelmatig verstrekt worden. Zij hebben betrekking op:
 - de aard en de ernst van de belasting waaraan de werknemers worden blootgesteld
 - de aard en de voortekenen van hitte-intolerantie
 - het acclimatiseringsproces

- de omstandigheden die ertoe moeten aanzetten de blootstellingsduur te verminderen:
 - * de eerste dagen na terugkeer uit verlof, of na werkhervatting na ziekteverlof
 - * een koortsig gevoel of het gevoel dat men griepig wordt
 - * het gebruik van medicatie voor de behandeling van aandoeningen van de bovenste luchtwegen
 - * acuut gebruik van alcohol de vorige dag of tijdens de voorafgaande uren
 - * een gevoel van zware vermoeidheid
- het belang om frequente en korte rusttijden in te lassen bij een langdurige blootstelling aan hitte
- de risico's van geïsoleerd werken in zeer warme zones.

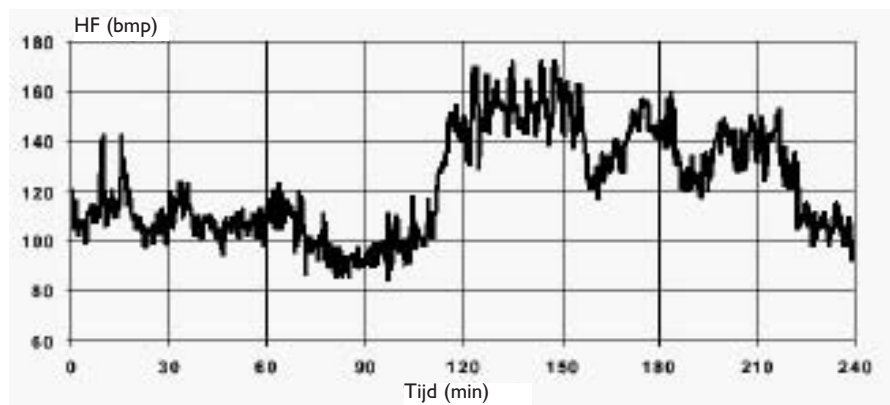
3. Periodiek toezicht

- Het periodiek medisch toezicht bestaat er voornamelijk uit een balans te maken van de gezondheidsevolutie van de werknemer, van zijn chronische ziektes, van de integriteit van zijn cardio-vasculair en thermo-regulatiesysteem ... door een gedetailleerde anamnese.



4. Monitoring tijdens een blootstelling

- **Toezicht op de werkplaats** is vereist in de volgende gevallen:
 - uitzonderlijke blootstelling die ernstig kan zijn, bij een bijzonder onderhoudswerk bijvoorbeeld
 - terugkerende blootstelling waarvoor de voorziene maximale arbeidsduur minder is dan 30 minuten, want in dat geval spelen de interindividuele verschillen een aanzienlijke rol
 - blootstelling van specifieke werknemers, zoals personen met een zeker handicap, jongere of oudere personen ...
- **Monitoring van de hartfrequentie:**
 - de monitoring moet bij voorkeur onafgebroken gebeuren, door het gebruik van de draagbare systemen die sinds de jaren 1990 worden gebruikt bij sport en ontspanning. Bij gebrek hieraan moet de onderbroken registratie erin bestaan de hartfrequentie om de 15 seconden te noteren.



- de monitoring moet
 - * een periode van 10 à 15 minuten voor het begin van het werk omvatten, om zodoende een basislijn te kennen
 - * de werkelijke duur van het werk omvatten
 - * een zo lang mogelijke periode na het werk omvatten, periode gedurende dewelke de werknemer recupereert.
- Limietcriteria:
 - * de **maximale toegestane** waarde, op onregelmatige wijze, op de werkplaats is de maximale HF van de persoon, verminderd met 20 slagen per minuut, dus:
200 - leeftijd van de persoon
 - * hoe langer het werk duurt, hoe kleiner de gemiddelde waarde tijdens het werk moet zijn, zoals onderstaande tabel aantoont:

Duur (minuten)	5	10	20	40	80
HF	190-Leeftijd	190-Leeftijd	180-Leeftijd	170-Leeftijd	160-Leeftijd

- * de **gemiddelde waarde** op de 3de, 4de en 5de minuut van de recuperatie, als de werknemer zittend is blijven rusten, moet lager zijn dan 110 bpm, of beter, lager dan de hartfrequentie in rust + 30 bpm.

• Monitoring van de centrale lichaamstemperatuur:

- monitoring van de centrale lichaamstemperatuur kan als volgt worden uitgevoerd:
 - * in continu, door het opnemen van de rectale temperatuur in dezelfde omstandigheden als de hartfrequentie
 - * of discontinu door het opnemen van de temperatuur onder de tong, vóór, tijdens en na (recuperatie) het werk:
 - indien de temperatuur in de omgeving waar de meting gebeurt hoger is dan 18°C. Deze techniek is dus niet van toepassing in een koude omgeving
 - na 5 minuten met gesloten mond, dit om de temperatuur onder de tong te stabiliseren
 - minstens 15 minuten na de inname van dranken
- limietcriteria:
 - * de maximale waarden in warme omgeving zijn:
 - voor de rectale temperatuur: 38°C
 - voor de orale temperatuur: 38,5°C. Men kan een hogere mondtemperatuur tolereren omdat deze de temperatuur van het bloed en dus van de centra van thermoregulatie beter weergeeft.
 - * de minimale waarde in een koude omgeving is 36°C voor de rectale temperatuur

• Monitoring van gewichtsverlies:

- de controle van het vochtverlies moet gebeuren met een weegschaal die in staat is tot 120 kg te wegen met een nauwkeurigheid van ± 50 gr.
- het wegen moet gebeuren aan het begin en aan het einde van iedere dag. De werknemer zal telkens op strikt dezelfde wijze gekleed zijn, en bij voorkeur ontkleed
- het is noodzakelijk om precies te wegen wat de werknemer eet en drinkt, en eveneens zijn uitwerpselen tijdens deze periode (draagbare chemische WC)
- limietcriteria:
 - * het vochtverlies zou niet meer dan 5 % van het lichaamsgewicht mogen overschrijden, zodat het reële gewichtsverlies, rekening houdend met wat 95 % van de werknemers in deze omstandigheden over het algemeen drinken, geen 3 % van het lichaamsgewicht overschrijdt.



FICHE 18

AANBEVELINGEN VOOR DE METINGEN

1. Meting van de temperatuur van de lucht: t_a (°C)

• **Kwalitatieve metingen op lange termijn:**

- een thermohygrograaf of een datalogger, geplaatst op de arbeidspost gedurende 1 tot 2 weken, laat toe de temperatuurvariaties in de loop van de tijd te bestuderen en een representatieve periode gedurende dewelke correcte kwantitatieve metingen kunnen gedaan worden te bepalen.

• **Kwantitatieve metingen:**

- gerichte metingen kunnen gedurende deze representatieve periode gedaan worden door het gebruik van een kwikthermometer, een elektronisch toestel of een geijkte psychrometer
- het meettoestel wordt geplaatst op de arbeidspost, op een hoogte van 1,5 m, op voldoende afstand van de werknemers. De sonde wordt beschermd tegen straling (zon, oven...), door een scherm, de hand of een blad papier
- de stabilisatietijd hangt af van het toestel:
 - * 3 tot 5 minuten voor een psychrometer
 - * 8 tot 10 minuten voor een kwikthermometer
 - * enkele seconden tot 10 minuten voor een elektronisch toestel
- de gewenste nauwkeurigheid is 0,2°C tussen 10 en 30°C en 0,5°C daarbuiten.

2. Meting van de luchtvochtigheid

• **Kwalitatieve metingen op lange termijn:**

- de thermohygrograaf of de datalogger, geplaatst op de arbeidsplaats gedurende 1 tot 2 weken, laat eveneens toe de variaties in relatieve vochtigheid in de loop van de tijd te bestuderen en een representatieve periode te bepalen gedurende dewelke correcte kwantitatieve metingen kunnen worden uitgevoerd.

• **Kwantitatieve metingen:**

- gerichte metingen kunnen worden uitgevoerd gedurende deze representatieve periode, door middel van:
 - * een hygrometer die de relatieve vochtigheid (RH %) meet
 - het toestel wordt op de arbeidspost op 1,5 m hoogte geplaatst, op voldoende afstand van de werknemers, de sonde wordt tegen straling (zon, oven...) beschermd door een scherm, de hand of een blad papier,
 - de stabilisatietijd hangt af van de responstijd van het toestel,
 - de gewenste nauwkeurigheid is 5 %
 - * een psychrometer die de vochtige temperatuur (t_n °C) meet:
 - de vochtige temperatuur kan worden omgezet in relatieve vochtigheid (rekening houdend met de temperatuur van de lucht) door middel van het informatica programma of door middel van het psychrometrische diagram voorgesteld in fiche 10.
- Dit programma is ook beschikbaar op volgende website:

<http://www.deparisnet.be/chaleur/Chaleur.htm>



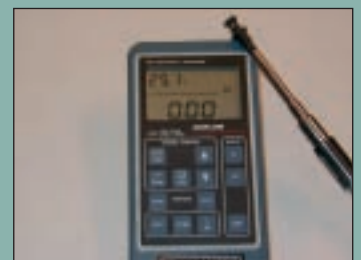
3. Meting van de thermische straling

- Het meest gebruikte toestel is de zwarte bol thermometer die de **temperatuur van de zwarte bol** (t_g °C) meet. De bol moet een diameter van 15 cm hebben en mat zwart geschilderd zijn. Indien de diameter verschillend is van 15 cm, moet een correctie worden uitgevoerd (in functie van de temperatuur van de lucht en de snelheid). De temperatuur van de zwarte bol kan berekend worden door het programma beschikbaar op volgende website:
<http://www.deparisnet.be/chaleur/Chaleur.htm>
- het toestel wordt op de arbeidspost geplaatst, op 1,5 m hoogte, steeds op voldoende afstand van de werknemers
- de stabilisatietijd van het toestel varieert van 15 tot 30 minuten al naar gelang de te meten straling en het apparaat zelf. De straling moet constant blijven tijdens dit tijdsinterval. Indien er schommelingen optreden heeft de meting geen nut en moet er meer gespecialiseerde apparatuur gebruikt worden.
- **Vlakke stralingstemperatuur:**
 - de meting van vlakke stralingstemperaturen vereist dure en gesofistikeerde meettoestellen en technieken die slechts in niveau 4, **Expertise**, moeten worden aangewend. Wij zullen deze hier dus niet verder bespreken.
- **Gemiddelde stralingstemperatuur (t_r °C):**
 - dit is de temperatuur van de zwarte, matte bol met grote diameter, gericht op de persoon, die met deze laatste door straling dezelfde hoeveelheid warmte uitwisselt als de werkomgeving. Deze temperatuur kan geschat worden vanaf de parameters t_g , t_a en v_a .



4. Meting van de luchtsnelheid: v_a (m/s)

- Het gebruikte gamma luchtsnelheden gaat van 0 tot 2 m/s, zelfs 5 m/s.
- De anemometers met schoepen laten niet toe snelheden te meten die lager zijn dan 0,5 m/s en kunnen bijgevolg niet worden gebruikt.
- De hittedraadanemometer kan gebruikt worden volgens volgende procedure:
 - plaats het toestel gedurende 10 minuten in de werkomgeving zodat het zich stabiliseert op de temperatuur van deze omgeving
 - plaats de sonde achtereenvolgens op verschillende plaatsen op de arbeidspost, georiënteerd in de richting van de luchtstroom (zoek deze richting door de sonde te doen draaien en zoek ondertussen naar de hoogste snelheid)
 - lees gedurende de meest voorkomende minimum en maximum snelheden over een periode van 5 seconden en bereken er het wiskundig gemiddelde van (opgepast: de afleeschaal is in het algemeen niet rechtlijnig)
 - in het bijzonder voor de comfort omstandigheden: herhaal de meting ter hoogte van de romp, het hoofd en de benen,



5. Meting van de natuurlijke vochtige temperatuur: t_{wb} (°C)

Deze temperatuur intervenueert bij de berekening van de WBGT index (zie Fiche 21).

- Het verdient geen aanbeveling deze t_{wb} rechtstreeks te meten omwille van het feit:
 - dat het gaat om een globale meting die niet fysisch bepaald is
 - gedaan door middel van weinig gestandaardiseerde apparatuur
 - die de primaire klimaatsgegevens verdoezelt.
- Het verdient aanbeveling de temperatuur van de lucht en de luchtvochtigheid, de temperatuur van de zwarte bol en de luchtsnelheid afzonderlijk te meten en vervolgens de t_{wb} en de WBGT index te schatten door middel van het programma beschikbaar op volgende website:

<http://www.deparisnet.be/chaleur/Chaleur.htm>

FICHE 19

ORDE VAN GROOTTE VAN DE STRALING

1. Zonnestraling

- De verschillen ($t_g - t_a$) zijn afhankelijk van de temperatuur, de lichtsnelheid, de tijd en de stand van de zon. De volgende waarden worden dus slechts ter informatie gegeven:
 - rechtstreekse zonnestraling buiten: $t_g - t_a = 15$ tot 25°C
 - binnen in een bureel:



Vensters	Zonnestraling	Louvedrapes	Afstand van de vensters	$t_g - t_a$ $^\circ\text{C}$
-	Geen	-	-	0
Gesloten	Indirect (schaduw)	Ja	2 m	1
Gesloten	Direct (zon)	Ja	1 m	3
Open of gesloten	Indirect (schaduw)	Neen	2 m	2
Gesloten	Direct (zon)	Neen	1 m	14
Open	Direct (zon)	Neen	1 m	20

2. Machinestraling

- De verschillen ($t_g - t_a$) zijn afhankelijk van de arbeidssituatie en worden dus slechts ter informatie gegeven:



Straling	Omstandigheden	$t_g - t_a$ $^\circ\text{C}$
verwaarloosbaar	Geen warmtebron verbonden met het fabricageproces	5
zwak	Uitrusting (apparatuur, machines...) met warmteproductie in de arbeidszone	5 tot 20
matig	Kort bij warme oppervlakken zoals verwarmingsketels of hardingsovens in de glasnijverheid	10 tot 15
hoog	Dichtbij (2 tot 5 m) zeer hete oppervlakken (temperatuur 200 tot 500°C)	15 tot 18
zeer hoog	Heel dichtbij (< 2 m) zeer hete oppervlakken zoals staalplaten, gesmolten gietijzer ...	18 tot 20

• Evaluatie gebaseerd op het thermisch gevoel

- in functie van de tijd gedurende dewelke de thermische straling door de hand kan verdragen worden zonder dat er een gevoel van verbranding optreedt.

Duur (seconden)	t_g ($^\circ\text{C}$)
240	55
50	70
20	90

FICHE 20

INDEXEN VAN THERMISCH COMFORT

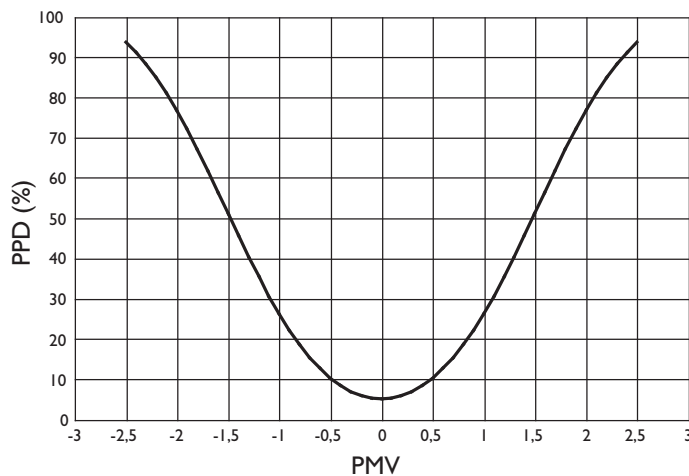
De **PMV** en **PPD** indexen worden beschreven in de ISO 7730 norm "Gematigde thermische binnenomstandigheden. Bepalingen van de PMV- en de PPD waarden en specificaties van de voorwaarden voor thermische behaaglijkheid".

- De **PMV (Predicted Mean Vote)** index voorspelt de gemiddelde waarde van de stemmen van een grote groep personen op een thermische gevoeligheidsschaal met volgende 7 punten:

* +3	heel warm
* +2	warm
* +1	lichtjes warm
* 0	noch warm, noch koud
* -1	lichtjes koud
* -2	koud
* -3	heel koud

Hij is gebaseerd op de vergelijking van de warmtebalans en wordt bepaald in functie van het metabolisme, de isolatie door de kledij en de vier klimaatsparameters (t_a , t_g , t_h , v_a).

- De **PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied)** index voorspelt kwantitatief het percentage van ontevreden personen, omdat zij de thermische omgeving te warm of te koud vinden en die -3, -2, +2, +3 zouden stemmen.
- Onderstaande figuur toont de overeenstemming tussen de indexen PMV en PPD.



Men merkt op dat:

- in de optimale situatie (PMV = 0, noch warm noch koud), het ontevredenheidspercentage 5 % bedraagt bij personen in dezelfde omstandigheden: thermisch, metabolisch en kledij
- het ontevredenheidspercentage op dezelfde wijze stijgt wanneer de PMV afwijkt van 0 naar koud en warm.



Optimale waarden:

- Om een toestand van thermisch welbehagen te bereiken, is het aanbevolen dat:
 - de PPD lager is dan 10 %
 - * hetgeen overeenstemt met een PMV tussen -0,5 en +0,5.
- Bovendien is het aanbevolen dat:
 - de luchtsnelheid onder 0,5 m/sec blijft
 - de relatieve vochtigheid zich tussen 30 en 70 % situeert
 - * om biologische problemen te vermijden (schimmels...) is het dikwijls aangera- den 50 % niet te overschrijden
 - het temperatuurverschil tussen 1,1 m en 0,1 m van de grond lager dan 3°C bedraagt,
 - de temperatuur van het grondoppervlak zich bevindt tussen 19 en 26°C.
- Deze indexen kunnen berekend worden aan de hand van het programma beschik- baar op volgende website:

<http://www.deparisnet.be/chaleur/Chaleur.htm>

Voorbeeld: secretariaatswerk in de zomer (170 W):

- $t_a = 30^\circ\text{C}$, $t_g = t_a$ (geen straling), $v_a = 0,2$ m/s, RH = 50 %
- kledij: hemd met korte mouwen zonder das: 0,6 clo
- PMV = 1,8 (warm) PPD = 66 %

De situatie wordt als zeer onaangenaam ervaren.

Om comfort te verzekeren (PPD = 10 %) moet de temperatuur van de lucht op ongeveer 24°C worden teruggebracht (of de arbeidslast en/of de kledij vermin- derd).

FICHE 21

WBGT INDEX

De **WBGT** index is beschreven in de **ISO 7243** norm "Hete omgevingsomstandigheden Bepaling van de externe warmtebelasting van werkende mensen, gebaseerd op de WBGT-index (Wet Bulb Globe Temperature)".

- Hij wordt voorgesteld als een **eerste benadering** van de arbeidsomstandigheden bij hitte. Indien de referentiewaarden overschreden worden, moet een meer gedetailleerde analyse worden uitgevoerd op basis van de *Predicted Heat Strain index* (zie Fiche 22).
- Hij wordt **toegepast** voor de evaluatie van de gemiddelde invloed van de warmte op de mens gedurende een representatieve periode van zijn activiteit
 - maar niet voor de evaluatie van de thermische belasting tijdens zeer korte periodes
 - noch voor de evaluatie van de thermische belasting in omstandigheden die dicht bij de comfortzone liggen.

- De WBGT index wordt als volgt bepaald:

$$\begin{aligned} \text{WBGT} &= 0,7 t_{wb} + 0,3 t_g && \text{(zonder zonnestraling)} \\ &= 0,7 t_{wb} + 0,2 t_g + 0,1 t_a && \text{(met zonnestraling)} \end{aligned}$$

waar:

t_{wb} = de natuurlijke vochtigheidstemperatuur

t_g = de temperatuur van de zwarte bol (met 15 cm diameter)

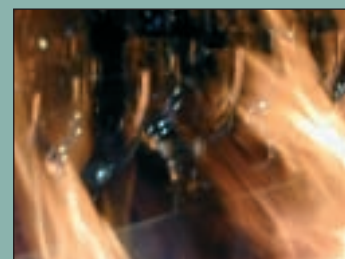
t_a = de temperatuur van de lucht.

- De WBGT index **mag NIET verward worden** met een temperatuur. De volgende tabel geeft enkele orden van grootte in kantoren en in ateliers en illustreert de verschillen.

Situatie	t_a (°C)	t_g (°C)	RH (%)	v_a (m/s)	WBGT
Kantoor in de winter	22	22	40	0,15	16,8
Kantoor in de zomer	30	30	30	0,15	22,2
Gesloten atelier	35	35	30	0,15	26,3
Zonnig atelier	35	51	36	0,10	35,0

- Er wordt aangeraden de natuurlijke vochtigheidstemperatuur **NIET rechtstreeks** te meten (Fiche 18), maar t_a , RH of t_h , t_g en v_a afzonderlijk te meten.
- De **reglementering** bepaalt de maximale waarden van de WBGT in functie van de fysieke arbeidsbelasting (Fiche 14).
- De WBGT index kan worden berekend aan de hand van het informatica programma beschikbaar op volgende website:

<http://www.deparisnet.be/chaleur/Chaleur.htm>



FICHE 22

PREDICTED HEAT STRAIN (PHS) INDEX



De **PHS index** is beschreven in de **ISO 7933** norm "Hete klimaatomstandigheden – Analytische bepaling en interpretatie van de warmte-belasting met behulp van de berekening van de Predicted Heat Strain, dat een mathematisch model is van het fysiologisch gedrag van de gemiddelde mens bij hitte.

- Deze methode laat een **nauwkeuriger benadering** toe dan de methode die gebaseerd is op de WBGT index
- Vanaf de 6 ingangsfactoren (t_a , RH, t_{sk} , v_a , M, I_{cl}) voorspelt hij de evolutie in de tijd
 - van het transpireren
 - van de centrale lichaamstemperatuur.
- De voorspelde waarden op een bepaald ogenblik houden rekening:
 - niet alleen met de klimatologische en de arbeidsomstandigheden op dat moment
 - maar ook met de gehele voorafgaande blootstellingsgeschiedenis van de persoon.
- Het informaticaprogramma laat toe de maximale toegelaten arbeidstijd te bepalen (DLE = toegelaten blootstellingsduur) opdat
 - 95 % van de personen geen enkel risico op belangrijke deshydratie zouden lopen (Fiche 15)
 - de gemiddelde persoon een centrale lichaamstemperatuur van 38°C niet zou bereiken.
- Dit programma is beschikbaar op de volgende website:

<http://www.deparisnet.be/chaleur/Chaleur.htm>

FICHE 23

OPTIMALISEREN VAN RUSTPAUZES

De hierna volgende factoren komen overeen met een werkperiode van 120 minuten gevolgd door een rustperiode van 30 minuten:

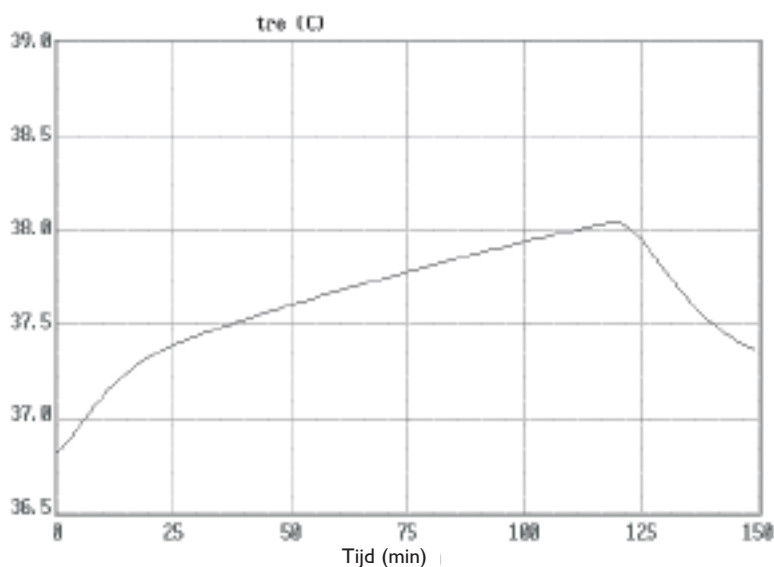
	Werk	Rust
Duur van het werk	120 min	30 min
t_a	35°C	28°C
t_g	38°C	28°C
RH	50%	50%
v_a	0,3 m/s	0,15 m/s
M	300 W	100 W
I_{cl}	0.6 clo	0,6 clo

Voor een persoon die niet gewend is aan het werken in hitte geeft figuur 1 de evolutie van de rectale temperatuur (t_{re}). Deze rectale temperatuur is een indicatie voor de centrale temperatuur. Men bemerkt dat de grens van 38 °C wordt overschreden na 112 minuten. Figuur 2 toont de evolutie van het transpireren (SW_p).

Figuur 3 toont dat de grens van 38°C niet meer wordt overschreden indien het werk zo wordt gereorganiseerd dat de 30 minuten rust verdeeld worden over 3 periodes van 10 minuten, telkens na een werkperiode van 40 minuten, in dezelfde *klimatologische omstandigheden*. Figuur 4 toont de evolutie van het transpireren in deze situatie.

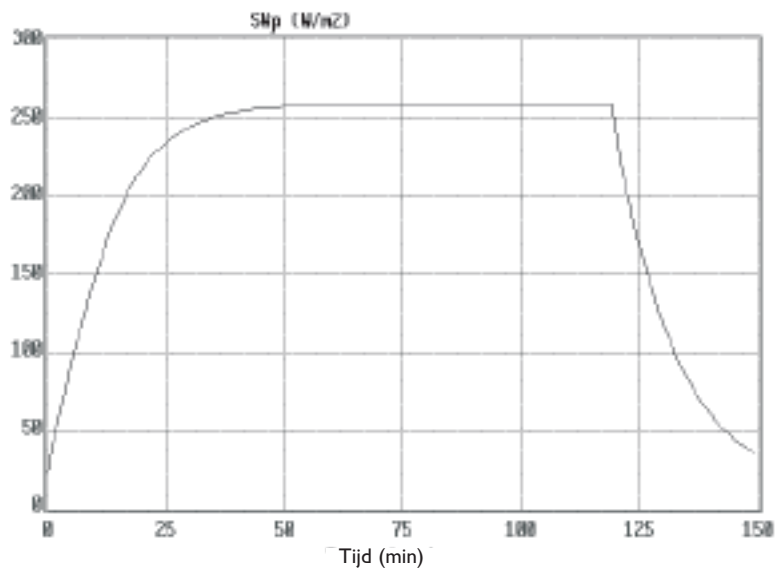
Figuur 1 - Evolutie van de rectale temperatuur:

Voorbeeld van een werkperiode van 120 minuten gevolgd door een rustperiode van 30 minuten



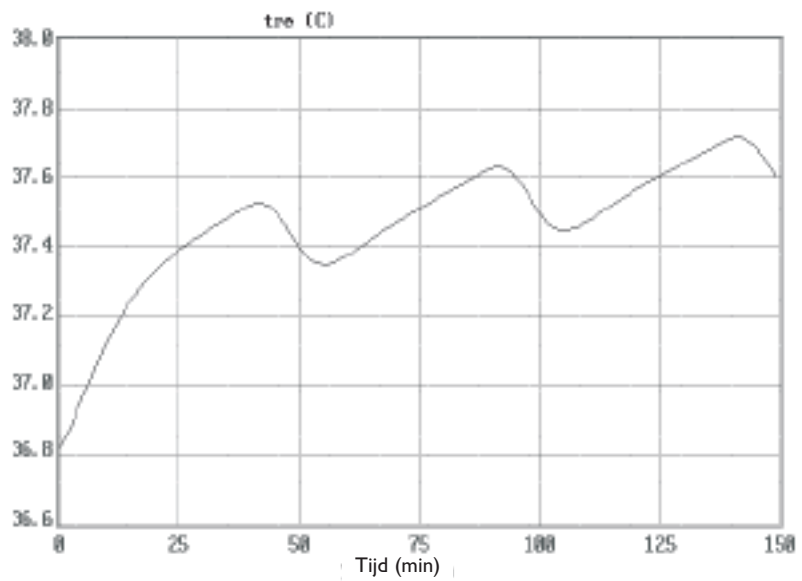
Figuur 2 - Evolutie van het transpireren:

Voorbeeld van een werkperiode van 120 minuten gevolgd door een rustperiode van 30 minuten



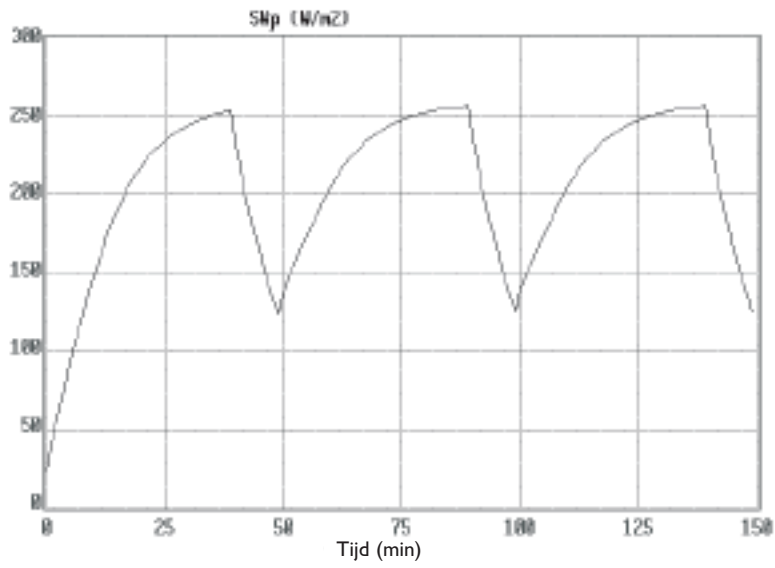
Figuur 3 - Evolutie van de rectale temperatuur:

Voorbeeld van 3 werkperiodes van 40 minuten met 3 ingelaste rustperiodes van 10 minuten



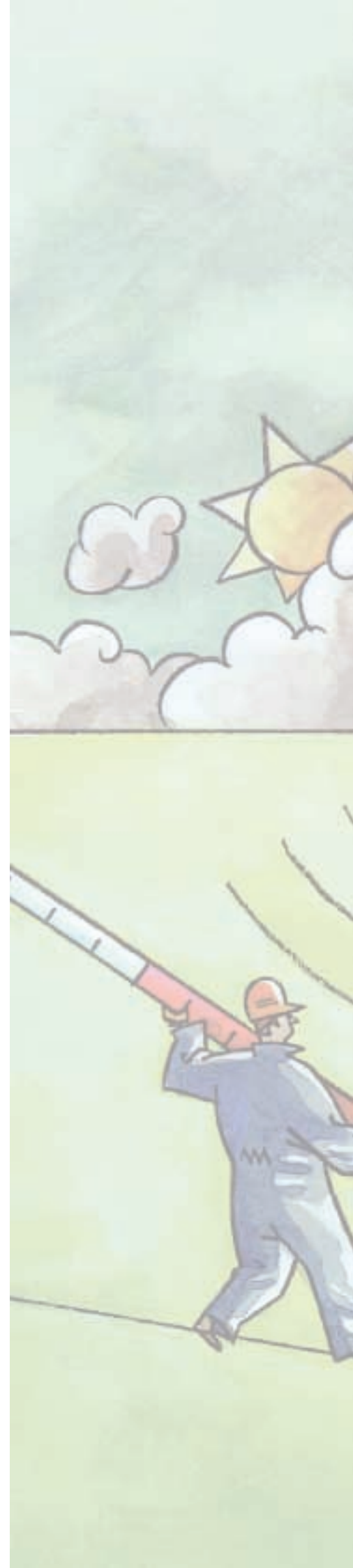
Figuur 4 - Evolutie van het transpireren:

Voorbeeld van 3 werkperiodes van 40 minuten met
3 ingelaste rustperiodes van 10 minuten



REFERENTIES

- Faye C., Libert B. (1996) Travail à la chaleur avec port de combinaisons étanches - Expérimentation et modélisation. Mémoire commun de Licence en Ergonomie et de Licence en Médecine du Travail, Université catholique de Louvain, Bruxelles.
- Holmér I. (1994) Work in cold environments. Nordic Institute for Advanced Training in Occupational Health, Investigation report 31.
- Koninklijk besluit (28 mei 2003) betreffende het gezondheidstoezicht op de werknemers (BS 16.06.2003)
- Mairiaux Ph., Malchaire J. (1990) Le travail en ambiance chaude. Paris, Ed. Masson, pp.172.
- Malchaire J. (1988) Méthodologie générale d'interprétation des enregistrements continus de fréquence cardiaque aux postes de travail. Cah. Méd. Trav., Vol XXV, 4 : 181-186.
- Ministerul Muncii si Protectiei Sociale, Norme generale de protectie a muncii. Bucarest, Roumanie, 1996, p. 110.
- Mueller B.H., Peters H., Hettinger Th. (1990) Übersichtstabellen zur Belastungssituation am Arbeitsplatz Eisen- und Stahlindustrie. Band I. Forschungsanwendung Nr 23. Hrsg. Bundesanstalt fuer Arbeitsschutz. Bremerhaven:Wirtschaftsverslag NW.
- NBN EN ISO 7726 (2001) Ergonomie van de thermische omgeving - Instrumenten voor het meten van fysische grootheden (ISO 7726:1998)
- NBN EN ISO 7933 (2004) Klimaatomstandigheden - Analytische bepaling en interpretatie van warmtebelasting met behulp van een berekening van de voorspelbare warmtebelasting (ISO 7933:2004)
 - * publicatie in herziening: ISO / CD 7933: Ergonomics of the thermal environment: Analytical determination and interpretation of heat stress using calculation of the Predicted Heat Strain
- NBN EN ISO 7730 (1996) Gematigde thermische binnencondities - Bepaling van de PMV- en de PPD-waarde en specificatie van de voorwaarden voor thermische behaaglijkheid (ISO 7730:1994)
- NBN EN 27243 (1994) Warme omgevingen - Ramen van de thermische externe belastingen van de mens aan het werk, gegrond op de WBGT-index (natte temperatuur en temperatuur van de zwarte bol) (ISO 7243 : 1989)
- NBN EN ISO 7726 (2001) Ergonomie van de thermische omgeving - Instrumenten voor het meten van fysische grootheden (ISO 7726:1998)
- NBN EN ISO 9920 (2003) Ergonomie van de thermische omgeving - Bepaling van de thermische isolatie en verdampingsweerstand van kleding (ISO 9920:1995)
- NBN EN ISO 8996 (2004) Ergonomie van de thermische omgeving - Bepaling van het energiemetabolisme (ISO 8996:2004)
- NBN EN ISO 9886 (2004) Ergonomie - Beoordeling van thermische belasting met behulp van fysiologische metingen (ISO 9886:2004)
- Spitzer H., Hettinger T., Kaminsky G. (1982) Tafeln für den Energieumsatz bei Körperlicher Arbeit. 6. Auflage, Beuth Verlag GmbH, Berlin-Köln.



ILLUSTRATIEBRON

De illustraties werden gebruikt met de toestemming van:

- Vandeputte Safety
(www.vandeputtessafetyproducts.com)



