

# TOF.

Dr Guy Vogt 2016



# Inhoudstafel

- Inleiding : Risico-analyse → situatie goed of slecht ?
- Arbeidsfysiologie
  - Lichaamskerntemperatuur
  - Warmtebalans
  - Adaptatie en acclimatisatie
- Gezondheidseffecten
  - Koude
  - Warmte
- Effectmetingen
  - Lichaamstemperatuur
  - Cardiovasculaire belasting (bvb Polar)
- Advies van de arbeidsgeneesheer



# Inhoudstafel

- Inleiding : Risico-analyse → situatie goed of slecht ?
- Arbeidsfysiologie
  - Lichaamskerntemperatuur
  - Warmtebalans
  - Adaptatie en acclimatisatie
- Gezondheidseffecten
  - Koude
  - Warmte
- Effectmetingen
  - Lichaamstemperatuur
  - Cardiovasculaire belasting (bvb Polar)
- Advies van de arbeidsgeneesheer



# Lekker warm ...

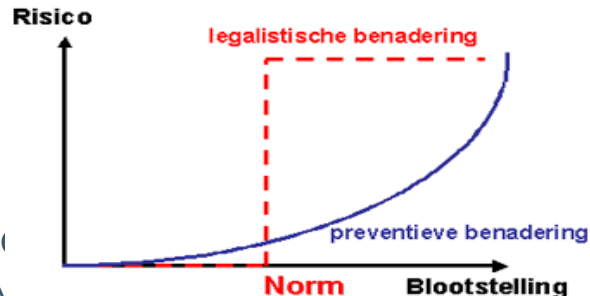


Of ... Te warm !



# Wat is toelaatbaar ?

- Wachten op gezondheidsrisico koorts 38° ?
- Grafiek : Het alles of niets model (wbgt )



- Preventieve benadering
  - ALARA : we zijn op het werk
- Iedereen gelijk ?
  - Kwetsbare personen



# Goed of Slecht ?

De werkgever voert een risicoanalyse uit van de thermische omgevingsfactoren van technologische of klimatologische aard

- Luchttemperatuur in °C (bvb bakkerij – diepvriesmagazijnen)
- Relatieve vochtigheid in % (bvb sauna – wasserij of Provence-Singapore)
- Luchtstroomsnelheid in m/sec (bvb makkelijk zonnebrand op strand)
- Thermische straling door zon of technologische omstandigheden (bvb. Zonlicht-droogtrommels)
- Fysieke belasting in Watt voor continu werk van 8 uur (zeer licht, licht, halfzwaar, zwaar en zeer zwaar) (bvb, bobijnster in spinnerij – operator zilveroven)
- De gebruikte werkmethodes en arbeidsmiddelen
- De eigenschappen van werkkledij en PBM
- De combinatie van deze factoren



# Risicoanalyse voor alle arbeidsplaatsen

- Voor het welzijn van de werknemers ( is niet kwaliteit voedingshygiëne bvb).
- Is geen constante :
  - Verschillend volgens werknemer (RIE op nivo individu)
  - Verschillend voor 1 werknemer op verschillende tijdstippen
- Actiewaarden en comfortgrenzen
  - Droge lucht (°C) voor koude
  - WBGT index voor warmte
  - PMV en PPD voor comfort

De reactie van het lichaam op koude en warmte is complex met inter- en intra-individuele verschillen.  
Er zijn geen éénduidige grenzen. Toch moeten men een beleid maken.





# Inhoudstafel

- Inleiding: Risico-analyse → situatie goed of slecht ?
- Arbeidsfysiologie
  - Lichaamskerntemperatuur
  - Warmtebalans
  - Adaptatie en acclimatisatie
- Gezondheidseffecten
  - Koude
  - Warmte
- Effectmetingen
  - Lichaamstemperatuur
  - Cardiovasculaire belasting (bvb Polar)
- Advies van de arbeidsgeneesheer



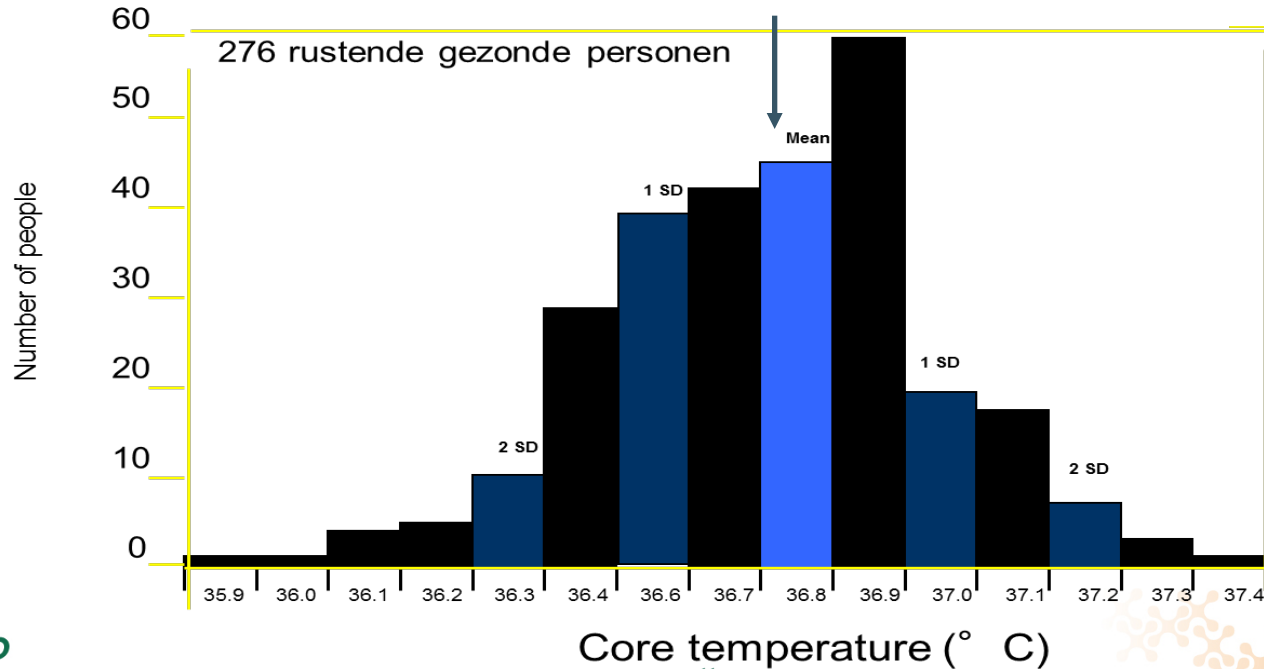
# Wat hoort niet in deze reeks ? (foto's wikipedia)

Allemaal vrouwtjes, liefhebbers van water, maar ...



# Lichaamskerntemperatuur

- Intra- en interindividuele variatie van  $T_{\text{kern}}$ 
  - Interindividuele verschillen tot 1 °C



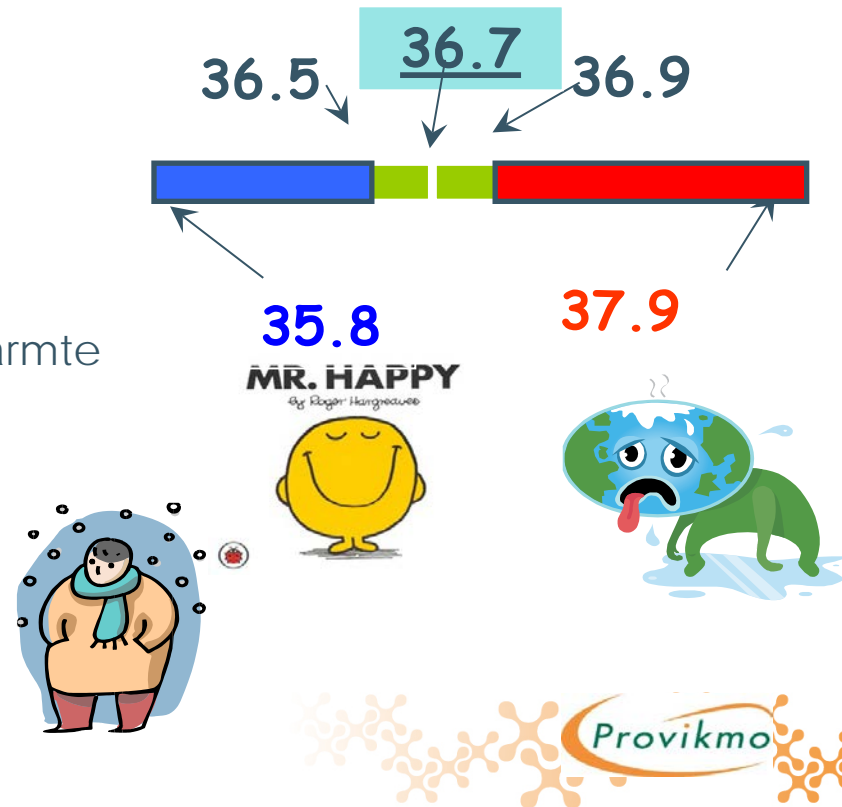
# Lichaamskerntemperatuur

- Intra- en interindividuele variatie van  $T_{\text{kern}}$ 
    - wijzigt 0,5 -1,0 °C in het circadiane ritme (wie kent Ogino-Knaus ?)
- = biologisch ritme waarvan de cyclus ongeveer één dag duurt



# Warmtebalans voor warmbloedigen

- **M** Het **metabolisme M** levert energie om het lichaam in staat te stellen
- **W** **arbeid/werk W** te verrichten
- **S** is het **verschil** tussen beiden als **maat voor warmteaccumulatie**
- De balans heeft **drie basistoestanden**
  - $S = 0$  de balans is in **evenwicht** kerntemperatuur rond  $36,7\text{ }^{\circ}\text{C}$
  - $S > 0$  = het lichaam **accumuleert** warmte meer huiddoorbloeding, zweten, ...
  - $S < 0$  = het lichaam **verliest** warmte minder huiddoorbloeding, rillen



# Warmtebalans

Table 1 — Main independent quantities involved in the analysis of the thermal balance between man and the thermal environment

Elements in the thermal balance	Quantities				Isolatie		Productie	
	$t_a$	$i_r$	$v_a$	$p_a$	$I_{cl}$	$R_{cl}$	$M$	$W$
	Air temperature	Mean radiant temperature	Air velocity	Absolute humidity of the air (partial pressure of water vapour)	Insulation of clothing	Evaporative resistance of clothing	Metabolism	External work
Internal heat production, $(M - W)$							x	x
Heat transfer by radiation, $R$		x			x			
Heat transfer by convection, $(C^1)$	x		x		x			
Heat losses through evaporation:								
— evaporation from the skin, $E$			x	x		x		
— evaporation by respiration, $E_{res}$				x			x	
Convection by respiration, $C_{res}$	x						x	

1) Heat transfer by convection is also influenced by body movements. The resultant air velocity at skin level is called relative air velocity ( $v_{ar}$ ). Heat conduction (surface temperature) has only a limited influence on the total heat balance.

**K** Conductie (oppervlaktetemp  $t_s$  direct contact met warme/koude oppervlakten : beperkte invloed tenzij voor vissen ,,,)

Persoonlijke gevoeligheid (vetlaag,...) komt niet terug in dit schema...

Niet in het KB

# Adaptatie

thermoregulatorisch gedrag

vb: zomer : lichte kleding, in de schaduw

winter : warme kleding, binnenshuis blijven



individuele verschillen !



# Acclimatisatie

= adaptie over langere tijd

Warmte : aanpassing maximaal na 7 à 14 dagen, blijft 3 à 4 weken

- toename en sneller starten van de zweetproductie,
- verandering in samenstelling zweet : minder zouten (NaCl in de Congo)
- koelere huid (circulatie wordt efficiënter; afname cutane flow)
- toegenomen retentie van water en zout bij urineproductie

Koude :

- verhoging van basaalmetabolisme (1)
- vermeerdering van subcutaan vetweefsel
- minder sympathische reacties (minder bloeddrukstijging)

(1) stofwisseling die nodig is om de minimale hoeveelheid energie te leveren die noodzakelijk is voor primaire levensprocessen van een organisme. Onder deze levensprocessen vallen onder andere ademen, groei van onder andere de botten, huid en haren, de spijsvertering en de hartslag.

**Belangrijk verschil tussen geacclimatiseerd en niet-geacclimatiseerd persoon !!!**





# Inhoudstafel

- Inleiding: Risico-analyse → situatie goed of slecht ?
- Arbeidsfysiologie
  - Lichaamskerntemperatuur
  - Warmtebalans
  - Adaptatie en acclimatisatie
- Gezondheidseffecten
  - Koude
  - Warmte
- Effectmetingen
  - Lichaamstemperatuur
  - Cardiovasculaire belasting (bvb Polar)
- Advies van de arbeidsgeneesheer



# Gezondheidseffecten

## DOOR KOUDE :

- Winterhanden en wintervoeten (perniones)
- Pijn in blootgestelde lichaamsdelen : handen, voeten, gelaat, neus en oren
- Verergering van bestaande huidziekten, vrieswonden
- Syndroom van Raynaud : pijnlijke witte vingers door vernauwing van de bloedvaten
- Daling van psychomotorische prestaties / behendigheid (stramheid, mindere gevoeligheid), hogere spiertonus en lagere spierkracht (bvb huidT°hand <20°C)

En algemeen :

- Psychisch onbehagen, kippenveld, rillingen, beven, klappertanden
- Onderkoeling <35° : eerst ongemerkt, lichte duizeligheid, moeilijk spreken, vermoeid, ...
- Vanaf <33° : stop rillingen, minder bewegingen, minder bewustzijn en dood

Behandeling warm bad of bed

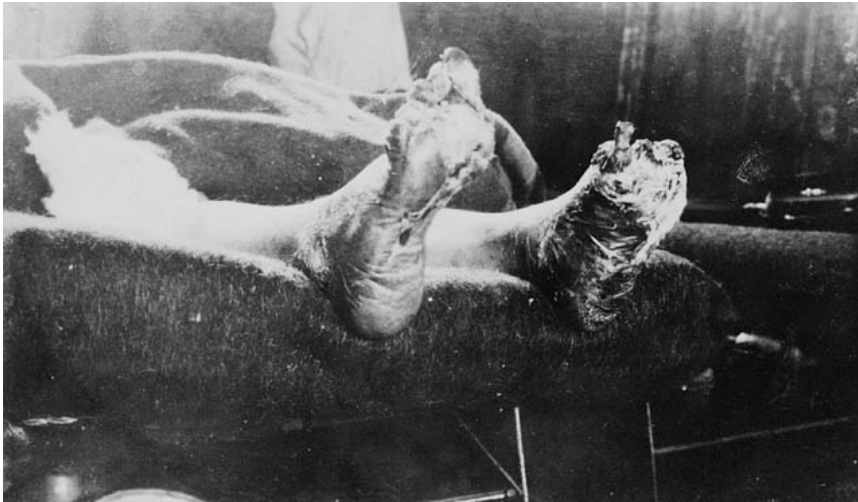


# Lokale koudeletsels (foto's wikipedia)



# En uit de loopgraven (foto wikipedia)

- De trenchfoot



# Gezondheidseffecten

## DOOR HITTE :

- Afname fysiek prestatieniveau : hart moet harder werken om warmte af te voeren
- Daling van concentratievermogen en verhoging van kans op ongevallen  
(bvb T >24° belangrijke factor in SBS)
- Korte termijneffecten
  - Warmte-uitslag (miliaria) , huiduitslag (netelroos en intertrigo)
  - Hoofdpijn
  - Flauwvallen – hittecollaps
  - Hittekrampen : krampen van de been- en buikspieren
  - Hitte-uitputting : bleekheid, vochtig gezicht, duizeligheid, hoofdpijn
  - Hitteberoerte of hittedslag :
    - Extreem hoge lichaams t° > 41°C
    - Geen zweten
    - Desoriëntatie



Intertrigo



warmte-uitslag



# Gezondheidseffecten

- Lange termijneffecten
- Laag geboortegewicht
- Congenitale afwijkingen bij zwangerschap



# Gezondheidstoezicht (Co-Prev)

- Momenteel 2 risicocodes TOF (bijlage bij art 94 KB gezondheidstoezicht 28/5/2003)
  - 12.12: "Temperaturen onder -10 °C"
  - 12.14: "Industriële warmte".
- **Praktische alternatieven zoals vermeld in het KB TOF 4/6/2012**
  - Technologische koude lager dan 8 °C
  - Technologische warmte hoger dan de WBGT actiewaarden van het KB TOF
  - Klimatologische koude en warmte bij werknemers die "gewoonlijk buiten" tewerkgesteld worden
- **'Onderworpen aan een adequaat gezondheidstoezicht'**
  - wordt uitgevoerd volgens de bepalingen van het KB van 28 mei 2003 betreffende het gezondheidstoezicht op de werknemers.
  - wordt afgestemd op de specifieke gezondheidsrisico's die de thermische omgeving met zich meebrengt. De frequentie is in principe jaarlijks, tenzij uitdrukkelijk anders bepaald.





# Gezondheidseffecten

## Ziekten :

- Respiratoire aandoeningen (ademnood, last van T° schommelingen)
- Cardiovasculaire aandoeningen
- Nierziekten (urinedebiet,...)
- Maag-darm aandoeningen
- Neurologische aandoeningen
- Huidziekten
- Oogziekten (cataract door warmtestraling)
- Hormonale aandoeningen (schildklier, instabiele diabetes)
- Medicatie, alcohol, drugs
- Psychische aandoeningen (exhib... ?)



# Gezondheidseffecten

## Meer gevoelige groepen

Leeftijd : > 45 jaar (onzin, wordt bepaald door de fitheid)

Geslacht : vrouwen hebben lagere zweetproductie (+ sommige mannen)

Gewicht : < 50 kg

overgewicht +10 % (meer warmteproductie, moeilijker afgave)

Zwangeren :

- extra cardiovasculaire belasting
- kerntemperatuur > 38°C is teratogeen

Specifiek Moederschapsbescherming (KB 2/5/1995):

bijlage II verboden voor zwangeren: omgevingswarmte > 30°C (Celsius !)

bijlage I risicoanalyse : extreme koude of hitte



# Gezondheid of Comfort ?

## Gezondheidsprobleem : ACTIEWAARDEN

Koude : droge lucht temperatuur (in ° Celsius)

Warmte : WBGT index

binnen :  $0,7t_{wb} + 0,3 t_g$

buiten :  $0,7t_{wb} + 0,3 t_g$  (zonder zonnestraling)

buiten :  $0,7t_{wb} + 0,2t_g + 0,1t_a$  (met zonnestraling)



# Gezondheid of Comfort ?

## Comfortprobleem : comfortaanbevelingen

Gangbare voorschriften en gebruiken inzake comfort op de arbeidsplaats  
(NBN EN ISO 7730)

PPD/PMV

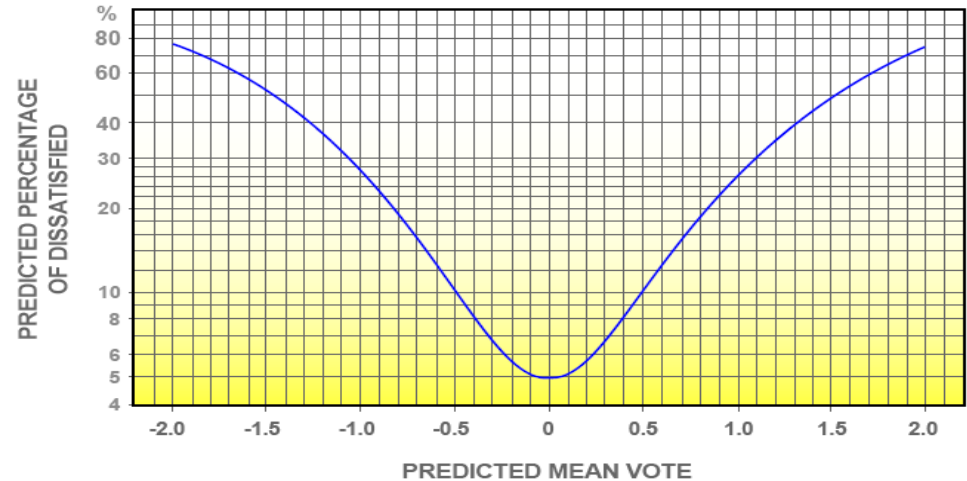
Geen bindende grenzen  
(bv PMV +/- 0,5 = maximum 10 % klagers)



# Subjectief comfort

- ASHRAE/ISO 7 point Thermal Sensation Scale (Fanger curve 1972): 5% ontevredenen is optimum
- Nieuwe gegevens: eerder 10 %

koud	- 3
koel	- 2
licht koel	-1
neutraal	0
licht warm	+1
warm	+2
heet	+3



# Inhoudstafel

- Inleiding: Risico-analyse → situatie goed of slecht ?
- Arbeidsfysiologie
  - Lichaamskerntemperatuur
  - Warmtebalans
  - Adaptatie en acclimatisatie
- Gezondheidseffecten
  - Koude
  - Warmte
- Effectmetingen
  - Lichaamstemperatuur
  - Cardiovasculaire belasting (bvb Polar)
- Advies van de arbeidsgeneesheer

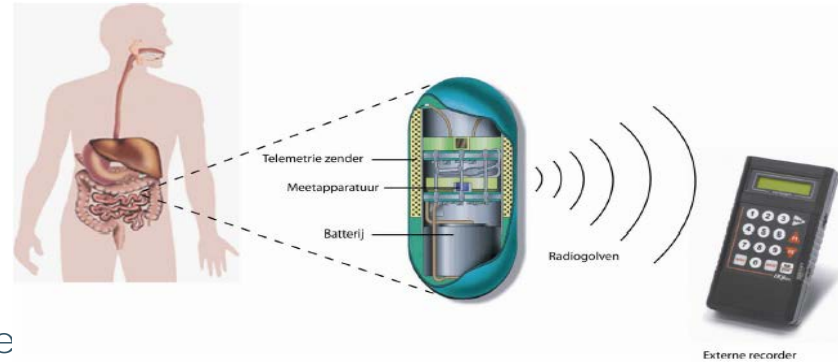
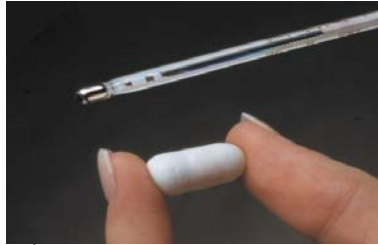


# Fysiologische metingen

- Evaluatie van extreem koude/warme omgevingen
- Deels genormeerd in NBN EN ISO 8996 en 7933
- Basis:
  - Kerntemperatuur NBN EN ISO 7933
  - Huidtemperatuur NBN EN ISO 7933
  - Hartritme NBN EN ISO 8996
  - Zuurstofconsumptie NBN EN ISO 8996
  - Sweat rate en waterverlies NBN EN ISO 7933

# Fysiologische metingen

- Kerntemperatuur via  $t_{ab}$ 
  - Voorbeeld Nederlandse Studie (Beurskens P., 2012)
  - temperatuurpil (CorTemp System; HQ inc., USA)
    - ingebouwde temperatuurgevoelige kwartskristal
    - telemetrische zender



- Interpretatie
  - 38°C - 39°C: afname prestatie
  - 39°C - 41°C snelle toename gezondheidsrisico's
  - >42°C: fataal



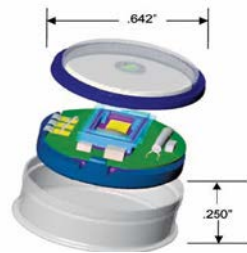
# Fysiologische metingen

- QUESTemp II persoonlijke monitor, bevat :
- 3M70071624004 software DMS (Data Management Software) op USB stick met
- licentiesleutel
- € 2.604,00



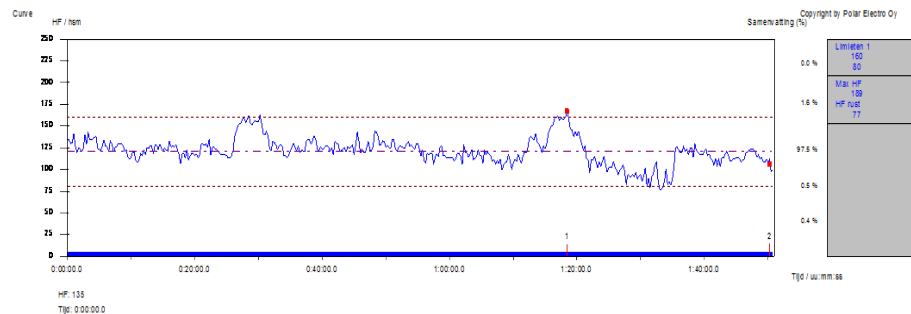
# Fysiologische metingen

- Huidtemperatuur
  - Voorbeeld Nederlandse Studie (Beurskens P., 2012)
  - iButton (iButton, Maxim Integrated Products, USA)
    - op de linker hand, nek, rechter schouderblad en rechter scheenbeen
    - iedere 20 seconden gemeten
    - gemiddelde huidtemperatuur



- Interpretatie
  - $> 36\text{ }^{\circ}\text{C}$ : afname fysieke prestatievermogen door vermindering warmtetransport naar huid

# Hartslagfrequentie metingen



<b>Periode</b>	BYS2	<b>Datum</b>	25-02-2000	<b>Geslacht</b>	121 mm	<b>Hoogte</b>	35 mm
<b>Trainer</b>	BYS2	<b>Tijd</b>	8:55:28.0	Duur van de training: 1:50:51.7			
<b>Opmerking</b>	Geslechteerperiode: 0:00:00.0 - 1:50:45.0 (1:50:45.0)						

# Inhoudstafel

- Inleiding: Risico-analyse → situatie goed of slecht ?
- Arbeidsfysiologie
  - Lichaamskerntemperatuur
  - Warmtebalans
  - Adaptatie en acclimatisatie
- Gezondheidseffecten
  - Koude
  - Warmte
- Effectmetingen
  - Lichaamstemperatuur
  - Cardiovasculaire belasting (bv. Polar)
- Advies van de arbeidsgeneesheer



# Taken van de PAAG

- Advies over de **meet- en berekeningsmethodes** in de risicoanalyse
- Advies over het programma van technische en organisatorische **maatregelen** bij overschrijding van de actiewaarden
- Advies over de afwisseling van periodes van aanwezigheid op de werkpost met **rusttijden** in een rustlokaal bij overschrijding van de actiewaarden
- Advies over de verfrissende **dranken** om het vochtverlies ten gevolge van warmte te compenseren
- Vastlegging van de maximale blootstellingsduur en de organisatie van het werk en eventuele monitoring van fysiologische parameters bij korte blootstelling aan ernstige **overmatige warmte bij interventies**
- Advies over de maatregelen voor werknemers die behoren tot **bijzonder gevoelige risicogroepen**
- **Gezondheidstoezicht** uitvoeren



# Voorbeeld van aanpak bij blootstelling aan koude wanneer buiten te werk gesteld: planning en organisatie van het werk

- Werk dat buiten de winterperiode kan gedaan worden op een ander moment plannen.
- Werk zo veel mogelijk plannen in functie van de weersvoorspellingen.
- Informatie en opleiding van de werknemers over de specifieke risico's van blootstelling aan
- Ook in de opleiding EHBO komen letsels door blootstelling aan koude ter sprake.
- Intensief werk dat op andere momenten kan uitgevoerd worden vermijden (transpiratie zorgt voor bevochtiging van de kleren en afkoeling).
- Indien mogelijk werkperiodes in de koude opsplitsen d.m.v. taakrotatie.
- Regelmatig pauzes in verwarmde lokalen.
- Stilstand in koude beperken.
- Afgezonderd werken vermijden. Zo veel mogelijk in groep werken.



# Collectieve beschermingsmaatregelen

- Voorzieningen die verwarmd worden met voldoende verwarmingstoestellen.
- Tocht beperken (winddichte cabines, deuren steeds sluiten,...).
- Verwarming van lokalen gebeurt best elektrisch indien dit technisch mogelijk is.
- Zorg voor goede verlichting van de arbeidsplaatsen (val, glijgevaar,...).
- Materialen gebruiken met een zwak thermisch geleidingsvermogen om afkoeling door contact te vermijden (vb. metalen handvaten omwikkelen met rubber).
- Werktuigen gebruiken die gemakkelijk kunnen bediend worden met handschoenen.
- Cabines van machines isoleren, winddicht houden, verwarmen.
- Maatregelen om uitglijden en natte voeten (warmteverlies door vocht!) te vermijden.
- Correcte ingerichte en voldoende verwarmde sociale voorzieningen.



# Dranken en voeding

- Warme dranken voorzien.
- Thee en sterke koffie en te grote hoeveelheden gesuikerde dranken vermijden.
- Voorkeur geven aan voeding met langwerkende suikers.





# Persoonlijke beschermingsmiddelen

- Kledij - voldoende isolerend en lichaamswarmte behouden
- Voldoende ademend (vocht afvoeren)
- Winddicht
- Meerdere lagen dragen (betere isolatie, aan- en uit trekken in functie van omstandigheden)
- Goed passend en goed aansluitend aan polsen en enkels
- Rolkraag of sjaal die niet loskomt
- Ritsen moeten gemakkelijk kunnen geopend worden met handschoenen
- Kledij met grote zakken (opwarmen van de handen)
- Natte kledij onmiddellijk vervangen door droge kledij
- Bescherming van de voeten - veiligheidsschoenen die gevoerd, dik en waterdicht zijn
- Indien het intern milieu van de schoen nat is: ander paar schoenen
- Antislipzolen
- Grootte en breedte van de schoenen aangepast aan de voeten
- 2 paar kousen (licht en dik, thermisch isolerend)
- Natte kousen onmiddellijk vervangen
- Bescherming van de handen - goed isolerend en toch zo dun en soepel mogelijk om de handigheid te behouden
- Handverwarming
- Bescherming van het hoofd- binnenvoering in de veiligheidshelm
- Muts indien veiligheidshelm niet van toepassing
- Oorverwarmers



# Voorlichting en opleiding van werknemers (en -gevers)

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

2° de actiewaarden;

3° de maatregelen die 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 handswijze 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 recht hebben op gezondheidstoezicht.



