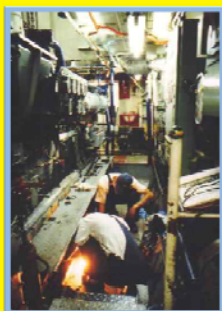


## Termiskt klimat

- Faktorer som påverkar upplevelsen av termiska klimatet:

- Lufttemperatur
- Omgivande ytors temperatur (strålningsvärme)
- Luftfuktighet
- Luftströmmens hastighet
- Fysisk aktivitet
- Klädsel




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Hög värme kan leda till hjärnskador

- Att vistas i höga temperaturer innebär stor risk att drabbas av hjärnskador. Sjukdomar till följd av värme beräknas vara den tredje vanligaste dödsorsaken i världen efter hjärt- kärlsjukdomar och traumatiska skador på nervsystemet.
  - Så kallad värmestress har inte varit så väl känt tidigare. Det inträffar när man vistas i varma miljöer och det kan leda till bestående hjärnskador och i värsta fall dör man, säger professor Jan Westman som leder en forskargrupp som studerar temperaturens påverkan på hjärnan vid institutionen för medicinsk cellbiologi vid Uppsala universitet.
- Desorienterade brandmän
  - Vi har börjat med att intervjua brandmännen och frågat hur de upplever sin arbetsmiljö, och en ganska stor andel uppger att de har svårt att orientera sig eller har minnesluckor kort efter att de befunnit sig i extrem värme, säger Jan Westman.

Av Ola Blomqvist Källa: Medical Link

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Operativ temperatur Kroppens värmeproduktion

- Operativ temperatur är den samlade inverkan av luftens och omgivande ytors temperatur.
- Den operativa temperaturen har betydelse för kroppens värmebalans.
- Balans mellan kroppens värmealstring och värmeavgång till omgivningen – 37°C
- Kroppens värmeproduktion mäts i - Watt per m<sup>2</sup> kroppsyta (W/m<sup>2</sup>) (met) ca 100 W

---

---

---

---

---

---

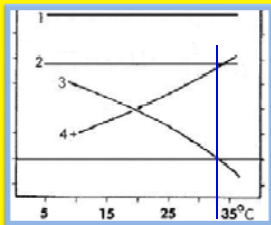
---

---

---

---

## Värmebalans



- 1. Total energiomsättning
- 2 Värmeproduktion
- 3 Värmeavgivning genom konvektion och strålning
- 4 Värmeavgivning genom svettning

OBS vid ca 34 ingen värmeavgivning genom konvektion och strålning

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Aktivitet, arbetstyngd	Värmeproduktion W/m <sup>2</sup>	Optimal-temperatur °C
Sömn	40-50	
Sittande	50-60	20-21
Stående arbete i hemmet	60-80	19
Rörligt hushållsarbete	110	18
Medeltungt industriarbete	150	17
Tungt manuellt arbete	>200	15-16

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Arbetsbelastning - temperatur

- Människor reagerar i grunden på samma sätt inför olika temperaturförhållanden.
- Uppfattningen av vad som är behaglig temperatur beror på vilken arbetsbelastning som individen utsätts för.
- Tabellen visar lämplig arbetstemperatur i förhållande till arbetsbelastningen.

Arbetsbelastning	Optimal temp.
Mycket låg	20-21 °C
Låg	19 °C
Moderat	18 °C
Hög	17 °C
Mycket hög	15-16 °C

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Regler rörande termiskt klimat

- Arbetsmiljöverket: PM 2001-04-10, CTB 2199/01
- ”Hur kallt får det vara inomhus?”
- AFS 1997:2: ”Arbete i stark värme”
- Allmänna råd från Socialstyrelsen 1988:2: ”Termiskt inomhusklimat”

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## AFS 1997:2: ”Arbete i stark värme”

- 1 § Dessa föreskrifter gäller arbete **inomhus eller utomhus**, som kan medföra risk för skadlig inverkan av värme. Föreskrifterna gäller dock inte arbete där denna risk till helt övervägande del beror av solstrålning. Föreskrifterna gäller inte heller arbete i räddningstjänst.
- 2 § **Arbetet skall planeras**, bedrivs och följas upp så att värmebelastningen blir så låg som möjligt och så att tillämpligt högsta tillåtna värde för tidsvägt värmeindex i bilagan till dessa föreskrifter inte överskrids.
- 3 § Arbete som innebär **risk** för att högsta tillåtna värde för tidsvägt värmeindex överskrids får **inte utföras som ensamarbete**.
- 6 § Den som inte är värmetränad och skall utföra arbete, som avses i dessa föreskrifter, skall **genomgå värmeträning** innan sådant arbete påbörjas som medför risk för att högsta tillåtna värde för tidsvägt värmeindex överskrids. Värmeträning skall ske genom stegvis ökning av den dagliga arbetstiden i värme.
- 7 § Arbetsgivare som sysselsätter arbetstagare i arbete, som avses i dessa föreskrifter, skall ge arbetstagaren **erforderlig information om problem och risker** med exponering för stark värme samt om lämpliga åtgärder som förebygger värmebelastning.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Värmeutbyte

- **Värmeavgivning:**
  - Strålning utväxling med omgivande ytor
  - Konvektion med den omgivande luften
  - Avdunstning - svettning och andning
  - Konduktion och ledning till underlaget
- Människor reagerar i grunden på samma sätt inför olika temperaturförhållanden – dock individuella skillnader
  - Vårt regelsystem vill hålla knappt 37 °C

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Värmebelastning

- Vid måttlig värmebelastning anpassar sig individen genom att minska belastningen på kroppen.
- Avslappning – arbetstakt och verksamhetsgrad minskar




---

---

---

---

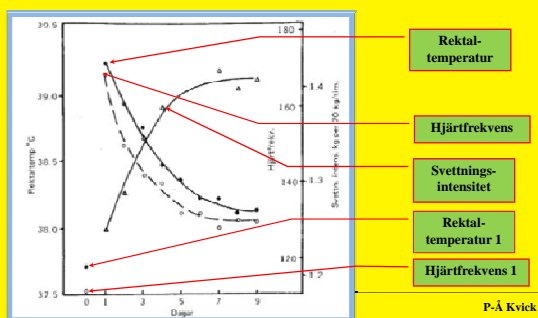
---

---

---

---

## Test värmebelastning (Dag 0 svalt klimat)




---

---

---

---

---

---

---

---

### Tillstånd och symptom som framkallas av värmebelastning

Om värmeavgivningen till omgivningen är otillräcklig ökas kroppstemperaturen successivt.

Tillstånd	Symptom
Ospecifika obehag	Irritation. Bristande koncentration, uppmärksamhet och omdöme.
Värmeutslag	Hudrodnad – värmeutslag p g a uppsvällda svettkörtlar
Yrsel och svimning (Illamående och kortvariga svimningsattacker)	Ökad påfrestning på hjärt- och kärlfunktionerna genom omfördelning av blod till muskler och hud.
Utorkning	Huvudvärk, törst, stark trötthet, svaghet i musklerna, osammanhängande beteende
Svettning och saltförlust	Kramper
Värmeslag (Kroppstemperatur >40°C)	Ökad pulsfrekvens, förvirring, svettningen reduceras eller upphör. Cirkulationskolaps, medvetslöshet och död.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Hälsoeffekter

- Direkta hälsoeffekter vid nedkylning
  - reumatism
  - nedsatt muskelfunktion
  - ökad olycksrisk
- Direkta hälsoeffekter vid höga temperaturer
  - illamående
  - trötthet
  - reducerad prestationsförmåga
  - ökad olycksfallsrisk

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Operativ temperatur kan mätas eller beräknas.

- Mätning med något av följande instrument:
  - Globtermometer
  - Kubtermometer
  - Ellipstermometer
  - Termokamera
  - Kontakttermometer
- Beräkningar enligt olika modeller som bl a utgår från de omgivande yternas temperatur

---

---

---

---

---

---

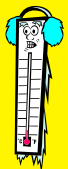
---

---

---

---

## Olika mätkroppar - fördelar



- **Globtermometern** ger ett fysiologiskt riktigt mått på den kombinerade effekten av lufttemperatur och strålningsvärme.
- **Kubtermometern** avkänner värmeutbytet från sex olika riktningar.
- **Ellipstermometern** har en mätkropp som motsvarar människokroppens proportioner.
- **Termokamera** och **kontakttermometer** för mätning av ytemperatur.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Psykrometer

- Luftens relativa fuktighet bestäms med psykrometri och mäts med psykrometer
- Modern digital Psykrometer
- Temperaturskillnaden mellan våt och torr termometer kan omvandlas till ett mått på den relativa luftfuktigheten




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Bedömning av luftfuktighet

0 - 15 % RH	Mycket torr luft
15 - 30 % RH	Torr luft
<b>30 - 60 % RH</b>	<b>Ordinär luft-fuktighet</b>
60 - 80 % RH	Fuktig luft
80 - 100 % RH	Mycket fuktig luft

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Globtermometer

- Den kombinerade effekten av lufttemperatur och strålningsvärme.
  - Inställningstid ca 30 min
  - Luftfuktighet




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### WBGT-index mätare mätpunkter




---

---

---

---

---

---

---

---

### Beräkning av värmeindex

- Skattning av värmebelastningen på människan genom beräkning av värmeindex; *Wet Bulb-Globe Temperature* (WBGT-index).
- För att bestämma WBGT mäts globtemperatur och naturlig våttemperatur. Genom samtidig mätning av globtemperatur, lufttemperatur och lufthastighet kan den naturliga våttemperaturen beräknas.
- Ett medelvärde för WBGT beräknas och ger riktvärden för en bedömning av arbetets aktivitetsklass genom jämförelse med referensvärden.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Beräkning av värmeindex (WBGT):

- WBGT för arbeten utan direkt solbestrålning:  
 $WBGT = 0,7 \times T_v + 0,3 \times T_G$
- WBGT for arbeten under direkt solbestrålning:  
 $WBGT = 0,7 \times T_v + 0,2 \times T_G + 0,1 \times T_L$
- Givet:
  - $T_v$  = Våttemperaturen
  - $T_G$  = Globtemperaturen
  - $T_L$  = Lufttemperaturen utomhus

---

---

---

---

---

---

---

---

### Wet Bulb-Globe Temperatur – WBGT-index

Aktivitetsklass	Arbetsstyngd	Effektutveckling (W/m <sup>2</sup> )	Värmetränad WBGT (°C)	Ej värmetränad WBGT (°C)
0	Vila	< 65	33	32
1	Låg	65 – 129	30	29
2	Måttlig	130 – 199	28	26
3	Hög	200 – 259	26	23
4	Mycket hög	≥ 260	24	20

Linnéuniversitetet Sjöfartshögskolan Rekommenderade värden som inte bör överskridas, AFS 1997:2 sid 7. P-Å Kvick

---

---

---

---

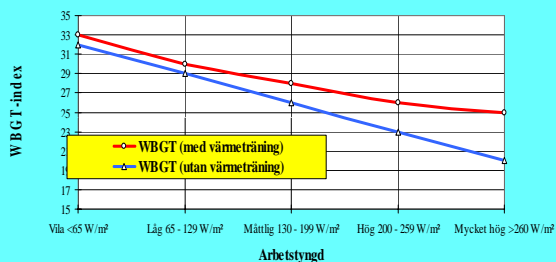
---

---

---

---

### Värmeindex för olika arbetsstyngd



Linnéuniversitetet Sjöfartshögskolan P-Å Kvick

---

---

---

---

---

---

---

---