

# **ARBETARSKYDDSTYRELSENS FÖRFATTNINGSSAMLING**

**AFS 1997:2**

## **ARBETE I STARK VÄRME**

## **ARBETE I STARK VÄRME**

**Arbetskyddsstyrelsens föreskrifter om arbete i stark värme samt styrelsens allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna**

## Innehållsförteckning

Arbetskyddsstyrelsens föreskrifter om arbete i stark värme.....	4
Bilaga.....	6
Beräkning av värmeindex .....	6
Mätningarnas genomförande .....	7
Högsta tillåtna värden för tidsvägt värmeindex .....	7
Arbetskyddsstyrelsens allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna om arbete i stark värme .....	9
Bakgrund.....	9
Skadliga effekter av värmebelastning .....	10
Kommentarer till vissa paragrafer .....	12
Till 1 §.....	12
Till 2 §.....	13
Till 3 §.....	16
Till 4 §.....	16
Till 5 §.....	16
Till 6 §.....	17
Till 7 §.....	18
Kommentarer till Bilaga .....	19
Tekniska aspekter på klimatbedömning .....	19
Val av aktivitetsklass för bestämning av högsta tillåtna värde för tidsvägt värmeindex .....	21
Exempel på bestämningar av värmeindex och tillämpligt högsta tillåtna värde på tidsvägt värmeindex .....	22
Beräkning av nödvändig vistelsetid i svalare miljö vid överskridande av högsta tillåtna värde för tidsvägt värmeindex .....	24
Ordlista.....	25

## Arbetskyddsstyrelsens föreskrifter om arbete i stark värme

Beslutad den 10 april 1997

Utkom från trycket  
den 17 juni 1997

Arbetskyddsstyrelsen meddelar med stöd av 18 § arbetsmiljöförordningen (SFS 1977:1166) följande föreskrifter.

**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.

**4 §** Vid behov skall fri tillgång till dryck finnas för att motverka uttorkning.

**5 §** Personlig skyddsutrustning i form av speciella värmeskyddskläder skall tillhandahållas och användas, då överskridande av högsta tillåtna värde för tidsvägt värmeindex eller brännskada inte kan hindras med andra åtgärder.

Skyddsutrustning mot risk för ögonskador på grund av värmestrålning skall vid behov tillhandahållas och användas, då tillräckligt skydd inte kan åstadkommas med hjälp av annan avskärmning av värmestrålkällor.

**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.

## **Ikraftträdande**

Dessa föreskrifter träder i kraft den 1 maj 1998.

BO BYLUND

Leif Aringer

Göran Lindh

## Bilaga

### Beräkning av värmeindex

*Värmeindex* skall beräknas enligt beskrivningen i svensk standard SS-EN 27 243, "Varmt klimat - Skattning av värmebelastningen på människan i arbete med värmeindex WBGT (Wet Bulb Globe Temperature) (ISO 7243:1989)", fastställd 1994-01-14.

Beräkning av värmeindex (WBGT) för arbete *utan direkt solljusbestrålning*:

$$\text{WBGT} = 0,7 \cdot T_V + 0,3 \cdot T_G \quad \text{formel 1}$$

Beräkning av värmeindex för arbete *i direkt solljusbestrålning*:

$$\text{WBGT} = 0,7 \cdot T_V + 0,2 \cdot T_G + 0,1 \cdot T_L \quad \text{formel 2}$$

där

WBGT uttrycks i °C

$T_V$  är den *naturliga våttemperaturen*

$T_G$  är *globtemperaturen*

$T_L$  är *lufttemperaturen utomhus*

De kursiverade termerna förklaras i avsnittet Mätutrustning i Kommentarer till Bilaga.

Om det finns skillnader i fråga om klimatfaktorer på olika höjd över golvet, skall WBGT bestämmas som ett medelvärde för mätpunkter i fotleds-, midje- och huvudhöjd enligt standarden.

Värmeindex för det aktuella arbetet skall bestämmas som ett *tidsvägt medelvärde* ( $\text{WBGT}_{\text{vägt}}$ ) för en timmes representativt arbete enligt standarden.

Om de yttre förhållandena på arbetsplatsen inte ändras och arbetet fortgår under minst en timme räcker det med **en** mätning av WBGT. Det *tidsvägda medelvärdet* ( $\text{WBGT}_{\text{vägt}}$ ) för en timmes representativt arbete blir då lika med detta värde.

Om förhållandena under arbetspasset ändras, så att WBGT påverkas t.ex. genom att den arbetande växlar mellan olika arbetsuppgifter, krävs en mätning av WBGT för var och en av de olika situationerna för att bestämma  $\text{WBGT}_{\text{vägt}}$ .  $\text{WBGT}_{\text{vägt}}$  beräknas sedan enligt formeln nedan.

$$\text{WBGT}_{\text{vägt}} = \frac{(\text{WBGT}_1 \cdot t_1 + \text{WBGT}_2 \cdot t_2 + \dots + \text{WBGT}_N \cdot t_N)}{(t_1 + t_2 + \dots + t_N)} \quad \text{formel 3}$$

där

N = antal olika "arbetsituationer"

$\text{WBGT}_N$  är uppmätt WBGT i °C för den N:te "arbetsituationen"

$t_N$  är vistelsetiden i minuter i den N:te "arbetsituationen" och  
 $(t_1 + t_2 + \dots + t_N) = 60 \text{ min}$

## Mätningarnas genomförande

Värmeindex skall bestämmas på grundval av det mätförfarande, som beskrivs i de svenska standarderna SS-EN 27 243 och SS-EN 27 726, fastställda 1994-01-14. Värmeindex skall bestämmas med den berörda arbetstagaren närvarande och sysselsatt i sitt vanliga arbete. Om inte detta är möjligt av mättekniska skäl, skall bestämningen göras på den plats där arbetet vanligen utförs och under så likartade förhållanden som möjligt.

## Högsta tillåtna värden för tidsvägt värmeindex

För att komma fram till tillämpligt högsta tillåtna värde för tidsvägt värmeindex ( $WBGT_{\text{vägt}}$ ) bestäms först någon av aktivitetsklasserna 0-4 (kolumn 1) i nedanstående Tabell 1 med hjälp av antingen arbetstyngd eller effektutveckling i det aktuella arbetet (kolumnerna 2 eller 3) och därefter huruvida personen genomgått värmeträning eller ej (kolumnerna 5 eller 6).

Om arbetets intensitet ändras under arbetspasset skall ett tidsvägt medelvärde för arbetsintensiteten bestämmas enligt standarden och användas som ingångsvärde i tabellen. Om arbetsintensiteten är lika under hela arbetspasset blir den tidsvägda arbetsintensiteten lika med detta värde.

Det tidsvägda medelvärdet för arbetsintensiteten bestäms på samma sätt som  $WBGT_{\text{vägt}}$  ovan. Om arbetsintensiteten bestämts med hjälp av arbetstyngd (aktivitetsklass) skall medelvärdet av effektutvecklingen för respektive aktivitetsklass (kolumn 4) användas för att beräkna det tidsvägda medelvärdet. Vid svårigheter med valet mellan två kategorier av arbete skall den högre aktivitetsklassen väljas eller, om ingen bedömning överhuvudtaget är möjlig, den högsta aktivitetsklassen.

Tabell 1. Högsta tillåtna värden för tidsvägt värmeindex ( $WBGT_{vägt}$ ) i arbeten med olika tyngd och effektutveckling för personer med och utan värmeträning

Tidsvägd arbetsintensitet bestämd med hjälp av				Högsta tillåtna värde för tidsvägt värmeindex ( $WBGT_{vägt}$ ) i °C	
Aktivitetssklass	Arbets-tyngd	effektutveckling i watt per enhet kroppsytta ( $W/m^2$ )	medelvärde av effektutveckling för aktivitetsklassen ( $W/m^2$ )	med värmeträning	utan värmeträning
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
0	Vila	<65	65	33	32
1	Låg	65-129	97	30	29
2	Måttlig	130-199	165	28	26
3	Hög	200-259	230	26	23
4	Mycket hög	$\geq 260$	260	25	20

## Arbetskyddsstyrelsens allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna om arbete i stark värme

Arbetskyddsstyrelsen meddelar följande allmänna råd om tillämpningen av Arbetskyddsstyrelsens föreskrifter (AFS 1997:2) om arbete i stark värme.

### Bakgrund

Dessa föreskrifter avser att motverka skadlig värmebelastning genom akuta åtgärder vid risk för överskridande av högsta tillåtna värden för tidsvägt värmeindex samt genom långsiktig planering av arbetsmiljö och arbetsprocesser. De förebyggande åtgärderna går ut på att minska den överskottsvärme som uppkommer i kroppen genom en kombination av tungt arbete och värme tillförd från en varm omgivning. Långtgående hänsyn till komfort eller till negativ inverkan på arbetsprestationen har inte ingått i bakgrunden till de här presenterade reglerna.

Planering av arbetsrutiner liksom bestämning av olika arbetens aktivitetsklass och protokollföring av mätningar är exempel på sådant som naturligt ingår i företagets arbete i enlighet med Arbetskyddsstyrelsens föreskrifter om internkontroll (AFS 1996:6).

Regler om termiskt klimat finns i 12 § i Arbetskyddsstyrelsens föreskrifter (AFS 1995:3) om arbetslokaler och i Socialstyrelsens allmänna råd om termiskt inomhusklimat, 1988:2.

För att olika organ skall kunna fungera normalt bör den djupa kroppstemperaturen (kärntemperaturen) inte överstiga cirka 38°C, vilket kan förhindras på i princip tre olika sätt.

1. Minskning av värmen bildad vid kroppsarbete. Detta kan ske genom reducering av den totala arbetstiden per timme, t.ex genom införandet av pauser, eller genom minskning av arbetets tyngd.
2. Förhindrande av tillförsel av värme från omgivningen genom direkt strålning eller genom överföring från varm omgivningsluft. Detta kan ske genom avskärmning av värmestrålkällor och ökning av luftrörelser (vid lufttemperaturer lägre än cirka 35°C).
3. Ökning av värmeavgivningen från kroppen, främst genom svettavdunstning från huden. Denna underlättas genom användning av lämplig klädsel, intag av dryck, ökning av värmetåligheten genom värmeträning och minskning av luftfuktigheten.

Om inte värmebalans nås på dessa sätt, sker i stället en upplagring av värme i kroppen (vilket benämns värmebelastning) och därmed en höjning av kärntemperaturen. Den viktigaste mekanismen för värmeavgivning är svettavdunstning, som hos friska personer ökar vid kärntemperaturhöjning. Detta sker genom utvidgning av hudens blodkärl och ökning av blodflödet till huden samtidigt som svettkörtlar aktiveras.

Tabell 2. Tillstånd (i stigande allvarlighetsgrad) som kan framkallas av värmebelastning.

Tillstånd	Symptom
Ospecifika obehag	Irritation. Bristande koncentration, uppmärksamhet och omdöme. Sänkt prestationsförmåga. Ökat riskbeteende
Värmeutslag	Hudrodnad och s.k. värmeutslag på grund av svullda svettkörtlar. (Sekundär upplevelse av sämre värmeförmåga.)
Yrsel och svimning	Yrsel, svaghetskänsla och illamående i sittande eller stående. Kortvarig svimningsattack ("blackout"). Dessa symptom tyder på en ökad påfrestning på hjärt- och kärlfunktioner orsakad av kraven på omfördelning av blod till muskler (för arbete) och hud (för värmeavgivning).
Tendens till uttorkning genom svettning i kombination med för lågt vätskeintag	Huvudvärk, törst. Stark trötthet. Svaghetskänsla i muskler. Osammanhängande beteende.
Saltförlust genom alltför stark svettning	Kramper.
Värmeslag	Ökande pulsfrekvens. Förvirring. Nedsatt eller upphörd svettning. Cirkulationskollaps med medvetenlöshet och död.

### Skadliga effekter av värmebelastning

Om värmebelastning tillåts fortsätta utan att akuta motåtgärder sätts in, kan det få allvarliga följder för hjärtverksamheten och blodomloppet, för tillförseln av syre till hjärnan och för vätskebalansen i kroppen. Till en början är symptomen relativt lindriga, men i allvarliga fall kan tillståndet leda till yrsel, medvetandegrubling, cirkulationskollaps och död.

Arbetsledare bör vara uppmärksam på tecken till värmebelastning hos arbetstagarna för att vid behov kunna avbryta arbetet och i övrigt medverka till lämpliga åtgärder.

Negativa effekter av värmebelastning sammanfattas i Tabell 2, uppräknade i den ordning de vanligen uppträder och alltefter tillståndets allvarlighetsgrad.

Den internationella klassificeringen av sjukdomar och övriga medicinska begrepp (ICD 9, 1987) upptar följande huvudsakliga kategorier av värmerelaterade tillstånd: värmeslag och solsting, svimning till följd av värme; värmekramper, värmeutmattning på grund av bristande svettning; värmeutmattning på grund av saltförlust; övergående värmetrötthet; värmeödem.

Lägre nivåer av värmebelastning yttrar sig vanligen i endast lättare symptom av typen obehag eller hudrodnad. Ju kraftigare eller långvarigare värmebelastningen är, desto starkare kommer reaktionerna i kroppen att bli. Bl.a. koncentreras en stor del av blodcirkulationen till huden, och den tillgängliga blodvolymen tenderar att samlas i nedre delen av kroppen, speciellt i benen. Blodflödet går därmed i allt mindre utsträckning till hjärnan. Den därigenom åstadkomna syrebristen kan framkalla yrsel och svimning liksom illamående.

Svettningen åtföljs av saltförlust, vilket nedsätter muskelfunktionen och ger svaghetskänsla vid muskelarbete. Vätskeförlust genom svettning leder till stegrad intensitet hos kroppens fysiologiska reaktioner på värmebelastning, avläsbara i t.ex. ökande pulsfrekvens och kärntemperatur, vilket ger upphov till ännu lägre värmeterans. Denna skadliga växelverkan börjar redan vid en vätskeförlust kring en liter, och kan om den tillåts fortsätta leda till kramper, förvirring, medvetslöshet genom cirkulationskollaps och, i extrema fall, död.

Värmeexponering kan leda till sänkt vakenhetsgrad, som i vissa verksamheter indirekt kan öka risken för olycksfall.

## Kommentarer till vissa paragrafer

### Till 1 §

Metoden i dessa föreskrifter för bedömning av värmebelastning är främst tillämplig på rörligt kroppsarbete i industrilokaler med stark värme och hög luftfuktighet utfört i arbetskläder, som upplevs som temperaturmässigt bekväma.

Värmeindex-metoden kan inte användas för arbetsmiljöövervakning med avseende på ögonskada av infraröd strålning (s.k. katarakt; se vidare Kommentaren till 2 §), däremot för övriga eventuellt skadliga värmeeffekter i sådan miljö.

### Exempel på arbeten där föreskrifterna är tillämpliga

#### *Kontinuerliga arbeten*

Regelbundet, dagligt arbete - särskilt om arbetet är fysiskt tungt - på arbetsplatser med värmealstrande processer, speciellt inom tung metallindustri samt viss tillverkningsindustri är typiska exempel på föreskrifternas tillämpningsområde. Detta gäller också arbetsplatser med ugnar för smältning och gjutning av material som metaller och glas, förvärmnings- och värmebehandlingsugnar, varmvalsverk och torkningsutrymmen vid papperstillverkning. Andra berörda arbeten är framställning och bearbetning av kemiska ämnen, arbete i vissa restaurangkök, bageriarbete, tvätteriarbete, skorstensfejning, arbete i trätorkar samt visst arbete i växthus.

#### *Speciella och tillfälliga arbeten*

Ugnsrengöring i glasbruk, med ugnstemperaturer på 100°C eller mer.

Vissa processer under livsmedelshantering t.ex. jäsningsprocesser.

### Yrkesförare

Det finns i arbetslivet yrkesförare av fordon och maskiner, som i vissa klimatförhållanden kan uppleva stora besvär av värme. Risken för överskridanden av högsta tillåtna värde för tidsvägt värmeindex på grund av värme från motorer i kombination med solstrålning är liten, om befintliga ventilationsmöjligheter utnyttjas.

### Arbeten för vilka föreskrifterna inte är tillämpliga

#### *Arbeten där solstrålning är den helt övervägande orsaken till värmebelastning*

Exempel på sådana arbeten - där alltså föreskrifterna inte är tillämpliga - är lättare utomhusarbeten utan värmealstrande teknisk anordning eller farligt ämne såsom lättare former

av trädgårdsarbete, skogsarbete och gatuarbete. Inomhusarbeten av detta slag är kontorsarbete samt många arbeten i förarhytter såsom lyftkran och travers. Anledningen till att utesluta dessa arbeten är att man av erfarenhet vet att i dessa lätta arbeten kommer man så gott som aldrig, oberoende av yttre faktorer, att nå upp till en värmebelastning som kan innebära någon risk. Det finns därför normalt ingen anledning att bestämma värmeindex i dessa fall.

Komfortaspekter dvs effekter av värme och kyla som inte är fysiologiskt skadliga men som kan påverka vakenhetsgrad, välbefinnande och prestationsförmåga beaktas i Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om Arbetslokaler (AFS 1995:3) och i Socialstyrelsens allmänna råd om termiskt inomhusklimat, 1988:2.

### *Räddningstjänst*

Räddningstjänst har undantagits från tillämpningen av föreskrifterna, eftersom sådant arbete måste utföras trots värmebelastning. Dessutom är bestämning av värmeindex vanligen inte möjlig vid denna typ av arbete. Vidare utförs räddningsarbete ofta i skyddskläder, vilket gör att värmeindexmetoden inte är tillämpbar. För rök- och kemdykning finns bestämmelser i Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om rök- och kemdykning (AFS 1995:1).

### **Till 2 §**

Planeringen för värmebelastande arbete bör omfatta en kartläggning av de klimatfaktorer, som är av betydelse för arbetstagares förmåga att tåla värmebelastande arbete. Ett handlingsprogram, som skall kunna tillämpas vid behov, bör fastslås. Principen bör vara att vid tveksamhet göra nya mätningar och bedömningar.

Genom åtgärderna i nedanstående Tabell 3 kan samtliga skadliga effekter av värmebelastning undvikas.

Tabell 3. Organisatoriska, tekniska och medicinska åtgärder som kan vidtagas mot skadlig inverkan av värme.

<b>1. Organisatoriska åtgärder</b>	
Vid samtliga överskridanden	Sänkning av arbetstakten. Ökning av paustiden per arbetstimme Begränsning av den totala arbetstiden.
<b>2. Tekniska åtgärder</b>	
Vid hög lufttemperatur (upp till c:a 35°C)	Ökning av luftrörelser.
Vid hög strålningsvärme	Sänkning av strålkällans temperatur. Isolering och/eller avskärmning av strålkällan. Användning av värmeisolerande eller värmereflekterande skyddsdräkt.
Vid hög lufttemperatur och hög luftfuktighet	Användning av kylda dräkter.
<b>3. Åtgärder mot besvär</b>	
Ospecifika obehag. Värmeutslag	Undvika värmeexponering.
Uttorkning (dehydrering)	Vätskeintag. Vila i sval miljö.
Yrsel och svimning	Ligga ner. Vätskeintag.
Värmekramp och värmeslag	Snabb avkylning. Vätskeintag. Ambulanstransport till sjukhus.

Den enklaste och för hälsotillståndet bästa åtgärden vid tillfällig risk för överskridande av högsta tillåtna värde för tidsvägt värmeindex är i de flesta fall en minskning av arbetstakten och/eller en förkortning av vistelsetiden i den varma miljön. En metod för förkortning av arbetstiden i värme är att införa korta pauser eller perioder med lätt aktivitet i svalare miljö. Det senare kan åstadkommas genom tillfällig arbetsrotation. Den nödvändiga vistelsetiden i svalare miljö kan beräknas med hjälp av formel 5 i avsnittet Kommentarer till Bilaga i dessa föreskrifter. Ett annat sätt är, att då det är möjligt, förskjuta arbetstiden mot svalare delar av dygnet.

Vid inomhusarbete kan värmebelastningen effektivt minskas eller förebyggas genom sänkning av värmekällans temperatur, flyttning av arbetsplatsen till större avstånd från värmekällan, avskärmning av värmekällor med (eventuellt kyllda) skärmar, bättre isolering av värmekällorna samt, vid lufttemperaturer under 35°C, användning av fläktar placerade nära arbetstagaren. Fläktar ökar lufthastigheten och därmed värmeavgivning genom svettavdunstning och konvektion. Vid lufttemperaturer över 35°C är en ökning av lufthastigheten emellertid mindre lämplig, eftersom värmeförseln genom konvektion då i stället kan öka.

Värmestrålning kan också avskämmas med kläder, speciellt sådana med reflekterande beläggning. Eftersom svettavdunstning vanligen hindras av kläder, kan dock vinsten med detta vara begränsad. Klädedräkten bör väljas så att arbetstagaren får bästa komfort, med hänsynstagande till den individuella värmetaligheten och andra faktorer i arbetet, t.ex. risken för brännskada.

Det är önskvärt att minska luftfuktigheten som ett led i reduktionen av värmebelastning och för att underlätta värmeavgivningen genom svettning. Detta kan ske genom att man vidtar åtgärder för att generellt minska förekomsten av vatten och vattenånga i arbetslokalen. Detta innebär också att vattenbegjutning för kylning av strålningskärmar bör vara inkapslad.

Utomhusarbete med värmeexponering från teknisk anordning sker ibland under klimatförhållanden, som gör det svårt att hindra överskridande av högsta tillåtna värde för tidsvägt värmeindex med enbart tekniska åtgärder. En lösning på problemet kan vara en förkortning av arbetstiden per timme (främst genom tillägg av pauser), minskning av längden på arbetspass, minskning av arbetstakt eller förläggning av det huvudsakliga arbetet till mindre varma delar av dygnet.

Långsiktiga åtgärder mot skadlig värmebelastning bör baseras på bestämning och analys av "analytiskt värmestressindex", som är ett mått på det s.k. nödvändiga svettningsbehovet (SR). Denna metod (vars engelska term är "required sweat rate",  $SW_{req}$ ) rekommenderas, därför att den till skillnad från värmeindex-metoden ger information om olika klimatfaktorer individuella bidrag till värmebelastningen. Härigenom kan värdefulla upplysningar erhållas om vilka miljöförändringar som kan förväntas få största effekt. Svettningsanalysen tar hänsyn till en full värmebalansekvation, där också bl.a. luftfuktighet, lufthastighet och, i viss mån, klädsel ingår.

SR-metoden beskrivs i den internationella standarden ISO 7933 (1989), "Hot environments. - Analytical determination and interpretation of thermal stress using calculation of required sweat rate." Denna standard syftar också till att (a) ange åtgärder för att förhindra att

kärntemperaturen hos en frisk person i god fysisk kondition (utan värmeisolerande skyddskläder) stiger till skadlig nivå eller att vätskeförlusten blir för stor; (b) att rekommendera maximal exponeringstid för att undvika negativa effekter av stark värmeexponering.

### Till 3 §

Exempel på arbeten som avses i denna paragraf är isolering av hetvattenledningar i byggnader, arbete i torkutrymmen under pappersmaskiner samt murnings- och reparationsarbete i ugnar.

### Till 4 §

Det är viktigt för förmågan att uthärda värme att *kroppens vätskebalans* upprätthålls. Vätskebrist försvårar väsentliga kroppsfunktioner och behöver kompenseras för att inte ge en alltför stor påfrestning på organismen. Eftersom stora vätskeförluster sker vid svettning, är det viktigt att kroppens vätskemängd hålls på tillräckligt hög nivå i värmebelastande miljöer. Törst ger inte tillräcklig information om hur stor mängd vätska som måste ersättas och släcks dessutom med en relativt liten mängd vatten. I starkt värmebelastande arbete behöver därför vätskebehovet regleras på ett mer aktivt sätt än det som är möjligt enbart genom reaktionen på törstkänsla. Det är viktigt att arbetstagarna känner till behovet av att dricka även om törstkänsla saknas.

Arbetsförmågan sedd som enbart muskel prestation kan i stor utsträckning bibehållas opåverkad under förutsättning att vätsketillgången möjliggör en bevarad värmebalans. Uthålligheten i ett arbete reduceras däremot under fortsatt värmebelastning, främst på grund av otillräcklig blodcirkulationskapacitet.

I svensk arbetsmiljö behöver drycken endast i undantagsfall innehålla en extra mängd salter (elektrolyter) för att motverka förluster genom svettning. Eftersom vätska med salter kan öka värmeförlusten något mer än enbart vatten, kan det emellertid under långa, sammanhängande arbetspass under extremt varma klimatförhållanden vara lämpligt att tillsätta litet koksalt. Läskedrycker eller sportdrycker är effektiva för samma ändamål. För arbetstagare som av medicinska skäl har rekommenderats saltrestriktion i dieten kan det vara lämpligt med en läkarundersökning avsedd att bedöma lämpligheten för värmebelastande arbete. Läkaren bör informera om de speciella svårigheter i samband med värmebelastande arbete, som kan vara förknippade med en sådan saltrestriktion.

### Till 5 §

Helt värmeisolerande eller värmereflekterande dräkter liksom speciella skyddskläder användas vid t.ex. kemikaliebekämpning och inom kemikalisk tillverkningsindustri förhindrar eller försvårar att överskottsvärme avges genom svettavdunstning. Detta gör att värmeindex-metoden inte kan användas vid sådant arbete.

*Risk för ögonskada*

Grumling av ögats lins, så kallad katarakt eller grå starr, är ett vanligt tillstånd bland äldre. Värmestrålning och annan optisk strålning med kraftig intensitet i våglängdsområdet upp till 1200 nm kan öka riskerna för detta. Svensk forskning har visat att arbetare vid järnverk, stålverk och glasbruk, som arbetat lång tid vid ugnar och vid smältor från ugnarna drabbas av katarakt i en betydligt större omfattning än vad som är normalt i befolkningen. Riskerna ökar när den infraröda komponenten dominerar över det synliga ljuset pga att de naturliga skyddsreflexerna mot för starkt ljus då fungerar sämre. Katarakten utvecklas gradvis och brukar ge mer betydande synnedsättning först i de högsta åldrarna efter ålderspensionering.

Glasögon av alla slag (som utgör ett hinder för IR-strålningen att nå ögat) förhindrar linsförändringarna, och detta gäller naturligtvis också strålningsavskärmningar avsedda att skydda mot värmeskador. Föreskrifter om lämplig, typprovad och märkt skyddsutrustning mot bl a ögonskador finns i Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om Utförande av personlig skyddsutrustning (AFS 1996:7). När det gäller användningen av personlig skyddsutrustning finns det föreskrifter i AFS 1993:40.

**Till 6 §***Värmetålighet*

Förmågan att utan svårigheter och störningar i olika organfunktioner utstå värmeexponering benämns värmetålighet. Avvikelser från normal värmetålighet gör att besvär hos vissa individer kan börja uppträda redan vid en höjning av kärntemperaturen över cirka 38°C, men det är omöjligt att ange ett allmänt samband mellan kärntemperaturen och den individuella värmetåligheten.

Reducerad värmetålighet - som ökar risken för värmeskador - beror främst på nedsatt svettningförmåga, eftersom värmeavgivningen från huden genom svettavdunstning därmed är minskad. Svettningförmågan bestäms till stor del av hjärtats kapacitet att föra blod till huden. Genom svettningen uppkommer en vätskeförlust, som måste kompenseras genom tillförsel av dryck.

Åkommor i hjärt-kärl-systemet, som ger nedsättning av blodflödet till huden, försämrar värmetåligheten. På grund av den reducerade cirkulationskapaciteten är värmetåligheten sämre också hos personer med dålig kondition. Värmetåligheten nedsätts också vid njuråkommor, kraftig övervikt, användning av vissa mediciner (t.ex. mot diabetes och förhöjt blodtryck) och hög alkoholförbrukning. Den ökning av kärntemperaturen (feber), som sker vid t.ex. infektion, kan göra att skadliga effekter av värmebelastande arbete lättare uppkommer. Om arbetstagaren anser sig tillfälligt eller varaktigt oförmögen att utföra ett arbete, som kan innebära värmebelastning, bör detta anmälas till arbetsgivaren.

Värmebetingad hudirritation innebär förändrad blodcirkulation i huden, vilket kan befrämja uppkomsten av vissa hudåkommor.

Värmetåligheten är i viss mån åldersberoende och kan förväntas vara något nedsatt hos en del personer över 45 år. Det finns undersökningar som antyder, att kvinnor allmänt skulle ha

något mindre värmetålighet vid extrema belastningar än män, vilket kan bero på att kvinnorna i de undersökta grupperna har haft lägre fysisk arbetsförmåga. Vid samma arbetsförmåga och i övrigt lika arbetsvillkor förefaller det emellertid inte finnas någon väsentlig skillnad i värmetålighetsnivå mellan könen.

Föreskrifterna avser att skydda även mindre värmetåliga individer mot skador av exponering för stark värme. Vid *graviditet* är värmetåligheten naturligt minskad, eftersom fostrets försörjning med syre kräver ett ökat utnyttjande och därmed större risk för överskridande av kvinnans cirkulationskapacitet. Detta gäller speciellt senare delen av graviditeten och i stående arbetsställningar.

Risker för *fostret* vid en höjning av den djupa kroppstemperaturen över en viss nivå under de första 2-3 graviditetsmånaderna har diskuterats, men det saknas säker information om i vilken utsträckning en sådan höjning kan ske vid värmebelastande arbete.

### *Värmeträning*

De funktioner i kroppen, som syftar till att anpassa hudcirkulationen och svettningen till omgivningstemperatur och till värme bildad vid energiomsättningen, visar betydande anpassbarhet. Denna anpassning, s.k. "värmeträning", resulterar i ökad värmetålighet.

I ett värmebelastande arbete, där det föreligger risk för överskridande av högsta tillåtna värde för tidsvägt värmeindex kan arbetstagaren behöva några dagars värmeträning. Detta gäller efter en frånvaro från värmebelastande arbete under längre tid, som vid en treveckors semester, liksom då en person för första gången påbörjar sådant arbete. Även om full effekt uppnås först efter 8-10 dagar, kan en avsevärd värmeträning åstadkommas genom att tiden i värmebelastande arbete under dagarna 1-3 begränsas till 30 %, 50 % resp. 80 % av den tilltänkta arbetstiden.

### **Till 7 §**

Informationen till arbetstagare med värmebelastande arbete bör minst omfatta:

- (a) de hälsorisker som kan föreligga i värmebelastande arbete,
- (b) möjliga och nödvändiga åtgärder vid värmebelastning,
- (c) nödvändigheten att genom tillräckligt vätskeintag förhindra uttorkning samt
- (d) betydelsen av värmetålighet och vikten av värmeträning.

Det är angeläget att informationen till arbetstagarna utformas med tanke på eventuella språksvårigheter och socio-kulturella faktorer i övrigt.

## Kommentarer till Bilaga

### Tekniska aspekter på klimatbedömning

En korrekt bedömning av förutsättningarna för att hålla arbetstagarens värmebalans inom normala gränser kräver hänsynstagande till omgivningstemperatur, värmestrålning, lufthastighet och luftfuktighet. Enbart lufttemperatur är inte tillräcklig, eftersom den inte tar hänsyn till förekomsten av värmestrålkällor och inverkan av fuktighet i förening med luftrörelser. Högre luftfuktighet minskar kroppens förmåga att avge värme genom svettavdunstning. Direkt strålning från värmekällor uppvärmer alla föremål, inklusive människans kropp, i förhållande till ystorlek. Temperatur avläst på en vanlig (torr)termometer representerar därför inte den värmemängd, som tas upp av en person arbetande i en sådan miljö.

Den här använda principen för användning av värmeindex vid bedömning av värmebelastning bygger på en statistisk utvärdering av data från fysiologiska undersökningar av personer, som arbetar i olika miljöer och har bl.a. fördelen att vara lättanvänd. Våt- och globtemperaturerna mäts under en representativ tidsperiod på den plats där arbetet sker, och metoden tar hänsyn till det aktuella arbetets tyngd. Härigenom avspeglas den kombinerade effekten av metabolisk värme och värmeförsel utifrån samtidigt som exponeringstiden beaktas.

Värmeexponerande arbete är ibland så kortvarigt eller så varierande med avseende på exponering att det inte går att rättvisande bedöma värmebelastningen med värmeindex, t.ex. inom försvars-, polis-, brand- eller räddningstjänst.

Det kan vara lämpligt att det lokala sambandet mellan värmeindex och olika meteorologiska förhållanden studeras genom serier av mätningar vid olika tillfällen under året.

Om de yttre förhållandena på arbetsplatsen inte ändras och arbetet fortgår under minst en timme räcker det med **en** mätning av WBGT och det *tidsvägda medelvärdet* ( $WBGT_{vägt}$ ) för en timmes representativt arbete blir lika med detta värde.

Ett vanligt fall är att man har 2 st olika arbetssituationer. För detta fall förenklas formel 3 i bilagan till

$$WBGT_{vägt} = \frac{(WBGT_1 \cdot t_1 + WBGT_2 \cdot t_2)}{(t_1 + t_2)} \quad \text{formel 4}$$

där index 1 och 2 representerar de två olika arbetssituationerna.

Även om flera arbetssituationer med olika värmeindex förekommer under arbetspasset kan man, för att göra en första bedömning av risken för värmebelastning, gå in i tabell 1 i bilagan för aktuell arbetsintensitet med det högsta värdet på värmeindex som förekommer under arbetspasset. Om det högsta tillåtna värdet på värmeindex som då erhålles är högre än det högsta värdet på värmeindex som förekommer under arbetspasset så föreligger ingen risk för värmebelastning och ingen tidsvägning av värmeindex behöver göras.

När arbetsintensiteten ändras under ett arbetspass kan man som första åtgärd gå in i Tabell 1 för den högsta aktivitetsklass som förekommer under arbetspasset och läsa av högsta tillåtet tidsvägt värmeindex för detta fall. Om det högsta värmeindex som förekommer under arbetspasset är lägre än detta värde så är säkerhetsmarginalerna gentemot värmebelastning tillräckligt stora. Arbetet kan fortsätta utan risk för värmebelastning och *ingen tidsvägning* av vare sig värmeindex eller arbetsintensitet behöver göras.

#### *Mätutrustning*

Värmeindex registreras i enlighet med de tekniska specifikationerna i den svenska standarden SS-EN 27 726 genom registrering med hjälp av följande temperaturgivare:

1. En termometer, vars cylindriska, långa sensordel omges av en ständigt vattenfuktad väv för registrering av den "*naturliga våttemperaturen*". (Denna term är i den engelska texten till den svenska standarden SS-EN 27 243 benämnd "natural wet bulb temperature".)
2. En termometer placerad i centrum av en sfär med tunna väggar, starkt värmeabsorberande yta och 150 mm diameter för registrering av "*globtemperaturen*" (engelska: "globe temperature"). Genom sina värmeabsorberande och värmeledande egenskaper ger denna termometer en god uppskattning av den genomsnittliga temperatur, som åstadkoms genom strålning från olika källor.
3. Under utomhusarbete i direkt solbelysning görs en kompletterande mätning av omgivningens "*lufttemperatur*" (engelska: "dry bulb air temperature") med en konventionell termometer, som skyddas från direkt solbelysning eller annan värmestrålning. Termometern skall vara placerad så att luftrörelser runt termometern inte hindras.

Annan mätutrustning kan användas, om den kalibreras enligt specifikationerna i SS-EN 27 243.

Med vissa typer av instrument kan ett rättvisande värde på WBGT inte erhållas på kortare tid än 20 min. Vid tillgång till utrustning, som medger kontinuerlig mätning av värmeindex, erhålles ett vägt medelvärde genom integrering av registreringen över en mätperiod av 1 timme.

#### *Mätprotokoll från klimatbedömning*

Vid all klimatbedömning på arbetsplatser bör protokoll föras över mätningar och inblandade personer. Protokollen bör innehålla: namn på de personer som utfört och är ansvariga för mätningarna; mätställe (fabrik, avdelning, arbetsställe); antal personer som sysselsätts i lokalen vid mätningarna samt deras ålder, kön, fysiska aktivitet i arbetet och klädedräkt; datum och klockslag; torrtemperaturen utomhus; använda instrument (märke, typ, modell, speciella egenskaper, eventuella fel); skiss över arbetsplatsen med angivande av mätpunkter; uppgift om maskiner, placering av maskiner och utrymmen för olika aktiviteter; beskrivning av uppvärmningssystem och anordningar för ventilation och belysning samt deras funktionella skick; produktionens omfattning; mätresultat med uppgift om mätnoggrannhet; tolkning av mätresultaten.

**Val av aktivitetsklass för bestämning av högsta tillåtna värde för tidsvägt värmeindex**

Valet av aktivitetsklass kan baseras på nedanstående beskrivningar av typarbeten. Beskrivningarna kan ibland vara svåra att identifiera med de aktuella arbetena. Detta förhållande gör det då angeläget med fortlöpande bedömningar av värmebelastningen i det aktuella arbetet. En säkrare klassindelning kan åstadkommas genom en bestämning av den metaboliska värmeproduktionen i olika aktiviteter enligt metoder angivna i den svenska standarden SS-EN 28 996, "Ergonomi - Bestämning av metabolisk värmeproduktion (ISO 8996:1990)".

Kategoriseringen baseras på genomsnittliga förhållanden över längre tid i olika typsställningar och beaktar därför inte eventuella aktivitetsstopp. Den omfattar inte heller strålning från värmekällor eller andra miljöfaktorer. Klädselns egenskaper kan vara avgörande för inverkan på kroppstemperaturen av värmebelastande arbete. Utgångspunkten för tillämpningen av dessa föreskrifter med avseende på aktivitetsklasser är att klädsel valts så att största möjliga komfort uppnåtts.

*Aktivitetsklass 1*

Kontorsarbete, maskinskrivning, sömnad, arbete med lätta handverktyg i sittande eller stående. Lätt monterings- och plockningsarbete. Normal personbils- och truckkörning. Arbete med fotkontakt eller pedal. Lätt promenad.

*Aktivitetsklass 2*

Kontinuerligt arbete med händer och armar, lätt verkstads-, byggnads- eller skogsarbete med kontinuerligt upprepade förändringar av kroppsläge (böjning, vridning m.m.), materialbearbetning med medeltunga verktyg. Detta omfattar, t.ex. spikning och filning, arbete med tryckluftshammare, montering och slipning av tungt material, krattning, frukt- och grönsaksplockning, att skjuta eller dra lättare kärror, körning av lastbil, traktor eller vägmaskin. Hastig promenad.

*Aktivitetsklass 3*

Tungt manuellt arbete med eller utan verktyg. Arbete med förflyttning av tunga föremål. Detta omfattar grävarbete och liknande, sågning, huggning och hyvling av virke, att skjuta eller dra tunga kärror, arbete med slägga, sten- och plattläggning, att bryta gjutformar. Mycket hastig promenad, lätt jogging.

*Aktivitetsklass 4*

Som i aktivitetsklass 3 men i högt till maximalt tempo. Gång uppför trappor, klättring i stegar eller ställningar med bördor. Orienteringslöpning.

Aktivitetsklasserna 3 och 4 tar, till skillnad från standarden SS-EN 27 243, inte upp speciella (lägre) högsta tillåtna värden för värmeindex för lokaler utan luftrörelser. Anledningen till denna avvikelse är att sådana situationer är mycket sällsynta, eftersom personer som utför arbete hänförligt till dessa klasser vid sin aktivitet skapar luftrörelser kring sig själva.

De angivna värdena på effektutveckling har beräknats med utgångspunkt från studier av syreförbrukning under arbete. I den mån sådana data finns, kan de med fördel användas för val av kategori i stället för de mera schematiska uppgifterna om typarbete. Den normerade kroppsytan, som effektvärdena i Bilagans Tabell 1 hänförs till, gäller män och är  $1,8 \text{ m}^2$ .

### **Exempel på bestämningar av värmeindex och tillämpligt högsta tillåtna värde på tidsvägt värmeindex**

#### *Exempel 1: Kontinuerligt arbete med konstant arbetsintensitet på en varm plats*

En pappersarbetare arbetar under hela sitt arbetspass med en arbetsintensitet som motsvarar en måttlig arbetstyngd (aktivitetsklass 2). Arbetspassets längd överstiger en timme. Personen är värmetränad. WBGT mäts upp på den plats som arbetaren befinner sig på under arbetspasset och visar sig vara  $25^\circ\text{C}$ .

Eftersom arbetet fortgår längre än en timme blir  $\text{WBGT}_{\text{vägt}}$  lika med detta uppmätta värde på WBGT dvs  $25^\circ\text{C}$ .

För att få reda på högsta tillåtna värde för värmeindex går man in i tabell 1. Man väljer raden med aktivitetsklass 2 och kolumnen för "person med värmeträning" under "högsta tillåtna värde för tidsvägt WBGT". Man får då fram högsta tillåtna värde på tidsvägt värmeindex till  $28^\circ\text{C}$ .

Eftersom uppmätt  $\text{WBGT}_{\text{vägt}}$  ( $=25^\circ\text{C}$ ) är lägre än högsta tillåtna värde för  $\text{WBGT}_{\text{vägt}}$  ( $=28^\circ\text{C}$ ) kan arbetet fortgå utan risk för skadlig värmebelastning.

#### *Exempel 2: Arbete med samma arbetsintensitet på dels en varm plats och dels en sval plats*

En värmetränad glasbruksarbetare arbetar 20 min per timme vid en glasugn där WBGT uppmäts till  $30^\circ\text{C}$  och 40 min per timme med annat arbete i en svalare miljö där WBGT mäts upp till  $22^\circ\text{C}$ . Arbetsintensiteten är måttlig (aktivitetsklass 2) och ungefär lika hög under hela arbetspasset.

Eftersom det gäller 2 st arbetssituationer så blir  $N=2$  och formel 4 i kommentarer till bilagan kan användas för att beräkna  $WBGT_{\text{vägt}}$ .

$$\begin{aligned} WBGT_1 &= 30^\circ\text{C}, t_1 = 20 \text{ min} \\ WBGT_2 &= 22^\circ\text{C}, t_2 = 40 \text{ min} \\ t_1 + t_2 &= 20 \text{ min} + 40 \text{ min} = 60 \text{ min} \end{aligned}$$

$$WBGT_{\text{vägt}} = (30 \cdot 20 + 22 \cdot 40) / (20 + 40) = 24,7^\circ\text{C}$$

Använd tabell 1. Gå in i raden med aktivitetsklass 2 och i kolumnen för värmetränad person. Ur tabellen fås då att under de givna förhållandena blir högsta tillåtna värde för  $WBGT_{\text{vägt}} = 28^\circ\text{C}$ . Eftersom det beräknade  $WBGT_{\text{vägt}}$  är lägre än det högsta tillåtna så kan arbetet fortsätta utan risk för skadlig värmebelastning för arbetaren.

### *Exempel 3: Arbetsintensiteten varierar i en varm miljö*

Vid en plötslig värmebölja och under en mycket varm och fuktig dag med starkt solsken blir man tvungen att under stark tidspress utföra vissa arbeten i ett växthus. Arbetet gäller grävning i samband med vissa ombyggnader och kan anses motsvara aktivitetsklass 3. Arbetet organiseras så att två personer turas om med att gräva under 30 min och sedan arbeta i samma miljö med lättare växthusarbeten (aktivitetsklass=1) under 30 min.  $WBGT$  mäts upp till  $27^\circ\text{C}$ . De inblandade arbetarna är värmetränade.

$WBGT_{\text{vägt}}$  blir lika med  $27^\circ\text{C}$ . För att få reda på tillämpligt högsta tillåtna värde på tidsvägt värmeindex bestämmer man nu ett tidsvägt medelvärde för arbetsintensiteten. Eftersom vi inte har några exakta värden på effektutvecklingen använder vi medelvärdet av effektutvecklingen (kolumn 4 i Tabell 1) för respektive arbetstydgd (aktivitetsklass) för att beräkna tidsmedelvärdet av arbetsintensiteten. Vi gör på samma sätt som när vi beräknade  $WBGT_{\text{vägt}}$  ovan.

Använd förkortningen AI för arbetsintensitet.

$$AI_{\text{vägt}} = \frac{(AI_1 \cdot t_1 + AI_2 \cdot t_2)}{(t_1 + t_2)}$$

$$\begin{aligned} AI_1 &= 97 \text{ W/m}^2, t_1 = 30 \text{ min} \\ AI_2 &= 230 \text{ W/m}^2, t_2 = 30 \text{ min} \\ t_1 + t_2 &= 30 \text{ min} + 30 \text{ min} = 60 \text{ min} \end{aligned}$$

$$AI_{\text{vägt}} = (97 \cdot 30 + 230 \cdot 30) / (30 + 30) = 163,5 \text{ W/m}^2$$

Den tidsvägda arbetsintensiteten motsvarar alltså aktivitetsklass 2. Vi använder detta värde för att välja rad i tabell 1 och väljer sedan kolumnen för person med värmeträning. Högsta tillåtna  $WBGT_{\text{vägt}}$  i detta fall blir  $28^\circ\text{C}$  medan uppmätt  $WBGT_{\text{vägt}}$  var  $27^\circ\text{C}$ . Dvs ingen risk för skadlig värmebelastning föreligger. Om en person med värmeträning ensam skulle utföra samma hårda arbete (aktivitetsklass=3,  $230 \text{ W/m}^2$ ) i denna miljö så skulle högsta tillåtna värde på värmeindex bli  $26^\circ\text{C}$ . Eftersom  $WBGT_{\text{vägt}}$  är större än detta värde skulle risk för skadlig

värmebelastning föreligga i detta fall och arbetet skulle enligt denna föreskrift inte vara tillåtet att utföra på detta senare sätt.

### **Beräkning av nödvändig vistelsetid i svalare miljö vid överskridande av högsta tillåtna värde för tidsvägt värmeindex**

Om värmeindex på arbetsplatsen överskrider högsta tillåtna värde för tidsvägt värmeindex, och man vill lösa problemet genom att införa vistelse i svalare omgivning med samma arbetsintensitet, kan vistelsetiden i den svalare miljön beräknas med hjälp av följande formel:

$$\text{vistelsetidens längd} = 60 \cdot \left( \frac{\text{WBGT}_{\text{varm}} - \text{WBGT}_{\text{max}}}{\text{WBGT}_{\text{varm}} - \text{WBGT}_{\text{sval}}} \right) \quad \text{formel 5}$$

där  $\text{WBGT}_{\text{max}}$  är tillämpligt högsta tillåtna värde för tidsvägt värmeindex för den aktuella arbetsintensiteten,  $\text{WBGT}_{\text{sval}}$  uppmätt värmeindex i den svalare miljön, och  $\text{WBGT}_{\text{varm}}$  uppmätt värmeindex i den varma zonen. Exempel: Högsta tillåtna värde för tidsvägt värmeindex för aktuell aktivitetsnivå = 28°C; uppmätt värmeindex i den varma zonen = 33°C; värmeindex i den svalare miljön = 18°C. Med formel 5 beräknas vistelseperiodens längd till 20 min per timme. Om arbetsaktiviteten i den svalare miljön är lägre (t.ex. vila) än i den varma zonen kan formeln användas för att få en ungefärlig uppskattning på den nödvändiga vistelsetiden i den svalare miljön, men formeln kommer då att ge en större säkerhetsmarginal genom att ge en något längre vistelsetid i den svalare miljön än vad som egentligen är nödvändigt för att uppfylla föreskriftens villkor.

## Ordlista

### aktivitetsklass

Används i dessa föreskrifter för att kategorisera arbetsintensitet. Klasserna beskrivs med hjälp av två olika variabler: energiomsättning i  $W/m^2$  och "arbetstyngd". Den sistnämnda bedöms med ledning av en beskrivning av typiska arbetsuppgifter och statistiska data från undersökningar av sambandet mellan arbete och energiomsättning.

### dehydrering

Ett tillstånd av uttorkning, som orsakas av att celler och organ i kroppen förlorar vätska t.ex. genom svettning samtidigt som förlusten inte kompenseras genom tillräcklig mängd dryck. Dehydrering leder till en minskning av den fysiska arbetskapaciteten: en person på 75 kg som svettas 1,5 l får en vätskeförlust på cirka 25 % och kan förväntas förlora 20 % av sin prestationsförmåga.

### energiomsättning

Omvandlingen i kroppen av kemisk energi (vanligen hämtad från födan) till värme och mekaniskt arbete. Den totala *effekten* av all energiproduktion i kroppen (energiomsättningshastigheten) anges i watt per kvadratmeter kroppsytan ( $W/m^2$ ). En del av energin omvandlas utanför kroppen till mekanisk energi (mekanisk eller "yttre" effekt) i form av kroppsrörelser.

### fysiologi

Läran om kroppsfunktioner. Sammanfattar de biologiska, kemiska och fysikaliska mekanismer, som ingår i olika organfunktioner, t.ex. *andningsfysiologi* (upptag av syrgas i lungorna, passage av syrgas genom lungvävnadens väggar till och från blodet, och avgivande av koldioxid genom utandning), *hjärt- och kärlfysiologi* (pumpning och cirkulation av blod genom blodomloppets olika delar, passage av blod till och från olika organ, mekanismerna för avgivning av syrgas till kroppens organ och vävnader, syrgasens användning i dessa, blodkärlens funktioner som ett led i närings- och syrgasförsörjningen till vävnaderna, etc).

### globtemperatur

Mäts med en temperaturgivare placerad i centrum av en sfär med tunna väggar, starkt värmeabsorberande yta och vissa dimensioner (se Kommentarer till Bilaga). Ingår i bestämningen av WBGT.

### heat stress index

En term som förekommer i den engelska texten till den svenska standarden SS-EN 27 243 och som motsvarar den i dessa föreskrifter använda termen "värmeindex". Värmebelastning (se detta ord) kan leda till skadlig effekt av en värmeexponering, som medför upplagring av värme i kroppen. Terminologins uppbyggnad kan alltså sammanfattas i satsen: "Vid

exponering för stark värme kan det i kroppen ske en nettoupplagring av värme (värmebelastning), som bedöms med hjälp av värmeindex."

### **infraröd strålning**

Elektromagnetisk strålning inom våglängdsområdet 780 nm - 1 mm.  
1 nm = 1 miljondels millimeter.

### **ISO**

Ursprungligen en förkortning av International Standards Organization. Det officiella namnet på detta organ är numera International Organization for Standardization, men förkortningen ISO har behållits oförändrad.

### **komfort**

De klimatförhållanden, som gör att miljön upplevs som varken för kall eller för varm, sammanfattas i termen "komfortzon". Denna utgör vanligen ett brett område av temperaturer och andra klimatfaktorer (som luftfuktighet och lufthastighet), till vilka man kan anpassa sig med hjälp av lämplig klädedräkt eller på annat sätt. Upplevelsen av klimatkomfort är beroende också av psykologiska och medicinska faktorer och varierar därför kraftigt mellan olika personer.

Bedömning av komfort i olika klimatförhållanden kan göras med den metod, som anges i den internationella standarden SS EN ISO 7730. Studier av stillasittande försökspersoner i kontorsarbete med normal inomhusklädsel visade, att färre än 10 % var otillfredsställda med lufttemperaturer från omkring 22 till cirka 26°C. Dessa värden gäller sommartid och små lufthastigheter (<0,25 m/s).

Att betingelserna för komfort är uppfyllda betyder dock inte att miljön är "termoneutral", som har en särskild definition (se detta ord).

De här presenterade föreskrifterna baseras främst på människans förmåga att utan skadliga effekter uthärda värmeexponering och inte på komfort eller negativ inverkan på arbetsprestationen.

### **konvektion**

Överföring av värmeenergi från strömmande omgivande luft till luftskiktet vid hudytan kallas för konvektion och kan ske om omgivningens lufttemperatur är högre än hudtemperaturen. Om hudtemperaturen istället är högre än temperaturen i omgivande strömmande luft, kan en värmetransport ske i motsatt riktning, från huden till omgivande luft. Luftrörelser vid lufttemperaturer lägre än 35°C kan underlätta värmeavgivning från kroppen genom konvektion och underlättar även svettningen. Synonym: *strömning*.

### **kärntemperatur**

Temperaturen i de djupare liggande delarna av bålen och huvudet, t.ex. i det blod, som

strömmar genom stora kroppspulsådern. Mäts vanligen som rektaltemperatur (temperaturen i ändtarmen) men kan vid laboratorie-experiment också med tillfredsställande precision uppskattas med hjälp av en temperaturgivare nedförd i matstrupen. Synonym: *djup kroppstemperatur*.

**luftfuktighet**

Mäts som mängden vattenånga i luften i g/kg torr luft eller som vattenångans partialtryck i Pa. Den *relativa* luftfuktigheten definieras som det procentuella förhållandet mellan den uppmätta vattenångan i omgivningsluften och den största mängd vattenånga, som kan finnas där vid den rådande lufttemperaturen.

**lufthastighet**

Luftens strömningshastighet i förhållande till en mätpunkt på kroppsytan. Vid bedömning av exponering för klimatfaktorer anges den som medelhastigheten i m/s under 3 minuters mätning.

**mekanisk effekt**

Se *energiomsättning* och *metabolisk värme*.

**metabolisk värme**

Värme bildad i kroppen vid energiomsättningen. En mindre del av den metaboliska värmen omvandlas till mekanisk effekt i form av kroppsrörelser. Metabolisk värme kan bestämmas genom metoder angivna i den internationella standarden SS-EN 28 996, "Ergonomi - Bestämning av metabolisk värmeproduktion (ISO 8996:1990)".

**medelstrålningstemperatur**

Medelvärde av temperatur mätt i flera olika riktningar, en parameter som kan användas vid termisk värdering av en arbetsplats. Den utgörs av ett viktat medelvärde av temperaturen hos omgivande ytor och beror på individens position i förhållande till dessa.

**svettningssintensitet**

Vid all svettning, den märkbara och den "osynliga" (som ständigt pågår utan att vi lägger märke till den), avdunstar vatten från huden, vilket medför värmeavgivning.

Vid fysiologisk bedömning av värmestålighet utförs bl.a. en analys av en persons förmåga till avdunstning av värme genom svettning ställd i relation till vad klimatförhållandena kräver för att värmebalansen skall kunna upprätthållas. Detta beskrivs i den internationella standarden ISO 7933 (1989), "Hot environments. - Analytical determination and interpretation of thermal stress using calculation of required sweat rate".

**termoneutral miljö**

En miljö med lufttemperatur kring 20-25°C och relativ fuktighet 30-50 %.

**lufttemperatur**

Mäts med en konventionell termometer, som är skyddad från direkt solbelysning eller annan värmestrålning, och som är placerad så att luftrörelser runt termometern inte hindras.

**våttemperatur**

Mäts med en 30 mm lång, cylindrisk temperaturgivare med diametern 6 mm, som omsluts av en ständigt fuktig bomullsstrumpa. Givaren kommer att avkylas i proportion till avdunstningen från strumpan. Naturlig våttemperatur (som används vid bestämning av WBGT enligt dessa föreskrifter) innebär att det saknas strålningsskydd och att luften strömmar naturligt kring givaren. Psykrometrisk våttemperatur registreras då sensorn är strålningsskyddad och ventilerad. (Se även Kommentarer till Bilaga.)

**värmebalans**

Ett tillstånd då den metaboliska värmen, minskad med mekanisk effekt, samt värme tillförd utifrån uppvägs av avgiven värme.

**värmebelastning**

Upplagring av värme i kroppen genom bristande avgivning av överskottsvärme som kan leda till skadlig påfrestning på kroppen.

**värmeexponering**

Det förhållandet att en person utsätts för värme. Med "stark värme" avses i dessa föreskrifter vanligen sådan värme, som kan resultera i värmebelastning.

**värmeindex**

Används i dessa föreskrifter synonymt med WBGT och med det engelska "heat stress index" (se detta ord). Det utgör ett mått (uttryckt i °C) på den belastning, som kroppens fysiologiska funktioner utsätts för genom inverkan av olika klimatfaktorer. WBGT-metoden tar hänsyn till värme producerad genom ämnesomsättningen, värme överförd på olika sätt till kroppen från omgivningen (främst genom värmestrålning och konvektion), samt luftfuktighet och lufthastighet. "Analytiska" metoder baseras på direkta mätningar av fysiologiska funktionsvariabler, som avspeglar kroppens produktion och innehåll av värmeenergi. Värmeindex-metoden, däremot, är enbart "empirisk" och baseras på klimatfaktorer, som genom praktiska undersökningar och experiment visat sig vara statistiskt relaterade till kroppens värmebalans. (Se också "heat stress index" och "värmebelastning".)

**värmeslag**

Ett livshotande tillstånd, framkallat av värmebelastning. Det kännetecknas av förvirring, nedsatt eller upphörd svettning och cirkulationskollaps. Om det tillåts fortsätta resulterar det i medvetslöshet och död.

**värmestrålning**

Innebär i samband med denna föreskrift vanligen ett flöde av värme till kroppen från en värmekälla i omgivningen genom strålning i de synliga och infraröda frekvensområdena (400 nm-1 mm). Storleken av den strålningsenergi som upptas av kroppen är omvänt proportionell mot den upptagande ytans reflektionsförmåga. Människans hud tar upp praktiskt taget all infallande strålningsvärme. Motsatsen gäller för värmeskyddskläder med blank, ljus yta och hög reflektion.

**värmeträning**

En ökning av värmetåligheten genom en acklimatisering till värmeexponering. Den åstadkoms på grundval av både fysiologiska och psykologiska mekanismer.