

1487

Klimatfysiologisk belastning vid arbete i skyddsdräkter för asbestsanering

På marknaden finns idag flera typer av skyddskläder med god förmåga att skydda mot asbestfibrer. Men informationen är dålig om hur dessa kläder inverkar på svettavdunstning och hur de släpper igenom vattenånga.

I detta projekt studerades tre olika typer av skyddsdräkter. Dräkterna medgav relativt god värmebalans vid måttligt tungt arbete och en temperatur på 20–30 °C. Vid 35 °C, däremot, gav högre ångmotstånd hos en av dräkterna högre vattenångstryck, högre relativ luftfuktighet och större våthet på huden. Samtidigt minskade effektiviteten i svettavdunstningen. Det är därför angeläget att samtidigt som man testar dräkters förmåga att skydda mot asbest också testar ångmotståndet hos dräkterna.

BAKGRUND OCH SYFTE

Enligt föreskrift från Arbetarskyddsstyrelsen ska skyddskläder och andningsapparat bäras vid arbete med asbestsanering. Skyddet ska förhindra att asbestfibrer tränger in i hud och lungor. Såväl skydd mot asbestfibrer, som genomsläpplighet för vattenånga och luft varierar hos de dräkter som finns på marknaden. Ju tätare materialet är, desto större är risken för obehag och påfrestningar, eftersom svettens avdunstning och därmed en del av kroppens värmeavgivning påverkas. Ett fömuftigt val av skyddsplagg kan därför påtagligt reducera såväl obehag som värmebelastning.

Syftet med föreliggande undersökning var att jämföra påfrestningen vid arbete i neutralt respektive varmt klimat med tre olika typer av skyddsdräkter.

UPPLÄGGNING AV FÖRSÖKEN

Fyra friska män i åldern 29 till 45 år (kroppsvikt 71 ±7 kg, längd 176 ±7 cm) deltog i undersökningen. Alla deltog frivilligt och var väl förtrogna med syfte och försöksuppläggning.

Tre olika typer av skyddsdräkter studerades. De var tillverkade av olika material: Tyvek (TYV), polypropylen (PP) och Gortex (GT). TYV och PP används flitigt vid arbete med asbestsanering. Dräkterna ger ett gott skydd mot asbestfibrer men har i övrigt olika egenskaper med avseende på luftgenomsläpplighet och ångmotstånd. Motståndet mot vattenånga var högst och genomsläppligheten av luft lägst hos TYV. Försökspersonerna var klädda i bomullsshorts, bomullsockor och träningskor (NoPS). Ovanpå denna klädsel bars sedan de olika skyddsdräkterna. Dessa var likartade med avseende på design och storlek.

Testet omfattade 50 minuters arbete på cykelergometer med en belastning på 90 Watt. Varje person genomförde fyra tester (olika dräkter), dels i 25 °C, dels i 35 °C. Lufthastigheten var ≈0,3 m/s och relativa luftfuktigheten 47 respektive 26 procent.

Olika fysiologiska variabler, såsom syreupptagning, hjärtfrekvens, rektaltemperatur, hudtemperatur, hudfuktighet och svettavdunstning mättes under arbetsperioden. Hudens våthetsgrad (i procent)

beräknades på basis av hudfuktighets- och hudtemperaturmätningar. Svetteffektivitet (i procent) definierades som

$$e = \frac{\text{svettavdunstning}}{\text{total svettproduktion}} \times 100$$

I den totala svettproduktionen inräknades bl a fuktabsorptionen i kläderna.

Var tionde minut ombads personen att skatta sin upplevelse av ansträngning, värmekänsla, svettning och komfort.

På basis av uppmätta variabler kunde värmebalansen analyseras genom beräkning av kroppens värmeproduktion, värmeavgivning samt värmeupplagring. Alla värmebalansberäkningar gjordes i 30:e till 50:e minuten.

Den statistiska analysen av skillnader mellan de tre dräkterna innefattade tvåvägs ANOVA och student's t-test med hjälp av Statview II för Macintosh.

RESULTAT

Fysiologisk belastning

Syreupptagningen var ungefär lika stor under alla betingelser, 1.3 ± 0.04 l/min. Hjärtfrekvensen tenderade att vara något lägre i 25 °C än i 35 °C.

I figur 1 visas förändringen i rektal- och medelhudtemperatur för dräkterna i 35 °C. Rektaltemperaturen steg likartat i 25 °C, medan TYV uppvisade en signifikant större höjning än de andra dräkterna i

35 °C. Ökningstakten var också signifikant högre för TYV i 35 °C. Medelhudtemperaturen var också likartad för de olika dräkterna i 25 °C och klart högre än utan dräkt. I 35 °C var medelhudtemperaturen för TYV signifikant högre än för de andra dräkterna.

Den relativa luftfuktigheten vid huden under dräkten steg till över 70 procent i 25 °C respektive över 80 procent i 35 °C. Utan dräkt var den relativa luftfuktigheten 39 respektive 47 procent. Omräknat till partialtryck motsvarar detta $>3,8$ kPa i 25 °C och $>4,7$ kPa i 35 °C. Skillnaden i partialtryck mellan 25 och 35 °C var signifikant.

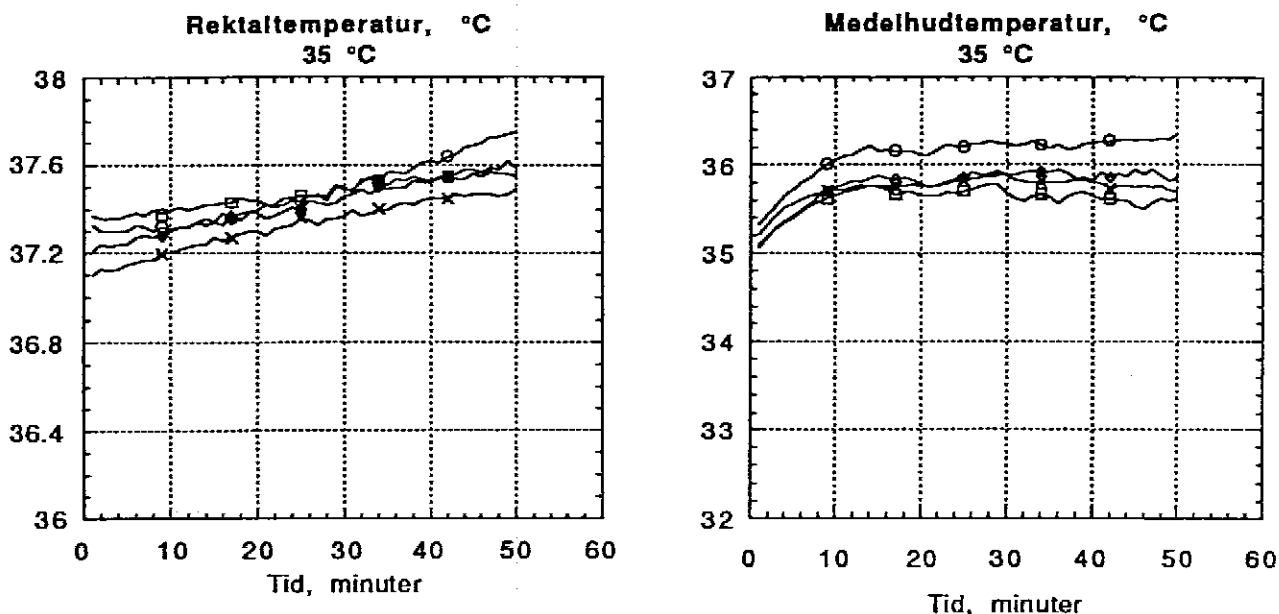
Svettavdunstningen var i stort sett konstant under respektive klimatförhållanden och oberoende av dräkt. Fuktabsorptionen i kläderna var störst för TYV i båda klimaten. Detta resulterade bl a i en tendens till mindre effektiv svettavdunstning i TYV.

Subjektiv reaktion

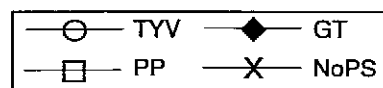
Medelvärden för personernas skattning av olika upplevelser under sista försöksminuten analyserades. Skillnaderna mellan dräkterna var små och inte signifikanta. Skattningen av temperatur och svettning var signifikant högre i 35 °C.

Värmebalans

Värmeproduktionen under försöket balanserades i alla dräkterna i 25 °C av tillräcklig värmeavgiv-



Figur 1. Förändring i rektaltemperatur och medelhudtemperatur uppmätta minut för minut som medelvärden för fyra personer vid arbete i de fyra dräkterna.



ning, vilket resulterade i ingen eller mycket liten värmeupplagring i kroppen. I 35 °C fanns en tendens till större värmeupplagring och särskilt uttalat var detta för TYV.

DISKUSSION

Vid arbete i 25 °C uppnåddes god värmebalans efter ca 25–35 minuter. I detta avseende förelåg ingen skillnaden mellan dräkterna. Den barriär som dräkten innebar mot ånggenomgång, hindrade inte erforderlig svettavdunstning. I 35 °C kunde också tillräcklig svettavdunstning upprätthållas för alla dräkterna med undantag för TYV. I denna dräkt uppmättes visserligen samma avdunstning som i PP, men värmeupplagringen i kroppen och ökningen i rektaltemperatur var klart högre än för de andra dräkterna.

Gynnsamma betingelser för svettavdunstning är nödvändiga för en god värmebalans, särskilt vid tyngre arbete i varmt klimat. Vid lufttemperaturer över ca 35 °C är svettavdunstning den enda möjliga formen för värmeavgivning från kroppen. En tät slutande barriär kring kroppen, av det slag som de åtsittande dräkterna skapar, påverkar svettavdunstningen. Ett tätare material resulterar i ett högre ångtryck vid huden. Huden blir därför våtare av svett under sådana betingelser, trots att avdunstningen är densamma. Resultaten illustrerar väl detta samband. TYV gav klart högre värden på relativ luftfuktighet, vattenångtryck och beräknad våthets-

grad. Den upplevda svettningsgraden uppvisade också ett starkt samband med våthetsgraden.

Ångmotståndet beräknades för de tre skyddsdräkterna. TYV uppvisade det högsta värdet följt av lika värden för PP och GT. Utan dräkt erbjuder luftskikten kring kroppen ångmotstånd som bara är omkring en tredjedel till en fjärdedel av värdet för dräkterna.

Genom materialmätningar är det visat att GT och PP har ett klart lägre ångmotstånd än TYV. Denna skillnad säger dock inte hela sanningen eftersom vissa delar av kroppen, t ex händerna, täcks av annat material. Ett visst läckage sker också genom pumpverkan vid klädöppningar, även om dessa delvis tillslutits med tejp. Kondensation i och återavdunstning från ytliga klädsnitt bidrar också i någon mån till värmeavgivningen. Storleken på detta bidrag är dock svår att bestämma. Materialvärden överdriver således ofta den faktiska skillnad som uppkommer i ett plagg under användning.

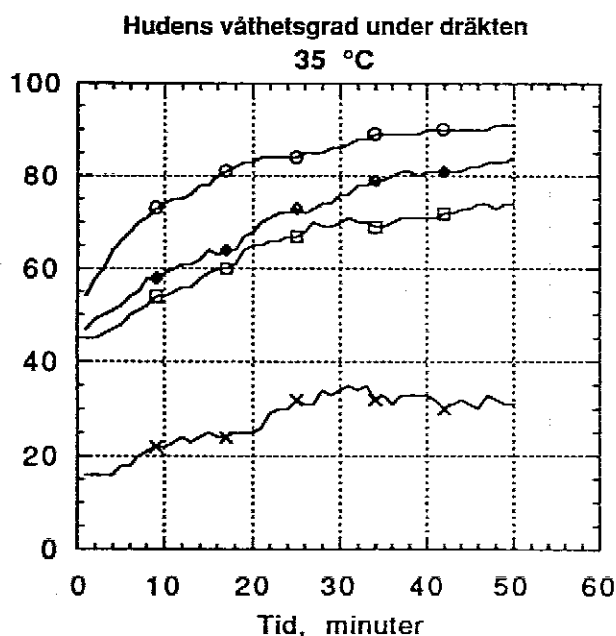
Vid besvärliga avdunstningsbetingelser, orsakade av exempelvis tät klädsel, blir svettningen ineffektiv. Med andra ord krävs en större total svettproduktion för att åstadkomma en viss avdunstning. Det har visats i flera undersökningar att denna nedgång i svettningseffektivitet är relaterad till den ökande hudfuktigheten. I den här undersökningen visades att god effektivitet upprätthålls upp till en våthet på cirka 60 procent varefter effektiviteten raskt faller.

SAMMANFATTNING OCH REKOMMENDATIONER

Det kunde konstateras att de tre dräkterna medgav relativt god värmebalans vid måttligt tungt arbete vid temperaturer kring 20–30 °C. Det högre ångmotståndet hos TYV resulterade främst i högre vattenångtryck, högre relativ luftfuktighet och större våthet vid hudytan. Samtidigt minskade effektiviteten i svettavdunstningen genom en större andel absorption och kondensation i klädseln. Denna skillnad förstärktes vid 35 °C och kan förmodas ge ännu större skillnader vid högre temperaturer och tyngre arbete. Därför är det angeläget såväl med tanke på komfort som på värmebelastning att förutom att testa skyddsegenskaper mot asbest, även testa ångmotståndet hos dräkterna.

RAPPORTEN

Klimatfysiologisk belastning vid arbete i skyddsdräkter för asbestsanering, Arbete och Hälsa 1991:34 (10 sidor) kan beställas från Arbetsmiljöinstitutet, Förlagstjänst, 171 84 Solna, tel 08-730 98 00. Pris: 50 kronor exkl moms.



Figur 2. Förändring i hudens våthetsgrad uppmätt minut för minut som medelvärde för fyra personer vid arbete i 35 °C i de olika dräkterna.

1487

För innehållet i sammanfattningen svarar
Ingvar Holmér och Håkan Nilsson,
Klimatfysiologiska enheten, Arbetsmiljöinstitutet, 171 84 Solna, tel 08-730 91 00.

Pnr 89-0758 Klimat (34) Mars 1992

Arbetsmiljöfonden

BESÖKSADRESS Olof Palmes Gata 31 PLAN 3
POSTADRESS BOK 1122 111 81 STOCKHOLM
TELEFON 08-791 03 00 TELEFAX 08-791 85 90