



Värmestress på arbetsplatsen: Omvärdering av komfort som en mätbar säkerhetsfaktor

Hur nya data, testmetoder och utvecklade
standarder förändrar hur personlig
skyddsutrustning utvärderas

tyvek.se/apx



Introduktion

”Värmestress är inte längre en komfortfråga – det är en växande säkerhetsrisk.”

*säger Chloé Caux-Wetherell
som är EMEA-marknadschef hos
DuPont Personal Protection*



Värmestress är en växande risk på arbetsplatsen. Stigande globala temperaturer, mer frekventa värmeböljor och fysiskt krävande miljöer innebär att arbetstagare i allt högre grad utsätts för hög värme under sina dagliga arbetsuppgifter. I hela Europa rapporterar nu en betydande andel av arbetskraften att de arbetar under förhållanden med höga temperaturer, vilket visar att detta inte längre är en fråga som bara påverkar nischområden utan ett utbrett säkerhetsproblem¹.

Tillsynsmyndigheter och hälsoexperter över hela världen lägger också större vikt vid arbetarnas välbefinnande. Flera länder har infört påbud och kraven på att komfort ska styrkas med data ökar.

Förutom att orsaka obehag har värmestress mer allvarliga konsekvenser. När kroppen kämpar för att reglera sin temperatur ökar den fysiska ansträngningen, koncentrationen minskar och beslutsfattandet försvåras. I säkerhetskritiska miljöer kan detta leda till misstag och bristande efterlevnad. Arbetstagarna kan till och med välja komfort framför skydd genom att använda osäkra skyddsplagg, vilket skapar en stor säkerhetsrisk².

För hälso- och säkerhetspersonal innebär detta en komplex utmaning: hur skyddar man arbetstagare från farlig exponering samtidigt som man hanterar de fysiologiska risker som är förknippade med värme?

Hantering av värmestress fokuserar för närvarande på miljökontroller och arbetsmetoder, snarare än personlig skyddsutrustning (PPE). Men vad arbetarna har på sig kan ha stor betydelse för hur deras kroppar reagerar på värme³.

Den här e-guiden förklarar hur komfort, när detta behandlas vetenskapligt som en mätbar faktor, blir ett kraftfullt verktyg för utveckling och utvärdering av skyddskläder som kan förbättra både säkerhet och prestanda.

1. Europeiska arbetsmiljöbyrån (EU-OSHA). Arbeta i hög värme – förebygga sjukdom och skydda arbetstagarna.

<https://osha.europa.eu/en/highlights/heat-work-preventing-illness-and-protecting-workers>

2. Kjellstrom, T. et al. (2016). Impact of heat on labour productivity and occupational health and safety <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20007118/>

3. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). PPE Heat Burden. <https://www.cdc.gov/niosh/heat-stress/recommendations/ppe.html>

Sammanfattning



1. Vad är värmestress – och varför påverkar det säkerheten?

Enligt Aldijia Begriche, global teknikchef hos DuPont Personal Protection.

"Värmestress gör inte bara arbetet mer obekvämt – det äventyrar förmågan att arbeta på ett säkert sätt."



Värmestress uppstår när kroppen inte klarar av att hålla en stabil inre temperatur. Under normala förhållanden reglerar kroppen värmen genom en kombination av svettning och avdunstning. När svett avdunstar från huden transporterar detta bort värme och bidrar till att hålla kroppstemperaturen inom ett säkert intervall.

Men i varma miljöer – eller när man bär skyddskläder som begränsar värmeavgivningen – blir denna naturliga kylningsprocess mindre effektiv. Värme börjar byggas upp i kroppen, vilket ökar den fysiologiska påfrestningen. Kärntemperaturen stiger, pulsen ökar och uttorkning kan sätta in⁴. Med tiden kan detta leda till värmeutmattning eller allvarigare värmerelaterade sjukdomar.

Det är viktigt att förstå att effekterna inte är begränsade till fysiskt obehag. Värmestress har en direkt påverkan på den kognitiva förmågan. Studier visar att arbetstagare som utsätts för hög värme upplever minskad koncentration, långsammare reaktionstid och försämrat beslutsfattande. Värmestress har också kopplats till minskad produktivitet och en ökad sannolikhet för fel och incidenter⁵.

I miljöer med hög risk utgör detta ett allvarligt säkerhetsproblem. Värmestress gör inte bara arbetet svårare – det gör det också mindre säkert.

Att känna igen värmestress – fem viktiga tecken

- ✓ Yrsel eller förvirring
- ✓ Överdriven svettning (eller brist på svettning)
- ✓ Trötthet eller svaghet
- ✓ Illamående
- ✓ Förhöjd puls

Vad man ska göra: Avbryt omedelbart arbetet, förflytta dig till ett svalare utrymme, drick vätska och, om så krävs, ta av skyddsutrustning (PPE) på ett säkert sätt. Uppsök läkare om symtomen kvarstår.

4. Health and Safety Executive (HSE). Symptoms of heat stress.

<https://www.hse.gov.uk/temperature/employer/heat-stress.htm#symptoms>

5. Kjellstrom, T. et al. (2016). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20007118/>

2. Personlig skyddsutrustning: En del av problemet – och lösningen

”När PPE upplevs som för varm eller begränsande kan arbetare prioritera komfort framför skydd – vilket skapar en allvarlig säkerhetsrisk.”

säger Aldjia Begriche

På arbetsplatsen hanteras värmestress vanligtvis genom miljö- och beteendekontroller: justera skiftmönster, öka antalet raster eller uppmuntra till vätskeintag. Även om dessa åtgärder är viktiga, behandlar de i stor utsträckning symtomen snarare än den underliggande orsaken.

En kritisk faktor underskattas ofta: den personliga skyddsutrustningens roll. Personlig skyddsutrustning är nödvändig för att skydda arbetstagarna mot kemiska, biologiska och mekaniska risker. Det kan dock också öka den termiska belastningen. Skyddskläder kan begränsa luftflödet, hindra fukt från att avdunsta och fånga värme nära kroppen⁶. Detta leder till att medarbetarna upplever större obehag och fysiologiska påfrestningar. Detta kan få allvarliga konsekvenser. När personlig skyddsutrustning upplevs som obekväm kan arbetstagarna förkorta användningstiden, ändra eller justera plaggen på fel sätt eller ta av sig plaggen helt och hållet – vilket försämrar skyddet och ökar riskerna.

Det är dags att tänka om när det gäller hur skyddskläder utformas och utvärderas, särskilt när det gäller hur materialet andas och kontrollerar fukt, så att de kan stödja termoregleringen i stället för att hindra den.

Det är här som en mer vetenskaplig, mätbar strategi för komfort blir avgörande.

6. NIOSH. <https://www.cdc.gov/niosh/heat-stress/recommendations/ppe.html>

3. Mäta användares komfort i personlig skyddsutrustning

”Komfort är inte längre en fråga om uppfattning. Det är en mätbar prestationsparameter.”

Historiskt sett har komforten i personlig skyddsutrustning bedömts subjektivt, baserat på feedback från bäraren som ”för varmt” eller ”obekvämt”. Även om denna feedback är värdefull, ger den inte en konsekvent eller jämförbar grund för utvärdering av PPE-prestanda.

Framsteg inom materialvetenskap och testmetoder ger nya möjligheter att kvantifiera komfort med hjälp av objektiva mätvärden. I synnerhet arbetar branschen med att utvärdera hur effektivt ett material stöder värme- och fuktöverföring – nyckelfaktorer för att upprätthålla termisk balans.

Tillsynsorganisationer börjar också fokusera på att kontrollera och bedöma risken för värmestress. I vissa regioner, bland annat EMEA, förväntas komfortpåståenden i allt högre grad stödjas av mätbara data och erkända teststandarder, till exempel ISO 11092 (Textilier – Fysiologiska effekter – Mätning av värme- och vattenångsbeständighet under stabila förhållanden). Denna metod testar materialet med en svettande skyddad värmeplatta. För analys av Ret* för ett helt plagg utrustas en människoformad termisk docka med svettningssystem, temperatursensorer och/eller värmeflödessensorer. För närvarande är ASTM F2370 (2016) den enda standard som behandlar mätning av kläders avdunstningsmotstånd med hjälp av en svettande provdocka.

Detta gör att hälso- och säkerhetspersonal kan jämföra plaggens andningsförmåga på ett pålitligt sätt och fatta mer välgrundade beslut. Med andra ord håller komforten på att utvecklas från en subjektiv uppfattning till en mätbar prestandaparameter – en parameter som kan specificeras, testas och valideras.

*Motstånd mot värmeöverföring genom avdunstning

4. Förstå andningsförmågan hos personlig skyddsutrustning

Andningsförmåga är en kritisk faktor för att hantera värmestress. I samband med skyddskläder avser det ett materials förmåga att släppa ut värme och fukt, särskilt vattenånga från svett.

När andningsförmågan är låg ansamlas svett på huden och avdunstningen begränsas. Detta begränsar kroppens förmåga att avleda värme, vilket ökar den termiska påfrestningen och obehaget. Material med högre andningsförmåga ger däremot en effektivare avledning av fukt, vilket bidrar till att reglera kroppstemperaturen och minska den fysiologiska belastningen vid långvarig användning.

För att möjliggöra en objektiv jämförelse bedöms andningsförmågan med hjälp av standardiserade laboriemetoder. Ett av de viktigaste måtten är vattenångsbeständighet (Ret), som kvantifierar hur mycket motstånd ett material har mot passage av fuktånga. Branschramverk använder Ret-baserad testning för att klassificera eller jämföra andningsförmåga, inklusive att identifiera material med mycket låg resistans som extremt hög andningsförmåga. Sådana material ger mycket lågt motstånd mot fuktöverföring, vilket aktivt stöder termoregleringen och bidrar till att minska värmestress.

Ret är fundamentalt annorlunda än luftgenomsläpplighet; ett material kan släppa igenom luft samtidigt som det fortfarande håller kvar vattenånga under tryck- och temperaturgradienter.⁷

”Andningsförmågan avgör hur effektivt kroppen kan reglera värmen – vilket gör den till en kritisk faktor för att hantera värmestress.”

7. Adámek, K.; Havelka, A.; Kůs, Z.; Mazari, A. (2023) The Correlation between Air and Water Vapour Permeability of Textiles.

<https://doi.org/10.3390/coatings13010163>



4. FÖRSTÅ ANDNINGSFÖRMÅGAN HOS PERSONLIG SKYDDSUSTRUSTNING

Det är viktigt att Ret-klassificeringen gör det möjligt för säkerhetspersonal att jämföra materialens andningsförmåga utifrån mätbara prestanda. Att definiera andningsförmåga är dock bara en del av utmaningen. I t.ex. kemikalieskyddskläder måste materialen också ha tillförlitlig barriärprestanda och slitstyrka. Historiskt sett har förbättrad andningsförmåga ofta inneburit minskat skydd; omvänt har ökat skydd begränsat möjligheten för värme och fukt att ta sig ut.

Detta skapar en grundläggande fråga för både säkerhetspersonal och tillverkare: **Hur kan man förbättra andningsförmågan utan att äventyra det skydd som personlig skyddsutrustning är avsedd att ge?**

Utvecklingen av banbrytande, material med hög andningsförmåga som behåller sina kemiska skyddsegenskaper och slitstyrka under krävande användningsförhållanden erbjuder ett svar.



5. Använda vetenskap för att förbättra komfort

”Utmaningen är inte att mäta andningsförmågan – det är att uppnå den utan att kompromissa med skyddet.”

säger Chloé Caux-Wetherell

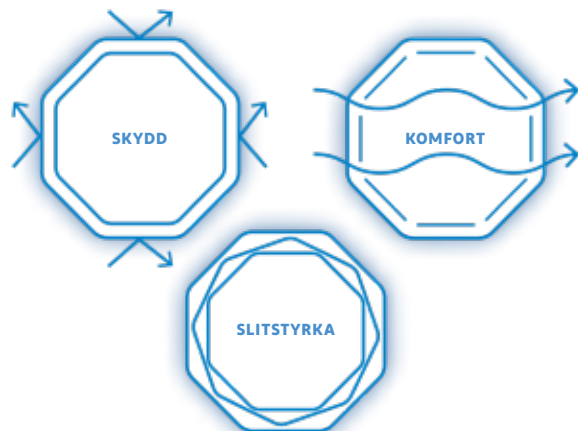
Utvecklingen av kemikalieskyddsmaterial med extremt god andningsförmåga innebär ett betydande genombrott. Dessa framsteg har möjliggjorts av en djupare förståelse för värmestress som en fysiologisk process, i kombination med framsteg i hur komfort och andningsförmåga kan mätas objektivt.

DuPont leder denna utveckling och har tagit fram en ny generation Tyvek®-material som har en extremt god andningsförmåga samtidigt som det kemiska skydd och den slitstyrka som är nödvändigt för krävande arbetsmiljöer bibehålls. Det nya materialet, som kallas Tyvek® APX™, innebär att vi lämnar den traditionella avvägningen mellan komfort och skydd bakom oss och visar att båda nu kan tillhandahållas samtidigt.

En metodik med flera skalor användes för att utvärdera bärarens komfort på tre sammankopplade nivåer: materialets prestanda, plaggets design och den fysiologiska responsen.

Dessa egenskaper har validerats vetenskapligt av ett oberoende laboratorium, Empa*, där en komfortutvärdering genomfördes som en progressiv resa från prediktiv vetenskap till verklig mänsklig respons. Målet är att kvantifiera komfort, inte som ett subjektivt påstående, utan som ett fysiologiskt resultat som kan förutsägas, mätas och bekräftas.

*The Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology



5. ANVÄNDA VETENSKAP FÖR ATT FÖRBÄTTRA KOMFORT

Materialets prestanda

Avancerad materialteknik har använts för att optimera avdunstningen samtidigt som de barriäregenskaper som krävs för skydd bibehålls. Hohenstein Institute skapade en klassificeringstabell som grupperar material i andningsnivåer, baserat på objektiva laboratoriemätningar, främst motståndet till vattenånga, vanligen kallat Ret.

Ret anger hur mycket motstånd ett material skapar mot svett som avdunstar från kroppen. Ju lägre Ret-värde, desto lättare kan svett transporteras bort, vilket resulterar i ett bekvämare plagg.

Hohenstein-klassificeringen har 5 nivåer från Låg eller ingen andningsförmåga för material med en Ret på över 30 till Extremt hög andningsförmåga för material med en Ret på under 6.

Plaggets prestanda

Det sätt på vilket ett material omvandlas till ett färdigt plagg, inklusive passform, sömkonstruktion och mönsterdesign, har en direkt inverkan på värmeprestandan. För att bedöma detta använde DuPont en svettande testdocka för att simulera värmeutbytet mellan människokroppen och miljön. Dessa tester gav detaljerade data om prototypplagget, vilket möjliggjorde optimering av hela systemet snarare än av endast materialet.

Fysiologisk reaktion

När det gäller komfort är den sista och mest meningsfulla bekräftelsen den fysiologiska responsen hos bäraren. Fysiologiska data fångar kroppens reaktion på personlig skyddsutrustning i dynamiska, verkliga scenarier och återspeglar människokroppens integrerade reaktion på termiska, taktila och psykologiska stimuli. Med hjälp av prediktiva termoregleringsmodeller simulerade DuPont hur människokroppen reagerar på olika kombinationer av kläder, aktivitetsnivåer och miljöförhållanden. Dessa simuleringar bekräftades sedan genom kontrollerade användningsscenarier på människor, där parametrar som kroppstemperatur, puls och andning mättes i realtid.

Resultaten av denna trefaldiga valideringsmetod visar en mätbar minskning av den fysiologiska belastningen. Tyvek® APX™-material med extremt god andningsförmåga kan bidra till en långsammare ökning av kroppstemperaturen, minskad kardiovaskulär belastning och förbättrad återhämtning under viloperioder. I vissa fall är bärarens reaktioner jämförbara med de som observeras i vardagskläder.

Vi introducerar Tyvek® APX™
Empa laboratorietestning



Denna utveckling från avancerad materialvetenskap till fullständig fysiologisk bekräftelse visar att komfort inte längre bara är en subjektiv egenskap. Det är en mätbar, evidensbaserad parameter som kan konstrueras för att stödja både säkerhet och prestanda, utan att kompromissa med skydd och slitstyrka.

Jämförelse mellan andningsförmåga och skydd

Tyvek® APX™ 400-overall:		Jeansjacka:		T-shirt i bomull:	
					
Mycket låg Ret	Högt kemiskt skydd	Högre Ret	Lågt kemiskt skydd	Lägre Ret	Lågt kemiskt skydd

6. Vad detta innebär för säkerhetspersonal

”Bättre data leder till bättre PPE-beslut och i slutändan säkrare arbetsplatser.”

För hälso- och säkerhetspersonal är konsekvenserna av denna utveckling betydande. Eftersom värmestress blir en alltmer erkänd risk på arbetsplatsen kan valet av personlig skyddsutrustning inte längre baseras på subjektiva bedömningar av komfort eller en avvägning mellan viktiga plaggegenskaper. Istället kan beslutsfattandet stödjas av mätbara, evidensbaserade parametrar.

Mått som Ret och etablerade klassificeringar av andningsförmåga ger ett mer objektivt sätt att utvärdera hur kemikalieskyddsplagg kommer att fungera vid användning. Genom att ta hänsyn till hur effektivt PPE stöder värme- och fuktöverföring och hur detta översätts till fysiologisk påverkan kan säkerhetspersonal göra mer välgrundade val som direkt påverkar arbetstagarnas säkerhet, prestanda och efterlevnad.

Detta innebär också en förändring i hur man ser på komfort. I stället för att betraktas som en sekundär eller valfri egenskap, erkänns den nu som en faktor som direkt påverkar arbetstagarnas förmåga att utföra arbetsuppgifter på ett säkert sätt över tid.

Viktigast av allt är att det inte längre är nödvändigt att kompromissa när man specificerar personlig skyddsutrustning. Framsteg inom materialvetenskap har visat att skyddskläder med extremt god andningsförmåga kan ge både höga skyddsnivåer och förbättrad termisk komfort.

Tyvek® APX™ 400-skyddsoverall är den första i denna nya generation av kemikalieskyddsplagg. Genom att uppnå en klassificering som ger extremt god andningsförmåga samtidigt som den nödvändiga slitstyrkan och skyddet bibehålls, visar den att komfort och skydd kan kombineras.

I takt med att vår kunskap fortsätter att utvecklas kommer möjligheten att specificera personlig skyddsutrustning baserat på mätbar komfort att spela en allt viktigare roll för att minska värmestress och främja säkrare arbetsmiljöer.

The logo features the word "DUPONT" in a white, sans-serif font, enclosed within a white oval. Below this, the word "Tyvek" is written in a large, bold, white sans-serif font, followed by "APX" in a slightly smaller, bold, white sans-serif font. A small registered trademark symbol (®) is positioned between "Tyvek" and "APX".

DUPONT Tyvek® APX™

Den här informationen baseras på tekniska data som DuPont anser vara tillförlitliga. Den är föremål för revision i takt med att ytterligare kunskap och erfarenhet blir tillgänglig. Användaren ansvarar för att bedöma toxicitetsnivån och vilken personlig skyddsutrustning som behövs. Informationen som anges här återspeglar laboratorieresultat för tyg, inte hela skyddsdräkter, under kontrollerade villkor. Denna information är avsedd att användas av personer med teknisk expertis för att göra en utvärdering enligt sina egna särskilda slutanvändningsvillkor, efter eget gottfinnande och risk. Alla som avser att använda denna information ska först kontrollera att plagget som väljs är lämpat för den avsedda användningen. Slutanvändaren ska sluta att använda plagget om väven går sönder, slits ut eller punkteras, för att undvika potentiell kemikalieexponering. Eftersom användningsförhållandena ligger utanför vår kontroll, GER DUPONT DE NEMOURS, INC. OCH DESS DOTTERBOLAG INGA GARANTIER, UTTRYCKTA ELLER UNDERFÖRSTÅDDA, INKLUSIVE MEN INTE BEGRÄNSAT TILL GARANTIER OM SÄLJBARHET ELLER LÄMPLIGHET FÖR ETT VISST SYFTE OCH ÅTAR SIG INGET ANSVAR I SAMBAND MED ANVÄNDNINGEN AV DESSA PRODUKTER OCH DENNA INFORMATION. Denna information är inte avsedd som en licens att bedriva verksamhet under eller en rekommendation att bryta mot patent eller teknisk information från DuPont eller andra personer som omfattar material eller användning.

© 2026 DuPont. Alla rättigheter förbehållna. DuPont™, DuPont Oval Logo samt varumärken och tjänster med beteckningarna ™, SM och ® ägs av dotterbolag till DuPont de Nemours, Inc. om inget annat anges.