

Określenie współczynnika korekcji odzieżowej (CAV) z uwzględnieniem odzieży chłodzącej do oceny obciążenia cieplnego pracownika w środowisku gorącym

dr hab. inż. Magdalena Młynarczyk

Pracownia Obciążeń Termicznych
Zakład Ergonomii
CIOP-PIB

23. Październik 2025 r.

Założenia i cel zadania badawczego

Cel główny

- Opracowanie **bazy danych** zawierającej informacje nt. **wybranych właściwości fizycznych** odzieży przeznaczonej do stosowania w środowisku gorącym: **odzieży roboczej, ochronnej oraz chłodzącej pozwalającej na oszacowanie współczynnika CAV** (współczynnik korekcji odzieży)

Produkty zadania

- **Aplikacja mobilna lub webowa** wspomagająca zarządzanie bhp (na temat współczynnika korekcji odzieżowej w zależności od parametrów cieplnych) (2025-1)
- **Baza danych** pozwalająca na szacowanie współczynnika CAV (współczynnik korekcji odzieży) z uwzględnieniem odzieży chłodzącej oraz cykli konserwacji (2025-1)
- **Materiał informacyjny dot. bazy danych i aplikacji** (2025-1)

Zakres wykonanych prac 2023-2025

Odzież przeznaczoną **do ochrony przed czynnikami gorącymi**, spełniającą wymagania norm:

- PN-EN ISO 11612 Odzież ochronna - Odzież do ochrony przed czynnikami gorącymi i płomieniem - Minimalne wymagania dotyczące skuteczności,
- PN-EN ISO 11611 Odzież ochronna do stosowania podczas spawania i w procesach pokrewnych czy
- PN-EN 61482-2 Prace pod napięciem - Odzież ochronna przed zagrożeniami termicznymi spowodowanymi łukiem elektrycznym - Część 2: Wymagania

Zakres wykonanych prac 2023-2025



Badania z wykorzystaniem manekina termicznego (0-50 cykli konserwacji):

- 14 zestawów odzieży

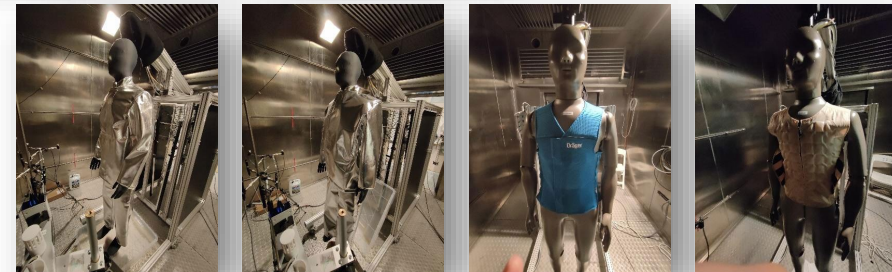


Badania z wykorzystaniem manekina termicznego (w stanie nowym):

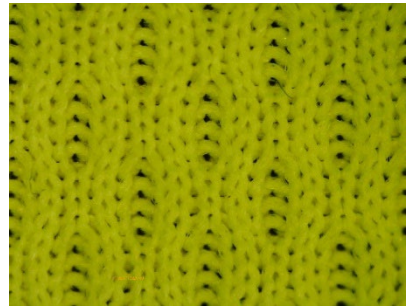
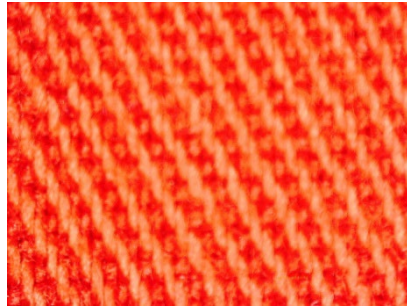
- 2 zestawów odzieży
- 2 kamizelki chłodzące

Gotowe wyroby

- izolacyjność cieplna,
- opór pary wodnej.

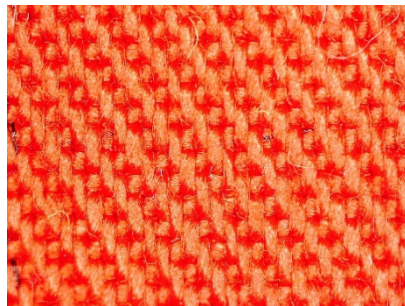


Zakres wykonanych prac 2023-2025



Próbki materiałów

- opór cieplny,
- opór pary wodnej.



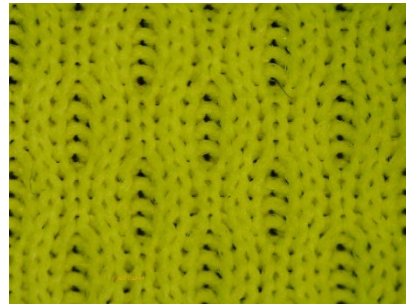
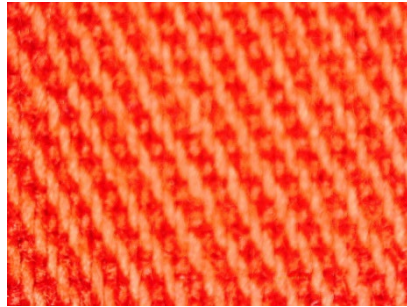
Badania z wykorzystaniem **modelu skóry (0-5-25-50 cykli konserwacji)**:

- **17 próbek**

Badania z wykorzystaniem **modelu skóry (w stanie nowym)**:

- **2 próbek z odzieży dla hutników**
- **2 próbek z kamizelki chłodzących**

Zakres wykonanych prac 2023-2025

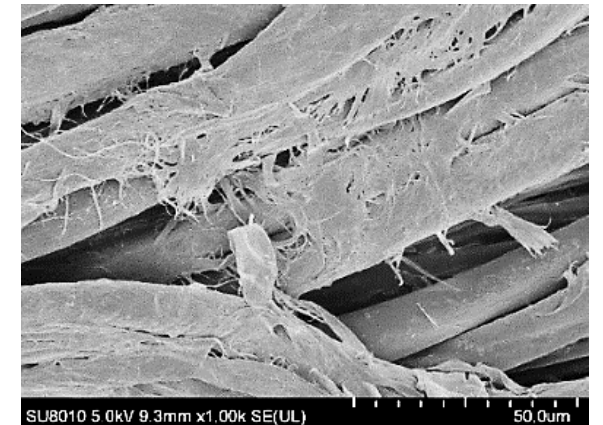
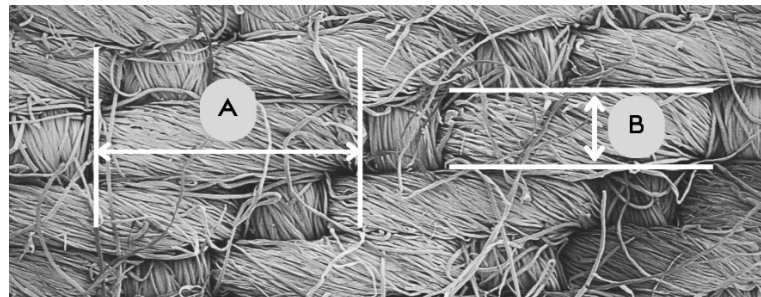


Badania obrazowe elektronowym mikroskopem skaningowym (SEM) (0-5-25-50 cykli konserwacji):

- 17 próbek

Próbki materiałów

- obrazy zmian w morfologii próbek
- pozorna długość wątków pomiędzy kolejnymi pokryciami osnowowymi (A)
- grubość wątków (B)



Baza danych

Bazując na uzyskanych wynikach badań, wyliczono:

- współczynnik przepuszczalności pary wodnej i_m (wyniki z modelu skóry)
- współczynnik $CAV_{Re,T}$: zależność matematyczna
- współczynnik CAV_{PHS} : symulacje komputerowe.

Opracowano bazę danych wyników uzyskanych w ramach realizacji zadania.

CYKLE KONSERWACJI:	Zestaw przyporządkowany do danego materiału	Nr. próbki	Symbol materiału (1)	Symbol materiału (2)	Rct – opór cieplny [m2K/W]					Ret – opór pary wodnej [m2Pa/W]					współczynnik przenikania pary wodnej (i_m)			
					1 pomiar	2 pom	3 pom	średnia	sd s_(R_ct)	błąd średniej σ_(R_ct)	1 pomiar	2 pom	3 pom	srednia	sd s_(R_et)	błąd średniej σ_(R_et)	średnia	niepewność pomiaru σ_(i_m)
ZESTAWY ODZIEŻY (OR)I-(OR)7																		
0	OR1	6 T6	S003089	0,01667	0,01554	0,0144	0,01554	0,00114	0,000658	3,403	3,515	3,645	3,521	0,121	0,0698594	0,26	0,012	
	OR2	7 T7	S003635	0,01656	0,01848	0,01691	0,01732	0,00102	0,000589	4,659	5,191	4,87	4,907	0,268	0,1547299	0,21	0,010	
	OR3	2 T2	S003094	0,02065	0,01811	0,01932	0,01936	0,00127	0,000733	4,404	4,541	3,905	4,283	0,335	0,1934123	0,27	0,016	
	OR4	5 T5	S003129	0,02262	0,01933	0,01989	0,02061	0,00176	0,001016	6,695	5,915	6,127	6,246	0,403	0,2326722	0,20	0,012	
	OR5	3 T3	S003904	0,01698	0,01852	0,02002	0,01851	0,00152	0,000878	3,689	3,364	3,835	3,629	0,241	0,1391414	0,31	0,019	
	OR6	1 T1	S00200	0,02155	0,02251	0,02197	0,02201	0,00048	0,000277	4,724	4,396	4,742	4,621	0,195	0,1125833	0,29	0,008	
	OR7	4 T4	S003362	0,01691	0,01538	0,01778	0,01669	0,00122	0,000704	4,773	5,325	4,632	4,91	0,366	0,2113102	0,20	0,012	
5	OR6	1 T1	S00200	0,02566	0,0262	0,0224	0,02475	0,00206	0,001189	5,68	5,409	5,193	5,427	0,244	0,1408735	0,27	0,015	
	OR3	2 T2	S003094	0,03021	0,03219	0,03029	0,0309	0,00112	0,000647	5,634	4,819	4,799	5,084	0,476	0,2748187	0,36	0,021	
	OR5	3 T3	S003904	0,02421	0,02504	0,02444	0,02456	0,00043	0,000248	4,353	5,166	4,315	4,611	0,481	0,2777055	0,32	0,020	
	OR7	4 T4	S003362	0,02633	0,0239	0,02629	0,02551	0,00139	0,000803	5,513	6,522	5,545	5,86	0,574	0,3313991	0,26	0,017	
	OR4	5 T5	S003129	0,01931	0,01888	0,02019	0,01946	0,00067	0,000387	6,564	6,889	7,443	6,965	0,444	0,2563435	0,17	0,007	
	OR1	6 T6	S003089	0,02058	0,02118	0,02328	0,02168	0,00142	0,00082	4,641	4,701	4,492	4,611	0,108	0,0623538	0,28	0,011	
OR2	7 T7	S003635	0,02955	0,03002	0,03137	0,03031	0,00094	0,000543	5,665	5,793	5,438	5,632	0,18	0,103923	0,32	0,008		
25	OR6	1 T1	S00200	0,02152	0,02025	0,02713	0,02297	0,00366	0,002113	5,313	6,233	5,914	5,82	0,467	0,2696226	0,24	0,024	
	OR3	2 T2	S003094	0,02444	0,02008	0,02245	0,02232	0,00218	0,001259	4,997	4,461	4,546	4,668	0,288	0,1662769	0,29	0,019	
	OR5	3 T3	S003904	0,02092	0,02366	0,02489	0,02316	0,00203	0,001172	5,115	4,776	5,025	4,972	0,176	0,1016136	0,28	0,015	
	OR7	4 T4	S003362	0,03229	0,031	0,03346	0,03225	0,00123	0,00071	5,984	5,817	5,628	5,81	0,178	0,1027683	0,33	0,009	
	OR4	5 T5	S003129	0,02194	0,01927	0,02085	0,02069	0,00134	0,000774	5,985	6,816	6	6,267	0,476	0,2748187	0,20	0,011	
	OR1	6 T6	S003089	0,02391	0,02144	0,02306	0,0228	0,00125	0,000722	4,407	4,59	4,303	4,433	0,145	0,0837158	0,31	0,011	
OR2	7 T7	S003635	0,02907	0,02549	0,02732	0,02729	0,00179	0,001033	5,235	5,103	5,095	5,144	0,079	0,0456107	0,32	0,012		
50	OR1	6 T6	S003089	0,01942	0,02118	0,02118	0,02059	0,00102	0,000589	4,1	4,226	4,224	4,183	0,072	0,0415692	0,30	0,009	
	OR2	7 T7	S003635	0,02568	0,02531	0,02516	0,02538	0,00027	0,000156	5,173	5,168	5,302	5,214	0,076	0,0438786	0,29	0,003	
	OR3	2 T2	S003094	0,01948	0,02074	0,01894	0,01972	0,00092	0,000531	4,3	3,921	4,327	4,183	0,227	0,1310585	0,28	0,012	
	OR4	5 T5	S003129	0,02022	0,02146	0,02169	0,02112	0,00079	0,000456	6,355	6,61	6,25	6,405	0,185	0,1068098	0,20	0,005	
	OR5	3 T3	S003904	0,02276	0,01995	0,01922	0,02064	0,00187	0,00108	4,687	4,793	4,745	4,742	0,053	0,0305996	0,26	0,014	
	OR6	1 T1	S00200	0,02103	0,02318	0,0233	0,0225	0,00128	0,000739	5,144	4,431	5,042	4,872	0,386	0,2228572	0,28	0,016	
	OR7	4 T4	S003362	0,02671	0,02722	0,02759	0,02717	0,00044	0,000254	5,687	5,057	4,888	5,211	0,421	0,2430645	0,31	0,015	
ZESTAWY ODZIEŻY (K)I-(K)VII																		
0 I		1 K1	TK-0711	0,0162	0,0168	0,0163	0,0164	0,0003	0,000173	1,633	1,66	1,592	1,628	0,034	0,0196299	0,60	0,010	

Aplikacja webowa

Aplikacja CAV - „Kalkulator CAV” - do szacowania współczynnika CAV to intuicyjne narzędzie webowe dla specjalistów BHP. Umożliwia oszacowanie wartości współczynnika *Clothing Adjustment Value* (CAV) na podstawie rodzaju stosowanej odzieży ochronnej i liczby cykli jej konserwacji.

CIOP PIB Kalkulator CAV

Aplikacja do szacowania wskaźnika CAV

To intuicyjne narzędzie webowe dla specjalistów BHP. Umożliwia szybkie oszacowanie wartości wskaźnika Clothing Adjustment Value (CAV) na podstawie rodzaju stosowanej odzieży ochronnej i liczby cykli jej konserwacji. Wyniki wspierają prawidłową ocenę obciążenia cieplnego i ułatwiają świadome decyzje w zakresie bezpieczeństwa pracy.

Czym jest wskaźnik Clothing Adjustment Value (CAV)

Wpływ odzieży ochronnej na wymianę ciepła z otoczeniem. Im bardziej odzież ogranicza odparowanie potu, tym wyższy jest wskaźnik CAV – większe ryzyko przegrzania pracownika, co trzeba uwzględnić podczas planowania pracy w środowisku gorącym.

Podstawa metodyczna CAV i WBGT określa się w oparciu o normę PN-EN ISO 7243 oraz rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz.U. 2021 poz. 325 z późn. zm.).

MRPiPS, umowa nr UM-1/DPP/PD/2023/02, 3.ZS.13

Kalkulator CAV

Wybierz **główny skład** (pierwszy w składzie), następnie **konkretny materiał/ubranie** oraz **liczbę cykli konserwacji**.

Główny skład (pierwszy w składzie)

Bawełna

Materiał / ubranie

Odzież ochronna – 100% bawełna (350 g/m²)

Liczba cykli konserwacji

50 (po 50 cyklach)



Opis / skład

100% bawełna — 350 g/m²

Normy / typ: EN ISO 11612 / 11611

Przeznaczenie: Ochrona przy wysokiej temperaturze i płomieniu; spawanie i prace pokrewne.

CAV (dokładny)

7.80

CAV (zaokrąglony)

8

Kaptur w zestawie

Jeżeli stosujesz kaptur (z dowolnego materiału), **zwiększ CAV o +1.**

CAV +1 = **9**

Aplikacja webowa

Kalkulator CAV

Wybierz **główny skład (pierwszy w składzie)**, następnie **konkretny materiał/ubranie** oraz **liczbę cykli**

Główny skład (pierwszy w składzie)

Bawełna

- Bawełna
- Poliester
- Poliester (Coolmax Fresh)
- Modakryl
- Nomex/Kevlar (aramidy)
- Mieszane (MULTI/HV)
- Tkanina szklana + meta-aramid
- PREOX / para-aramid

Liczba cykli

0 (przed k



Normy / typ: EN ISO 11612 / 11611

Przeznaczenie: Ochrona przy wysokiej temperaturze i płomieniu; spawanie i prace po

CAV (dokładny)

5.70

CAV (zaokrąglony)

6

Kaptur w zestawie

Jeżeli stosujesz materiał, **zwiększ CAV o +1.**

CAV +1 = **7**

Kalkulator CAV

Wybierz **główny skład (pierwszy w składzie)**, następnie **konkretny materiał/ubranie** oraz **liczbę cykli konserwacji**.

Główny skład (pierwszy w składzie)

Bawełna

Materiał / ubranie

Odzież ochronna – 100% bawełna (350 g/m²)

Odzież ochronna – 100% bawełna (350 g/m²)

Odzież ochronna – bawełna 50% / modakryl 39% / wiskoza 10% / antystat. 1% (250 g/m²)

Odzież ochronna – bawełna 52% / modakryl 22% / wiskoza 19% / para-aramid 6% / antystat. 1% (450 g/m²)

Odzież ochronna – bawełna 75% / poliester 24% / antystat. 1% (250 g/m²)

Odzież ochronna – bawełna 75% / poliester 24% / antystat. 1% (300 g/m²)

Liczba cykli konserwacji

0 (przed konserwacją)



Normy / typ: EN ISO 11612 / 11611

Przeznaczenie: Ochrona przy wysokiej temperaturze i płomieniu; spawanie i prace pokrewne.

CAV (dokładny)

5.70

CAV (zaokrąglony)

6

Kaptur w zestawie

Jeżeli stosujesz kaptur (z dowolnego materiału), **zwiększ CAV o +1.**

CAV +1 = **7**

Pytania:

1. Czy **aplikacja CAV może być przydatna pracownikom służby BHP** w celu usprawnienia szacowania wskaźnika $WBGT_{eff}$? (TAK/NIE/nie wiem)
2. Czy **aplikacja CAV jest czytelna i łatwa w obsłudze?** (TAK/NIE)
3. **Czy należałoby usprawnić, zmienić** coś w **funkcjonowaniu** samej aplikacji? (TAK/NIE)
Jeżeli tak, to co należy zmienić?
4. Czy widzą Państwo **zastosowanie** aplikacji CAV w **Państwa miejscu pracy?** (TAK/NIE/nie wiem)
5. Czy aplikacja może **zwiększyć świadomość dot. współczynnika CAV i $WBGT_{eff}$** ? (TAK/NIE/nie wiem)
6. Ew. **ilu osobom** można **poprawić warunki pracy** poprzez zastosowanie aplikacji CAV?

Materiały informacyjne

CIOP  PIB

Współczynnik korekcji odzieży CAV

Materiał informacyjny
dotyczący bazy danych i aplikacji CAV

Opracowanie:
Magdalena Młynarczyk

Pytania:

1. Czy **materiały** są **przydatne** pracownikom służby BHP w celu **usprawnienia szacowania wskaźnika** $WBGT_{eff}$?
(TAK/NIE/nie wiem)
2. Czy materiały są **przejrzyste**? (TAK/NIE)
3. Czy należy **coś dodać** do materiałów aby były **bardziej czytelne**? (TAK/NIE) Jeżeli tak, to co należy dodać?
4. Czy przekazana wiedza **zwiększa świadomość** dot. współczynnika CAV i $WBGT_{eff}$? (TAK/NIE/nie wiem)
5. Czy materiały **wpłyną na poprawę warunki pracy**? (TAK/NIE/nie wiem)

Jeżeli tak, to wpłyną ew. na jaką **liczbę pracowników**?

**Aplikacja webowa
oraz materiały
informacyjne
będą dostępne
na stronie
www.ciop.pl
od stycznia 2026 r.**

Dziękuję za uwagę

Zrealizowano na podstawie wyników VI etapu programu wieloletniego pn. „Rządowy Program Poprawy Bezpieczeństwa i Warunków Pracy”, finansowanego w zakresie zadań służb państwowych ze środków Ministerstwa Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej. Zadanie nr: 3.ZS.13 pod tytułem Określenie współczynnika korekcji odzieżowej (CAV) z uwzględnieniem odzieży chłodzącej do oceny obciążenia cieplnego pracownika w środowisku gorącym.

Koordinator Programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.