



Bezpieczeństwo strażaków w działaniach ratowniczych

Zanieczyszczenie odzieży ochronnej dla strażaków substancjami chemicznymi

Sylwia Krzemińska¹, Małgorzata Szewczyńska²

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

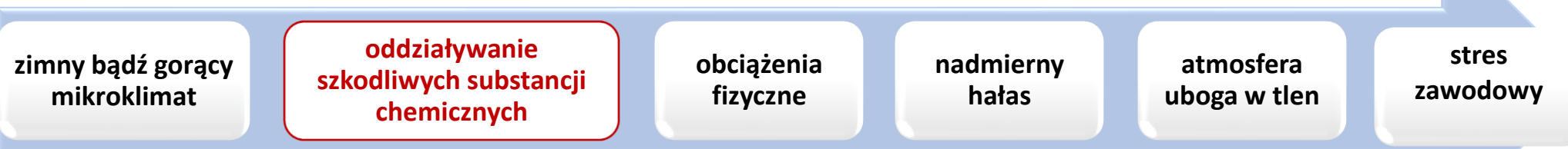
¹ Zakład Ochron Osobistych Mail: sykrz@ciop.lodz.pl;

² Zakład Zagrożeń Chemicznych, Pyłowych i Biologicznych Mail: mapol@ciop.pl

Warszawa, Akademia Pożarnicza 17-18.10.2023

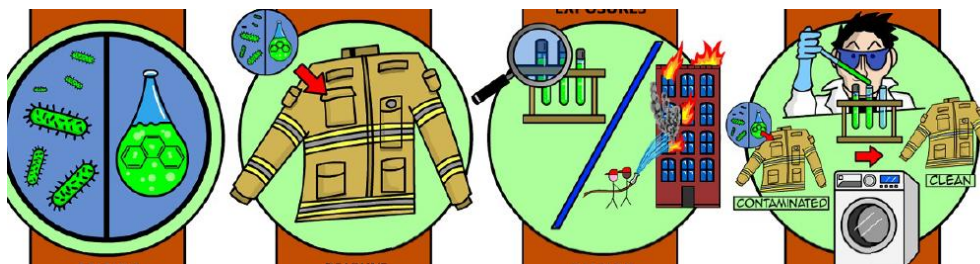
WPROWADZENIE

Czynniki niebezpieczne w pracy strażaka



Szkodliwe substancje chemiczne::

- tlenek węgla,
- dwutlenek azotu,
- dwutlenek siarki,
- formaldehyd
- węglowodory aromatyczne i alifatyczne.
- cyjanowodór,
- fosgen,
- wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne,
- chlorowodór,
- dioksyny i rodniki

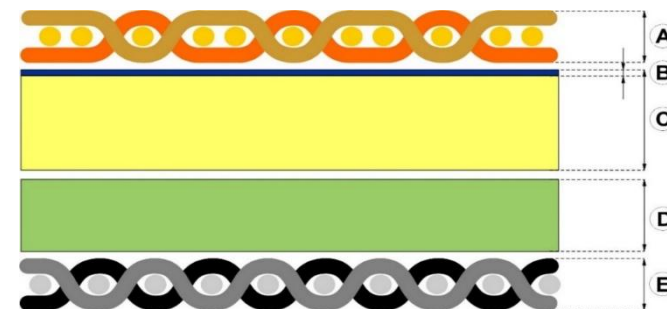
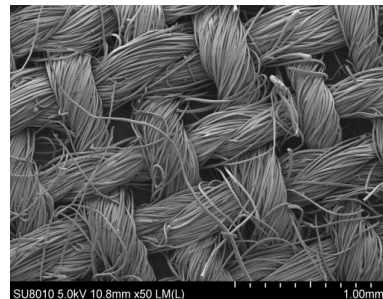
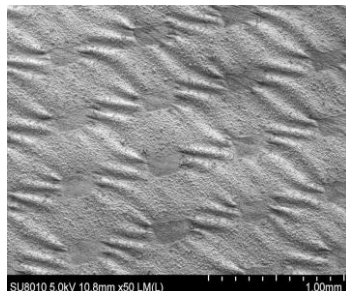
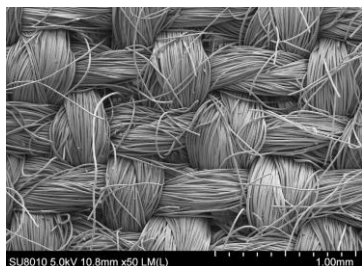
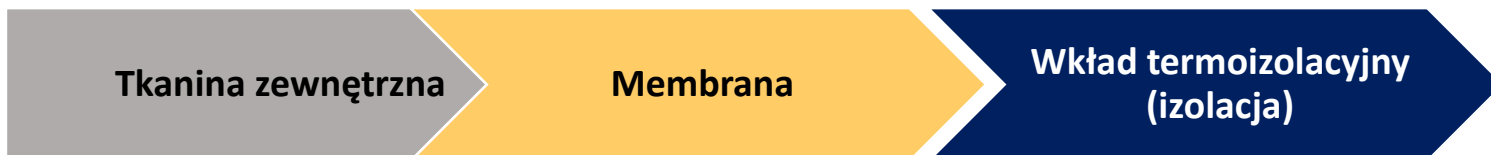


Kumulowanie się szkodliwych substancji chemicznych w materiałach odzieży ochronnej dla strażaka

Wpływ na zdrowie strażaków

METODYKA

Badane materiały odzieży ochronnej dla strażaka przed i po praniu



Użytkowanie odzieży

**Ubranie specjalne nr 1, 2:
podczas działań ratowniczych**

**Ubranie specjalne nr 3, 4:
ćwiczenia w komorze**

WSPÓŁPRACA w zakresie użytkowania
 Akademia Pożarnicza w Warszawie
 Baza Szkolenia Poligonowego i Innowacji Ratownictwa APOż w Nowym Dworze Mazowieckim
 Jednostka Ratowniczo-Gaśnicza APOż
 Komenda Miejska PSP w Łodzi
 Jednostka Ratowniczo-Gaśnicza nr 1 i nr 2 w Łodzi
 Fundacja cfbt

Czyszczenie odzieży ochronnej dla strażaka

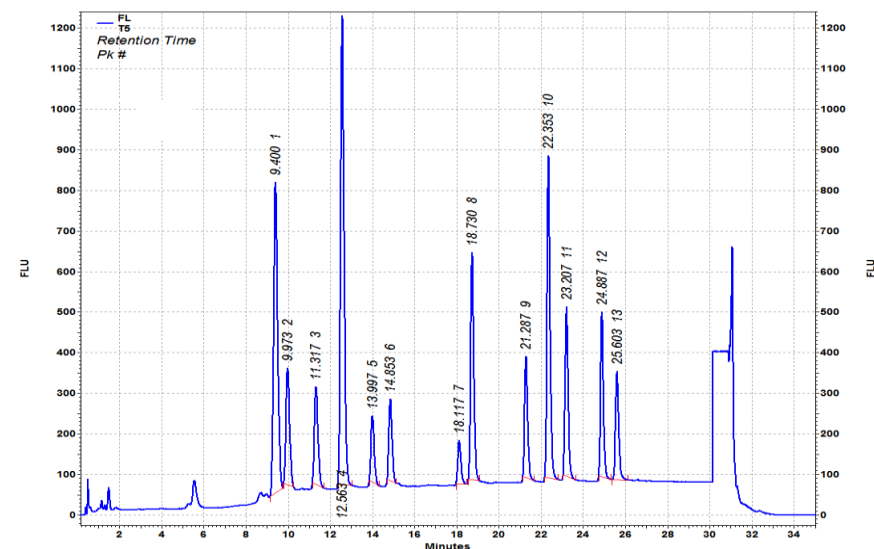
Ubranie nr	Rodzaj zastosowanego sprzętu
1	Pralnica specjalistyczna, typ 1, oznaczenie A1
	Pralnica przemysłowa, typ 1, oznaczenie B1
2	Pralnica specjalistyczna, typ 2, oznaczenie A2
	Pralnica przemysłowa, typ 2, oznaczenie B2

- w formie prania wodnego, wg instrukcji producenta
- temperatura prania 60°C
- czas prania od 48 do 50 min
- suszenie w temperaturze 25 - 40 °C , suszarki lub szafy suszące

WSPÓŁPRACA w zakresie czyszczenia

Akademia Pożarnicza w Warszawie
 Baza Szkolenia Poligonowego i Innowacji Ratownictwa A.Poż w Nowym Dworze Mazowieckim
 Jednostka Ratowniczo-Gaśnicza A.Poż
 Komenda Miejska PSP w Łodzi
 Jednostka Ratowniczo-Gaśnicza nr 1 i nr 2 w Łodzi
 Jednostka Ratowniczo-Gaśnicza w Żyrardowie
 Jednostka Ratowniczo-Gaśnicza w Sochaczewie

Analiza wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych



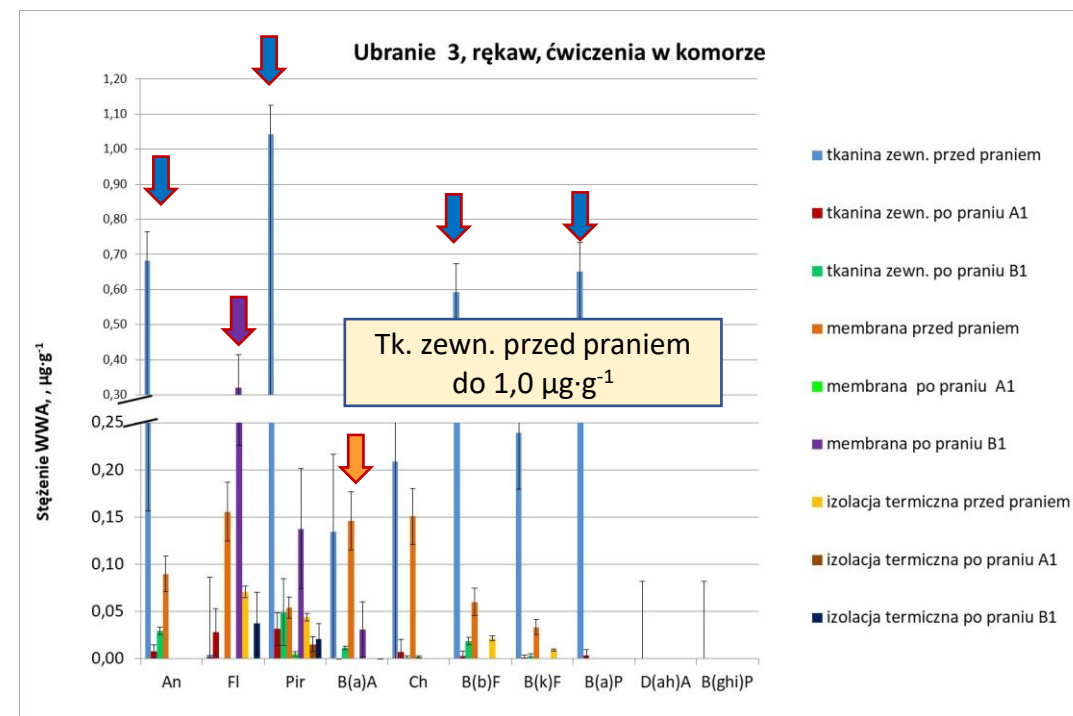
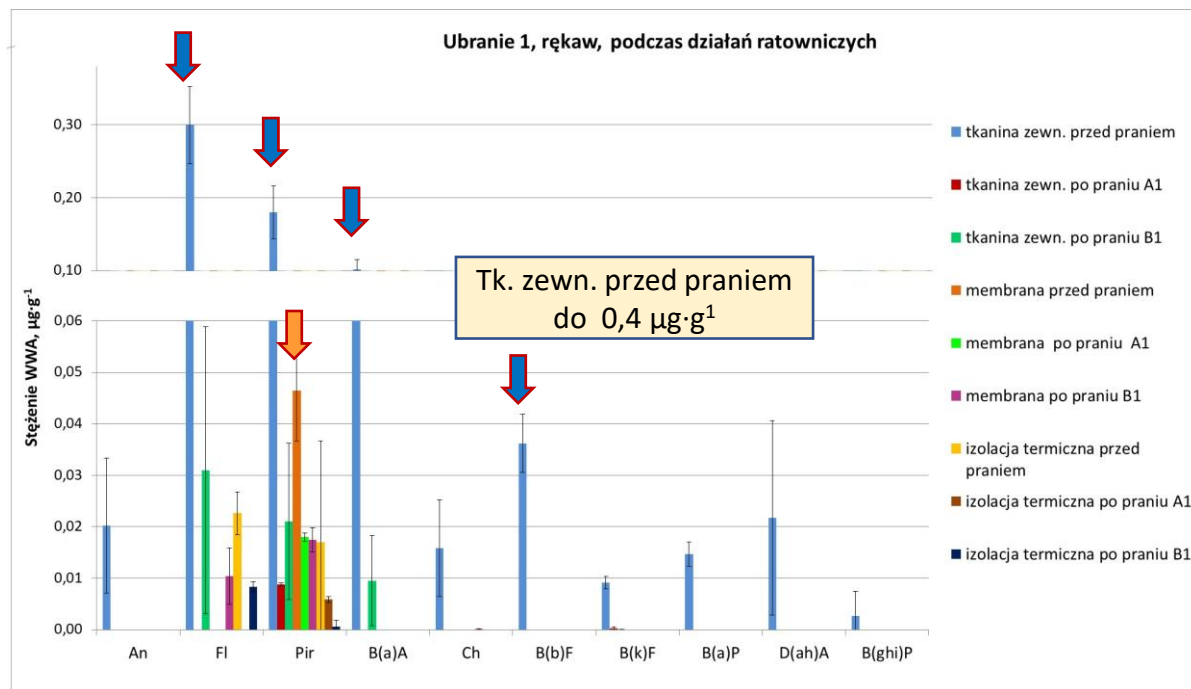
Chromatografia cieczowa z detektorem
fluoroscencyjnym (UHPLC/FL)



Analiza ilościowa grupy 15 związków WWA
(m.in. benzo(a)piren, antracen, piren, fenantren, fluoranten)

WYNIKI BADAŃ – stężenia pojedynczych związków WWA

Wpływ warunków użytkowania odzieży ochronnej



Warunki użytkowania odzieży ochronnej dla strażaków miały wpływ na stężenia analizowanych związków WWA. Stężenia badanych związków WWA w tkaninie zewnętrznej odzieży użytkowanej w komorze ćwiczeń przekraczały wartość $0,5 \mu\text{g}/\text{g}$ dla pojedynczego związku WWA.

WYMAGANIA ODNOŚNIE ZAWARTOŚCI WWA

dla kategorii 2b czyli wyrobów, które kontaktują się ze skórą > 30s

1. Niemiecki Komitet ds. Bezpieczeństwa Produktów w dokumencie AfPS GS 2019:01 PAK, dotyczącym wymagań dla znaku GS
2. Organizacja Oeko-Tex

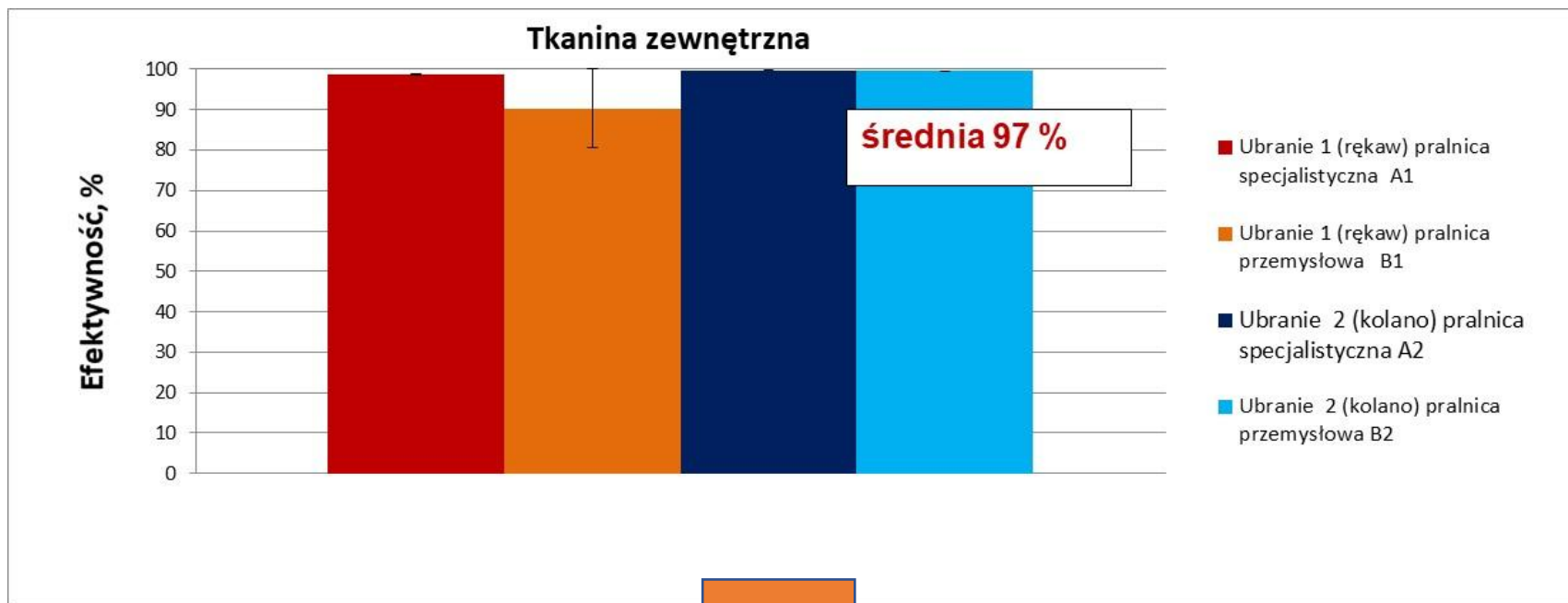


pojedynczy WWA: 0,5 µg/g

suma WWA: 10 µg/g

WYNIKI BADAŃ – efektywność czyszczenia odzieży ochronnej dla strażaków

Wpływ rodzaju pralnicy



$$\text{Efektywność} = \frac{c_0 - c_1}{c_0} \cdot 100\%$$

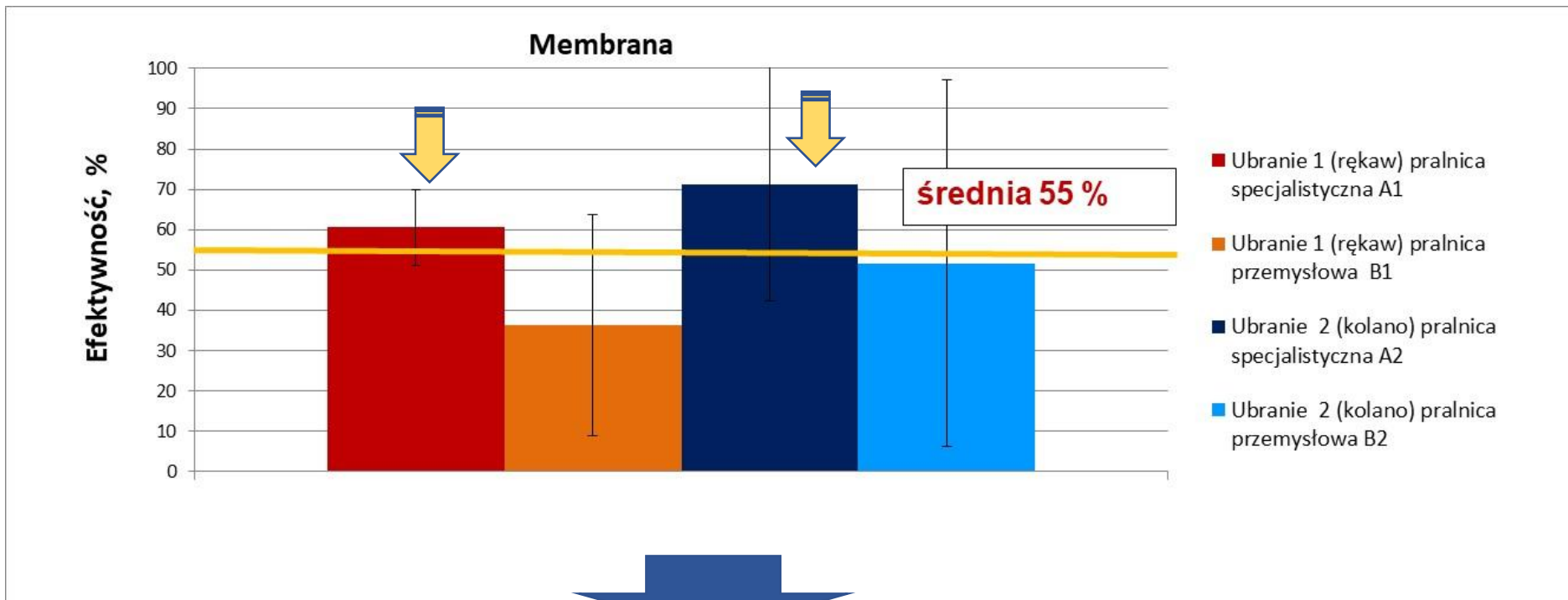
c_0 - stężenie substancji dla próbki przed praniem,
 c_1 - stężenie substancji dla próbki po praniu.

Efektywność prania tkaniny zewnętrznej odzieży ochronnej dla sumy stężeń analizowanych WWA:
 od 90 do 99 % - **średnio 97%**.

Zaobserwowano nieco wyższe efektywności prania w przypadku stosowania pralnic specjalistycznych.

WYNIKI BADAŃ – efektywność czyszczenia odzieży ochronnej dla strażaków

Wpływ rodzaju pralnicy

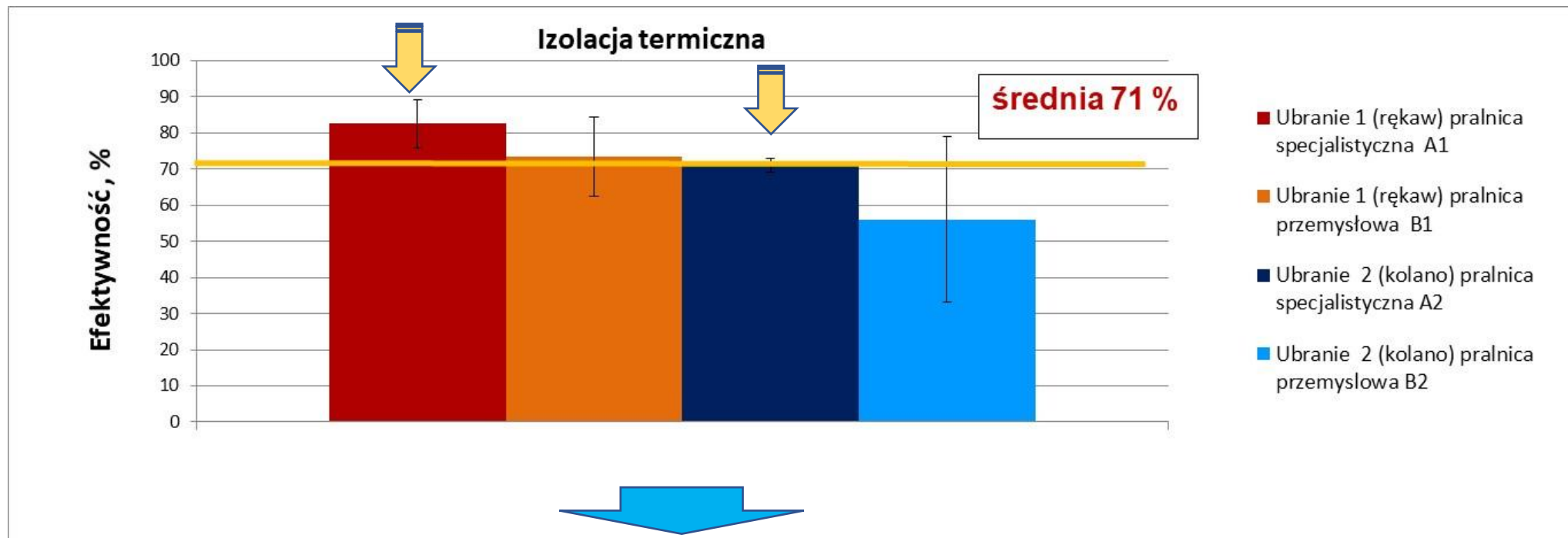


Efektywność prania membrany odzieży ochronnej dla sumy stężeń analizowanych WWA: od 36 do 71 % - **średnio 55 %.**

Zaobserwowano znacząco wyższe efektywności prania w przypadku stosowania pralnic specjalistycznych.

WYNIKI BADAŃ – efektywność czyszczenia odzieży ochronnej dla strażaków

Wpływ rodzaju pralnicy



Efektywność prania izolacji termicznej odzieży ochronnej dla sumy stężeń analizowanych WWA: od 56 do 82 %
- **średnio 71 %.**

Zaobserwowano znacząco wyższe efektywności prania w przypadku stosowania pralnic specjalistycznych.

WYNIKI BADAŃ – suma stężeń związków WWA Wpływ krotności użytkowania odzieży ochronnej

Użytkowanie w warunkach ćwiczeń w komorze: 1 raz i 10 razy


Odzież ochronna	Badany obszar	Materiał	Sumaryczne stężenie WWA, $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$		
			przed praniem	1. po 1. praniu pralnica specjalistyczna A1	po 1. praniu pralnica przemysłowa B1
Ubranie 3	rękaw	Tkanina zewn.	3.56±1.29	0.08±0.01	0.11±0.04
		Membrana	0.70±0.14	0.07±0.00	0.49±0.09
		Izolacja termiczna	0.15±0.01	0.02±0.01	0.06±0.05

Proces prania znacznie obniża stężenie substancji chemicznych we wszystkich warstwach materiałowych odzieży ochronnej, szczególnie w przypadku stosowania pralnicy specjalistycznej.


Wielokrotne użytkowanie, uwzględniające prowadzenie procesu prania spowalnia kumulowanie się WWA w odzieży ochronnej.

Odzież ochronna	Obszar próbki	Materiał	Sumaryczne stężenie WWA, $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	
			przed 10. praniem pralnica specjalistyczna	po 10. praniu pralnica specjalistyczna
Ubranie 3.1	Rękaw	Tkanina zewn.	35,95±8,70	3,20±0,02
		Membrana	56,64±6,74	11,42±0,37
		Izolacja termiczna	11,25±0,76	3,02±0,14


PODSUMOWANIE




Stwierdzono, że sposób użytkowania ubrania miał duży wpływ na wyznaczany poziom stężenia WWA w materiałach. Wyższe stężenie WWA wyznaczono dla ubrania użytkowanego w warunkach ćwiczeń w komorze.




Wykazano, że zewnętrzna i środkowa warstwa ubrania charakteryzowały znacznie wyższym stężeniem WWA niż warstwa wewnętrzna (izolacja).



Efektywność procesu czyszczenia w przypadku usuwania WWA była zróżnicowana w zależności od rodzaju materiału (tkanina zewnętrzna, membrana, wkład izolacyjny).



Czyszczenie odzieży ochronnej z wykorzystaniem różnego rodzaju sprzętu pralniczego pozwalało na znaczne obniżenie zawartości WWA w materiałach. Dla każdego rodzaju materiału najlepsze rezultaty otrzymywano przy wykorzystaniu pralnicy specjalistycznej.



W warunkach wielokrotnego użytkowania, pranie po każdym użytkowaniu spowalniało kumulowanie się ilości WWA w materiałach odzieży ochronnej. Stąd tak ważne jest stosowanie czyszczenia odzieży ochronnej.



BIBLIOGRAFIA

1. Stec, A.A., Dickens, K.E., Salden, M. (2018). Occupational exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and elevated cancer incidence in firefighters. *Scientific Reports*, no. 8, 2476. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-20616-6>.
2. E. Szmytke, D. Brzezińska, W. Machnowski, Sz. Kokot, Firefighters Clothing Contamination in Fires of Electric Vehicle Batteries and Photovoltaic Modules - Literature Review and Pilot Tests Results. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 19 (2022) 12442. <https://doi.org/10.3390/ijerph191912442>.
3. Calvillo, A., Haynes, E., Burkle, J., Schroeder, K., Calvillo, A., Reese, J., Reponen, T. (2019). Pilot study on the efficiency of water-only decontamination for firefighters' turnout gear. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, no. 16, 199-205. <https://doi.org/10.1080/15459624.2018.1554287>.
4. Krzemińska, S., Szewczyńska, M. (2022). PAH contamination of firefighter protective clothing and cleaning effectiveness. *Fire Safety Journal*, no. 131, 103610. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2022.103610>.
5. Kirk, K.M., Logan, M.B. (2015). Firefighting instructors' exposures to polycyclic aromatic hydrocarbons during live fire training scenarios. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, no. 12, 227-234. <https://doi.org/10.1080/15459624.2014.955184>.
6. Mayer, A.C., Fent, K.W., Bertke, S.J., Horn, G.P., Smith, D.L., Kerber, S., La Guardia, M.J. (2019). Firefighter hood contamination: efficiency of laundering to remove PAHs and FRs. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, no. 16(2), 129-140. <https://doi.org/10.1080/15459624.2018.1540877>.
7. Krzemińska, S., Szewczyńska, M. (2023). Sprawozdanie z realizacji 1. etapu zad.nr 6.ZS.11 pt. „Ocena zagrożenia substancjami chemicznymi podczas akcji gaśniczo-pożarniczych na podstawie analizy ich stężeń w odzieży ochronnej strażaka”. CIOP-PIB, Warszawa.
8. AfPS GS 2019:01 PAK Ausschuss für Produktsicherheit (AfPS) GS-Spezifikation Prüfung und Bewertung von Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) bei der Zuerkennung des GS-Zeichens - Spezifikation gemäß § 21 Abs. 1 Nr. 3 ProdSG. 10. April 2020.