

# **Elektrolizowana woda oksydacyjna – wady, zalety oraz zalecenia jej stosowania w celu ochrony miejsc pracy**



**Marcin Cyprowski, Anna Ławniczek-Wałczyk, Małgorzata Gołofit-Szymczak, Lidia Zapór, Agata Stobnicka-Kupiec, Bartłomiej Wróbel, Rafał Górny**

# Filozofia STOP



Opracowanie planu higieny i czyszczenia z ustalonymi terminami wykonania tych zabiegów jak również konsekwentne ich realizowanie.



**DEZYNFEKCJA**

# Środki do dezynfekcji

Środek dezynfekujący	Zalety	Wady	Skuteczność wzgl. bakterii	Skuteczność wzgl. grzybów	Skuteczność wzgl. sporów
Alkohol izopropylowy (70%)	Niedrogi Bezpieczny Brak pozostałości Najlepszy dla skóry	Wymagane wysokie stęż. Dezaktywowany przez materię organiczną	Dobra	Niewiarygodna	Nieskuteczna
Fenole (1-3%)	Nie wpływa na nie materia organiczna	Ostry zapach	Znakomita	Znakomita	Nieskuteczna
Podchloryn sodu (1-5%)	Najlepszy do czyszczenia podłóg	Właściwości żrące, zapach Dezaktywowany przez materię organiczną	Dobra	Dobra	Zadowalająca
Czwartorzędowe związki amoniowe (1:750)	Bezpieczny Bezwonny	Dezaktywowany przez związki anionowe	Zadowalająca	Niewiarygodna	Nieskuteczna
Nadtlenek wodoru (3-6%)	Bezpieczny Bezwonny		Znakomita	Znakomita	Znakomita przy stęż. 3-10%
Kwas nadoctowy (1-3%)	Niskie stężenia Neutralne pH	Właściwości żrące Działanie drażniące	Znakomita	Znakomita	Znakomita

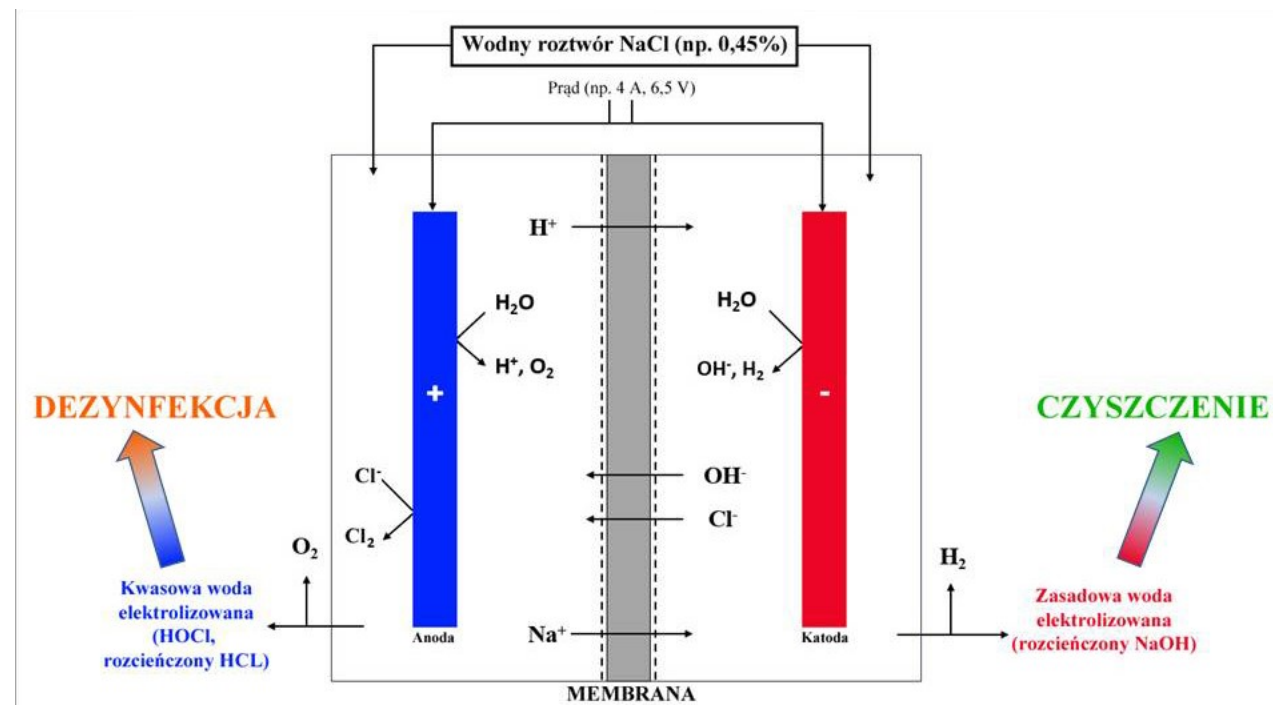
Źródło: [www.mycoscience.com](http://www.mycoscience.com)



# Elektrolizowana woda oksydacyjna (EOW)

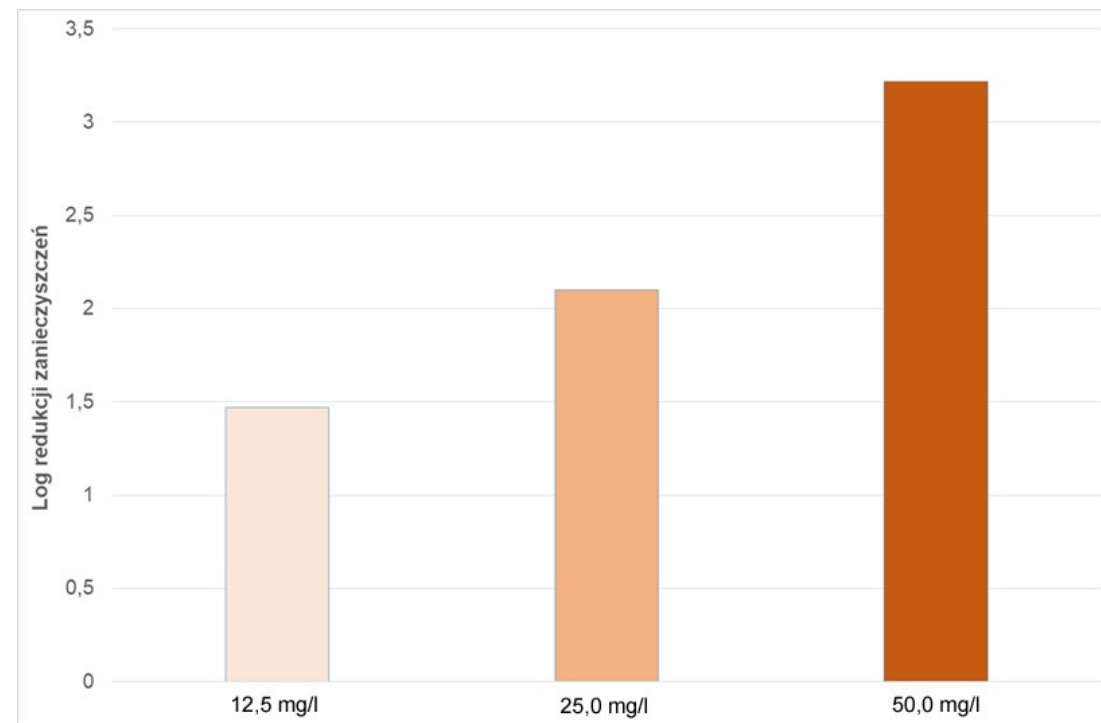
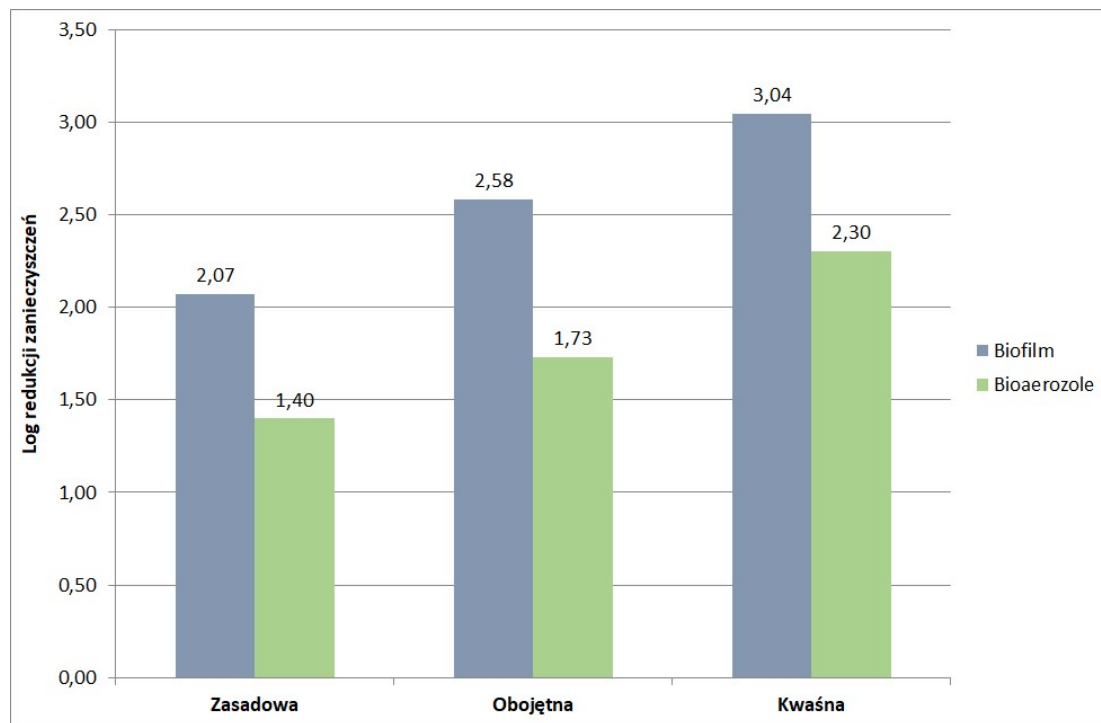
**Elektrolizowana woda oksydacyjna (EOW – z ang. *Electrolyzed Oxidized Water*), to całkowicie naturalny, organiczny, nietoksyczny, bezpieczny dla środowiska środek czyszczący i dezynfekujący.**

- wodorotlenek sodu (NaOH), który jest wykorzystywany jako środek czyszczący i odtłuszczający; może rozkładać białka, tłuszcze i materiały organiczne, w tym biofilmy; łatwo usuwa mydła
- kwas podchloryny (HOCl), który jest wykorzystywany jako skuteczny środek dezynfekujący przeciwko szerokiemu spektrum patogenów w czasie kontaktu krótszym niż 1 minuta



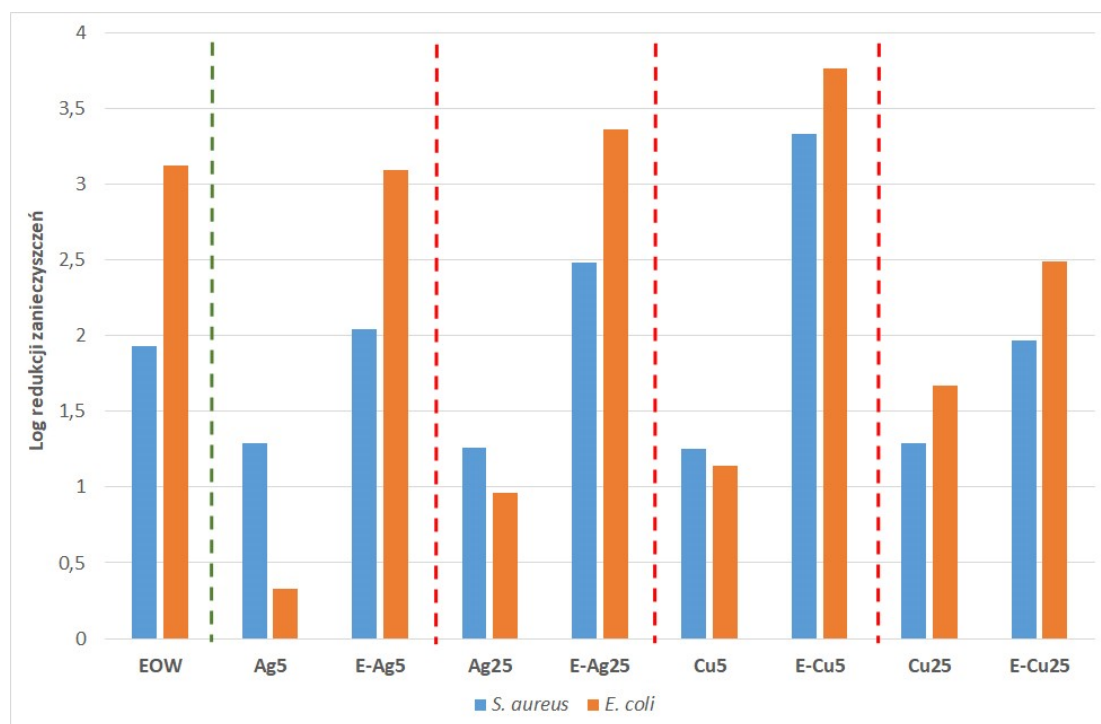
# Właściwości biobójcze EOW

Kwas podchlorawy łatwo przenika do komórki bakteryjnej, w której oddziałuje wielopłaszczyznowo prowadząc do jej zabicia. Skuteczność EOW zależy od poziomu pH oraz stężenia aktywnego chloru.

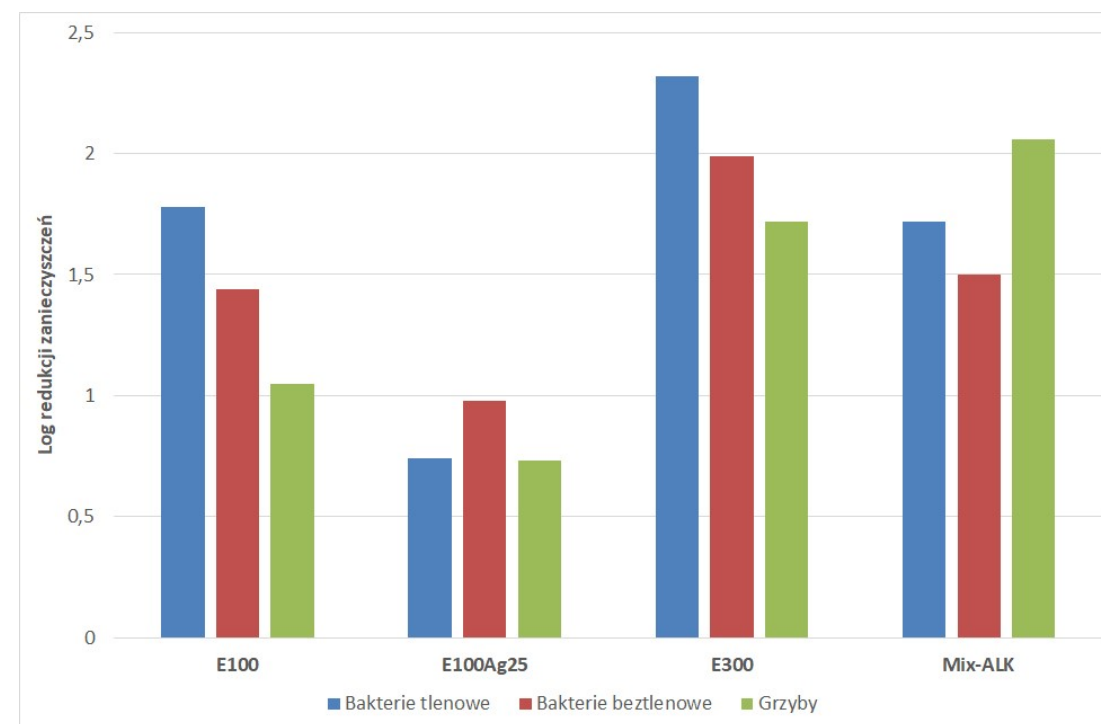


# Właściwości biobójcze EOW

Dotychczasowe badania wykazały, że EOW może stanowić skuteczny środek walki z licznymi gatunkami drobnoustrojów bakteryjnych, grzybowych, wirusów, a także pasożytów.



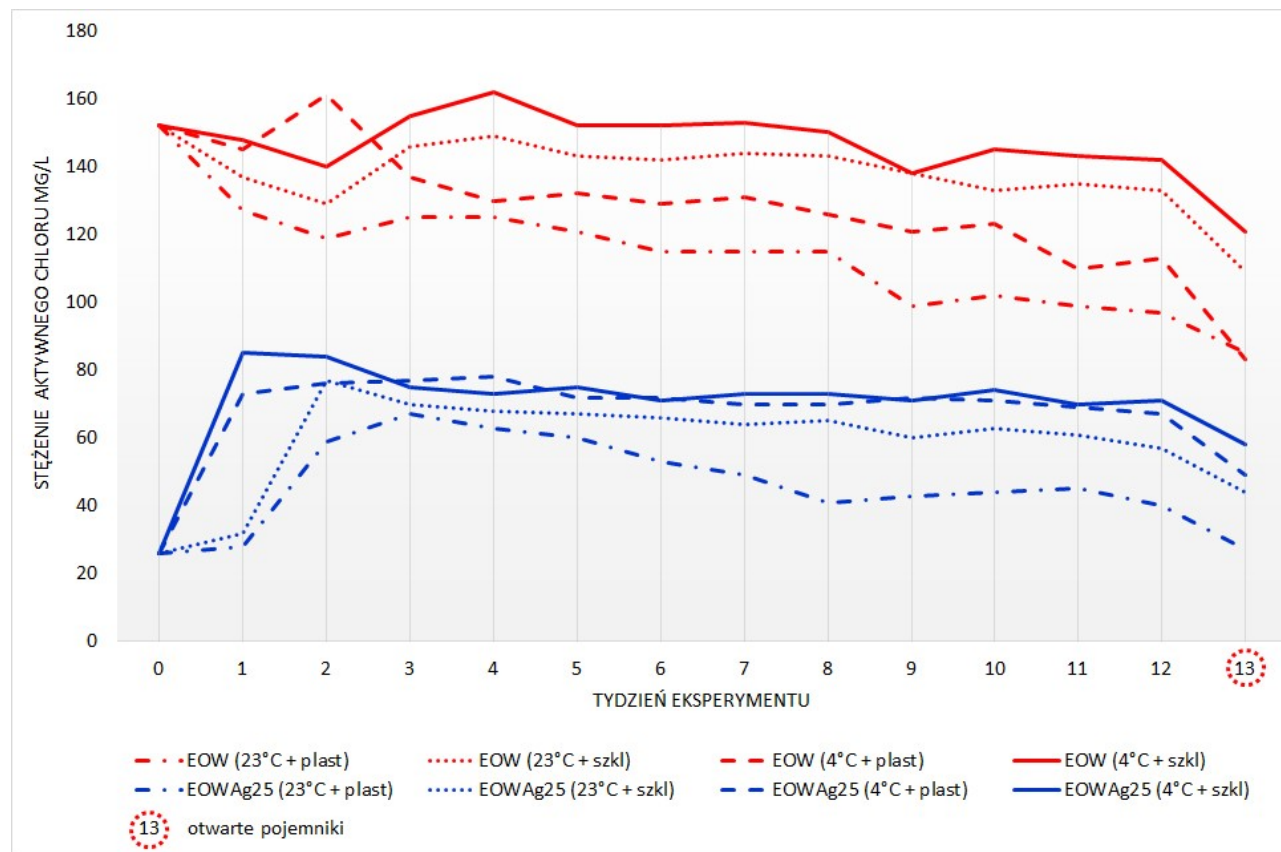
Warunki laboratoryjne



Sortownia odpadów

# Właściwości biobójcze EOW

Zaleca się przechowywanie EOW w zamkniętych **opakowaniach szklanych**, w temperaturze około **4°C**. Powinno to zachować jej właściwości biobójcze przez okres **3-4 miesięcy**.



# Czy EOW jest bezpieczna?

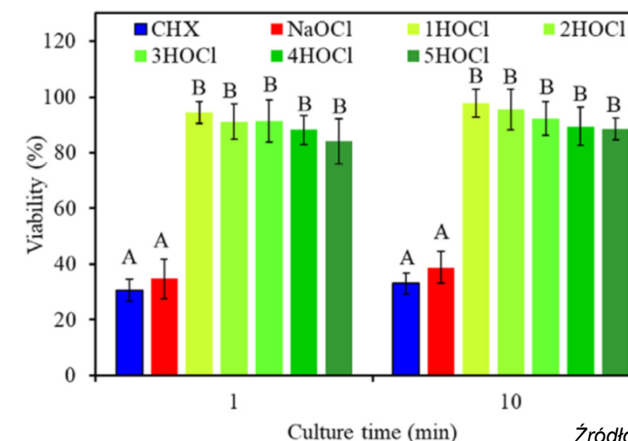
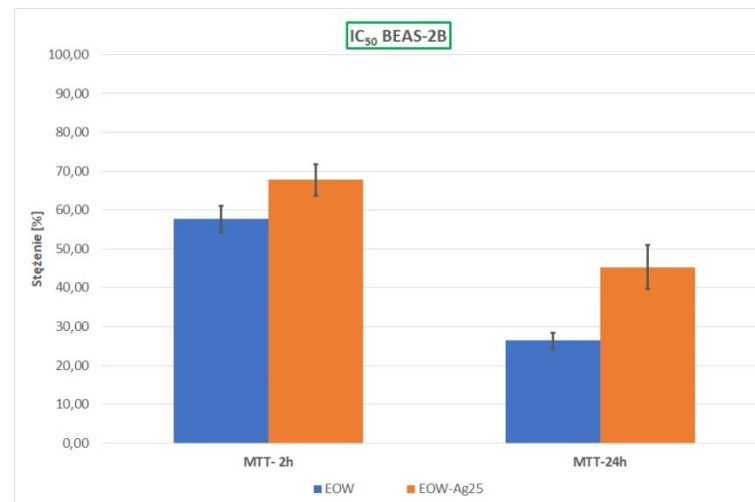
Niewiele jest dostępnych badań na temat mechanizmu działania toksycznego kwasu podchlorawego u ludzi lub na zwierzęta.

Toksyczność HOCl wynika najprawdopodobniej z właściwości miejscowo drażniących, tj. utleniania i wytwarzania jonów wodorotlenkowych.

Oddziaływanie cytotoksyczne (test MTT) EOW na komórki fibroblastów skóry jest blisko 3-krotnie niższe niż innych popularnych preparatów do dezynfekcji, w tym:

CHX – 0,2% diglukonianu chlorheksydyny

NaOCl – 1,5% podchlorynu sodu



Źródło: Tsai et al. (2024)

# Czy EOW jest bezpieczna?

**Narażenie zawodowe na wodny roztwór kwasu podchloraowego może występować głównie drogą oddechową i przez skórę, jednakże z powodu szybkiego rozkładu dostępnego chloru ocenia się je jako bardzo niskie.**

**Do chwili obecnej brak jest danych świadczących o działaniu mutagennym, genotoksycznym, rakotwórczym, teratogennym ani szkodliwym wpływie na rozrodczość.**

**Proponowana wartości NDS dla kwasu podchloraowego analogiczna jak dla chloru i wyrażona jako chlor**

**NDS = 0,7 mg/m<sup>3</sup>**

## Kwas chlorowy(I) (kwas podchloraowy) Dokumentacja proponowanych wartości dopuszczalnych wielkości narażenia zawodowego<sup>1,2</sup>

Chloric(I) acid (hypochlorous acid)  
Documentation of proposed values of occupational exposure limits (OELs)

AGNIESZKA KLIMECKA  
<https://orcid.org/0000-0001-8469-9557>

DOROTA SZCZĘSNA  
<https://orcid.org/0000-0003-0959-811X>

JOANNA JUREWICZ  
<https://orcid.org/0000-0001-9645-0134>  
e-mail: joanna.jurewicz@imp.lodz.pl

Institut Medycyny Pracy im. prof. dr. med. Jerzego Nofera  
Nofer Institute of Occupational Medicine, Łódź, Poland

NDS	0,7 mg/m <sup>3</sup> (jako chlor), (0,24 ppm jako chlor)
NDSCh	1,5 mg/m <sup>3</sup> (jako chlor), (0,52 ppm jako chlor)
NDSp	nie ustalono
DSB	nie ustalono

Data zatwierdzenia przez Zespół Ekspertów: 18-20.10.2023 r.  
Data zatwierdzenia przez Komisję ds. NDS i NDN: 29.10.2024 r.

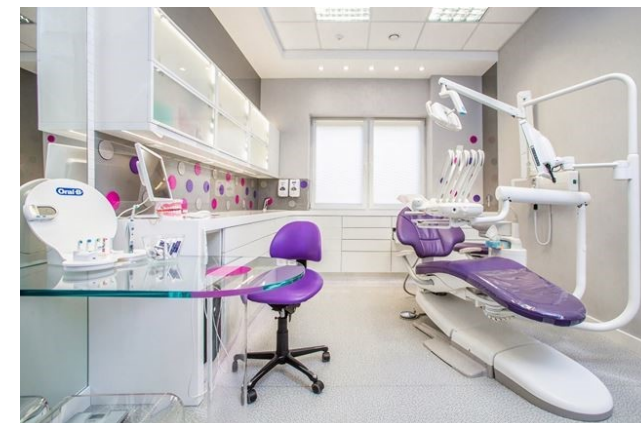
### Streszczenie

Kwas chlorowy(I) (HOCl) jest bardzo słabym kwasem. Istnieje tylko w roztworze wodnym, powstaje w wyniku reakcji chloru z wodą. Kwasu chlorowego(I) nie można otrzymać w czystej postaci, najczęściej występuje w postaci roztworu aktywnego chloru, czyli jako mieszanina równowagowa Cl<sub>2</sub>, kwasu chlorowego(I) i chloranu(I) sodu. Skład tego roztworu zależy od pH i temperatury. W Polsce nie określono dotychczas wartości NDS dla kwasu chlorowego(I). Dokumentację opracowano w związku ze zgłoszeniem od Centrum Inżynierii Biomedycznej Wojskowej Akademii Technicznej (WAT). Wartość dopuszczalną dla kwasu chlorowego(I) proponuje się ustalić w odniesieniu do chloru. Zaproponowano przyjęcie wartości NDS dla kwasu chlorowego(I) analogiczną jak dla chloru i wyrażoną jako chlor. Zaproponowana wartość NDS dla kwasu chlorowego(I) to 0,7 mg/m<sup>3</sup> jako chlor (0,24 ppm jako chlor). Ze względu na przyjęcie wartości NDS w odniesieniu do chloru, proponuje się przyjąć również wartość NDSCh dla kwasu chlorowego(I) równą 1,5 mg/m<sup>3</sup> jako chlor (0,52 ppm jako chlor). Ponieważ kwas chlorowy(I) jest słabym kwasem (słabo dysocjuje w roztworze wodnym) i jest mało lotny, będzie

<sup>1</sup>Wartości NDS i NDSCh kwasu chlorowego(I) zostały w dniu 29.10.2024 r. przyjęte na 109. posiedzeniu Międzyresortowej Komisji do spraw Najwyższych Dopuszczalnych Stężeń i Natężeń Czynników Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku Pracy i następnie zostały przedłożone ministrowi właściwemu ds. pracy (wniosek nr 125) w celu ich wprowadzenia do rozporządzenia w załączniku nr 1 w części A wykazu najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych w środowisku pracy.

<sup>2</sup>Opracowano i wydano na podstawie wyników VI etapu programu wieloletniego pn. „Rządowy Program Poprawy Bezpieczeństwa i Warunków Pracy”, finansowanego w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Projekt nr III.PN.04 pt. „Opracowanie dokumentacji dopuszczalnych poziomów narażenia zawodowego dla 30 czynników chemicznych szkodliwych dla zdrowia, w tym rakotwórczych”. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.

# Wykorzystanie EOW w środowiskach pracy

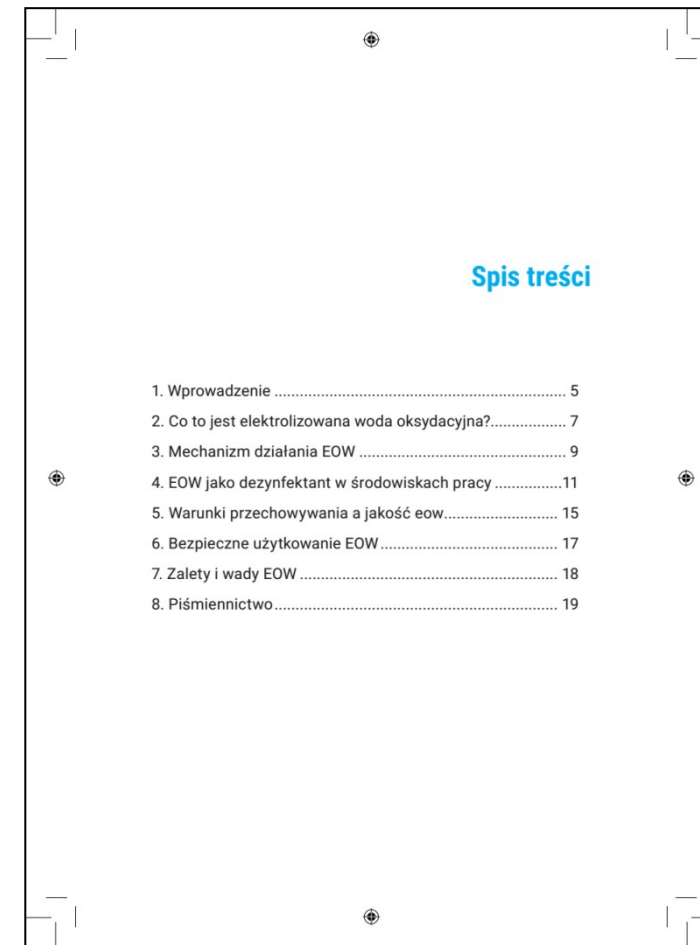
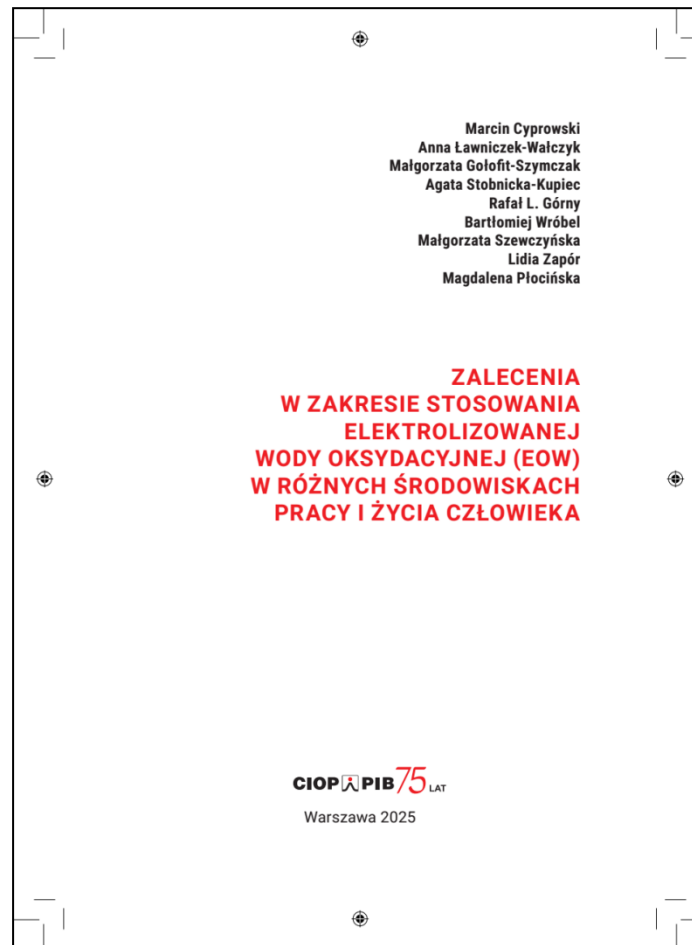
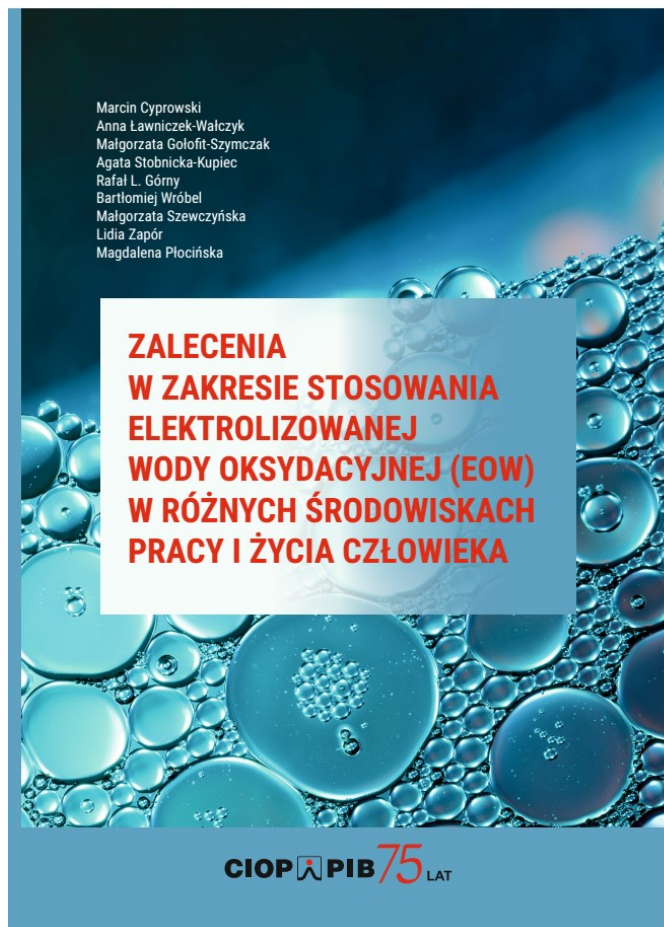


# Podsumowanie

---

Zalety	Wady
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Bardzo silne działanie biobójcze</li><li>2. Efekt dezynfekcyjny uzyskany po bardzo krótkim czasie</li><li>3. Szerokie spektrum działania obejmujące wszystkie grupy zagrożeń mikrobiologicznych</li><li>4. Mikroorganizmy nie wykazują tendencji do zwiększania oporności</li><li>5. Wysoki poziom bezpieczeństwa pracowników</li><li>6. Mniejsza cytotoksyczność w porównaniu z innymi środkami do dezynfekcji</li><li>7. Niskie koszty eksploatacji</li><li>8. Łatwo dostępne substraty (woda i sól kuchenna)</li><li>9. Niska szkodliwość dla środowiska</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Niestabilność chemiczna w zależności od czasu, temperatury i warunków przechowywania</li><li>2. Właściwości biobójcze EOW są determinowane poziomem pH</li><li>3. Sugerowane wytwarzanie w miejscu stosowania dezynfekcji</li><li>4. Osłabienie właściwości biobójczych w obecności materii organicznej</li><li>5. Może powodować korozję niektórych metali</li></ol>

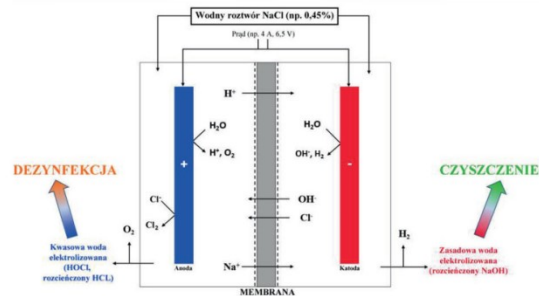
# Materiały informacyjne



# Materiały informacyjne

## 2. CO TO JEST ELEKTROLIZOWANA WODA OKSYDACYJNA?

Elektrolizowana woda oksydacyjna (EOW – z ang. Electrolyzed Oxidized Water), to całkowicie naturalny, organiczny, nietoksyczny, bezpieczny dla środowiska środek czyszczący i dezynfekujący. Czasami występuje pod innymi nazwami, m.in.: woda elektrolizowana, woda redox, elektrolizowany roztwór NaCl, czy kwas podchloryny, który jest głównym składnikiem biobójczym tego preparatu.



Ryc. 1. Schemat układu do wytwarzania EOW o stężeniu aktywnego chloru 100 mg/l (Opracowanie własne na podstawie Al-Haq i wsp., 2005)

Do wytworzenia EOW niezbędny jest generator, w którym przeprowadzana jest reakcja elektrolizy wodnego roztworu

7

## 3. MECHANIZM DZIAŁANIA EOW

Kwas podchloryny (HOCl) jest głównym składnikiem biobójczym elektrolizowanej wody oksydacyjnej. Jego najwyższe stężenia można zaobserwować, gdy wartość pH wytworzonego roztworu wynosi 5. Kwas podchloryny łatwo przenika do komórki bakteryjnej, w której oddziałuje wielopłaszczyznowo prowadząc do jej zabicia. Przede wszystkim:

- ▶ atakuje procesy błonowe, w tym białka transbłonowe odpowiedzialne za transport m.in. jonów sodu, potasu i żelaza zakłócając produkcję ATP,
- ▶ atakuje lipidy, powodując np. utratę stabilności błony,
- ▶ zakłóca syntezę białek, zwłaszcza zawierających siarkę,
- ▶ prowadzi do pęknięcia nici DNA i upośledzenia syntezy DNA.



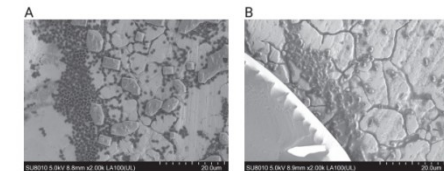
**Kwas podchloryny jest wytwarzany w organizmie człowieka przez neutrofile, które mogą wytwarzać go w stężeniach do 20 mg/l i skutecznie zwalczają infekcje o podłożu bakteryjnym**

Dotychczasowe badania wykazały, że EOW może stanowić skuteczny środek walki z licznymi gatunkami drobnoustrojów bakteryjnych, grzybowych, wirusów, a także pasożytów (tabela 1).

9

## 4. EOW JAKO DEZYNFEKTANT W ŚRODOWISKACH PRACY

Oddziaływanie biobójcze EOW może być wykorzystane do dezynfekcji stanowisk pracy, zarówno do zanieczyszczonych powierzchni roboczych, jak i powietrza. Elektrolizowana woda oksydacyjna efektywnie niszczy biofilm (błonę biologiczną) wytworzony przez liczne gatunki bakterii na różnych powierzchniach: stali nierdzewnej, szkła, ceramice oraz tworzywach sztucznych (rycina 2).

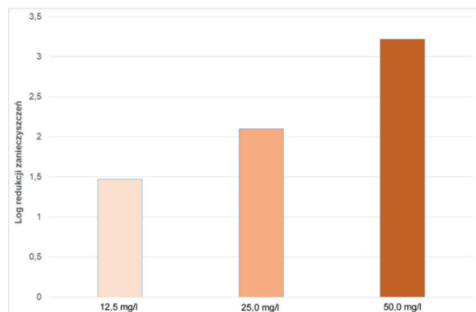


Ryc. 2. Oddziaływanie EOW na biofilm wytworzony na stali nierdzewnej przez *Escherichia coli*. Zdjęcie z mikroskopu SEM, kontrast BSE, powiększenie 2000x. A – próbka kontrolna, B – próbka po 5-minutowym narażeniu EOW (Autor zdjęć: dr inż. Magdalena Płocińska)

W testach laboratoryjnych wykazano ponadto, że w zależności od poziomu kwasowości skuteczność redukcji zanieczyszczeń mikrobiologicznych zmienia się (rycina 3). Najbardziej efektywnie oddziałuje EOW, gdy wartości pH maleją. Wtedy stopień redukcji zanieczyszczeń z powierzchni, gdzie wytworzył się biofilm, wyrażany w formie liczby logarytmów może osiągnąć wartość 3. W przypadku testowanych bioaerozoli

11

# Materiały informacyjne



Ryc. 4. Oddziaływanie EOW o różnych stężeniach aktywnego chloru w warunkach laboratoryjnych (Opracowanie własne)

Dzięki wysokiej skuteczności EOW od wielu lat jest wykorzystywana jako popularny środek dezynfekujący do różnego rodzaju produktów spożywczych, w tym warzyw i owoców jeszcze na etapie ich uprawy, a także mięs na etapie obróbki w ubojniach, owoców morza oraz jaj (Rahmann i wsp. 2016). W ostatnim czasie wzrosło zainteresowanie EOW do dezynfekcji pomieszczeń roboczych w działach zagospodarowania odpadów komunalnych (Guo i wsp. 2024), a także gabinetów dentystycznych (Cardenas i wsp. 2022).

Wydaje się, że elektrolizowana woda oksydacyjna, powinna także dobrze sprawdzić się w przemyśle metalowym, gdzie wykorzystywane są ciecze chłodzące do obróbki metali. Podlegają one skażeniu biologicznemu, szczególnie ze strony drobnoustrojów bakteryjnych, w stosunku do których EOW wykazuje

13

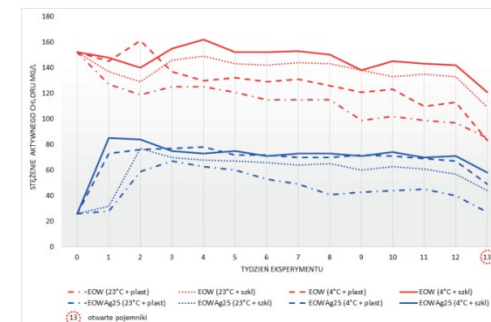
## 5. WARUNKI PRZECHOWYWANIA A JAKOŚĆ EOW

Utrzymanie skuteczności biobójczej EOW na wysokim poziomie jest w znacznym stopniu zależne od warunków przechowywania po jej wytworzeniu. Ma to także istotne przełożenie na koszty, jakie wiążą się ze stosowaniem EOW jako dezynfektanta. Kwas podchlorawy nie jest stabilną substancją. HOCl jest bardzo słabym kwasem, który istnieje tylko w roztworze wodnym, powstaje w wyniku reakcji chloru z wodą. Kwasu tego nie można otrzymać w czystej postaci, najczęściej występuje w postaci roztworu aktywnego chloru, czyli jako mieszanina równowagowa  $Cl_2$ , kwasu podchlorawego i podchlorynu sodu, istniejąca w równowadze w zależności od wartości pH.

Niewłaściwe przechowywanie przygotowanych roztworów może przyczynić się do szybkiego spadku stężeń aktywnego chloru. Z testów laboratoryjnych wynika, że najlepszym rozwiązaniem jest trzymanie roztworów w szczelnie zamkniętych opakowaniach szklanych, składowanych w temperaturze około 4°C. Popularne pojemniki z tworzyw sztucznych oraz przechowywanie ich w temperaturze pokojowej nasila utratę aktywnego chloru (rycina 5).

Na spadek stężeń aktywnego chloru ma również wpływ zastosowanie nanocząstek srebra, jako dodatku o właściwościach biobójczych. Srebro wiąże się z chlorem zawartym w roztworze tworząc trwałą i mało reaktywną sól AgCl.

15



Ryc. 5. Wyniki monitoringu zawartości aktywnego chloru w zależności od warunków przechowywania EOW (Opracowanie własne)

W przypadku braku właściwych warunków do przechowywania EOW wydaje się, że optymalnym wyjściem z tej sytuacji może być wytwarzanie jej w miejscu stosowania zabiegów dezynfekcji.



Zaleca się przechowywanie EOW w zamkniętych opakowaniach szklanych, w temperaturze około 4°C. Powinno to zachować jej właściwości biobójcze przez okres 3-4 miesięcy.

16

# Materiały informacyjne

## 7. ZALETY I WADY EOW

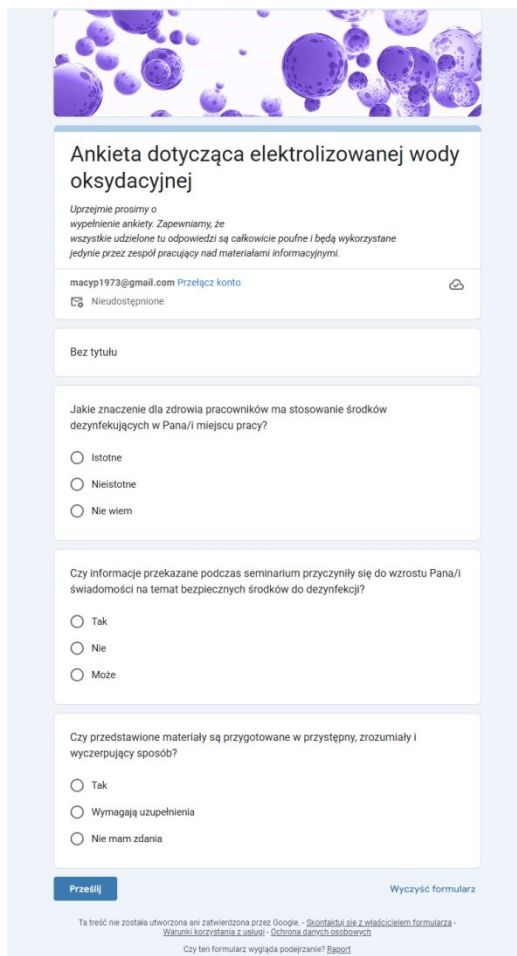
Elektrolizowana woda oksydacyjna wydaje się dobrą alternatywą dla dotychczas stosowanych preparatów do dezynfekcji. Preparaty zawierające kwas podchlorawy charakteryzują się dużymi zdolnościami biobójczymi, szczególnie w odniesieniu do bakterii, a ponadto są bezpieczne i tanie w użyciu. Niemniej jednak wymagane są dalsze badania, które pozwoliłyby rozszerzyć listę drobnoustrojów podatnych na jej działanie, jak również przetestować jej skuteczność w rzeczywistych warunkach środowiska pracy.

Zalety	Wady
1. Bardzo silne działanie biobójcze	1. Niestabilność chemiczna w zależności od czasu, temperatury i warunków przechowywania
2. Efekt dezynfekcyjny uzyskany po bardzo krótkim czasie	2. Właściwości biobójcze EOW są determinowane poziomem pH
3. Szerokie spektrum działania, obejmujące wszystkie grupy zagrożeń mikrobiologicznych	3. Sugerowane wytwarzanie w miejscu stosowania dezynfekcji
4. Mikroorganizmy nie wykazują tendencji do zwiększania oporności	4. Osłabienie właściwości biobójczych w obecności materii organicznej
5. Wysoki poziom bezpieczeństwa pracowników	5. Może powodować korozję niektórych metali
6. Mniejsza cytotoksyczność w porównaniu z innymi środkami do dezynfekcji	
7. Niskie koszty eksploatacji	
8. Łatwo dostępne substraty (woda i sól kuchenna)	
9. Niska szkodliwość dla środowiska	

18

The screenshot shows a web browser window displaying the CIOP PIB website. The search results for 'Elektrolizowana woda oksydacyjna' are visible. The page includes a navigation menu, a search bar, and a list of search results. The first result is 'Elektrolizowana woda oksydacyjna - bezpieczny dezynfektant na stanowiskach pracy'. The content of this result is partially visible, showing a description of the substance and its uses. A table with 'Zalety' and 'Wady' is also visible in the search results.

# Materiały informacyjne - ankieta



Ankieta dotycząca elektrolizowanej wody oksydacyjnej

Upraszamy prosimy o wypełnienie ankiety. Zapewniamy, że wszystkie udzielone tu odpowiedzi są całkowicie poufne i będą wykorzystane jedynie przez zespół pracujący nad materiałami informacyjnymi.

macy1973@gmail.com Przełącz konto

Nieudostępnione

Bez tytułu

Jakie znaczenie dla zdrowia pracowników ma stosowanie środków dezynfekujących w Pana/i miejscu pracy?

Istotne

Nielotne

Nie wiem

Czy informacje przekazane podczas seminarium przyczyniły się do wzrostu Pana/i świadomości na temat bezpiecznych środków do dezynfekcji?

Tak

Nie

Może

Czy przedstawione materiały są przygotowane w przystępny, zrozumiały i wyczerpujący sposób?

Tak

Wymagają uzupełnienia

Nie mam zdania

Prześlij

Wyczyść formularz

Ta treść nie została utworzona ani zatwierdzona przez Google - Skontaktuj się z właścicielem formularza -  
Warunki korzystania z usługi - Dochrona danych osobowych

Czy ten formularz wywołuje podejrzenie? Raport

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScLPgAxOf5g1MxayTyr7fJgBQKnP0E54BI-aOAmjGnPDq6MUQ/viewform?pli=1>



*Dziękuję za uwagę*

Opracowano na podstawie wyników VI etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2023-2025 w zakresie służb państwowych ze środków Ministra Rodziny i Polityki Społecznej (projekt nr I.ZS.01, pt. Badanie skuteczności biobójczej elektrolizowanej wody oksydacyjnej (EOW)).

Koordinator Programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy