

RAPORT

z realizacji programu wieloletniego

**pn. RZĄDOWY PROGRAM
POPRAWY BEZPIECZEŃSTWA
I WARUNKÓW PRACY – VI etap**
okres realizacji: 2023–2025

Okres sprawozdawczy: 1.01.2024–31.12.2024

Część B

Program realizacji projektów w zakresie
badań naukowych i prac rozwojowych

Warszawa, marzec 2025

RAPORT

z realizacji programu wieloletniego

pn. RZĄDOWY PROGRAM POPRAWY BEZPIECZEŃSTWA I WARUNKÓW PRACY – VI etap

okres realizacji: 2023–2025

Część B

Program realizacji projektów w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych

Okres sprawozdawczy: 1.01–31.12.2024

KOORDYNATOR PROGRAMU

CENTRALNY INSTYTUT OCHRONY PRACY – PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Warszawa, marzec 2025

I.	PODSTAWY REALIZACJI, CELE PROGRAMU I KOORDYNACJA VI ETAPU PROGRAMU WIELOLETNIEGO	4
II.	PODSUMOWANIE REALIZACJI PRZEDSIĘWZIĘĆ PROGRAMU	19
	PRZEDSIĘWZIĘCIE I – Nowe materiały i technologie w zakresie środków ochrony indywidualnej i zbiorowej.....	20
	PRZEDSIĘWZIĘCIE II – Monitorowanie parametrów środowiska pracy z wykorzystaniem technologii Internetu Rzeczy i Sztucznej Inteligencji.....	61
	PRZEDSIĘWZIĘCIE III – Kryteria, metody badań i urządzenia do pomiaru i oceny czynników środowiska pracy	84
	PRZEDSIĘWZIĘCIE IV – Ocena zagrożeń psychofizycznych i zapobieganie wykluczeniu społecznemu	116
III.	WSKAŹNIKI PROGRAMU WIELOLETNIEGO CZ. B – zestawienie uzyskanych produktów/działań zrealizowanych w okresie sprawozdawczym	135
IV.	KOSZTORYS REALIZACJI CZ. B PROGRAMU	138
V.	WYKAZ APARATURY NAUKOWO-BADAWCZEJ I WNIP NIEZBĘDNEJ DO REALIZACJI PROGRAMU, AMORTYZOWANEJ W RAMACH PROJEKTÓW	140
VI.	HARMONOGRAM REALIZACJI PROJEKTÓW I PONIESIONE NAKŁADY	142



I.

PODSTAWY REALIZACJI, CELE I KOORDYNACJA VI ETAPU PROGRAMU WIELOLETNIEGO

Podstawą realizacji programu wieloletniego pn. „Rządowy Program Poprawy Bezpieczeństwa i Warunków Pracy” – VI etap, okres realizacji: lata 2023–2025 – jest uchwała nr 193/2022 Rady Ministrów z dnia 20 września 2022 r. w sprawie jego ustanowienia.

Wnioskodawcą VI etapu programu był Minister Rodziny i Polityki Społecznej (obecnie Minister Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej).

Etap VI programu wieloletniego stanowi kontynuację programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, którego etap I został ustanowiony uchwałą nr 117/2007 Rady Ministrów z dnia 3 lipca 2007 r. do realizacji w latach 2008–2010, etap II uchwałą nr 154/2010 Rady Ministrów z dnia 21 września 2010 r. do realizacji w latach 2011–2013, etap III uchwałą nr 126/2013 Rady Ministrów z dnia 16 lipca 2013 r. do realizacji w latach 2014–2016, etap IV uchwałą nr 203/2015 Rady Ministrów z dnia 26 października 2015 r. do realizacji w latach 2017–2019, etap V – uchwałą nr 80/2019 Rady Ministrów z dnia 13 sierpnia 2019 r. do realizacji w latach 2020–2022.

Głównym wykonawcą i koordynatorem jest Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy. Program w części badań naukowych i prac rozwojowych jest realizowany we współpracy z ministrem właściwym ds. nauki, a także z 8 krajowymi jednostkami naukowymi.

Program wieloletni pn. „Rządowy Program Poprawy Bezpieczeństwa i Warunków Pracy” wspomaga realizację zobowiązań Rządu RP wynikających z członkostwa w Unii Europejskiej (UE), pełniąc funkcję Krajowej Strategii w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy, o której mowa w Komunikacie Komisji Europejskiej z dnia 28 czerwca 2021 r. do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów pt. Strategiczne Ramy UE dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy na lata 2021–2027, Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia w zmieniającym się świecie pracy. Ponadto program wieloletni zapewnia implementację wymienionych Ram Strategicznych UE na poziomie krajowym.

Zakres tematyczny VI etapu programu wieloletniego pn. „Rządowy Program Poprawy Bezpieczeństwa i Warunków Pracy” jest zgodny z kierunkami badań naukowych i prac rozwojowych określonych w dokumentach międzynarodowych i krajowych dotyczących zadań oraz kierunków działań państwa w tej dziedzinie. W szczególności VI etap programu uwzględnia priorytety działań, postulatów oraz wyzwania naukowe zawarte w następujących dokumentach krajowych i międzynarodowych:

■ Dokumenty krajowe

1. Wieloletni plan finansowy państwa na lata 2022–2025¹;
2. Krajowy Plan Odbudowy i Zwiększenia Odporności²;
3. Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.) (SOR)³;
4. Krajowa Strategia Rozwoju Regionalnego 2030⁴;
5. Krajowe Inteligentne Specjalizacje⁵;
6. Strategia Rozwoju Kapitału Ludzkiego 2030 (aktualizacja z 2020)⁶;
7. Polityka Naukowa Państwa⁷;
8. Polityka dla rozwoju sztucznej inteligencji w Polsce od roku 2020⁸;
9. Strategia na rzecz Osób z Niepełnosprawnościami 2021–2030⁹;

¹ Wieloletni plan finansowy państwa na lata 2022–2025, Warszawa, kwiecień 2022; <https://www.gov.pl/web/finanse/wieloletni-plan-finansowy-panstwa>.

² Krajowy Plan Odbudowy i Zwiększenia Odporności, Ministerstwo Funduszy i Polityki Regionalnej, Warszawa, kwiecień 2021.

³ Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.), Załącznik do uchwały nr 8 Rady Ministrów z dnia 14 lutego 2017 r. (M. P. poz. 260).

⁴ Krajowa Strategia Rozwoju Regionalnego 2030, Warszawa, wrzesień 2019. <https://www.gov.pl/web/fundusze-regiony/krajowa-strategia-rozwoju-regionalnego>

⁵ Krajowe Inteligentne Specjalizacje, wersja 8, 17 stycznia 2022, Ministerstwo Rozwoju.

⁶ Strategia Rozwoju Kapitału Ludzkiego 2030, Ministerstwo Rozwoju, Pracy i Technologii, Warszawa 2020.

⁷ Polityka Naukowa Państwa. Projekt Dokumentu. Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, 2020. <https://www.gov.pl/web/edukacja-i-nauka/projekt-polityki-naukowej-panstwa>.

⁸ Polityka dla rozwoju sztucznej inteligencji w Polsce od roku 2020; uchwała nr 196 Rady Ministrów z dnia 28 grudnia 2020 r.; (M. P. z 2021 r. poz. 23).

⁹ Strategia na rzecz Osób z Niepełnosprawnościami 2021–2030; uchwała nr 27 Rady Ministrów z dnia 16 lutego 2021 r.; (M. P. poz. 218).

10. Strategia Rozwoju Kapitału Społecznego 2030¹⁰;
11. Strategia Produktywności¹¹;
12. Zintegrowana Strategia Umiejętności¹².

■ **Dokumenty międzynarodowe**

1. Strategiczne Ramy UE w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy na lata 2021–2027. Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia w zmieniającym się świecie pracy¹³;
2. Europejski filar praw socjalnych¹⁴;
3. Silna Europa socjalna na rzecz sprawiedliwej transformacji¹⁵;
4. Europejski Zielony Ład¹⁶;
5. Sprawozdanie na temat wpływu sztucznej inteligencji, Internetu rzeczy i robotyki na bezpieczeństwo i odpowiedzialność¹⁷.

¹⁰ Strategia Rozwoju Kapitału Społecznego (współdziałanie, kultura, kreatywność) 2030, Załącznik do uchwały nr 155 Rady Ministrów z dnia 27 października 2020 r. (M. P. poz. 1060). <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WMP20200001060/O/M20201060.pdf>.

¹¹ Strategia Produktywności 2030 (projekt, wr. 29.09.2020). Ministerstwo Rozwoju. <https://www.gov.pl/attachment/840d6c71-a4ee-4e68-ba92-676784ff7ca0>.

¹² Zintegrowana Strategia Umiejętności 2030 (część szczegółowa); uchwała nr 195/2020 Rady Ministrów z dnia 28 grudnia 2020 r.; <https://www.gov.pl/web/edukacja-i-nauka/zintegrowana-strategia-umiejtnosci-2030-czesc-szczegolowa--dokument-przyjety-przez-rade-ministrow>.

¹³ Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów „Ramy Strategiczne UE dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy na lata 2021–2027, Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia w zmieniającym się świecie pracy”. COM(2021) 323 final.

¹⁴ Europejski filar praw socjalnych. Bardziej sprawiedliwa i bardziej społeczna Europa, Urząd Publikacji Unii Europejskiej, Luxemburg 2018.

¹⁵ Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów „Silna Europa socjalna na rzecz sprawiedliwej transformacji”, Bruksela, 14.01.2020 r., COM(2020) 14 final.

¹⁶ Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Rady, Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów „Europejski Zielony Ład”, Bruksela, 11.12.2019 r., COM(2019) 640 final.

¹⁷ Sprawozdanie Komisji dla Parlamentu Europejskiego, Rady i Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego „Sprawozdanie na temat wpływu sztucznej inteligencji, Internetu rzeczy i robotyki na bezpieczeństwo i odpowiedzialność”, Bruksela, 19.02.2020 r., COM(2020) 64 final.

I.1. Cele programu

Cel główny

Celem głównym programu jest opracowanie innowacyjnych rozwiązań organizacyjnych i technicznych, ukierunkowanych na rozwój zasobów ludzkich oraz nowych wyrobów, technologii, metod i systemów zarządzania, których wykorzystanie przyczyni się do znaczącego ograniczenia liczby osób zatrudnionych w warunkach narażenia na czynniki niebezpieczne, szkodliwe i uciążliwe oraz ograniczenia związanych z nimi wypadków przy pracy, chorób zawodowych i wynikających z tego strat ekonomicznych i społecznych.

W VI etapie programu szczególnie istotne jest podjęcie badań naukowych i prac rozwojowych na rzecz rozwoju nowych technologii oraz kapitału ludzkiego i społecznego, niezbędnych do sprostania aktualnym wyzwaniom społeczno-gospodarczym, wynikającym z transformacji cyfrowej gospodarki, zmian demograficznych, narastających zjawisk wykluczenia społecznego oraz zagrożeń związanych z sytuacjami kryzysowymi (w tym epidemicznymi).

Cele szczegółowe

- Opracowanie innowacyjnych wyrobów i materiałów w zakresie środków ochrony zbiorowej i indywidualnej oraz środków wspomagających zapobieganie i zwalczanie zagrożeń epidemicznych, a także opracowanie metod oceny tych środków pod względem wymagań bezpieczeństwa, ochrony zdrowia i ergonomii.
- Opracowanie systemów monitorujących warunki pracy, wykorzystujących sieci przemysłowego Internetu Rzeczy, techniki Rzeczywistości Wirtualnej i algorytmy Sztucznej Inteligencji, przeznaczonych do funkcjonowania w dynamicznie zmieniających się – ze względu na rozwój technologii cyfrowych Przemysłu 4.0 – środowiskach pracy, a także badanie zagrożeń związanych z nowymi formami pracy i im zapobieganie.
- Opracowanie metod, kryteriów, stanowisk badawczych i urządzeń do badań i oceny narażenia pracowników na szkodliwe i niebezpieczne czynniki fizyczne, chemiczne i biologiczne oraz czynniki uciążliwe w środowisku pracy, a także diagnozowanie poziomu narażenia wybranych grup pracowników na te czynniki.
- Opracowanie rozwiązań organizacyjnych i technicznych zapobiegających wykluczeniu osób z niepełnosprawnościami, osób starszych, kobiet i młodych pracowników, a także rozwiązań wspomagających prewencję obciążeń psychofizycznych i utrzymanie zdolności do pracy.
- Opracowanie nowych narzędzi edukacyjnych i szkoleniowych oraz działania na rzecz upowszechniania i wprowadzania wyników Programu do praktyki społeczno-gospodarczej.

Oddziaływanie programu

Osiągnięcie celów programu wpłynie na zwiększenie zdolności do pracy i wydłużenie aktywności zawodowej dzięki:

- zmniejszeniu narażenia na czynniki zagrożeń w środowisku pracy związane z dynamicznym rozwojem technologii i procesów pracy
- poprawie jakości pracy i życia

- zwiększeniu kultury bezpieczeństwa w środowisku pracy i życia, co spowoduje obniżenie liczby wypadków przy pracy i chorób związanych z pracą.

W szczególności realizacja programu pozwoli na:

1. Zwiększenie skuteczności działań w zakresie **prewencji zagrożeń zawodowych** w przedsiębiorstwach, z uwzględnieniem potrzeby zachowania zdolności do pracy **w wydłużonym okresie aktywności zawodowej**.
2. Wykorzystanie nowo opracowanych metod i narzędzi do **ograniczenia ryzyka zawodowego w środowisku pracy**, związanego z dynamicznym rozwojem technologii i procesów pracy.
3. **Podniesienie jakości zarządzania** bezpieczeństwem i ochroną zdrowia w przedsiębiorstwach, z uwzględnieniem zarządzania wiekiem.
4. Zapewnienie **nowoczesnego ujęcia problematyki bezpieczeństwa pracy i ergonomii w programach szkoleń/edukacyjnych na wszystkich poziomach** oraz doskonalenia kompetencji służb specjalistycznych.
5. Poszerzenie **oferty polskiego przemysłu producentów środków ochrony indywidualnej**, a w konsekwencji poprawę bezpieczeństwa stosujących je pracowników, przez udostępnienie nowych, lepszych wyrobów.
6. Kontynuację prac legislacyjnych i normalizacyjnych w celu zapewniania **zgodności prawa polskiego z prawem UE** w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy, a także w celu **wdrażania do polskich norm odpowiednich norm europejskich** z tej dziedziny.
7. Rozwój **krajowego systemu oceny zgodności** wyrobów i usług, odpowiednio do wymagań dyrektyw UE.
8. Zapewnienie aktywnego uczestnictwa Polski w **międzynarodowej oraz europejskiej współpracy w zakresie badań naukowych**, a także w wymianie dobrych praktyk w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ergonomii.
9. Zwiększanie skuteczności **działań informacyjno-promocyjnych w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy**, w tym rozwój działalności polskiego Krajowego Punktu Centralnego Europejskiej Agencji Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy.

Tematyka ustalona w VI etapie programu wieloletniego jest realizowana w ramach 2 części: A – programu realizacji zadań w zakresie służb państwowych oraz B – programu realizacji badań naukowych i prac rozwojowych.

I.2. Struktura części B programu

Program realizacji badań naukowych i prac rozwojowych obejmuje 4 przedsięwzięcia:

Przedsięwzięcie I	Nowe materiały i technologie w zakresie środków ochrony indywidualnej i zbiorowej
Przedsięwzięcie II	Monitorowanie parametrów środowiska pracy z wykorzystaniem technologii Internetu Rzeczy i Sztucznej Inteligencji
Przedsięwzięcie III	Kryteria, metody badań i urządzenia do pomiaru i oceny czynników środowiska pracy
Przedsięwzięcie IV	Ocena zagrożeń psychofizycznych i zapobieganie wykluczeniu społecznemu

Wykonawcy programu

Program w części B jest realizowany przez **9 jednostek naukowych** – instytuty badawcze we współpracy z przedsiębiorstwami, organami administracji rządowej oraz nadzoru i kontroli nad warunkami pracy.

Uchwała Rady Ministrów w sprawie ustanowienia VI etapu ww. programu wieloletniego stała się podstawą zawarcia:

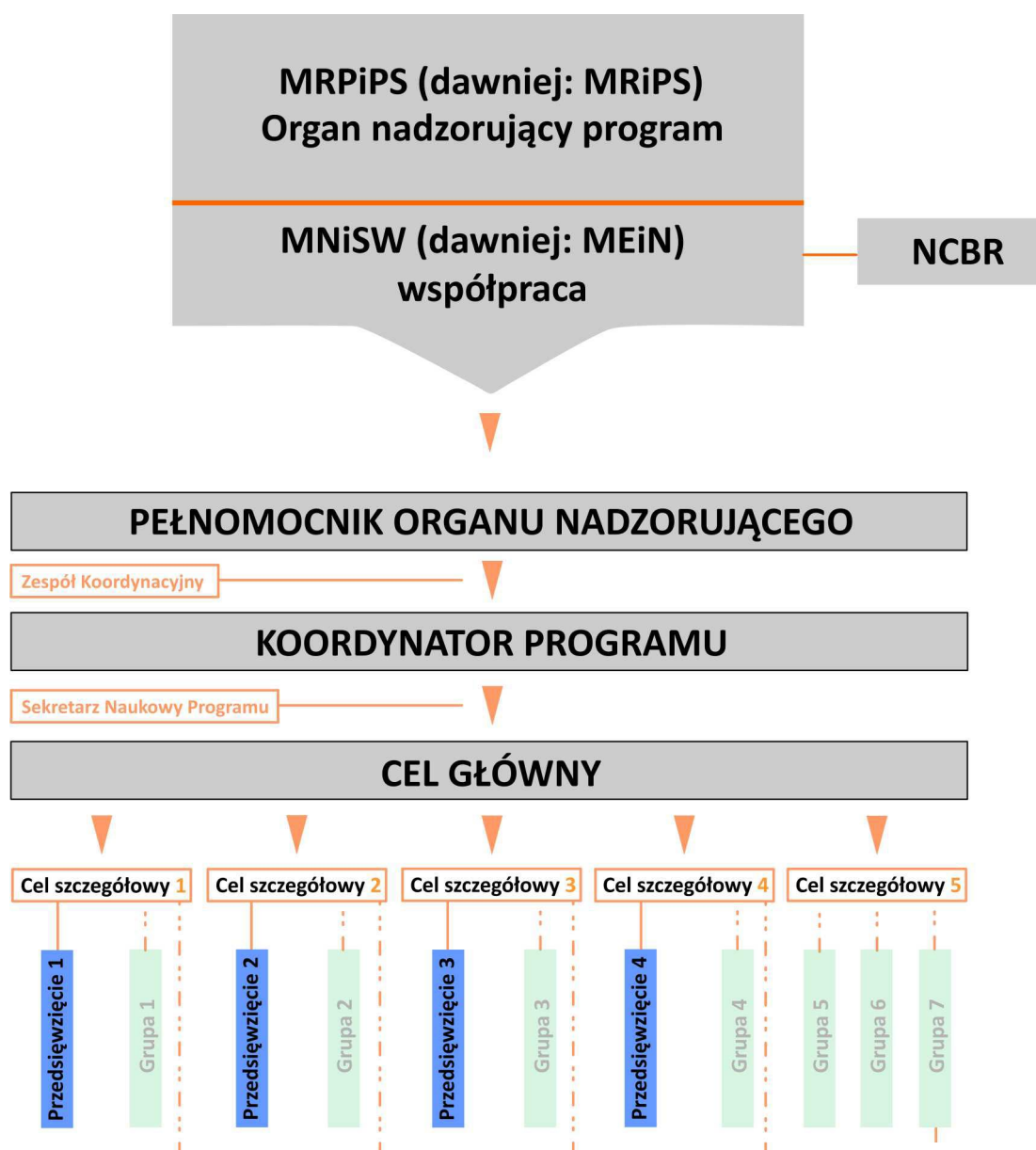
- umowy nr DWP/PNiWP/VI/2023 z dnia 20.09.2023 r. wraz z aneksami w sprawie finansowania projektów w ramach programu wieloletniego – VI etap – realizowanych w ramach części B – program realizacji badań naukowych i prac rozwojowych – pomiędzy Narodowym Centrum Badań i Rozwoju a Centralnym Instytutem Ochrony Pracy – Państwowym Instytutem Badawczym,
- 11 umów w sprawie finansowania projektów realizowanych w ramach VI etapu programu wieloletniego pomiędzy 8 jednostkami naukowymi i Centralnym Instytutem Ochrony Pracy – Państwowym Instytutem Badawczym jako koordynatorem programu.

I.3. Nadzór i koordynacja programu wieloletniego

Nadzór nad realizacją programu sprawuje minister właściwy ds. pracy, reprezentowany przez Pełnomocnika Organu Nadzorującego, we współpracy z ministrem właściwym ds. szkolnictwa wyższego i nauki (przez agencję wykonawczą – Narodowe Centrum Badań i Rozwoju).

Funkcja Koordynatora Programu i Głównego Wykonawcy została powierzona Centralnemu Instytutowi Ochrony Pracy – Państwowemu Instytutowi Badawczemu, który jest reprezentowany przez Dyrektora Instytutu.

W celu synchronizacji działań zapewniających prawidłową realizację VI etapu programu wieloletniego, tj. osiągnięcia celów programu przez wykonanie zarówno zadań w zakresie służb państwowych w ramach grup tematycznych, jak i projektów w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych w ramach przedsięwzięć utrzymano przyjęty w poprzednich etapach system realizacji oraz zarządzania programem, przedstawiony na rysunku.



Rys. Struktura systemu zarządzania VI etapem programu

część A – Program realizacji zadań w zakresie służb państwowych (**Grupy**)

część B – Program realizacji projektów w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych (**Przedsięwzięcia**)

Interdyscyplinarna tematyka programu wymaga równoległej koordynacji merytorycznej oraz formalnej realizacji obu części programu. W tym celu:

- Założono kontynuację działania Zespołu Koordynacyjnego pełniącego funkcję opiniodawczo-doradczą w stosunku do Pełnomocnika Organu Nadzorującego i Koordynatora Programu. Członkami Zespołu Koordynacyjnego są przedstawiciele resortów i innych organów administracji państwowej, organizacji pracodawców i pracowników oraz instytucji zainteresowanych wykorzystaniem wyników programu, a także eksperci z dziedzin wiedzy objętych programem. Posiedzenia Zespołu Koordynacyjnego odbywają się raz w roku, a ich przedmiotem jest ocena stanu wykonania zadań w zakresie służb państwowych oraz projektów w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych programu zrealizowanych w poprzednim roku. Ocena jest przedstawiana w formie pisemnej opinii Pełnomocnikowi Organu Nadzorującego. Zespół Koordynacyjny, monitorując realizację programu na podstawie przeprowadzonej analizy, może wskazywać potrzebę ewentualnych korekt lub zmian o charakterze operacyjnym, nienaruszających jednak celu głównego programu. Ustalenia przyjęte podczas posiedzenia Zespołu Koordynacyjnego, zawarte w ocenie, są zgodne ze stanowiskiem Pełnomocnika Organu Nadzorującego i wiążące dla Koordynatora. Koordynator przygotowuje informację o planowanym sposobie wdrożenia ustaleń oceny. Pierwsze posiedzenie Zespołu Koordynacyjnego odbyło się 15 kwietnia 2024 r.
- Dyrektor Centralnego Instytutu Ochrony Pracy – Państwowego Instytutu Badawczego, jako Koordynator Programu w celu zapewnienia sprawnego zarządzania programem i jego monitorowania wyznaczył:
 - Sekretarza Naukowego Programu – do bieżącej współpracy z wykonawcami oraz dokonywania okresowych przeglądów stanu realizacji zadań i projektów programu pod kątem osiągnięcia wskaźników produktu w celu realizacji założonych celów, wnioskowania o podejmowanie odpowiednich działań dla prawidłowego i terminowego ich realizowania,
 - liderów przedsięwzięć, których zadaniem jest bezpośredni nadzór merytoryczny nad realizacją ujętych w nich projektów oraz dokonywanie podsumowań uzyskanych wyników pod kątem zgodności ich realizacji z założeniami i harmonogramem,
 - opiekunów merytorycznych ze strony Centralnego Instytutu Ochrony Pracy – Państwowego Instytutu Badawczego dla poszczególnych projektów realizowanych przez zewnętrzne jednostki naukowe. Opiekunowie na bieżąco monitorują przebieg realizacji etapów projektów na podstawie złożonych sprawozdań i raportów, przygotowują materiały merytoryczne dla komisji odbioru oraz opiniują raporty roczne składane przez wykonawców w celu sporządzenia całościowego (ze wszystkich projektów) raportu okresowego dla Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.

Za nadzór nad realizacją projektów w części B programu odpowiadają:

Przedsięwzięcie I	Nowe materiały i technologie w zakresie środków ochrony indywidualnej i zbiorowej <i>dr hab. inż. Emilia Irzmańska, dr hab. n. med. i n. o zdr. inż. Agata Stobnicka-Kupiec</i>
Przedsięwzięcie II	Monitorowanie parametrów środowiska pracy z wykorzystaniem technologii Internetu Rzeczy i Sztucznej Inteligencji <i>dr hab. inż. Patryk Zradziński, mgr inż. Monika Kobus</i>
Przedsięwzięcie III	Kryteria, metody badań i urządzenia do pomiaru i oceny czynników środowiska pracy <i>dr hab. inż. Dariusz Pleban, prof. Instytutu, dr Joanna Kowalska</i>
Przedsięwzięcie IV	Ocena zagrożeń psychofizycznych i zapobieganie wykluczeniu społecznemu <i>dr Karolina Pawłowska-Cyprysiak, dr inż. Jacek Kubica</i>

W VI etapie programu jest stosowany, sprawdzony w poprzednich etapach programu, system oceny i odbioru zakończonych etapów projektów.

Sprawozdania merytoryczne z zakończonych etapów podlegały ocenie niezależnych recenzentów – profesorów, doktorów habilitowanych oraz specjalistów i ekspertów – z dziedzin objętych programem. Ocenę zakończonych w 2024 r. etapów projektów przedstawiło **19 recenzentów**.

Koordynator programu zorganizował:

- w okresie kwiecień – listopad 2024 posiedzenia Komisji Oceny Prac Naukowych 15 projektów, których terminy zakończenia pierwszych etapów zgodnie z postanowieniem § 7 ust. 3 pkt 2 Umowy na wniosek Wykonawców zostały przesunięte z 2023 r. na 2024 r. (proj.: I.PN.09 I.PN.10, I.PN.11, I.PN.13, II.PN.03, II.PN.05, III.PN.05, III.PN.06, III.PN.09, III.PN.10, III.PN.11, IV.PN.01, IV.PN.02, IV.PN.05, IV.PN.06), oraz 2 projektów, których terminy zakończenia pierwszego etapu zostały przesunięte aneksem:
 - II.PN.06 – Aneks nr 2/2024 z dnia 14.06.2024 r. wydłużający termin zakończenia pierwszego etapu do 31.08.2024 r.
 - II.PN.07 – Aneks nr 1/2023 z dnia 8.12.2023 r. wydłużający termin zakończenia projektu do 30.06.2024 r. (projekt jednoetapowy).
- w 2024/2025 r. koordynator programu zorganizował **15 posiedzeń** Komisji Oceny Prac Naukowych (harmonogram posiedzeń w zał. 1), podczas których poddano ocenie realizację zakończonych **20 drugich etapów projektów**.

Terminy zakończenia drugich etapów 18 projektów (proj.: I.PN.04, I.PN.05, I.PN.09 I.PN.10, I.PN.11, I.PN.13, II.PN.03, II.PN.08, III.PN.01, III.PN.05, III.PN.10, III.PN.11, III.PN.12, III.PN.13, IV.PN.02, IV.PN.03, IV.PN.05, IV.PN.06) zgodnie z postanowieniem § 7 ust. 3 pkt 2 Umowy na wniosek Wykonawców zostały przesunięte z 2024 r. na 2025 r.

Powyższe pozwoli na osiągnięcie zakładanych wyników II etapów projektów w ramach ich wydłużonego terminu realizacji. Jednocześnie pozostanie bez wpływu na terminy zakończenia ww. projektów.

Terminy zakończenia 2 projektów oraz drugiego etapu 1 projektu zostały przesunięte na podstawie aneksów do umowy (Aneks nr 2/2024 – proj. II.PN.06, Aneks nr 3/2024 - proj. II.PN.05, III.PN.09).

Posiedzenia były prowadzone w trybie hybrydowym: stacjonarnie oraz za pośrednictwem platformy ZOOM.

W posiedzeniach uczestniczyli przedstawiciele Organu Nadzorującego Program, recenzenci, specjaliści i eksperci ze środowisk naukowych (z wyższych uczelni i instytutów badawczych), przedstawiciele resortów i środowisk gospodarczych, w tym przedstawiciele potencjalnych odbiorców wyników. Spotkania miały otwarty charakter, a udział licznie przybyłych zaproszonych gości spoza Instytutu (instytucje w zał. 2) umożliwił dyskusję i wymianę opinii dotyczących zarówno osiągniętych wyników prac, jak i możliwości ich zastosowania w praktyce, a także nawiązanie współpracy w realizacji projektów i zadań bądź weryfikację powstających produktów.

Część B – Program realizacji badań naukowych i prac rozwojowych

Zgodnie z harmonogramem umowy nr DWP/PNiWP/VI/2023 z dnia 20.09.2023 r. zawartej pomiędzy Narodowym Centrum Badań i Rozwoju a Centralnym Instytutem Ochrony Pracy – Państwowym Instytutem Badawczym (i zawartymi aneksami) oraz 11 umów zawartych pomiędzy Centralnym Instytutem Ochrony Pracy – Państwowym Instytutem Badawczym – koordynatorem programu – a Wykonawcami zewnętrznymi w 2024 r. realizowano **42** projekty w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych w ramach części B programu.

W 2024 roku zostały zawarte pomiędzy Narodowym Centrum Badań i Rozwoju a Centralnym Instytutem Ochrony Pracy – Państwowym Instytutem Badawczym dwa aneksy do ww. umowy (aneks nr 2/2024 z dnia 14.06.2024 r. oraz aneks nr 3/2024 z dnia 12.12.2024 r.)

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy jako główny wykonawca realizował 31 projektów, a pozostałe 11 projektów realizowały następujące jednostki naukowe:

- Instytut Technologii Bezpieczeństwa „MORATEX” – umowa nr PP-16/2023/PW-PN z dnia 6.10.2023 r.
- Instytut Badań Systemowych PAN – umowa nr PP-17/2023/PW-PN z dnia 6.10.2023 r. wraz z aneksem nr 1/2024 z dnia 4.01.2025 r.
- Sieć Badawcza Łukasiewicz – Poznański Instytut Technologiczny – umowa nr PP-18/2023/PW-PN z dnia 6.10.2023 r. wraz z aneksem nr 1/2024 z dnia 25.06.2024 r.
- Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technik Innowacyjnych EMAG – umowa nr PP-19/2023/PW-PN z dnia 6.10.2023 r.
- Instytut Medycyny Pracy im. prof. dra med. Jerzego Nofera w Łodzi – umowy nr: PP-20/2023/PW-PN, PP-21/2023/PW-PN, PP-22/2023/PW-PN z dnia 6.10.2023 r.
- Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej – umowa nr PP-23/2023/PW-PN z dnia 6.10.2023 r. wraz z aneksem nr 1/2024 z dnia 20.12.2024 r.
- Instytut Energetyki – Państwowy Instytut Badawczy – umowy nr: PP-24/2023/PW-PN, PP-25/2023/PW-PN z dnia 6.10.2023 r.
- Instytut Psychiatrii i Neurologii – umowa nr PP-26/2023/PW-PN z dnia 6.10.2023 r.

W ramach poszczególnych przedsięwzięć liczba realizowanych projektów wynosiła odpowiednio:

Przedsięwzięcie	Liczba zadań
Przedsięwzięcie I	15
Przedsięwzięcie II	8
Przedsięwzięcie III	13
Przedsięwzięcie IV	6

W dalszych częściach Raportu dokonano podsumowania wyników projektów uzyskanych w poszczególnych przedsięwzięciach. Szczegółowe informacje o wykonanych pracach i uzyskanych wynikach przedstawiono w streszczeniach oraz tablicach.

Harmonogram posiedzeń Komisji Odbioru Prac Naukowych w 2024/2025

– projektów badawczych realizowanych w ramach

VI etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”

Lp.	SYMBOL	TERMIN POSIEDZENIA	PODMIOT REALIZUJĄCY KIEROWNIK PROJEKTU
1	I.PN.01	29.11.2024	CIOP-PIB dr hab. n. med. i n. o zdr. inż. Agata Stobnicka-Kupiec
2	I.PN.02	06.12.2024	CIOP-PIB dr Anna Ławniczek-Wałczyk
3	I.PN.03	11.12.2024	CIOP-PIB dr inż. Olga Olejnik
4	I.PN.06	03.12.2024	CIOP-PIB dr Małgorzata Okrasa
5	I.PN.07	11.12.2024	CIOP-PIB dr inż. Marcin Jachowicz
6	I.PN.08	13.12.2024	CIOP-PIB dr inż. Emil Kozłowski
7	I.PN.12	06.02.2025	CIOP-PIB prof. dr hab. n. med. Rafał L. Górny
8	I.PN.14	29.11.2024	CIOP-PIB dr Katarzyna Miranowicz-Dzierżawska
9	I.PN.15	16.12.2024	CIOP-PIB dr inż. Dorota Sawicka
10	II.PN.01	03.12.2024	CIOP-PIB dr hab. inż. Krzysztof Baszczyński
11	II.PN.02	11.12.2024	CIOP-PIB dr inż. Anna Dąbrowska, mgr inż. Monika Kobus (w zastępstwie)
12	II.PN.04	22.11.2024	CIOP-PIB dr hab. inż. Patryk Zradziński
13	II.PN.06 (1 etap)	26.11.2024	ŚBŁ-PIT Katarzyna Bartłomiejczak
14	III.PN.02	29.11.2024	CIOP-PIB dr Joanna Kowalska
15	III.PN.03	29.11.2024	CIOP-PIB mgr Paweł Wasilewski
16	III.PN.04	17.12.2024	IMP prof. dr hab. Joanna Jurewicz
17	III.PN.06	17.12.2024	IMP prof. dr hab. Joanna Jurewicz
18	III.PN.07	13.12.2024	CIOP-PIB dr hab. inż. Krzysztof Gryz
19	III.PN.08	10.12.2024	CIOP-PIB dr hab. inż. Magdalena Młynarczyk
20	IV.PN.01	20.12.2024	CIOP-PIB mgr Aleksandra Stachura-Krzyształowicz, dr hab. Dorota Żołnierczyk-Zreda, prof. Instytutu
21	IV.PN.04	20.12.2024	CIOP-PIB dr Karolina Pawłowska-Cypriasiak

Wykaz urzędów, jednostek naukowych, przedsiębiorstw i innych instytucji, których przedstawiciele uczestniczyli w komisyjnych posiedzeniach odbiorów zadań i projektów VI etapu programu wieloletniego (w trybie stacjonarnym oraz zdalnym)

Urzędy

1. Ministerstwo Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej – Organ Nadzorujący, Warszawa
2. Główny Inspektorat Pracy – Państwowa Inspekcja Pracy w Warszawie
3. Główny Inspektorat Sanitarny (GIS)
4. Kasa Rolniczego Ubezpieczenia Społecznego (KRUS)
5. Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej
6. Ogólnopolskie Porozumienie Związków Zawodowych
7. Polska Izba Gospodarcza Przemysłu Drzewnego
8. Powiatowa Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Radzynie Podlaskim
9. Powiatowa Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna Województwa Opolskiego
10. Powiatowa Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Brzesku
11. Regionalne Centrum Krwiodawstwa i Krwiolecznictwa
12. Urząd Dozoru Technicznego (UDT)
13. Urząd Miejski w Dąbrowie Górniczej
14. Urząd Statystyczny w Gdańsku
15. Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Białymstoku
16. Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Bydgoszczy
17. Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Opolu
18. Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Warszawie
19. Wyższy Urząd Górniczy, Katowice
20. Zakład Ubezpieczeń Społecznych w Warszawie

Jednostki naukowe

1. Akademia Pedagogiki Specjalnej im. Marii Grzegorzewskiej w Warszawie
2. Akademia Pożarnicza w Warszawie
3. Akademia Wychowania Fizycznego im. J. Piłsudskiego w Warszawie
4. Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego - Państwowy Instytut Badawczy
5. Departament Prawa Pracy, Ministerstwo Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej
6. Instytut Medycyny Doświadczalnej i Klinicznej PAN
7. Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi
8. Instytut Medycyny Wsi im. Witolda Chodźki w Lublinie
9. Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego PZH – Państwowy Instytut Badawczy
10. Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Przemyślu
11. Politechnika Częstochowska
12. Politechnika Krakowska
13. Politechnika Łódzka
14. Politechnika Poznańska
15. Politechnika Warszawska
16. Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technik Innowacyjnych EMAG Katowice
17. Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Włókiennictwa
18. Sieć Badawcza Łukasiewicz – Państwowy Instytut Technologiczny
19. Uniwersytet Bielsko-Bialski
20. Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego
21. Uniwersytet SWPS z siedzibą w Warszawie
22. Uniwersytet Warszawski
23. Uniwersytet Zielonogórski
24. Wojskowa Akademia Techniczna im. Jarosława Dąbrowskiego (WAT)
25. Wyższa Inżynierska Szkoła Bezpieczeństwa i Organizacji Pracy w Radomiu

Przedsiębiorstwa i instytucje

1. Biuro Doradczo-Uslugowe BHP, Dąbrowa Tarnowska
2. Biuro Szkoleń i Doradztwa, OSPSBHP
3. Europejskie Centrum Ochrony Pracy i Środowiska Wektor Ewa Anna Klimczak
4. Fundacja cfbt.pl
5. Instytut Organizacji i Ochrony Pracy „CON-LEX” Sp. z o.o.
6. IOP.Pož. Celsa „Huta Ostrowiec” Sp. z o.o.
7. ITURRI Poland
8. JS GLOVES - Polski Producent rękawic ochronnych
9. K19 Sp. z o.o.
10. KGHM Polska Miedź SA, Lublin lub Warszawa
11. Krosno Glass SA
12. LJR BHP Sp. z o.o.
13. Nadwiślański Oddział Straży Granicznej im. Powstania Warszawskiego
14. ORK Poland Sp z o.o.
15. Ośrodek Szkolenia Zawodowego i Usług BHP
16. Oxyline Sp. z o.o.
17. Praxweld Sp. z o.o.
18. PW Krystian Sp. z o.o.
19. Raw-Pol Spółka komandytowo-akcyjna, Julianów
20. Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej ZOZ w Głuchołazach
21. SAP Polska Sp. z o.o.
22. Sieć Branżowych Konsultantów BHP
23. Sieć Ekspertów ds. BHP certyfikowanych przez CIOP-PIB
24. Spółdzielnia „Bielsin”
25. Spółdzielnia Inwalidów ZGODA
26. Visscher-Caravelle Poland Sp. z o.o.



II.

PODSUMOWANIE REALIZACJI PRZEDSIĘWIEĆ PROGRAMU

Nowe materiały i technologie w zakresie środków ochrony indywidualnej i zbiorowej

1. Cele

Celem projektów realizowanych w ramach przedsięwzięcia I jest opracowanie innowacyjnych, ukierunkowanych na rozwój nowych wyrobów, technologii, metod i systemów zarządzania, których wykorzystanie przyczyni się do znaczącego ograniczenia liczby osób zatrudnionych w warunkach narażenia na czynniki niebezpieczne, szkodliwe i uciążliwe oraz ograniczenia związanych z nimi wypadków przy pracy, chorób zawodowych i wynikających z tego strat ekonomicznych i społecznych. W kontekście poprawy bezpieczeństwa i ochrony zdrowia rozwój technologiczny jest szczególnie istotny w obszarze doskonalenia właściwości ochronnych i użytkowych środków przeznaczonych do indywidualnej i zbiorowej ochrony człowieka przed zagrożeniami występującymi w środowisku pracy. Zakres tematyczny projektów ukierunkowany jest na nowe konstrukcje środków ochrony zbiorowej oraz środków ochrony indywidualnej.

2. Stan osiągnięcia założonego harmonogramem celu

W ramach przedsięwzięcia I w 2024 r. zgodnie z umową zawartą z Narodowym Centrum Badań i Rozwoju realizowano 15 projektów. Realizacja dziewięciu z nich przebiegała zgodnie z ustalonym harmonogramem. Terminy zakończenia drugich etapów sześciu projektów (I.PN.04, I.PN.05, I.PN.09, I.PN.10, I.PN.11 oraz I.PN.13) zostały na wniosek Wykonawców przesunięte na 2025 r. W 2024 r. zakończono realizację pierwszych etapów czterech projektów (I.PN.09, I.PN.10, I.PN.11 I.PN.13) przesuniętych na wniosek Wykonawcy z 2023 r. Uzyskane wyniki zakończonych w 2024 r. etapów projektów zostały pozytywnie ocenione przez recenzentów i przyjęte przez Komisję Oceny Prac Naukowych.

Prace badawcze podjęte w ramach przedsięwzięcia ukierunkowano na opracowanie metodyki biokontroli populacji bakterii w obróbkowych cieczach chłodzących stosowanych w przemyśle metalurgicznym za pomocą aktywnych bakteriofagów. Realizowana tematyka badawcza pozwoli na opracowanie innowacyjnego preparatu bakteriofagowego, bezpiecznego dla człowieka, który pozwoli ograniczyć stosowanie chemicznych środków bakteriobójczych oraz w znacznym stopniu zmniejszy koszty procesów wytwarzania i utylizacji cieczy chłodzących. Biokontrola za pośrednictwem bakteriofagów sprowadza się do redukcji lub eliminacji bakterii niepożądanych lub patogennych w przebiegu cyklu litycznego. Przeprowadzono ocenę skuteczności oddziaływania szczepów bakteriofagów wzorcowych i dzikich, w hodowlach 24-godzinnych z dodatkiem cieczy chłodzących, w stosunku do bakterii Gram-dodatnich *S. aureus* i *B. subtilis*. W przypadku bakterii *B. subtilis* szczep wzorcowy bakteriofaga phi 29 spowodował silną redukcję liczby komórek bakteryjnych, które po 24h osiągnęły stężenie 1,65 log₁₀ [jtk/ml]. Szczep dziki bakteriofaga BS powodował w ciągu 24 h redukcję liczby komórek bakteryjnych do stężenia 3,63 log₁₀ [jtk/ml]. Określono także procentowe stopnie redukcji komórek bakteryjnych. Fag wzorcowy MRLN szczepu *S. aureus* wykazywał najszybszą dynamikę redukcji liczby bakterii – istotną redukcję liczby komórek bakteryjnych, która po 24 h wynosiła już 99,9% (o 3 stopnie log). Dodatkowo przeprowadzono badania oddziaływania bakteriofagów na formowanie biofilmu bakteryjnego. Badane bakteriofagi istotnie hamowały rozwój biofilmu (w obydwu przypadkach: $p = 0,000$). Pod

wpływem bakteriofagów szczepy bakteryjne formowały biofilmy w stopniu słabym, podczas gdy bez bakteriofagów odpowiednio w stopniu umiarkowanym i silnym.

Podjęto również prace polegające na doprecyzowaniu projektu technicznego całej aplikacji Bacti-CALC oraz opracowano moduł „Antybiogram”. W celu uzyskania bazy danych pomiarowych do zaprojektowania modułu „Antybiogram” przygotowano ponad 1,8 tysiąca przykładów płytek z antybiogramami bakterii Gram-dodatnich i Gram-ujemnych. Oznaczania lekowrażliwości szczepów metodą dyfuzyjno-krążkową prowadzono zgodnie z zaleceniami Europejskiego Komitetu ds. Oznaczania Lekowrażliwości (EUCAST) i Krajowego Ośrodka Referencyjnego ds. Lekowrażliwości Drobnoustrojów (KORLD), hodowlę prowadzono na płytkach z podłożem Muellera–Hinton o średnicy 90 mm i 150 mm. Wśród testowych mikroorganizmów znalazło się 35 szczepów Gram-dodatnich i 31 Gram-ujemnych bakterii. Przy opracowaniu silnika do detekcji krążków i stref zahamowania wzrostu zastosowano zestaw kompilatorów i narzędzi programistycznych OpenCV. Przetwarzanie wstępne zdjęć antybiogramów do uczenia maszynowego, tzw. „preprocessing”, wykonano za pomocą narzędzi: *resizing*, *bilateral filter*, *Contrast Limited AHE*, *Median Blur*, *Adaptive thresholding*, *Neighbour color similarity*, *Morphology Transforms*.

Źródłem inspiracji w tematyce rękawic odpornych na przecięcie był fakt coraz większego zainteresowania innowacyjną technologią, jaką jest druk 3D. W ramach przeprowadzonych badań, przygotowano wzory nakładek wykonanych techniką druku 3D (dwa rodzaje nakładek litych oraz nakładek ażurowych). Ponadto, przygotowano materiał bazowy w postaci rękawic poliestrowych, który stanowił nośnik dla prób implementacji nakładek wykonanych techniką druku 3D. Do realizacji prób implementacji wytypowano: metodę zgrzewania kontaktowego oraz zgrzewania ultradźwiękowego. Skuteczność połączenia hybrydowych materiałów kompozytowych badano przy zastosowaniu rentgenowskiej tomografii komputerowej. Na podstawie otrzymanych wyników, do dalszych prac wytypowano zgrzewanie kontaktowe z użyciem prasy termotransferowej. Otrzymane kompozyty poddano badaniom laboratoryjnym, które pozwoliły na wytypowanie polimerowych wzmocnień. Przeprowadzone badania obejmowały również ocenę ergonomiczną oraz badania za pomocą elektronowej mikroskopii skaningowej.

Szczególnie wysokie zastosowanie druku 3D w środkach ochrony indywidualnej można było zaobserwować podczas pandemii COVID-19, dzięki któremu można było otrzymywać dowolne i skomplikowane elementy. Na podstawie przeprowadzonych analiz z szeregu materiałów polimerowych wytypowano dwa: termoplastyczny poliuretan (TPU) oraz termoplastyczny elastomer (FiberFlex). W dalszym etapie prac zmodyfikowano wyselekcjonowane filamenty poprzez wprowadzenie do nich zbrojenia metalicznego w celu uzyskania odporności na przecięcie na wysokim poziomie skuteczności. Wytworzone materiały zostały zbadane w zakresie parametrów wytrzymałościowych m.in. wytrzymałość na rozciąganie, co pozwoliło określić wpływ zbrojenia metalicznego na wytrzymałość mechaniczną badanych próbek. Równoległe wykonane zostały próbki z materiałów polimerowych zawierających zbrojenie syntetyczne w postaci miedzi oraz włókien szklanych. Prace obejmowały także badania nowych materiałów przeznaczonych do redukcji drgań mechanicznych. Przygotowano próbki w postaci wkładek wykonanych z wybranych materiałów oraz zestawów materiałów typu sandwich składających się z materiału antywibracyjnego umieszczonego pomiędzy dwoma materiałami konstrukcyjnymi stanowiącymi warstwę zewnętrzną i wewnętrzną. Badania przeprowadzono przy wykorzystaniu opracowanej metodyki oceny rękawic antywibracyjnych. Opracowano również wstępną wersję nowej konstrukcji rękawicy antywibracyjnej, której główną część stanowi wieloelementowa wkładka antywibracyjna umieszczona pomiędzy warstwą skóry naturalnej licowej i warstwą ochronną wykonaną z jedwabiu wiskozowego.

Prowadzono również obszerne badania nad aplikacją materiałów węglowych do konstrukcji środków ochrony indywidualnej. Obecnie brak danych literaturowych dotyczących zmian konstrukcyjnych oraz materiałowych w obuwiu ochronnym, w przeciwieństwie do rozwoju technologii wytwarzania obuwia sportowego, do którego modyfikacji wykorzystywane są nowoczesne technologie oraz materiały, m.in. druk 3D czy dodatek nanomateriałów takich jak grafen w celu zwiększenia odporności na ścieranie materiałów. Dlatego też interesującym kierunkiem jest prowadzenie prac, mających na celu

poprawę właściwości ochronnych obuwia ochronnego połączoną ze zwiększeniem komfortu użytkowników poprzez modyfikację materiałów, wykorzystywanych do jego produkcji. Jednym z kierunków zastosowania grafenu w obuwiu ochronnym jest jego aplikacja w celu redukcji masy obuwia. Innym bardzo ważnym aspektem badań dotyczących aplikacji grafenu do obuwia ochronnego jest jego wpływ na przewodność elektryczną. Ochrona przed elektrycznością statyczną jest obecnie podstawowym warunkiem przy wprowadzaniu na rynek obuwia zawodowego w branży elektronicznej, medycznej, paliwowej, petrochemicznej oraz wszędzie tam, gdzie istnieje zagrożenie elektrycznością statyczną, zapłonem i pożarem. We współpracy z producentem obuwia ochronnego jako matrycę polimerową zastosowano polichlorek winylu (PVC). Materiały uzyskane w skali laboratoryjnej poddano wybranym badaniom w zakresie właściwości mechanicznych, termicznych, elektrostatycznych i chemicznych. Na podstawie przeprowadzonych w skali laboratoryjnej prób opracowano założenia umożliwiające połączenie granulatu PVC z dodatkami węglowymi uwzględniając warunki procesu produkcyjnego obuwia stosowane na linii technologicznej. We współpracy z producentem obuwia ochronnego wykonano pilotażowe próby technologiczne w celu uzyskania obuwia całotworzywowego zawierającego dodatek materiałów węglowych (grafenu).

Ponadto rozwój innowacyjnych wyrobów ochronnych modyfikowanych materiałami węglowymi prowadzono w aspekcie rękawic stosowanych przez pracowników straży pożarnej. Potrzeba realizacji prac w tym zakresie wynika z rozpoznania zapotrzebowania na rynku środków ochrony indywidualnej oraz z coraz większych możliwości technologicznych w tym obszarze. W ramach realizacji badań wytworzono pasty polimerowe (silikonową z dodatkiem uniepalniacza oraz poliuretanową) modyfikowane grafenem, którymi w następnej kolejności we współpracy z producentem powlekano wytypowaną tkaninę meta-aramidową. Z otrzymanych powleczonych tkanin wytworzono układy tkanin zawierające dodatkowe warstwy izolacji termicznej stosowanej w rękawicach strażackich. Powlekane układy materiałów dedykowane części grzbietowej rękawic badano pod kątem odporności na wybrane czynniki gorące, natomiast układy dedykowane części dłoniowej rękawic badano pod kątem wybranych właściwości wytrzymałościowych. Ponadto dla obu rodzajów układów badano właściwości elektrostatyczne oraz zachowanie się podczas palenia.

W obszarze zagadnień dotyczących bezpieczeństwa pracowników narażonych na szkodliwe promieniowanie laserowe prowadzono prace nad opracowaniem innowacyjnych rozwiązań w obszarze ochrony oczu i twarzy w postaci optycznych filtrów ochronnych o właściwościach tłumienia szkodliwego promieniowania laserowego skorelowanych z poziomem przepuszczania światła. W ramach podjętych prac zaproponowano koncepcję wytwarzania filtrów hybrydowych opartych na zastosowaniu szkła barwionego w masie, które następnie modyfikowano wariantowo poprzez nanoszenie warstw interferencyjnych techniką ALD (bezpośrednio na filtr barwiony lub na dodatkową warstwę materiału polimerowego). Przeprowadzono także wstępne badania nad możliwością wykorzystania techniki ALD do tworzenia powłok interferencyjnych na podłożu z poliwęglanu, który stanowi materiał stosowany w ochronie twarzy i oczu. Przeprowadzona analiza wyników badań pozwoliła na opracowanie szczegółowych wytycznych do optymalizacji procesu nanoszenia warstw techniką ALD pod kątem zastosowań w środkach ochrony oczu.

Ważną tematyką podjętą w ramach przedsięwzięcia były również urządzenia samohamowne należące do jednych z najczęściej stosowanych składników indywidualnych systemów przeznaczonych do powstrzymywania spadania ludzi z wysokości. Informacje docierające od użytkowników tego sprzętu ochronnego, doniesienia literaturowe oraz wcześniejsze badania prowadzone w CIOP-PIB wskazywały na występowanie specyficznych sytuacji powstrzymywania spadania, w których urządzenia samohamowne nie działały prawidłowo. Dlatego podjęto prace, których głównym celem jest opracowanie urządzenia samohamownego przeznaczonego do współpracy z elastycznymi podzespołami kotwiczącymi stosowanymi do ochrony pracowników przed upadkiem z wysokości. W ramach prowadzonych prac badawczych, dokonano analizy zjawisk zachodzących podczas powstrzymywania spadania, dokonano przeglądu konstrukcji urządzeń samohamownych aktualnie produkowanych i stosowanych na stanowiskach pracy, a następnie opracowano i skonstruowano z wykorzystaniem najbardziej powszechnych urządzeń samohamownych dwa typy modeli, wykorzystując różne sposoby blokowania

mechanizmu zapadkowego: elektromechaniczny i elektroniczno-magnetyczny. Wykonano modele, które w swojej budowie zawierały linkę stalową lub taśmą włókienniczą. Z wykorzystaniem metodyki i stanowiska do badań opracowanego w pierwszym etapie projektu przeprowadzono badania zachowania modeli urządzeń w warunkach dynamicznych i wyznaczono wartości drogi powstrzymywania spadania i maksymalnej wartości siły przenoszonej na linkę/taśmę urządzenia. Przeprowadzone badania i uzyskane wyniki pozwoliły na weryfikację konstrukcji opracowanych modeli urządzeń i skuteczności ich działania.

Problematyka ochrony słuchu pracowników wymusza opracowanie wkładek przeciwhałasowych formowanych indywidualnie dla użytkownika charakteryzujących się łatwością umieszczania w uchu oraz większym komfortem użytkowania w odróżnieniu od standardowych wkładek. Opracowane podczas realizacji projektu tego rodzaju wkładki przeciwhałasowe będą wyposażone w mikroprocesorowy układ regulowanego tłumienia. Dzięki temu wkładki przeciwhałasowe będą mogły tłumić hałas, natomiast dźwięki użyteczne np. mowa czy też sygnały ostrzegawcze będą mogły być słyszane przez użytkownika wkładek. W drugim etapie projektu przedstawiono zmodyfikowaną względem pierwszego etapu koncepcję mikroprocesorowego układu regulowanego tłumienia. W zakresie powyższych badań kontynuowano prace prowadzące do wyboru mikrofonu będącego elementem układu regulowanego tłumienia. Przeprowadzono pomiary poziomu ciśnienia akustycznego w pasmach 1/3-oktawowych oraz równoważnego poziomu dźwięku A odbieranego sygnału testowego przez wybrane mikrofony MEMS. Najlepsze wyniki badań otrzymano w przypadku mikrofonu PUI Audio DMM-3526-2-B. Mikrofon ten został docelowo wybrany do zastosowania w układzie regulowanego tłumienia. Opracowano także dwa układy testowe umożliwiające zamontowanie procesora dźwięku ADAU1787 oraz trzy układy testowe umożliwiające zamontowanie modułu ESP32S3. Zaprojektowano także oraz wykonano projekt obudowy wkładek przeciwhałasowych, w której będzie znajdował się układ regulowanego tłumienia oraz projekt obudowy ładowarki do wkładek.

Prowadzono również prace badawcze nad zwiększeniem bezpieczeństwa oraz komfortu użytkowania wyrobów ochronnych oraz elementów umundurowania funkcjonariuszy oddziałów prewencji policji poprzez zastosowanie modułowego procesu indywidualizowanego projektowania, biorąc pod uwagę aspekty identyfikacji i zarządzania ryzykiem związanego z prowadzonymi działaniami operacyjnymi, kryterialnego doboru materiałów oraz indywidualizowanego projektowania konstrukcyjnego, pod kątem podziału zadań w oddziałach prewencji. W ramach przedmiotowego projektu, na podstawie analizy ryzyka przeprowadzonej dla wytypowanych elementów zestawu przeciwwuderzeniowego nowej generacji oraz elementów umundurowania funkcjonariuszy oddziałów prewencji policji, opracowane zostały nowe założenia techniczno-konstrukcyjne dla wytypowanych elementów. Przeprowadzono analizę ryzyka dla czynności patrolowo-interwencyjnych, w których funkcjonariusze Policji wyposażeni są w zestawy przeciwwuderzeniowe. Celem analizy było określenie zagrożeń i skutków zdarzeń w ramach akcji prewencyjnych, tak aby na ich podstawie można było nadać odpowiednie cechy funkcjonalno-użytkowe wyrobom zaplanowanym do opracowania w projekcie: ochraniaczom przedramienia i koszulce taktycznej. Przeprowadzono również szczegółowy przegląd rozwiązań rynkowych dotyczących koszulek taktycznych, skupiając się zarówno na ofertach polskich, jak i światowych producentów. Szczególne zainteresowanie skierowano na koszulki taktyczne stosowane przez funkcjonariuszy Policji w międzynarodowym środowisku. Wyniki przeglądu stanowią bazę wiedzy dla dalszej realizacji zadań projektu, pomagając w określeniu kluczowych cech, którymi powinna charakteryzować się koszulka taktyczna. Ponadto analiza konkurencji pozwoliła zidentyfikować obszary, w których nowa propozycja produktowa mogłaby się wyróżniać i spełnić oczekiwania Policji.

Istotną kwestią (w aspekcie bezpieczeństwa na stanowiskach pracy) jest zbadanie przeżywalności drobnoustrojów (bakterii – *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* i *Streptomyces albus*; wirusa: bakteriofag Phi X174; grzybów – *Cladosporium cladosporioides*, *Aspergillus versicolor* i *Penicillium melinii*) obecnych w powietrzu obciążonych różną liczbą ładunków elementarnych oraz na materiałach używanych do produkcji ochron układu oddechowego oraz wyposażenia materiałowego i odzieży medycznej, kosmetycznej, laboratoryjnej i specjalnej w warunkach niskiej (RH < 30%) i wysokiej (RH > 60%) wilgotności powietrza oraz w temperaturze pokojowej (24°C) i o podwyższonej wartości

(40°C). Stworzono dwa rozwiązania techniczne przenośnych urządzeń emitujących strumień jonów chroniących drogi oddechowe człowieka przez napływem drobnoustrojów do strefy oddechowej oraz nowego materiału antystatycznego do produkcji ochron układu oddechowego oraz wyposażenia materiałowego i odzieży medycznej, kosmetycznej, laboratoryjnej i specjalnej chroniącego przed nadmierną depozycją drobnoustrojów. Każde z zaproponowanych rozwiązań technicznych jest rozwiązaniem zminiaturyzowanym, pasującym się w kategorii urządzeń tzw. „wearable”. Ich głównym zadaniem jest oczyszczanie powietrza w strefie oddechowej z wydajnością nie przekraczającą jednego człowieka. W obu wersjach emiterów, ich rozwiązania techniczne składają się z trzech zasadniczych modułów opartych o układy scalone tj. modułu zasilania, modułu oczyszczania powietrza i modułu sygnalizacji. W opracowanych rozwiązaniach zastosowano miniaturowy jonizator powietrza, którego wydajność sterowana jest poprzez układ kontrolera pracy, z wykorzystaniem modulacji szerokości impulsu. Oba opracowane rozwiązania emiterów jonów poddano w warunkach laboratoryjnych testom mierząc stężenia ww. drobnoustrojów penetrujących maskę medyczną umieszczoną na manekinie głowy ludzkiej bez i z zastosowaniem prototypów emiterów, walidując tym samym wypracowane rozwiązania techniczne urządzeń.

Kontynuowano również prace nad oceną działania cytotoksycznego substancji chemicznych, które wchodzi w skład konwencjonalnych środków dezynfekujących: alkoholu propylowego (1P), alkohol izopropylowego (2P), alkoholu etylowego (EtOH), fenoksyetanolu (FenEtOH), aldehydu glutarowego (GA), chlorku didecyldimetyloamoniowego (DDAC), diizocyjanuranu sodu (NaDCC), peroksymonosiarczanu potasu (KPMS) oraz gotowego preparatu do dezynfekcji powierzchni Mikrozidu AK liquid (MAF) na komórkach 2. linii komórkowych wyprowadzonych z układu oddechowego człowieka: komórkach unięśmiertelnionej linii wyizolowanej ze zdrowych ludzkich oskrzeli (BEAS-2B) oraz komórkach linii A549 wyprowadzonej z raka układu oddechowego (płuc) człowieka, zachowujących właściwości komórek nabłonka pęcherzyków płucnych II rzędu. Przeprowadzone badania umożliwiły uzyskanie danych dotyczących siły działania cytotoksycznego badanych substancji (i komercyjnie dostępnych mieszanin), które będą wykorzystane w badaniach porównawczych możliwych interakcji zachodzących w fazie toksykodynamicznej dwuskładnikowych mieszanin wybranych substancji będącymi składnikami preparatów dezynfekujących na komórkach wyprowadzonych z układu oddechowego oraz zostaną wykorzystane do oceny wpływu konwencjonalnych i nanostrukturalnych komponentów środków dezynfekcyjnych na migrację komórek skóry w teście symulującym proces gojenia się ran (test zarastania rany, ang. *scratch wound healing assay*) będących celem badań kolejnych etapów projektu. Przebadano cytotoksyczność konwencjonalnych i nanostrukturalnych komponentów środków dezynfekujących i antyseptyków: nanocząstek srebra o wielkości <10 nm (AgNPs < 10) i <40 nm (AgNPs < 40), nanocząstek miedzi o wielkości <100 nm (CuNPs), nanocząstek tlenku miedzi o wielkości <50 nm (CuONPs), alkoholu etylowego (EtOH), chlorku didecyldimetyloamoniowego (DDAC), oraz komercyjnie dostępnych preparatów (mieszanin) do dezynfekcji: zawierających etanol (MAF, Desderman pure (DES-P) i Desderman care (DES-C)), a także wodę elektrolizowaną zawierającą kwas podchlorynowy (Mybiove PRO (HOCl/H₂O)).

Ocenę cytotoksyczności przeprowadzono również w odniesieniu do wybranych mikro- i nanoplastików: nanopolistyren (nPS, 100 nm), mikropolistyren (mPS, 1 µm), nanopolietylen (nPE, 100 nm), mikropolietylen (mPE, 1 µm), nanopolipropylen (nPP, 100 nm), mikropolipropylen (mPP, 1 µm), nanopolichlorek winylu (nPCV, 500 nm) oraz mikropolichlorek winylu (mPCV, 1 µm). Toksyczność mikro- i nanoplastików w komórkach hCMEC/D3 i A549 oceniono z wykorzystaniem metod kolorymetrycznych, i mikroskopii fluorescencyjnej. Wszystkie badane mikro- i nanoplastiki działały toksycznie w obu typach komórek zarówno w testach EZ4U, jak i NRU. Zbadano również zdolność tych związków do hamowania proliferacji komórek. Oceniono odpowiedź zapalną w narażonych komórkach na podstawie biomarkerów takich jak np. IL6 czy IL1B za pomocą techniki Real-Time PCR.

3. Relacja między osiągniętymi wynikami a celami w zakresie rozwoju społeczno-gospodarczego kraju oraz spełnienie wymagań dyrektyw Unii Europejskiej

Celowość podjęcia prac badawczych związanych z zastosowaniem innowacyjnych wyrobów, technologii, metod i systemów zarządzania do ograniczania zagrożeń wynika z konieczności sprostania aktualnym wyzwaniom społeczno-gospodarczym, wynikającym z transformacji cyfrowej gospodarki, zmian demograficznych, narastających zjawisk wykluczenia społecznego oraz zagrożeń związanych z sytuacjami kryzysowymi (w tym epidemicznymi). Tematyka realizowanych projektów wspiera Krajowy Plan Odbudowy i Zwiększenia Odporności, w szczególności w zakresie jakościowego, innowacyjnego rozwoju gospodarki prowadzący do zwiększenia jej produktywności, Krajową Strategię Rozwoju Regionalnego 2030, Krajowe Inteligentne Specjalizacje, Strategię Rozwoju Kapitału Ludzkiego 2030 (aktualizacja z 2020), Politykę Naukową Państwa, Politykę dla rozwoju sztucznej inteligencji w Polsce od roku 2020, Strategię na rzecz Osób z Niepełnosprawnościami 2021–2030, Strategię Rozwoju Kapitału Społecznego 2030, Strategię Produktywności, Zintegrowaną Strategię Umiejętności 2030.

Prowadzone prace mają również na uwadze prognozy dotyczące rozwoju technologii przemysłowych na najbliższe lata, które wskazują, że istotnym wyzwaniem dla działań na rzecz poprawy bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w procesach pracy będzie wdrażanie i upowszechnianie koncepcji odnoszących się do tzw. czwartej rewolucji przemysłowej, określanej jako przemysł 4.0. Jednakże przemysł 4.0 to nie tylko transformacja technologii wytwarzania, ale też radykalne zmiany w zakresie wykonywania pracy i roli ludzi w procesach produkcji. Będą one miały coraz większy wpływ na warunki pracy w kontekście bezpieczeństwa pracy i zdrowia psychicznego, jak i na szeroko pojmowane czynniki ludzkie w procesach pracy.

Wyniki uzyskane w ramach realizacji projektów przedsięwzięcia I są zgodne z kierunkami badań naukowych i prac rozwojowych, które wskazano w Krajowej Inteligentnej Specjalizacji (KIS) jako istotne dla rozwoju nauki i gospodarki opartej na wiedzy. W szczególności dotyczy to takich dynamicznie rozwijających się obszarów, jak: zastosowanie inteligentnych materiałów w środkach ochrony indywidualnej, wykorzystanie technologii informacyjno-komunikacyjnych do zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy w zakładach produkcyjnych czy zastosowanie rzeczywistości wirtualnej do poprawy skuteczności procesu szkolenia pracowników w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy. Uzyskane w projektach wyniki ukierunkowane na doskonalenie konstrukcji wyrobów przeznaczonych do poprawy bezpieczeństwa człowieka w środowisku pracy i życia wpisują się w priorytetowe obszary działań na rzecz poprawy bezpieczeństwa i higieny pracy wskazane przez PEROSH i Europejską Agencję Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy. Ponadto uzyskane w projektach wyniki przyczyniają się do wdrożenia postawień dyrektyw Unii Europejskiej m.in. 89/656/EWG, 2005/88/WE, 2006/42/WE, 2002/49/WE, Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady UE 2016/425.

Projekt I.PN.01: Opracowanie metodyki biokontroli populacji bakterii w obróbkowych cieczach chłodzących stosowanych w przemyśle metalurgicznym za pomocą aktywnych bakteriofagów

Okres realizacji: 1.01.2023–31.12.2025

Etap 2.: Ocena przeżywalności bakterii Gram-dodatnich w wybranych cieczach chłodzących, izolacja specyficznych bakteriofagów oraz ocena ich aktywności. Porównanie aktywności wyizolowanych fagów z aktywnością szczepów modelowych

Okres realizacji: 1.01.2024–31.12.2024

Kierownik projektu: dr hab. n. med. i n. o zdr. inż. Agata Stobnicka-Kupiec – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Zagrożeń Chemicznych, Pyłowych i Biologicznych

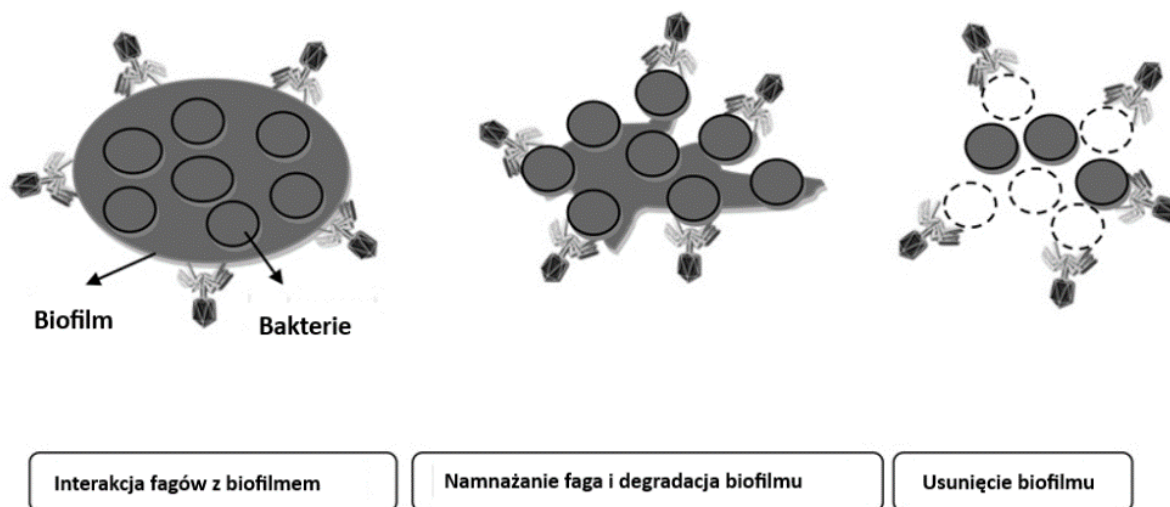
Celem realizacji projektu jest opracowanie metodyki biokontroli populacji bakterii w obróbkowych cieczach chłodzących stosowanych w przemyśle metalurgicznym za pomocą aktywnych bakteriofagów. Biokontrola za pośrednictwem bakteriofagów sprowadza się do redukcji lub eliminacji bakterii niepożądanych lub patogennych w przebiegu cyklu litycznego, obejmującego zarówno formy planktonowe bakterii, jak i bakterie w postaci biofilmu. Cel główny projektu badawczego będzie realizowany na podstawie oceny przeżywalności Gram-ujemnych i Gram-dodatnich bakterii w badanych chłodziwach, oceny aktywności fagów bakteryjnych atakujących bakterie Gram-ujemne i Gram-dodatnie obecne cieczach obróbkowych wraz z oceną synergistycznego działania fagów i wskazaniem optymalnego układu fagowego do biokontroli populacji tych drobnoustrojów.

Celem 2. etapu pracy była ocena przeżywalności bakterii Gram-dodatnich w wybranych cieczach chłodzących, izolacja specyficznych bakteriofagów oraz ocena ich aktywności, w tym porównanie aktywności wyizolowanych fagów z aktywnością szczepów modelowych. W ramach realizacji 2. etapu projektu zbadano przeżywalność wybranych bakterii Gram-dodatnich w próbkach zawierających komercyjnie dostępne półsyntetyczne mieszalne z wodą chłodziwo, niezawierające środków biobójczych. Do badań wytypowano szczepy wzorcowe bakterii Gram-dodatnich z kolekcji Instytutu Leibniza DSMZ (Leibniz Institute DSMZ-German Collection of Microorganisms and Cell Cultures): *Staphylococcus aureus* Rosenbach 1884 DSM 104437 i *Bacillus subtilis* DSM 5547. Ocena przeżywalności bakterii Gram-dodatnich w próbkach cieczy chłodzących wykazała, że po 24 h inkubacji procentowa przeżywalność badanych szczepów kształtowała się na poziomie około 90% dla bakterii *B. subtilis* i 80% dla bakterii *S. aureus*, a po upływie 7 dni odpowiednio ponad 80% i około 60%. W ramach prowadzonych badań przeprowadzono izolację czystych klonów i namnażanie jednego szczepu dzikiego bakteriofaga dla bakterii *S. aureus* oraz jednego szczepu dzikiego dla bakterii *B. subtilis*. Szczepy dzikie bakteriofagów pozyskano z próbek osadów ściekowych i gleby. Jako szczepy porównawcze namnożono szczepy wzorcowe pochodzące z kolekcji DSMZ: dwa szczepy wzorcowe dla bakterii *S. aureus*: fag MRLN (Kayvirus MRLN) DSM 26857 i fag EBHT (Rosenblumvirus EBHT) DSM26856 oraz jeden szczep dla bakterii *B. subtilis*: fag 29 (Salasvirus phi 29) DSM 5546. Przeprowadzono także ocenę skuteczności oddziaływania szczepów bakteriofagów wzorcowych i dzikich w hodowlach 24-godzinnych z dodatkiem cieczy chłodzących w stosunku do bakterii Gram-dodatnich *S. aureus* i *B. subtilis*. W przypadku bakterii *S. aureus* bakteriofag wzorcowy MRLN spowodował redukcję liczby komórek bakteryjnych, które po 24 h osiągnęły stężenie $2,75 \log_{10}$ [jtk/ml] (próba kontrolna po 24 h: $5,81 \log_{10}$ [jtk/ml]). Szczep wzorcowy bakteriofaga EBHT i dziki szczep SA w ciągu 24 h powodowały redukcję liczby komórek bakterii do stężenia odpowiednio $3,72 \log_{10}$ [jtk/ml] i $3,95 \log_{10}$ [jtk/ml]. Istotną statystycznie redukcję liczby komórek bakteryjnych uzyskano w przypadku bakteriofaga MRLN ($p = 0,016$). W przypadku bakterii *B. subtilis* szczep wzorcowy bakteriofaga phi 29 spowodował redukcję liczby komórek bakteryjnych, które po 24 h osiągnęły stężenie $1,65 \log_{10}$ [jtk/ml] (próba kontrolna po 24 h: $4,98 \log_{10}$ [jtk/ml]). Szczep dziki bakteriofaga BS powodował w ciągu 24 h redukcję liczby komórek bakteryjnych do stężenia $3,63 \log_{10}$ [jtk/ml].

Istotną statystycznie redukcję liczby komórek bakteryjnych w porównaniu z kontrolą uzyskano w przypadku bakteriofaga phi 29 ($p = 0,005$). Biorąc pod uwagę oddziaływanie bakteriofagów na stężenie komórek bakterii określono procentowe stopnie redukcji komórek bakteryjnych. Fag wzorcowy MRLN szczepu *S. aureus* wykazywał najszybszą dynamikę redukcji liczby bakterii – istotną redukcję liczby komórek bakteryjnych obserwowano już po 4 h inkubacji (o 1 stopień log; 94%), a po 24 h wynosiła ona już 99,9% (o 3 stopnie log). Na drugim miejscu pod względem dynamiki redukcji liczby bakterii był fag EBHT szczepu *S. aureus* oraz fag phi 29 szczepu *B. subtilis*, w przypadku których istotną redukcję liczby komórek bakteryjnych osiągnięto po 6 h inkubacji (o 1 stopień log; odpowiednio 96% i 94%). Po 24 h redukcja liczby komórek bakteryjnych wynosiła 2 stopnie log (99,1%) dla faga EBHT i 3 stopnie log (99,9%) dla faga phi 29. Dodatkowo przeprowadzono badania oddziaływania bakteriofagów MRLN, którego gospodarzem jest *S. aureus* i phi 29, którego gospodarzem jest *B. subtilis* na formowanie biofilmu bakteryjnego. Badane bakteriofagi istotnie hamowały rozwój biofilmu (w obydwu przypadkach: $p = 0,000$). Pod wpływem bakteriofagów szczepy bakteryjne formowały biofilmy w stopniu słabym, podczas gdy bez bakteriofagów odpowiednio w stopniu umiarkowanym i silnym.

W wyniku realizacji projektu w 2024 r. osiągnięto zaplanowane kamienie milowe (3/3), tj. określono przeżywalność bakterii Gram-dodatnich w cieczach chłodzących, określono współczynnik procentowej redukcji liczby bakterii Gram-dodatnich pod wpływem działania bakteriofagów oraz porównano aktywność wyizolowanych fagów z aktywnością szczepów wzorcowych. Otrzymane w wyniku realizacji projektu w 2024 r. wyniki badań posłużą do optymalizacji metod badawczych zaplanowanych w 3. etapie oraz do opracowania produktów zaplanowanych w 3. etapie realizacji projektu.

Wyniki badań upowszechniono na 1 krajowej konferencji naukowej oraz na 1 międzynarodowej konferencji naukowej oraz w opublikowanym artykule naukowym złożonym do redakcji czasopisma w 2023 r.



Projekt I.PN.01. Oddziaływanie bakteriofagów na biofilm bakteryjny

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Metodyka biokontroli populacji bakterii w obróbkowych cieczach chłodzących stosowanych w przemyśle metalurgicznym (opracowana w formie broszury) (2025-1)	-
Ulotka informacyjna dotycząca metod biokontroli cieczy chłodzących za pomocą bakteriofagów (przekazana do Działu Wydawnictw) (2025-1)	-

Materiał informacyjny dotyczący zastosowania bakteriofagów w biokontroli populacji bakterii w obróbkowych cieczach chłodzących, przeznaczony do udostępnienia w serwisie internetowym CIOP-PIB (przekazany do Działu Informatyki) (2025-1)	-
Artykuł naukowy (złożony w redakcji czasopisma) (2025-1) – https://www.ciop.pl/CIOPPortal-WAR/file/99367/202410238821&BP_10_2024_Bakteriofagi_22_27.pdf	-
Wystąpienia na konferencjach naukowych (w postaci ustnej lub plakatowej) (2024-2, 2025-1) – Referat <i>Bacterial contamination in metalworking fluids</i> 2024 PDF – Referat <i>Oddziaływanie fagowych szczepów referencyjnych</i> 2024 PDF	2

Projekt I.PN.02: Biofilmotwórcze patogeny – opracowanie nowoczesnych narzędzi do monitorowania poziomu czystości mikrobiologicznej powierzchni

Okres realizacji: 1.01.2023–31.12.2025

Etap 2.: Opracowanie bibliotek do analizy szczepów lekoopornych i ich implementacja do logiki aplikacji. Opracowanie systemu raportowania

Okres realizacji: 1.01.2024–31.12.2024

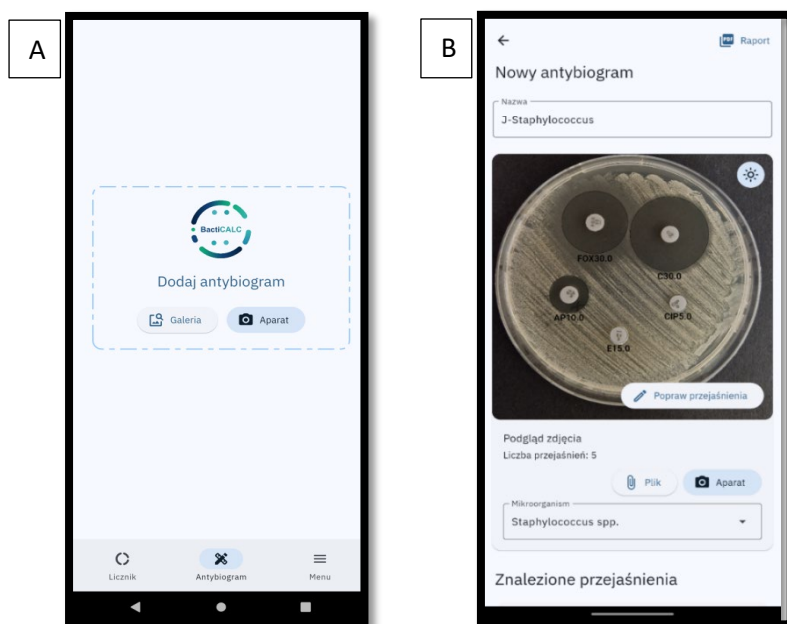
Kierownik projektu: dr Anna Ławniczek-Wałczyk – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Zagrożeń Chemicznych, Pyłowych i Biologicznych

Celem realizacji projektu jest opracowanie aplikacji na urządzenia mobilne służącej do monitorowania poziomu czystości mikrobiologicznej powierzchni oraz opracowanie bazy danych (informatora) na temat biofilmów bakteryjnych i grzybowych.

W ramach realizacji 2. etapu projektu doprecyzowano projekt techniczny całej aplikacji BactiCALC oraz opracowano moduł „Antybiogram”. W celu uzyskania bazy danych pomiarowych do zaprojektowania modułu „Antybiogram” przygotowano ponad 1,8 tysiąca przykładów płytek z antybiogramami bakterii Gram-dodatnich i Gram-ujemnych. Oznaczania lekowrażliwości szczepów metodą dyfuzyjno-krążkową prowadzono zgodnie z zaleceniami Europejskiego Komitetu ds. Oznaczania Lekowrażliwości (EUCAST) i Krajowego Ośrodka Referencyjnego ds. Lekowrażliwości Drobnoustrojów (KORLD), hodowlę prowadzono na płytkach z podłożem Mueller-Hintona o średnicy 90 mm i 150 mm. Wśród testowych mikroorganizmów znalazło się 35 szczepów Gram-dodatnich i 31 Gram-ujemnych bakterii. Pomiar manualny wykonywano za pomocą linijki i suwmiarki na ciemnym tle. Zdjęcia antybiogramów zostały wykonane w trybie standardowej jakości: smartfonem Motorola g72; smartfonem Motorola Edge pro20, smartfonem Samsung SM-S901B i tabletem Apple iPad Air 10.9. Pomiar strefy zahamowania wzrostu przez aplikację uzależniony jest od prawidłowego wykrycia i zmierzenia krążka z antybiotykiem, którego średnica jest stała i wynosi 6 mm. Użytkownik opracowywanej aplikacji nie musi posiadać profesjonalnego studia fotograficznego, wystarczy niewielkie miejsce na blacie/biurku o wymiarach około 50 cm x 30 cm. Stanowisko powinno być dobrze oświetlone, najlepiej światłem dziennym, rozproszonym. Użytkownik może wykonać zdjęcie trzymając smartfon/tablet w ręce, ustawiając urządzenie na statywie lub korzystając z prostego namiotu bezcieniowego, którego instrukcję załączono w aplikacji. Przy opracowaniu silnika do detekcji krążków i stref zahamowania wzrostu zestaw kompilatorów i narzędzi programistycznych OpenCV. Przetwarzanie wstępne zdjęć antybiogramów do uczenia maszynowego tzw. „preprocessing” wykonano za pomocą narzędzi: resizing, bilateral filter, Contrast Limited AHE, Median Blur, Adaptive thresholding, Neighbour color similarity, Morphology Transforms.

Metoda automatycznego pomiaru strefy zahamowania wzrostu z użyciem aplikacji BactiCALC wykazała pozytywną korelację ($r = 0,97$) z ręcznie uzyskanymi wynikami. Dla płytek o średnicy 90 mm z 3 i 6 krążkami uzyskano bardzo dobrą zgodność pomiaru strefy zahamowania wzrostu z manualnym odczytem (odpowiednio dla 3 i 6 krążków: $r = 0,98$ oraz $r = 0,97$). Natomiast dla płytek o większej średnicy 150 mm i większej ilości krążków osiągnięto mniejszą zbieżność wyników, która wynosiła $r = 0,93$. Dokładność pomiaru w aplikacji BactiCALC można zwiększyć poprzez zastosowanie funkcji korekty użytkownika. Funkcja ta pozwala użytkownikowi skorygować na zdjęciu rozmiar strefy zahamowania wzrostu wokół krążka. Zastosowanie tej funkcji znacząco zwiększa dokładność pomiaru. Przeprowadzone wstępne testy wykazały niską przydatność (41%) zastosowanych narzędzi informatycznych do poprawnej detekcji nazw krążków. W kolejnych miesiącach będą prowadzone dalsze testy z przetwarzania obrazu z wykorzystaniem dodatkowych narzędzi informatycznych w celu udoskonalenia opracowanego algorytmu. W module „Antybiogram” dodano funkcję „Raport”, który służy do generowania wyników i ich interpretacji. Wyniki w raporcie są skategoryzowane w czterech kategoriach: R – oporny, S – wrażliwy, I – średnio wrażliwy i ATU – obszar niepewności. Wartości referencyjne są opracowane na podstawie wytycznych organizacji (EUCAST). Przy każdym testowanym antybiotyku znajduje się notatka, w której użytkownik może zapoznać się z komentarzem EUCAST dotyczącym wartości granicznych stref zahamowania wzrostu w metodzie dyfuzyjno-krążkowej. Raport można przeczytać w urządzeniu lub udostępnić w formie pliku. Kolejnym celem niniejszego projektu było porównanie skuteczności detekcji biofilmów za pomocą dostępnych na rynku metod (tradycyjnego wymazu wymazówką; testu Compact Dry; odcisku za pomocą slajdu agarowego typu dipslide; odcisku za pomocą płytek odciskowych; testu bioluminescencji ATP; metodą oceny wizualnej z użyciem pianki TBF300). Uzyskane wyniki badań będą stanowić podstawę do opracowania w kolejnym etapie projektu informatora (bazy danych) na temat biofilmów bakteryjnych i grzybowych oraz sposobów ich detekcji.

W wyniku realizacji projektu w 2024 r. opracowano moduł „Antybiogram” w aplikacji BactiCALC na urządzenia mobilne dotyczący oceny wrażliwości badanych szczepów bakterii na wybrane antybiotyki. Wyniki badań upowszechniono na 1 konferencji zagranicznej i 1 konferencji krajowej; złożono do redakcji czasopisma 1 artykuł naukowy.



Projekt I.PN.02. Zrzut ekranu aplikacji w module „Antybiogram”. A – pierwszy ekran aplikacji; B – widok antybiogramu szczepu *Staphylococcus epidermidis*

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Aplikacja na urządzenia mobilne (smartfon, tablet) (w języku polskim i angielskim) służąca do monitorowania poziomu czystości mikrobiologicznej (2025-1)	-
Baza danych (informator) na temat biofilmów oraz sposobów ich detekcji (2025-1)	-
Materiały promocyjne dotyczące użytkowania aplikacji w portalach społecznościowych i czasopiśmie popularno-naukowym (2025-2)	-
Filmy instruktażowe na temat korzystania z funkcji aplikacji w języku polskim i angielskim (2025-2)	-
Materiał instruktażowy (w postaci pliku pdf) nt. korzystania z funkcji aplikacji (2025-1)	-
Artykuły naukowe (treści złożone w redakcji czasopisma) (2024-1, 2025-1) – Art. złożony w redakcji: <i>Anna Ławniczek-Wałczyk, Use of traditional and genetic methods to monitor the spread of biofilm-forming pathogens in the meat industry, 2024, Applied Biosciences, manuskrypt ID: applbiosci-3317512 B</i>	1
Wystąpienia na konferencjach naukowych / targach (w postaci ustnej lub plakatowej) (2023-1, 2024-1, 2025-3) – Referat A new microbial application on mobile devices 2024 PDF – Referat Higiena środowiska produkcji i pracownika – monitoring biofilmotwórczych patogenów 2024 PDF	2
Seminarium weryfikujące opracowane produkty dla ok. 30 osób reprezentujących zakłady z branży spożywczej, służby bhp oraz pracowników Stacji Sanitarno-Epidemiologicznych (2025-1)	-
Referat na seminarium weryfikującym opracowane produkty (2025-1)	-

Projekt I.PN.03: Hybrydowe materiały kompozytowe przeznaczone do rękawic odpornych na przecięcie wytwarzane z zastosowaniem techniki druku 3D

Okres realizacji: 1.01.2023–31.12.2025

Etap 2.: Wytworzenie w skali laboratoryjnej modelowych hybrydowych materiałów kompozytowych oraz opracowanie metodyki badań doświadczalnych w zakresie oceny jakościowej i ilościowej z uwzględnieniem techniki polimerowego druku 3D

Okres realizacji: 1.01.2024–31.12.2024

Kierownik projektu: dr inż. Olga Olejnik – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Ochron Osobistych

Celem realizacji projektu jest poprawa bezpieczeństwa użytkowania rękawic ochronnych związana z uzyskaniem najwyższego poziomu odporności na przecięcie oraz wysokich właściwości ergonomicznych poprzez implementację w rękawicach ochronnych hybrydowych materiałów kompozytowych dopasowanych do anatomicznej budowy ręki, charakteryzujących się wysokim poziomem odporności na przecięcie.

W ramach realizacji 2. etapu projektu kontynuowano pracę na wytypowanym w 1. etapie polimerze (PA-GF – poliamid z dodatkiem 15% włókna szklanego) i przygotowano warianty wzorów nakładek wykonanych techniką druku 3D. We współpracy z firmą SMK3D specjalizującą się w druku 3D, wytworzono dwa rodzaje nakładek litych (wariant II, III) oraz nakładek ażurowych (wariant A i B). Materiał bazowy w postaci rękawic poliestrowych przygotowano we współpracy z producentem

rękawic ochronnych S.I. ZGODA. Przygotowany materiał stanowił nośnik do prób implementacji nakładek wykonanych techniką druku 3D w celu otrzymania modelowych hybrydowych materiałów kompozytowych. Następnie, zostały wytypowane metody implementacji nakładek polimerowych na nośnik tekstylny niewymagające ingerencji w proces produkcyjny rękawic ochronnych. Nakładki były wytworzone we współpracy z firmą zajmującą się drukiem 3D, SMK3D Jakub Saramak. Metodami implementacji były: metoda zgrzewania kontaktowego oraz zgrzewania ultradźwiękowego. Metoda implementacji kontaktowej polegała na zastosowaniu prasy termotransferowej z uwzględnieniem zoptymalizowanych parametrów zgrzewania. Druga metoda polegała na zgrzewaniu materiałów za pomocą fal akustycznych o wysokiej częstotliwości (20–40 kHz) wywołujących drgania mechaniczne o niskiej amplitudzie (20–30 μm) przy użyciu programowalnej zgrzewarki ultradźwiękowej z dolną sonotrodą.



Projekt I.PN.03. Implementacja wzmocnienia polimerowego metodą kontaktową (nakładka polimerowa drukowana metodą 3D) na nośnik tekstylny za pomocą prasy termotransferowej, w ujęciu schematycznym

Skuteczność połączenia hybrydowych materiałów kompozytowych otrzymanych na drodze zgrzewania kontaktowego przy użyciu prasy termotransferowej oraz za pomocą zgrzewania ultradźwiękowego była badana przy zastosowaniu rentgenowskiej tomografii komputerowej (TC) we współpracy z Politechniką Łódzką. Wybraną metodą implementacji było zgrzewanie kontaktowe z użyciem prasy termotransferowej, zgodnie z którą przygotowano hybrydowe materiały kompozytowe. Trwałość połączenia otrzymanych kompozytów oceniano na podstawie opracowanych metod własnych z uwzględnieniem oceny organoleptycznej oraz metody oddzierania statycznego wg: PN-EN 1392:2007 – Kleje do skóry i materiałów obuwniczych. Kleje rozpuszczalnikowe i dyspersyjne. Badanie wytrzymałości połączenia w określonych warunkach; PN-ISO 11339 – Kleje. Oznaczanie wytrzymałości połączeń materiału giętkiego z giętkim na oddzieranie pod kątem 180° (metoda oddzierania-T); ISO 2602:1994 - Statystyczna interpretacja wyników badań. Otrzymane wyniki uzupełniano o wyniki badań odporności na przecięcie zgodną z PN-EN ISO 13997:2023-11 (EN ISO 13997: 2023). Na podstawie otrzymanych wyników wytypowano najlepsze polimerowe wzmocnienia, dla których badane były właściwości ergonomiczne z uwzględnieniem elektromiografii powierzchniowej. Ostatecznie, dla wybranych hybrydowych materiałów kompozytowych przeprowadzono także ocenę skuteczności połączenia hybrydowych materiałów kompozytowych za pomocą elektronowej mikroskopii skaningowej (SEM), co pozwoliło na zobrazowanie struktury w trzech wymiarach i przedstawienie rekonstrukcji przestrzennych. Prace były prowadzone w Laboratorium Mikroskopii Elektronowej CIOP-PIB.

Wyniki badań upowszechniono w 1 artykule naukowym opublikowanym w czasopiśmie, na 2 konferencjach krajowych, a także podczas 1 szkolenia dla producentów rękawic. Wyniki upowszechniono również na portalu Facebook na stronie Pracowni Ochron Rąk i Nóg.

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Dokumentacja techniczna rękawicy ochronnej zmodyfikowanej poprzez zastosowanie hybrydowej warstwy polimerowej o podwyższonej odporności na przecięcie (2025-1)	-
Prototyp funkcjonalny rękawicy ochronnej zmodyfikowanej poprzez zastosowanie hybrydowej warstwy polimerowej o podwyższonej odporności na przecięcie (2025-1)	-
Zgłoszenie do ochrony prawnej hybrydowego materiału kompozytowego (2025-1)	-
Zgłoszenie wzoru użytkowego na model rękawicy ochronnej zmodyfikowanej poprzez zastosowanie hybrydowej warstwy polimerowej o podwyższonej odporności na przecięcie (2025-1)	-
Artykuły naukowe (treści złożone w redakcji czasopisma) (2023-1, 2024-1, 2025-1) – https://doi.org/10.3390/ma17225404	1
Wystąpienia na konferencjach naukowych (w postaci ustnej lub plakatowej) (2023-1, 2024-1, 2025-1) – Referat Materiały polimerowe przeznaczone do rękawic antyprzecięciowych 2024 PDF – Referat Ergonomia gwarancją bezpiecznej pracy w rękawicach antyprzecięciowych 2024 PDF	2

Ponadplanowe wyniki etapu:

- Szkolenie [Materiały szkoleniowe Dobór oraz wymagania normy PN-EN 388+A1:2019-01 dla rękawic do ochrony przed przecięciem 2024](#) PDF
- Materiał upowszechniający [Materiały informacyjne Facebook 2024](#) PDF

Projekt I.PN.04: Kompozytowe materiały polimerowe wzmacniane funkcjonalizowanym grafenem przeznaczone na elementy obuwia do zastosowań zawodowych

Okres realizacji: 1.01.2023–31.12.2025

Etap 2.: Opracowanie modelowego materiału wzmacnianego grafenem przeznaczonego do produkcji obuwia ochronnego o założonych właściwościach ochronnych (mechaniczne, termiczne, chemiczne, antyelektrostatyczne), użytkowych i ergonomicznych. Opracowanie metodyki badań laboratoryjnych w zakresie oceny parametrów ochronnych i użytkowych

Okres realizacji: 1.01.2024–31.03.2025

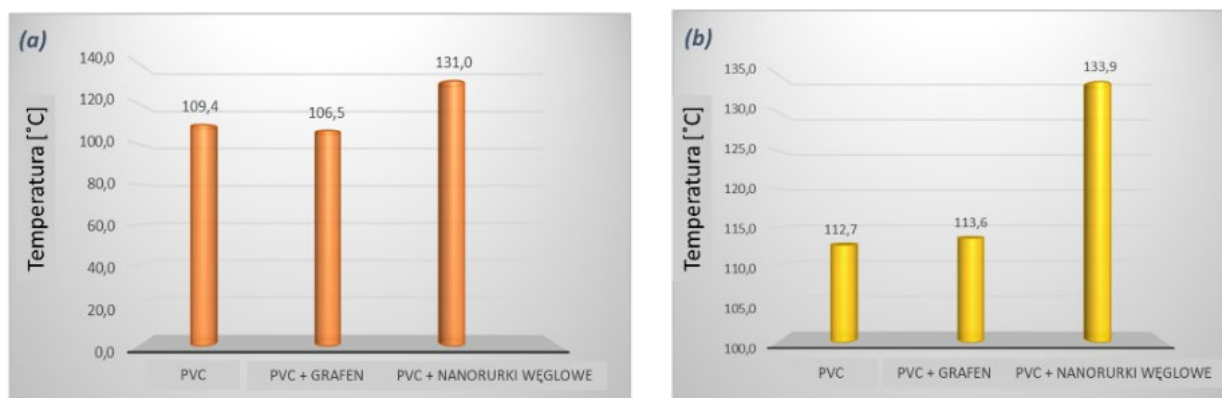
Kierownik projektu: mgr inż. Paulina Kropidłowska – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Ochron Osobistych

Celem realizacji projektu jest poprawa bezpieczeństwa oraz komfortu użytkowania obuwia ochronnego poprzez modyfikację materiałów polimerowych, stosowanych do jego produkcji, funkcjonalizowanym grafenem w kierunku obniżenia masy obuwia oraz podwyższenia jego przewodności elektrycznej. Przeprowadzone modyfikacje materiałów wykorzystywanych do produkcji obuwia ochronnego doprowadzą do zwiększenia komfortu użytkowania, jak również bezpieczeństwa jego użytkowników. Przeprowadzone prace są istotnym kierunkiem, mających na celu poprawę właściwości

ochronnych obuwia połączoną ze zwiększeniem komfortu użytkowników poprzez modyfikację materiałów, wykorzystywanych do jego produkcji.

W ramach realizacji 2. etapu projektu, uwzględniając możliwość przetwórstwa granulatu zawierającego dodatek materiałów węglowych, we współpracy z producentem obuwia ochronnego, jako matrycę polimerową zastosowano polichlorek winylu (PVC). W laboratorium Sieci Badawczej Łukasiewicz – Instytutu Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników metodą wytłaczania wytworzone zostały w skali laboratoryjnej płaskie próbki materiałów polimerowych z polichlorku winylu zawierającego nanorurki węglowe, grafen oraz jego funkcjonalizowaną formę, tlenek grafenu o zawartości dodatków węglowych wynoszącej 0,5%. Materiały uzyskane w skali laboratoryjnej poddano badaniom w zakresie właściwości mechanicznych (wytrzymałość na rozdzieranie, wydłużenie przy zerwaniu), termicznych (izolacja od ciepła przed i po oddziaływaniu substancji chemicznych), elektrostatycznych (rezystancja elektryczna) i chemicznych (odporność na działanie n-heptanu i oleju mineralnego).

ODPORNOŚĆ NA KONTAKT Z GORĄCYM PODŁOŻEM (temperatura kontaktu: 150°C)



Projekt I.PN.04. Ocena odporności na ciepło według niestandardowej metody badawczej (a) przed ekspozycją na izooktan, (b) po ekspozycji na izooktan

Następnie, na podstawie przeprowadzonych w skali laboratoryjnej prób opracowano założenia umożliwiające połączenie granulatu PVC z dodatkami węglowymi uwzględniając warunki procesu produkcyjnego obuwia stosowane na linii technologicznej. We współpracy z producentem obuwia ochronnego, wykonano pilotażowe próby technologiczne w celu uzyskania obuwia całotworzywowego zawierającego dodatek materiałów węglowych (grafenu). W wyniku realizacji projektu w 2024 r. oceniono właściwości mechaniczne, termiczne (przed oddziaływaniem substancji chemicznych i po oddziaływaniu substancji chemicznych), elektrostatyczne i chemiczne w kontekście wpływu dodatków węglowych na właściwości polichlorku winylu.

Wyniki pracy przedstawiono na 2 konferencjach krajowych oraz 1 seminarium naukowym.

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Dokumentacja techniczna obuwia ochronnego posiadającego podeszwy wzmocnione funkcjonalizowanym grafenem (2025-1)	0
Prototyp funkcjonalny obuwia ochronnego posiadającego podeszwy wzmocnione funkcjonalizowanym grafenem (2025-1)	0
Zgłoszenie do ochrony prawnej modelowego materiału wzmocnionego grafenem (2025-1)	0

Zgłoszenie wzoru użytkowego na model obuwia ochronnego, którego elementy konstrukcyjne zostały wzmocnione grafenem (2025-1)	0
Artykuły naukowe (złożone w redakcji czasopisma) (2023-1, 2024-1, 2025-1)	0
Wystąpienia na konferencjach naukowych (w postaci ustnej lub plakatowej) (2023-1, 2024-1, 2025-1) – Referat Wpływ dodatku materiałów węglowych 2024 PDF – Referat Bezpieczeństwo stosowania obuwia ochronnego 2024 PDF	2

Ponadplanowe wyniki etapu:

- Wystąpienie seminaryjne [Referat Przetwórstwo - modyfikacje nanocząsteczkami 2024](#) PDF
- Materiały informacyjne w mediach społecznościowych Pracowni Ochrony Rąk i Nóg CIOP-PIB
<https://www.facebook.com/pracowniaochronrakinog/>

Projekt I.PN.05: Hybrydowe materiały włóknotwórcze modyfikowane grafenem przeznaczone na rękawice strażackie

Okres realizacji: 1.01.2023–31.12.2025

Etap 2.: Analiza sposobów modyfikacji materiałów włókienniczych polimerami zawierającymi grafen oraz opracowanie metody modyfikacji materiału włókienniczego z zastosowaniem grafenu spełniającego wymagania stawiane materiałom stosowanym do produkcji rękawic strażackich

Okres realizacji: 1.01.2024–31.03.2025

Kierownik projektu: dr hab. inż. Emilia Irzmańska – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Ochron Osobistych

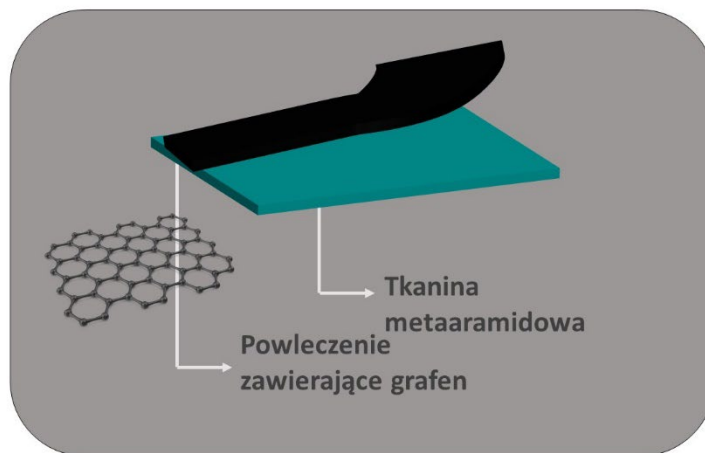
Celem realizacji projektu jest poprawa bezpieczeństwa użytkowania rękawic strażackich poprzez zmodyfikowanie właściwości obecnie stosowanych powlekanych materiałów tekstylnych w wyniku zastosowanie grafenu. Zaproponowana modyfikacja pozwoli na poprawę, odporności termicznej i antyelektrostatycznej rękawic. Realizacja przewidzianych prac pozwoli na opracowanie nowej grupy nanomateriałów powłokowych i hybrydowych (materiał tekstylny powlekany) o nowych właściwościach użytkowych. Projekt zakłada zastosowanie interdyscyplinarnego podejścia do procesu projektowania innowacyjnych materiałów tekstylnych, w celu uzyskania nanokompozytowych warstw na materiałach włóknotwórczych, pod kątem zwiększenia bezpieczeństwa użytkowników podczas interwencji strażackich.

W ramach realizacji 2. etapu projektu, na podstawie podpisanej w 1. etapie projektu umowy o zachowaniu poufności (WU.060.38.2023 r. z dnia 12.10.2023 r.), na Politechnice Warszawskiej wytworzono pasty polimerowe (silikonową z dodatkiem uniepalniacza oraz poliuretanową) modyfikowane grafenem, którymi w następnej kolejności w firmie Andropol SA powlekano wytypowaną w 1. etapie projektu tkaninę metaaramidową. Ponadto w firmie Gloves Technologies z otrzymanych powleczonych tkanin wytworzono układy tkanin zawierające dodatkowe warstwy izolacji termicznej stosowanej w rękawicach strażackich.

Powlekane układy materiałów dedykowane części grzbietowej rękawic badano pod kątem odporności na ciepło kontaktowe, odporności na ciepło promieniowania oraz odporności na ciepło konwekcyjne. Z kolei układy dedykowane części dłoniowej rękawic badano pod kątem odporności na ścieranie, wytrzymałości na rozdzielanie oraz odporności na przecięcie COUPTEST. Ponadto w odniesieniu do obu rodzajów układów (przeznaczonych na część dłoniową i tych przeznaczonych na część grzbietową) były badane właściwości elektrostatyczne oraz zachowanie się podczas palenia. Na podstawie otrzymanych wyników oraz po konsultacji z przedstawicielami firm Andropol oraz Gloves Technologies,

a także Politechniki Warszawskiej, do dalszych badań wytypowano tkaninę powleczoneą pastą silikonową z dodatkiem 0,5% wag. grafenu.

Wyniki badań upowszechniono na 3 konferencjach naukowych. Ponadto w trakcie trwania etapu 2. zamieszczono materiały upowszechniające w mediach społecznościowych Facebook Pracowni Ochron Rąk i Nóg Instytutu.



Projekt I.PN.05. Hybrydowy materiał przeznaczony na rękawice strażackie składający się z tkaniny metaaramidowej oraz powleczenia polimerowego zawierającego grafen

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Dokumentacja techniczna rękawicy strażackiej o podwyższonych właściwościach termicznych i antyelektrostatycznych zawierającej hybrydowe materiały włóknotwórcze modyfikowane grafenem (2025-1)	0
Prototyp funkcjonalny rękawicy strażackiej o podwyższonych właściwościach termicznych i antyelektrostatycznych zawierającej hybrydowe materiały włóknotwórcze modyfikowane grafenem (2025-1)	0
Zgłoszenie do ochrony prawnej hybrydowego materiału kompozytowego z dodatkiem grafenu (2025-1)	0
Zgłoszenie wzoru użytkowego na model rękawicy strażackiej zmodyfikowanej, poprzez zastosowanie hybrydowej warstwy polimerowej z dodatkiem grafenu (2025-1)	0
Artykuły naukowe (treści złożone w redakcji czasopisma) (2023-1, 2025-2)	0
Wystąpienia na konferencjach naukowych (w postaci ustnej lub plakatowej) (2023-1, 2024-1, 2025-1) – Plakat Nowe rozwiązania materiałowe do zastosowania w rękawicach chroniących przed czynnikami termicznymi 2024 PDF – Plakat The influence of graphene addition on the thermal properties of flexible polyurethane coatings used in protective materials 2024 PDF – Referat Wpływ modyfikacji nanocząstkami węglowymi ochronnej warstwy poliuretanowej na właściwości wytrzymałościowe hybrydowych materiałów tekstylnych 2024 PDF	3

Ponadplanowe wyniki etapu:

- Materiał upowszechniający w mediach społecznościowych Facebook Pracowni Ochron Rąk i Nóg CIOP-PIB <https://www.facebook.com/pracowniaochonrakinog/>

Okres realizacji: 1.01.2023–31.12.2025

Etap 2.: Wytworzenie modeli optycznych filtrów ochronnych do zastosowania w warunkach narażenia na promieniowanie laserowe w przemyśle, medycynie oraz sektorze wojskowym

Okres realizacji: 1.01.2024–31.12.2024

Kierownik projektu: dr Małgorzata Okrasa – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Ochron Osobistych

Celem projektu jest opracowanie optycznych filtrów ochronnych, które zapewnią skuteczną ochronę pracownikom sektorów przemysłowego, medycznego i wojskowego przed szkodliwym promieniowaniem laserowym.

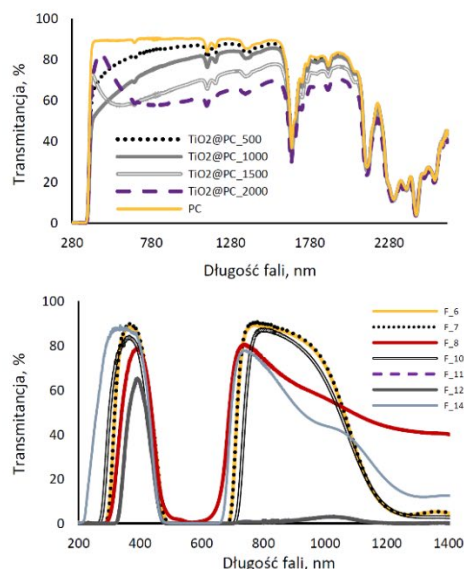
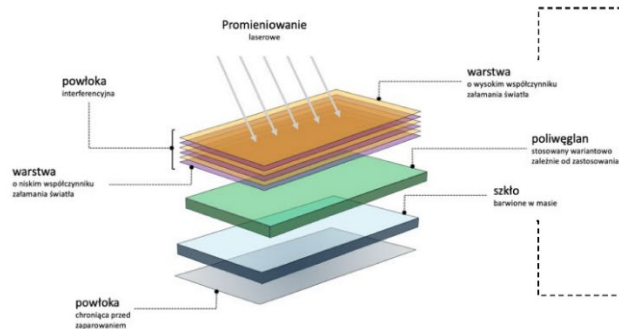
Oczekiwane szczegółowe wyniki prac w ramach projektu to:

- rozpoznanie nowych zagrożeń wynikających z wykorzystania promieniowania laserowego w sektorze przemysłowym, medycynie oraz wojsku,
- opracowanie ulepszonych środków ochrony oczu i twarzy przeznaczonych do ochrony przed promieniowaniem laserowym,
- podniesienie poziomu wiedzy producentów, dystrybutorów oraz użytkowników środków ochrony indywidualnej przeznaczonych do ochrony oczu i twarzy przed wysokoenergetycznym promieniowaniem laserowym.

Celem 2. etapu było zaproponowanie koncepcji wytwarzania filtrów hybrydowych opartych na zastosowaniu szkła barwionego w masie, które następnie modyfikowano wariantowo poprzez nanoszenie warstw interferencyjnych techniką ALD (bezpośrednio na filtr barwiony lub na dodatkową warstwę materiału polimerowego). Prace eksperymentalne rozpoczęto od charakterystyki 80 wariantów szkła barwionego w masie, oceniając ich przepuszczalność promieniowania optycznego w zakresie od 200 nm do 1500 nm. Na podstawie uzyskanych wyników wyznaczono wartości transmisji promieniowania optycznego w zdefiniowanych zakresach długości fali promieniowania laserowego oraz obliczono gęstości optyczne badanych filtrów. Wyniki zinterpretowano pod kątem przydatności filtrów do tłumienia promieniowania laserowego w zastosowaniach przemysłowych i wojskowych, jednocześnie wskazując na konieczność dalszej optymalizacji pod kątem wymagań aplikacji medycznych.

Dalsza część prac obejmowała przeprowadzenie wstępnych badań nad możliwością wykorzystania techniki ALD do tworzenia powłok interferencyjnych na podłożu z poliwęglanu, który stanowi materiał stosowany w ochronie twarzy i oczu. Opisano parametry procesu depozycji warstw TiO_2 oraz wpływ tych parametrów na grubość i jednorodność powłoki. Omówiono wyniki badań nad morfologią oraz optycznymi właściwościami powłok, w tym współczynnikiem transmisji i odbicia w zakresie promieniowania UV/VIS/IR. Na podstawie wyników badań porównano jednorodność oraz właściwości optyczne warstw TiO_2 uzyskanych w różnych wariantach cykli depozycji. Pozwoliło to na opracowanie szczegółowych wytycznych do optymalizacji procesu nanoszenia warstw techniką ALD pod kątem zastosowań w środkach ochrony oczu, które zaplanowane są w kolejnym etapie realizacji projektu.

Ostatni etap prac obejmował przygotowanie materiałów informacyjnych dotyczących ochrony przed wysokoenergetycznym promieniowaniem laserowym. Materiały skierowane są do specjalistów ds. bhp odpowiedzialnych za organizację stanowisk pracy, na których wykorzystywane są urządzenia laserowe oraz do użytkowników tego typu sprzętu. Zawiera on podstawowe informacje na temat laserów stosowanych w przemyśle, zagrożeń występujących przy obsłudze laserów, prawodawstwa w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa dotyczących narażenia pracowników na ryzyko spowodowane promieniowaniem laserowym oraz środków minimalizacji ryzyka wynikającego z narażenia.



Projekt I.PN.06. Koncepcja hybrydowego filtra ochronnego, bazującego na szkłe barwionym w masie oraz powłoce interferencyjnej

W wyniku realizacji etapu 2. przygotowano i upowszechniono materiał informacyjny, infografiki dotyczące narażenia oczu i skóry na promieniowanie laserowe oraz serię postów dotyczących narażenia pracowników różnych branż na promieniowanie laserowe.

Wyniki badań upowszechniono w 1 artykule naukowym złożonym do redakcji czasopisma oraz zaprezentowano na 1 konferencji naukowej i podczas spotkania seminaryjnego.

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Dokumentacja techniczna prototypów optycznych filtrów ochronnych do zastosowania w warunkach narażenia na promieniowanie laserowe w przemyśle, medycynie i sektorze wojskowym (2025-1)	-
Prototypy optycznych filtrów ochronnych do zastosowania w warunkach narażenia na promieniowanie laserowe w przemyśle, medycynie i sektorze wojskowym (2025-3)	-
Zgłoszenie patentowe na optyczny filtr ochronny przed wysokoenergetycznym promieniowaniem laserowym (2025-1)	-
Materiał informacyjny dotyczący ochrony przed wysokoenergetycznym promieniowaniem laserowym, przeznaczony do udostępnienia w serwisie internetowym CIOP-PIB lub przez media społecznościowe (przekazany do Działu Informatyki) (2024-1) – Materiały informacyjne: "Ochrona przed promieniowaniem laserowym" PDF Infografiki: – https://www.ciop.pl/CIOPPortalWAR/file/99009/I-PN-06-Infografika_PL.pdf – https://www.ciop.pl/CIOPPortalWAR/file/99010/I-PN-06-Infografika_EN.pdf – https://www.ciop.pl/CIOPPortalWAR/file/99369/I-PN-06-Infografika_Laser_derm_PL.pdf – https://www.ciop.pl/CIOPPortalWAR/file/99370/I-PN-06-Infografika_Laser_derm_EN.pdf Newsletter „Bezpieczeństwo i Zdrowie w Pracy”: – https://www.ciop.pl/CIOPPortalWAR/static/pz_ciop/new-sletter/bhp/2024/09/newsletter-bhp202409s.html	4

– https://www.ciop.pl/CIOPPortalWAR/static/pz_ciop/new-sletter/bhp/2024/05/newsletter-bhp202405s.html Media społecznościowe: – https://x.com/PPE_CIOP/status/1805210010412015792 – https://x.com/PPE_CIOP/status/1791221658235068851 – https://x.com/PPE_CIOP/status/1785646903826215300 – https://x.com/PPE_CIOP/status/1823307572834631887 – https://x.com/PPE_CIOP/status/1813846174937301058 – https://x.com/PPE_CIOP/status/1808082790451232908 – https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:7237175966848933889	
Artykuł naukowy (złożony w redakcji czasopisma) (2024-1) – Art. złożony w redakcji: <i>M. Okrasa, M. Cichowlas, M. Puchalski, Zastosowanie techniki ALD do wytwarzania cienkich warstw ochronnych stosowanych w filtrach optycznych, Przemysł Chemiczny, numer zgłoszenia 149/2024, 0,5</i>	1
Artykuł popularnonaukowy naukowy (złożony w redakcji czasopisma) (2025-1)	-

Ponadplanowe wyniki etapu:

- Wystąpienia konferencyjne/seminaryjne (2)
 - [Referat Narażenia na promieniowanie laserowe 2024](#) 
 - [Referat Narażenia na promieniowanie optyczne 2024](#) 

Projekt I.PN.07: Urządzenie samohamowne chroniące przed upadkiem z wysokości przeznaczone do współpracy z elastycznymi podzespołami kotwiczącymi

Okres realizacji: 1.01.2023–31.12.2025

Etap 2.: Opracowanie modelowych rozwiązań urządzeń samohamownych o różnej konstrukcji przeznaczonych do współpracy z elastycznymi podzespołami kotwiczącymi oraz przeprowadzenie badań ich zachowania w warunkach dynamicznych

Okres realizacji: 1.01.2024–31.12.2024

Kierownik projektu: dr inż. Marcin Jachowicz – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Ochron Osobistych

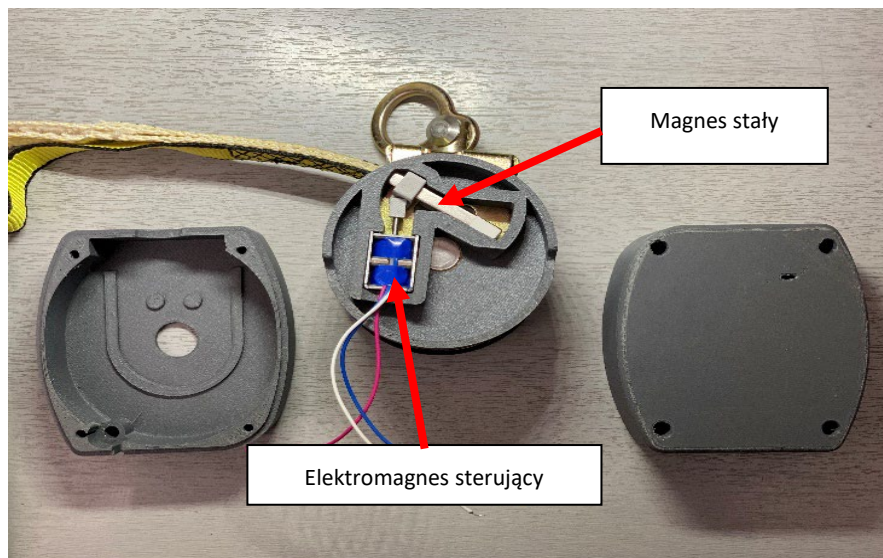
Celem realizacji projektu jest opracowanie urządzenia samohamownego przeznaczonego do współpracy z elastycznymi podzespołami kotwiczącymi stosowanymi do ochrony pracowników przed upadkiem z wysokości. Celem 2. etapu projektu było opracowanie modelowych rozwiązań urządzeń samohamownych o różnej konstrukcji przeznaczonych do współpracy z elastycznymi podzespołami kotwiczącymi oraz przeprowadzenie badań ich zachowania w warunkach dynamicznych.

W ramach realizacji 2. etapu projektu wykonano następujące prace:

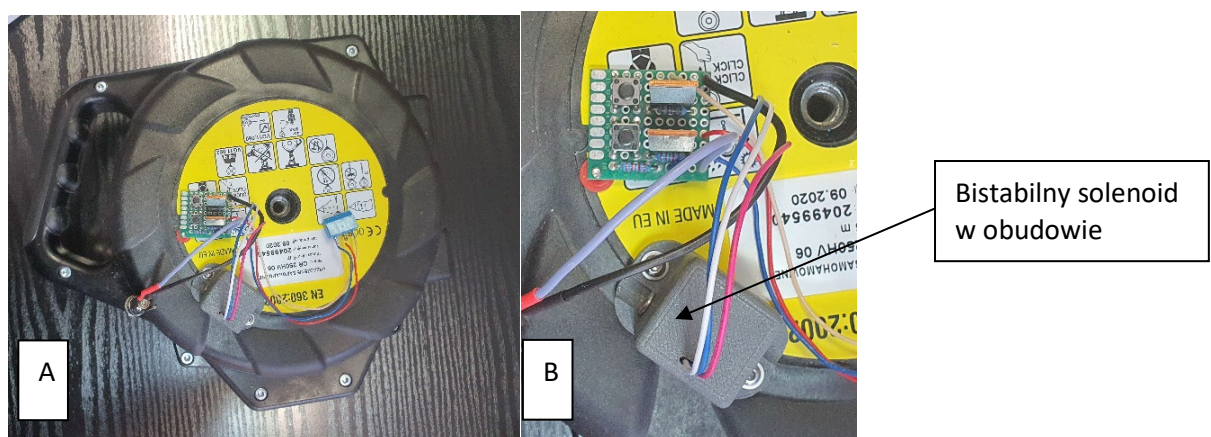
- dokonano analizy zjawisk zachodzących podczas powstrzymywania spadania wykorzystując wyniki badań uzyskane w pierwszym etapie projektu i wybrano sposób w jaki należy dokonać modyfikacji urządzeń samohamownych przeznaczonych do współpracy z elastycznymi punktami kotwiczącymi;
- dokonano przeglądu konstrukcji urządzeń samohamownych aktualnie produkowanych i stosowanych na stanowiskach pracy. Przegląd ten uwidocznił, że występują głównie dwa podstawowe typy urządzeń: o dużych gabarytach z linka stalową, o mniejszych gabarytach z taśmą włókienniczą;

- opracowano i skonstruowano z wykorzystaniem najbardziej powszechnych urządzeń samohamownych dwa typy modeli, wykorzystując różne sposoby blokowania mechanizmu zapadkowego: elektromechaniczny i elektroniczno-magnetyczny. Wykonano modele, które w swojej budowie zawierały linkę stalową lub taśmę włókienniczą;
- z wykorzystaniem metodyki i stanowiska do badań opracowanego w pierwszym etapie projektu przeprowadzono badania zachowania modeli urządzeń w warunkach dynamicznych i wyznaczono wartości drogi powstrzymywania spadania i maksymalnej wartości siły przenoszonej na linkę/taśmę urządzenia. Przeprowadzone badania i uzyskane wyniki pozwoliły na weryfikację konstrukcji opracowanych modeli urządzeń i skuteczności ich działania.

Wyniki badań upowszechniono, opracowując 2 modele urządzenia samohamownego przeznaczonego do współpracy z elastycznymi podzespołami kotwiczącymi oraz 1 artykuł popularnonaukowy. Dodatkowo wyniki projektu zaprezentowano podczas 1 konferencji krajowej i 2 seminariów.



Projekt I.PN.07. Model opracowanego urządzenia samohamownego z taśmą włókienniczą



Projekt I.PN.07. Model opracowanego urządzenia samohamownego z linką stalową. Widok obudowy urządzenia: A – widok całej obudowy, B – widok elementów elektronicznych

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Model urządzenia samohamownego przeznaczonego do współpracy z elastycznymi podzespołami kotwiczącymi (2024-1)	2
Metodyka badania zachowania w warunkach dynamicznych wybranych urządzeń samohamownych (2023-1)	-
Prototyp urządzenia samohamownego przeznaczonego do współpracy z elastycznymi podzespołami kotwiczącymi (2025-1)	-
Dokumentacja techniczna urządzenia samohamownego przeznaczonego do współpracy z elastycznymi podzespołami kotwiczącymi (2025-1)	-
Zgłoszenie wzoru użytkowego opracowanego nowego rozwiązania urządzenia samohamownego przeznaczonego do współpracy z elastycznymi podzespołami kotwiczącymi (2025-1)	-
Materiał informacyjny dla użytkowników, dotyczący urządzeń samohamownych współpracujących z elastycznymi podzespołami kotwiczącymi (2025-1)	-
Artykuł popularnonaukowy (złożony w redakcji czasopisma) (2024-1) – Art. złożony do redakcji: <i>Jachowicz M., Urządzenia samohamowne i ich współpraca z elastycznymi punktami kotwiczącymi, Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka, 2024, Manuscript ID: BP/2024/12/9</i>	1
Artykuł naukowy (złożony w redakcji czasopisma) (2025-1)	-

Ponadplanowe wyniki etapu:

- Wystąpienia konferencyjne/seminaryjne (3)
 - [Referat Nowoczesne rozwiązania informatyczne i elektroniczne w środkach ochrony indywidualnej 2024](#) 
 - [Referat Nowoczesne rozwiązania techniczne w ochronie przed upadkiem z wysokości 2024](#) 
 - [Referat Elektroniczne systemy nadzoru BHP dla użytkowników sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości 2024](#) 

Projekt I.PN.08: Opracowanie wkładek przeciwhałasowych indywidualnie formowanych dla użytkownika z mikroprocesorowym układem regulowanego tłumienia

Okres realizacji: 1.01.2023–31.12.2025

Etap 2.: Opracowanie mikroprocesorowego układu regulowanego tłumienia do zastosowania we wkładkach przeciwhałasowych. Badania testowe układu w warunkach laboratoryjnych

Okres realizacji: 1.01.2024–31.12.2024

Kierownik projektu: dr inż. Emil Kozłowski – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Zagrożeń Fizycznych

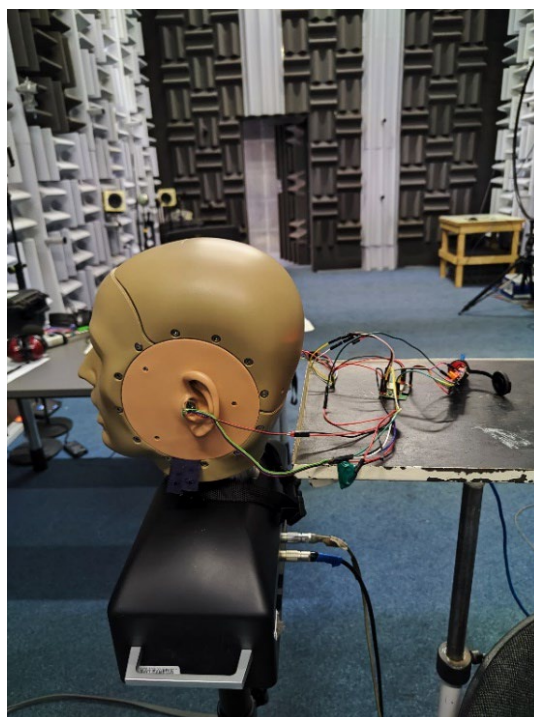
Celem projektu jest opracowanie modelu wkładek przeciwhałasowych indywidualnie formowanych dla użytkownika z mikroprocesorowym układem regulowanego tłumienia.

W ramach realizacji 2. etapu projektu opracowano zmodyfikowaną względem pierwszego etapu projektu koncepcję mikroprocesorowego układu regulowanego tłumienia do zastosowania we wkładkach przeciwhałasowych indywidualnie formowanych dla użytkownika. Ze względu na zmianę sposobu implementacji funkcji ograniczania dźwięku, tj. przeniesienie tej funkcji z modułu łączności Bluetooth ESP32S3 do procesora dźwięku ADAU1787, zdecydowano, że moduł ESP32S3 nie będzie znajdować się

bezpośrednio w obudowie wkładek, ale zostanie umieszczony w oddzielnej obudowie, w której będzie się znajdowała także ładowarka wkładek. Dzięki temu wymiary obudowy wkładek przeciwhałasowych mogą być mniejsze.

Kontynuowano prace prowadzące do wyboru mikrofonu będącego elementem układu regulowanego tłumienia. Przeprowadzono pomiary poziomu ciśnienia akustycznego w pasmach 1/3-oktawowych oraz równoważnego poziomu dźwięku A odbieranego sygnału testowego przez wybrane mikrofony MEMS. Najlepsze wyniki badań otrzymano w przypadku mikrofonu PUI Audio DMM-3526-2-B. Mikrofon ten został docelowo wybrany do zastosowania w układzie regulowanego tłumienia.

Opracowano dwa układy testowe umożliwiające zamontowanie procesora dźwięku ADAU1787. Układ o większych wymiarach przeznaczony do wstępnych testów oraz układ o mniejszych wymiarach przeznaczony do umieszczenia w obudowie wkładek, który docelowo ma być zastosowany w układzie regulowanego tłumienia. Opracowano trzy układy testowe umożliwiające zamontowanie modułu ESP32S3. Układ o małych wymiarach przeznaczony do umieszczenia w obudowie wkładek i dwa układy o większych wymiarach przeznaczone do umieszczenia w obudowie ładowarki. Drugi z tych układów wyposażony został w certyfikowany moduł ESP32S3 i uznano go za docelowe rozwiązanie do zastosowania w układzie regulowanego tłumienia. Opracowanie i wykonanie tych układów wymagało opracowania szczegółowych schematów ideowych oraz projektów schematów montażowych płytek drukowanych.



Projekt I.PN.08. Tester akustyczny z umieszczonymi wkładkami przeciwhałasowymi wyposażonymi w opracowany układ regulowanego tłumienia

Z wykorzystaniem opracowanych układów testowych sprawdzono poprawność działania układu regulowanego tłumienia. Sprawdzone poprawność działania funkcji przenoszenia dźwięku, ograniczania dźwięku oraz regulacji charakterystyki częstotliwościowej dźwięku. Badania te zostały między innymi przeprowadzone z wykorzystaniem opracowanych sygnałów testowych: hałasu H, hałasu M, hałasu L i szumu różowego. Opracowanie tych sygnałów wymagało opracowania odpowiedniego toru generacji sygnałów składającego się z między innymi z korektora graficznego, dzięki któremu możliwe było ustawienie wzmocnienia lub tłumienia sygnału w konkretnych pasmach 1/3-oktawowych. Przeprowadzone testy wykazały, że poziom dźwięku A sygnału docierającego poprzez układ regulowanego tłumienia pod wkładkę przeciwhałasową umieszczoną w uchu testera akustycznego, był zbliżony do

poziomu w sytuacji, gdy nie było umieszczonej w testerze wkładki. Układ regulowanego tłumienia pozwala również ograniczać dźwięk docierający pod wkładki do 80 dB w sytuacji, gdy poziom dźwięku jest wysoki. Za pomocą opracowanego układu regulowanego tłumienia można także kształtować charakterystykę częstotliwościową dźwięku w pasmach oktaowych w zakresie od 125 Hz do 8000 Hz. Włączanie i wyłączanie filtrów o poszczególnych częstotliwościach środkowych powoduje zmianę poziomu ciśnienia akustycznego pod wkładkami przeciwhałasowymi dochodzącą do 50 dB. Przeprowadzone badania świadczą o poprawności działania opracowanego układu regulowanego tłumienia do zastosowania we wkładkach przeciwhałasowych.

W ramach 2. etapu projektu zaprojektowano oraz wykonano projekt obudowy wkładek przeciwhałasowych, w której będzie znajdował się układ regulowanego tłumienia, oraz projekt obudowy ładowarki do wkładek.

Wyniki badań upowszechniono w 1 artykule naukowym złożonym do redakcji czasopisma oraz podczas 1 konferencji naukowej.

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Dokumentacja techniczna modelu wkładek przeciwhałasowych indywidualnie formowanych dla użytkownika z mikroprocesorowym układem regulowanego tłumienia (2025-1)	-
Model wkładek przeciwhałasowych indywidualnie formowanych dla użytkownika z mikroprocesorowym układem regulowanego tłumienia (2025-1)	-
Opis rozwiązania na potrzeby jego zgłoszenia w celu uzyskania prawa ochronnego (patent lub wzór użytkowy) (2025-1)	-
Materiał informacyjny dotyczący wkładek przeciwhałasowych indywidualnie formowanych dla użytkownika z mikroprocesorowym układem regulowanego tłumienia, przeznaczony do udostępnienia w serwisie internetowym CIOP-PIB (przekazany do Działu Informatyki) (2025-1)	-
Wystąpienie na konferencji naukowej (w postaci ustnej lub plakatowej) (2025-1) – Referat: Sposoby pomiaru właściwości akustycznych klasycznych ochronników słuchu i z układami elektronicznymi 2024 	1
Materiał informacyjny do wykorzystania celem prezentacji opracowanego rozwiązania na międzynarodowych targach wynalazczości (2025-1)	-
Artykuły naukowe (złożone w redakcji czasopisma) (2023-1, 2024-1, 2025-1) – Art. złożony w redakcji: Kozłowski E., Młyński R., Łada K., <i>Testing the frequency response control function of level-dependent earplugs</i> , <i>International Journal of Occupational Safety and Ergonomics</i> , 2024, manuskrypt ID: 247006213	1

Projekt I.PN.09: Nowa konstrukcja rękawic antywibracyjnych z uwzględnieniem wymagań ergonomicznych i mechanizmów rozwoju zespołu wibracyjnego

Okres realizacji: 1.01.2023–31.12.2025

Etap 1.: Opracowanie metody oceny rękawic antywibracyjnych. Wybór oraz badania parametrów mechanicznych i wibroakustycznych materiałów przeznaczonych do konstrukcji rękawicy antywibracyjnej

Okres realizacji: 1.01.2023–30.04.2024

Etap 2.: Opracowanie wstępnej wersji nowej konstrukcji rękawicy antywibracyjnej. Badania właściwości antywibracyjnych i użytkowych rękawicy

Okres realizacji: 1.01.2024–30.04.2025

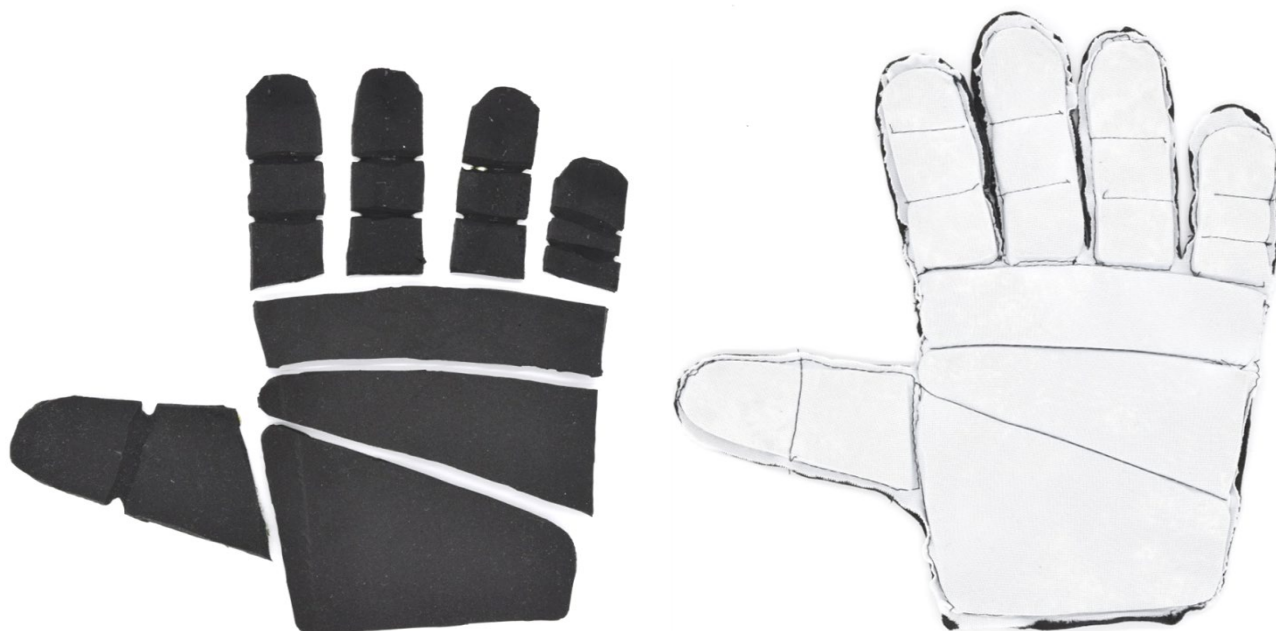
Kierownik projektu: dr inż. Piotr Kowalski – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Zagrożeń Fizycznych

Głównym celem projektu jest opracowanie prototypu rękawicy antywibracyjnej z uwzględnieniem wymagań ergonomicznych i mechanizmów rozwoju zespołu wibracyjnego oraz opracowanie metody oceny rękawic antywibracyjnych pod kątem ich właściwości użytkowych i ograniczania transmisji drgań mechanicznych.

W ramach kontynuacji 1. etapu projektu na przygotowanym stanowisku badawczym, zgodnie z opracowaną metodą, przeprowadzono badania właściwości antywibracyjnych wybranych materiałów, przeznaczonych na elementy konstrukcyjne rękawic antywibracyjnych redukujące drgania mechaniczne. Wybrane materiały przeznaczone na pozostałe elementy rękawic zostały przetestowane pod względem właściwości mechanicznych m.in. takich jak: odporność na przecięcie, przekłucie, rozdarcie, zgodnie z metodyką opisaną w PN-EN 388+A1:2019-01.

W ramach realizacji 2. etapu projektu uwzględniając ocenę wyników badań materiałów antywibracyjnych przeprowadzonych w I etapie realizacji projektu oraz wykonanych z nich elementów przeznaczonych do zastosowania w opracowywanej rękawicy antywibracyjnej, rozszerzono badania o nowe materiały. Przygotowano próbki w postaci wkładek wykonanych z samych materiałów oraz zestawów materiałów typu sandwich składających się z materiału antywibracyjnego umieszczonego pomiędzy dwa materiały konstrukcyjne stanowiące warstwę zewnętrzną i wewnętrzną. Badania przeprowadzono przy wykorzystaniu opracowanej metodyki oceny rękawic antywibracyjnych. Wyznaczono charakterystyki wąskopasmowe przenoszenia drgań oraz współczynniki przenoszenia drgań w oparciu o normę EN ISO 10819:2013. Na podstawie otrzymanych wyników wybrano dwa materiały charakteryzujące się najlepszymi właściwościami antywibracyjnymi, spełniające założone wymagania projektowe i znormalizowane. Analizując przebiegi funkcji H1 wyznaczone dla badanych materiałów/zestawów materiałów stwierdzono m.in., że w zakresie częstotliwości 29–1600 Hz wszystkie wykazują redukcję drgań. Częstotliwości rezonansowe f_r wyznaczone dla badanych materiałów antywibracyjnych występują w zakresie 18–23 Hz. Wartości współczynników przenoszenia drgań $T(M)$ i $T(H)$ wyznaczone dla wszystkich badanych nowych materiałów (pianek neoprenowych) spełniają wymagania normy EN ISO 10819:2013 dla właściwości antywibracyjnych. Przeprowadzono także badania wybranych właściwości mechanicznych 6 materiałów antywibracyjnych włączonych w 2. etapie projektu. Wyznaczono wartości twardości, współczynnika sprężystości, modułu Younga oraz gęstości. Po rozpoznaniu dostępności na rynku materiałów, które ze względu na swoje właściwości mogłyby być potencjalnie wykorzystane do konstrukcji rękawicy jako jej elementy, przeprowadzono ich selekcję spośród ok. 200 pozyskanych próbek materiałów. Na część chwytłą wybrano wstępnie dwa materiały: dzianinę kevlarową oraz skórę owczą licową ze strecczem. Na część grzbietową wybrano wstępnie 23 materiały zróżnicowane pod względem właściwości użytkowych. Na podstawie przeprowadzonych testów opracowano i wykonano wstępną wersję rękawicy antywibracyjnej w postaci części chwytnej wykonanej ze skóry licowej owczej ze strecczem oraz wieloelementowej wkładki antywibracyjnej zabezpieczonej od strony wewnętrznej jedwabiem wiskozowym. Wkładka antywibracyjna została dostosowana do dłoni użytkownika w taki sposób, aby umożliwić łatwe chwytanie rękojeści narzędzi i innych przedmiotów bez wywierania zauważalnych sił na zginanie palców rękawicy i części zabezpieczającej śródręcze, co ma wpływ na powstawanie i rozwój zespołu wibracyjnego u użytkownika. Zaplanowano kilka opcji części grzbietowej rękawicy. Wstępnie został zastosowany materiał dystansowy o grubości 2,5 mm. W ramach pierwszej części badań użytkowych opracowywanej rękawicy, zostały przeprowadzone badania wybranego głównego materiału przeznaczonego na część chwytłą rękawicy – skóry owczej licowej czarnej ze strecczem o grubości 0,5–0,6 mm. Zgodnie z metodyką opisaną w normie PN-EN 388+A1:2019-01 zbadano takie cechy, jak: odporność na ścieranie, przecięcie, przekłucie, rozdarcie, przepuszczalność i absorpcja pary wodnej.

W wyniku realizacji projektu w 2024 r. zostały przebadane wybrane materiały przeznaczone do konstrukcji rękawicy antywibracyjnej pod kątem właściwości antywibracyjnych i użytkowych. Opracowano wstępną wersję nowej konstrukcji rękawicy antywibracyjnej, której główną część stanowi wieloelementowa wkładka antywibracyjna umieszczona pomiędzy warstwą skóry naturalnej licowej i warstwą ochronną wykonaną z jedwabiu wiskozowego VISTEX.



Projekt I.PN.09. Wkładka antywibracyjna i część chwytana wstępnej wersji opracowanej

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Metoda oceny rękawic antywibracyjnych (2023-1)	-
Materiał informacyjny na temat metody oceny rękawic antywibracyjnych (2025-1)	-
Materiał szkoleniowy – w formie prezentacji (2025-1)	-
Projekt normy (2025-1)	-
Dokumentacja techniczna rękawicy antywibracyjnej (2025-1)	-
Prototyp rękawicy antywibracyjnej (2025-1)	-
Artykuł naukowy (złożony w redakcji czasopisma) (2025-1)	-
Wystąpienie na konferencji naukowej (w postaci ustnej lub plakatowej) (2025-1)	-

Projekt I.PN.10: Zastosowanie ustrojów 3D do redukcji drgań mechanicznych na stanowiskach pracy

Okres realizacji: 1.01.2023- 31.12.2025

Etap 1.: Wybór i badania laboratoryjne ustrojów antywibracyjnych 3D pod kątem zastosowania ich do redukcji drgań na stanowiskach pracy

Okres realizacji: 1.01.2023– 30.04.2024

Etap 2.:	Przystosowywanie ustrojów antywibracyjnych 3D do redukcji drgań w zadanych warunkach wibroakustycznych. Modelowanie struktur ustrojów antywibracyjnych 3D
Okres realizacji:	1.01.2024– 30.04.2025
Kierownik projektu:	dr inż. Piotr Kowalski – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Zagrożeń Fizycznych

Głównym celem projektu jest opracowanie metody doboru i sposobu zastosowania ustrojów antywibracyjnych 3D do redukcji drgań na stanowiskach pracy.

W ramach kontynuacji 1. etapu projektu na przygotowanym laboratoryjnym stanowisku badawczym zgodnie z opracowaną metodą wykonano badania przenoszenia drgań przez wybrane ustroje antywibracyjne 3D. Na podstawie uzyskanych przebiegów funkcji H_1 i H_2 wyznaczono częstotliwości rezonansowe oraz zakresy częstotliwości, w których występowała redukcja drgań.

Na podstawie analizy otrzymanych wyników stwierdzono, że uzyskiwane wartości częstotliwości rezonansowych dotyczące ustrojów wykonanych z materiałów niemetalowych z zakresu: 8–40,5 Hz oraz wartości dolnych częstotliwości zakresów tłumienia drgań: 11,5–69 Hz, wskazują na możliwości zastosowania badanych ustrojów do redukcji drgań o częstotliwościach znacznie niższych niż częstotliwości skutecznego tłumienia klasycznych materiałów antywibracyjnych. Analiza przeprowadzona przez firmę ekspercką VIBA potwierdziła potencjalne możliwości zastosowania opracowanych ustrojów w warunkach rzeczywistych.

Celem 2. etapu projektu było wybranie dwóch typów ustrojów antywibracyjnych 3D (na podstawie wyników badań i symulacji przeprowadzonych w I etapie do zastosowania w warunkach rzeczywistych) i przeprowadzenie badań laboratoryjnych. Opracowano wersje ustrojów o różnych właściwościach użytkowych, a następnie wykonano je w technologii druku 3D (SLS). Zgodnie z opracowaną metodyką badań i założeniami konstrukcyjnymi przeprowadzono serię badań symulacyjnych. Symulacje numeryczne przeprowadzono metodą elementów skończonych (MES) przy pomocy oprogramowania FEMAP. Ich głównym celem było określenie możliwości ograniczania drgań działających na opracowane ustroje oraz wyznaczenie takich parametrów charakteryzujących ich właściwości antywibracyjne, jak: częstotliwości rezonansowe, mody drgań, zakres przemieszczeń, rozkład naprężeń, współczynnik tłumienia, charakterystyki częstotliwościowe. Następnie przeprowadzono badania laboratoryjne rzeczywistych ustrojów antywibracyjnych na stanowisku badawczym, przy wykorzystaniu opracowanej metodyki badań. Podczas badań wyznaczano parametry charakteryzujące właściwości użytkowe wykonanych ustrojów antywibracyjnych 3D:

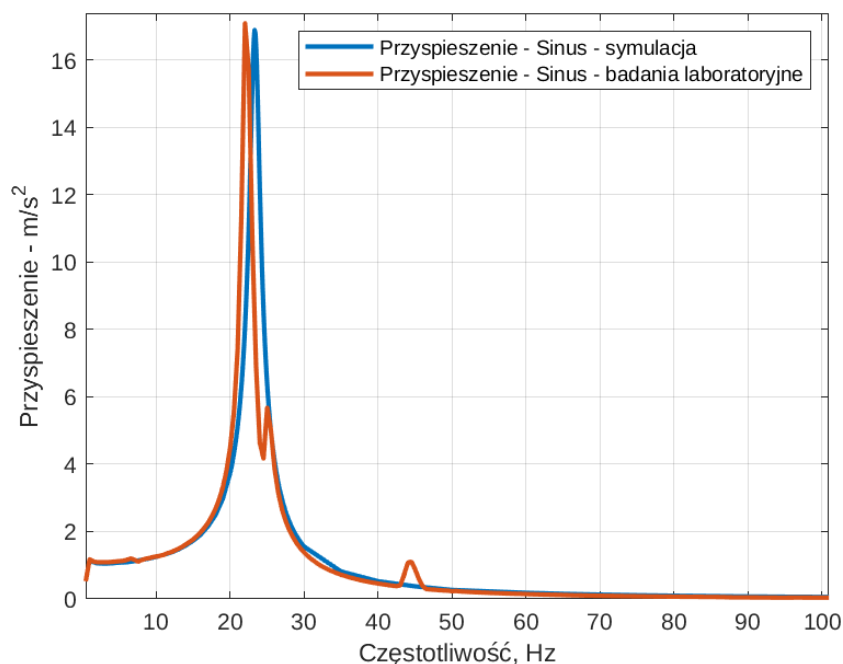
- nośność jednostkową N , Pa,
- częstotliwość rezonansową dla obciążonego ustroju antywibracyjnego f_r , Hz,
- zakres częstotliwości skutecznej redukcji drgań, Hz.

Wyniki badań laboratoryjnych wykorzystano także do weryfikacji opracowanych modeli symulacyjnych oraz porównania z uzyskanymi wynikami badań symulacyjnych. Na podstawie przeprowadzonej analizy stwierdzono dużą zgodność otrzymanych wyników, np. różnice w wyznaczonych wartościach częstotliwości rezonansowych nie przekraczały 6%.

Uzyskane wyniki badań symulacyjnych oznaczają możliwość wykorzystania symulacji numerycznych do projektowania zmodyfikowanych wersji ustrojów antywibracyjnych w zależności od zakładanych warunków ich działania.

We współpracy z firmą ekspercką VIBA przeprowadzono rozpoznawcze badania drgań mechanicznych w warunkach rzeczywistych na wytypowanych trzech obiektach rzeczywistych zlokalizowanych w trzech różnych przedsiębiorstwach. Określono widma przyspieszeń drgań generowanych przez poszczególne obiekty oraz ich charakterystyki techniczne. Na podstawie przeprowadzonej analizy stwierdzono potencjalne możliwości zastosowania opracowanych ustrojów 3D do redukcji drgań wytwarza-

nych przez opisywane obiekty. Badania wstępne przeprowadzone na jednym z obiektów (pompie próżniowej) potwierdziły dobrą skuteczność w redukcji drgań zastosowanego układu zbudowanego z opracowanych ustrojów antywibracyjnych 3D.



Projekt I.PN.10. Porównanie częstotliwości rezonansowych przykładowego ustroju antywibracyjnego 3D uzyskanych w wyniku badań symulacyjnych i laboratoryjnych



Projekt I.PN.10. Ustrój antywibracyjny 3D zastosowany do redukcji drgań pompy próżniowej

W wyniku realizacji projektu w 2024 r. wykonano badania przenoszenia drgań przez wybrane ustroje antywibracyjne 3D. W ramach przystosowywania ustrojów antywibracyjnych 3D do zadanych warunków wibroakustycznych, przeprowadzono badania symulacyjne i laboratoryjne wybranych ustrojów antywibracyjnych 3D. Przeprowadzono także badania rozpoznawcze na 3 rzeczywistych obiektach pod kątem możliwości zastosowania opracowanych ustrojów. Wyniki badań upowszechniono w 1 artykule naukowym złożonym do redakcji czasopisma oraz na 1 konferencji.

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Materiał informacyjny dotyczący stosowania i doboru ustrojów 3D do redukcji drgań mechanicznych (2025-1)	-
Metody doboru i sposobu zastosowania ustrojów antywibracyjnych 3D do redukcji drgań na stanowiskach pracy (2023-1)	-
Materiał szkoleniowy z zakresu stosowania i doboru ustrojów 3D do redukcji drgań mechanicznych (2025-1)	-
Artykuły naukowe (złożone w redakcji czasopisma) (2024-1, 2025-1) - Art. złożony w redakcji: Alikowski A., Kowalski P., <i>Determination of the resonant frequency of the anti-vibration metamaterial under sinusoidal and noise signal excitation - analysis of experimental and numerical results</i> , 2024, Journal of Vibration Engineering & Technologies, RSID: rs-6031118	1
Wystąpienia na konferencjach naukowych (w postaci ustnej lub plakatowej) (2024-1, 2025-1) - Referat Determination of the resonant frequency 2024 	1

Projekt I.PN.11: Indywidualizacja procesu projektowania zaawansowanych środków ochrony indywidualnej – nowej generacji zestawu przeciwuderzeniowego oraz elementów umundurowania oddziałów Policji działających w obszarach o wysokim stopniu zagrożenia zdrowia i życia

Okres realizacji:	1.01.2023–31.12.2025
Etap 1.:	Walidacja założeń projektowych przy wsparciu analizy ryzyka dla nowej generacji zestawu przeciwuderzeniowego (p/u) oraz elementów umundurowania oddziałów policji
Okres realizacji:	1.01.2023– 30.04.2024
Etap 2.:	Opracowanie rozwiązań modelowych elementów zestawu przeciwuderzeniowego i umundurowania funkcjonariuszy policji
Okres realizacji:	1.01.2024–30.04.2025
Kierownik projektu:	dr hab. inż. Marzena Fejdyś, prof. Instytutu – Instytut Technologii Bezpieczeństwa „MORATEX”

Celem realizacji projektu jest zwiększenie bezpieczeństwa oraz komfortu użytkowania wyrobów ochronnych oraz elementów umundurowania funkcjonariuszy oddziałów prewencji Policji poprzez zastosowanie modułowego procesu projektowania, biorąc pod uwagę aspekty identyfikacji i zarządzania ryzykiem związanym z prowadzonymi działaniami operacyjnymi, kryteriów doboru materiałów oraz indywidualizowanego projektowania konstrukcyjnego, pod kątem podziału zadań w oddziałach prewencji.

W ramach kontynuacji 1. etapu projektu:

- opracowano typoszeregi rozwiązań modeli laboratoryjnych celem weryfikacji ostatecznej konstrukcji projektowanych wyrobów;
- zaprojektowano i uzyskano innowacyjne rozwiązanie w zakresie kształtu, konstrukcji i stosowanych układów materiałowych dla laboratoryjnego modelu nowej generacji zestawu przeciwuderzeniowego i elementów umundurowania;
- przygotowano bazę surowcową spośród najnowszych rozwiązań materiałowych;
- opracowano parametry otrzymywania i łączenia poszczególnych materiałów;
- dokonano oceny skuteczności ochronnej wytypowanych materiałów.

Celem 2. etapu projektu były prace w zakresie opracowania:

1. Modelu elementów zestawu przeciwuderzeniowego (model nr 1).
 - a) Opracowano modelowe projekty ochraniacza przedramienia w postaci projektu graficznego, cyfrowego i fizycznego uwzględniając aspekty związane z bezpieczeństwem, funkcjonalnością, komfortem użytkowania oraz kompatybilnością z innymi elementami wyposażenia funkcjonariusza.
 - b) Dokonano weryfikacji zaprojektowanych modeli ochraniaczy przedramienia na podstawie Programów Badań zdefiniowanych w 1. etapie. Proces weryfikacji obejmował ocenę właściwości fizykochemicznych i użytkowych poszczególnych komponentów ochraniacza przedramienia (wnętrza ochraniacza, powłoki zewnętrznej, materiałów dodatkowych), co pozwoliło na weryfikację parametryczną i walidację nowego asortymentu materiałów oraz optymalizację poziomów ich parametrów.
 - c) Dokonano szczegółowej analizy rozmiarów ochraniaczy przedramienia, uwzględniając wymagania normy BS 7971-4. W wyniku prac zaprojektowano nową tabelę rozmiarów, zakładającą wprowadzenie 8-stopniowej skali rozmiarowej zamiast dotychczas stosowanej 4-stopniowej, co pozwoli na lepsze dopasowanie ochraniaczy do różnorodnych sylwetek funkcjonariuszy.
 - d) Opracowano ostateczną konstrukcję części twardej modelu ochraniacza przedramienia zgodną z wymaganiami normy BS 7971-4. Kształt i materiały użyte do produkcji zostały zoptymalizowane pod kątem ochrony przed uderzeniami, ergonomii oraz trwałości.
 - e) Opracowano ostateczną konstrukcję części miękkiej ochraniacza oraz szablony dotyczące części miękkiej ochraniacza przedramienia w szczególności w odniesieniu do układu pianek oraz materiałów zasadniczych, tak by zachować optymalną ergonomię użytkowania.
 - f) Opracowano technologię wykonania elementów konfekcjonowanych części miękkiej ochraniacza, tj. metodę konfekcjonowania układów piankowych i tkanin zasadniczych, zdefiniowano procesy szycia, łączenia i laminowania materiałów.
2. Modeli koszulki taktycznej i body taktycznego (modele nr 2 i 3).
 - a) Zweryfikowano właściwości fizyko-mechaniczne materiałów przeznaczonych na koszulkę taktyczną i body pod kątem kluczowych parametrów.
 - b) Opracowano konstrukcję podstawową i szablony przeznaczone dla koszulki taktycznej oraz body taktycznego, uwzględniając optymalizację pod kątem funkcjonalności i komfortu użytkowania.
 - c) Opracowano technologię wykonania elementów konfekcjonowanych koszulki taktycznej i body taktycznego.
 - d) Opracowano ostateczne modele koszulki taktycznej oraz body taktycznego, uwzględniając aspekty związane z bezpieczeństwem, funkcjonalnością, komfortem użytkowania oraz kompatybilnością z innymi elementami wyposażenia.

Wyniki badań upowszechniono podczas 1 międzynarodowej konferencji naukowej.

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Procedura walidacji w warunkach rzeczywistych z uwzględnieniem indywidualnych ról/zadań pełnionych przez funkcjonariuszy (2025-1)	-
Procedura indywidualizacji elementów umundurowania z uwzględnieniem ról/zadań przypisanych poszczególnym funkcjonariuszom (2024-1)	-
Procedura indywidualizacji zestawu p/u umundurowania z uwzględnieniem ról/zadań przypisanych poszczególnym funkcjonariuszom (2025-1)	-
Prototyp zestawu przeciwuderzeniowego oraz elementów umundurowania (2025-1)	-
Modele laboratoryjne nowej generacji zestawu przeciwuderzeniowego oraz elementów umundurowania (2024 - min. 3)	3
Dokumentacja techniczno-technologiczna) dla laboratoryjnego modelu nowej generacji zestawu przeciwuderzeniowego i elementów umundurowania (2024-2)	-

Zgłoszenie do ochrony prawnej opracowanych zaawansowanych środków ochrony indywidualnej (2025-2)	-
Wytyczne określające zagrożenia i ograniczenia związane z czynnościami służbowymi, w tym określenie oczekiwań, kryteriów akceptacji oraz specjalnych wymagań użytkowników zestawów przeciwuderzeniowych nowej generacji i elementów umundurowania funkcjonariuszy Policji (w formie drukowanej) (2023-1)	1
Dokumentacja wymogów funkcjonalnych i technicznych elementów zestawu przeciwuderzeniowego i elementów umundurowania (w formie drukowanej) (2023-1): 1/0	1
Specyfikacje techniczne zaawansowanych środków ochrony indywidualnej (2025-2): 0/0	-
Dokumentacje techniczne zaawansowanych środków ochrony indywidualnej (2025-2): 0/0	-
Artykuły naukowe (złożone w redakcji czasopisma) (2024-1, 2025-1): 0/0	-
Wystąpienia na konferencjach naukowych (w postaci ustnej lub plakatowej) (2024-1, 2025-1) – „Modelling and simulations of anti-impact kit forearm protectors in terms of shape optimization and protection effectiveness”, <i>International Conference on Smart Textiles and Emerging Technologies (STET)</i> , Nowa Zelandia, 5-6.12.2024 r.	1
Materiał informacyjny do zamieszczenia w serwisie internetowym CIOPIB/ITB „Moratex” lub w mediach społecznościowych (2025-1): 0/0 – http://moratex.eu/projekty/projekt-pt-indywidualizacja-procesu-projektowania-zaawansowanych-srodkow-ochrony-indywidualnej-nowej-generacji-zestawu-przeciwuderzeniowego-oraz-elementow-umundurowania-oddzialow-policji-dzialaj/	1

Projekt I.PN.12: Elektrostatyczne tarcze – nowoczesne sposoby ochrony przed czynnikami infekcyjnymi

Okres realizacji: 1.01.2023–31.12.2025

Etap 2.: Opracowanie prototypu urządzenia emitującego strumień jonów chroniącego drogi oddechowe człowieka przez napływem drobnoustrojów do strefy oddechowej. Przygotowanie zgłoszenia patentowego opracowanego rozwiązania

Okres realizacji: 1.01.2024–31.12.2024

Kierownik projektu: prof. dr hab. n. med. Rafał L. Górny – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Zagrożeń Chemicznych, Pyłowych i Biologicznych

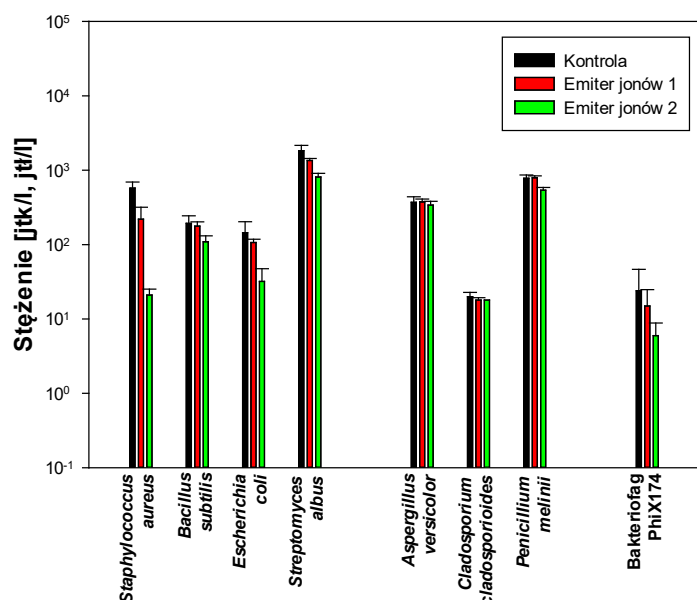
Celem realizacji projektu jest zbadanie przeżywalności drobnoustrojów (bakterii, wirusa i grzybów) obciążonych różną liczbą ładunków elementarnych (w zakresie 0–±10 000 V) w powietrzu i na powierzchniach materiałów syntetycznych i sztucznych w warunkach niskiej (tj. poniżej 30%) i wysokiej (tj. powyżej 60%) wilgotności środowiska oraz w temperaturach pokojowej (~24°C) i o podwyższonej wartości (~40°C) i na tej podstawie opracowanie urządzenia emitującego strumień jonów chroniącego drogi oddechowe człowieka przez napływem drobnoustrojów do strefy oddechowej oraz nowego materiału antystatycznego do produkcji ochron układu oddechowego oraz wyposażenia materiałowego i odzieży medycznej, kosmetycznej, laboratoryjnej i specjalnej chroniącego przed nadmierną depozycją drobnoustrojów.

W ramach realizacji 2. etapu projektu stworzono dwa rozwiązania techniczne przenośnych urządzeń emitujących strumień jonów. Każde z zaproponowanych rozwiązań technicznych jest rozwiązaniem zminiaturyzowanym, plasującym się w kategorii urządzeń tzw. „wearable”. Ich głównym zadaniem jest oczyszczanie powietrza w strefie oddechowej z wydajnością nie przekraczającą jednego człowieka. W obu wersjach emiterów, ich rozwiązania techniczne składają się z trzech zasadniczych modułów opartych o układy scalone, tj. modułu zasilania, modułu oczyszczania powietrza i modułu sygnalizacji. Moduł zasilania odpowiada za: zapewnienie zasilania o odpowiednich parametrach dla wszystkich modułów wewnętrznych urządzenia, kontrolę ładowania wewnętrznego akumulatora oraz zarządzanie zasilaniem dla poszczególnych układów (w tym ich usypianie i wybudzanie). Moduł oczyszczania jest oparty na filtrach wykorzystujących jonizację powietrza oraz mikro-pompach pracujących w technologii piezoelektrycznej. Moduł sygnalizacji odpowiada za prezentację aktualnego stanu pracy urządzenia z wykorzystaniem diod LED. W opracowanych rozwiązaniach zastosowano miniaturowy jonizator powietrza, którego wydajność sterowana jest poprzez układ kontrolera pracy, z wykorzystaniem modulacji szerokości impulsu. Oba opracowane rozwiązania emiterów jonów poddano w warunkach laboratoryjnych testom mierząc stężenia drobnoustrojów (bakterii – *Streptomyces albus*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* i *Bacillus subtilis*; wirusa: bakteriofag X174; grzybów – *Cladosporium cladosporioides*, *Aspergillus versicolor* i *Penicillium melinii*) penetrujących maskę medyczną umieszczoną na manekinie głowy ludzkiej bez zastosowania prototypów emiterów i z ich zastosowaniem, walidując tym samym wypracowane rozwiązania techniczne urządzeń. Badania stężenia drobnoustrojów wykazały, że spośród dwóch testowanych rozwiązań technicznych emiterów ładunków, emiter jonów 2 był istotnie statystycznie skuteczniejszy w ograniczaniu penetracji drobnoustrojów przez maskę medyczną niż emiter jonów 1 (test t: $p < 0,05$). W przypadku obu emiterów występowały różnice w ograniczaniu penetracji bakterii, grzybów i wirusa. O ile w przypadku emitera jonów 1 nie były one istotne statystycznie, to w przypadku emitera jonów 2 jego praca znacząco bardziej ograniczała penetrację przez maskę medyczną testowanych bakterii i wirusa (spadek stężenia drobnoustrojów o 43–96%) niż badanych grzybów (spadek stężenia drobnoustrojów o 8–31%) (testy Scheffego: bakterie vs. grzyby i wirus vs. grzyby – w obu przypadkach $p < 0,05$). Oba emitery najwyższą skuteczność swego działania wykazywały w ograniczaniu penetracji bakterii i wirusa, w przypadku emitera jonów 1 w odniesieniu do ziarniaka *S. aureus* oraz bakteriofaga PhiX174, a w przypadku emitera jonów 2 dodatkowo w stosunku do pałeczki *E. coli*.

W wyniku realizacji projektu w 2024 r.:

- zbudowano prototypy emiterów ładunków elementarnych;
- poddano je testom w warunkach laboratoryjnych, określając stężenia ww. drobnoustrojów penetrujących maskę medyczną (skuteczność filtracji) bez i z zastosowaniem prototypów emiterów ładunków elementarnych umieszczonych w strefie oddechowej człowieka, do której napływały generowane w postaci bioaerozolu cząstki bakterii, wirusa i grzybów, walidując w ten sposób wypracowane rozwiązania;
- opracowano dokumentacje techniczne modeli przenośnych urządzeń chroniących strumieniem jonów drogi oddechowe człowieka przed napływem drobnoustrojów do strefy oddechowej;
- opracowano zgłoszenie patentowe emitera ładunków elementarnych pod nazwą „Przenośny zminiaturyzowany emiter jonów”. Opracowany prototyp funkcjonalny urządzenia może skutecznie wesprzeć działanie ochron dróg oddechowych (takich jak np. maski medyczne) przez eliminację ze strefy oddechowej człowieka biologicznie aktywnych cząstek drobnoustrojów;

Wyniki badań upowszechniono w postaci 1 ustnego wystąpienia na międzynarodowej konferencji naukowej (26th International Conference Materials, Methods & Technologies, Burgas, Bułgaria), a także opracowując 1 materiał informacyjny.



Obniżenie stężenia drobnoustrojów [%]

Emiter jonów 1	62	0	26	26	0	5	0	38
Emiter jonów 2	96	43	78	56	8	10	31	75

Projekt I.PN.12. Stężenie drobnoustrojów penetrujących maskę medyczną bez emiterów jonów umieszczonych w strefie oddechowej i z takimi emiterami

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Dokumentacja techniczna modelu przenośnego urządzenia (w postaci wisiora) chroniącego strumieniem jonów drogi oddechowe człowieka przez napływem drobnoustrojów do strefy oddechowej (2024-1)	1
Dokumentacja techniczna nowego materiału antystatycznego do produkcji odzieży roboczej ograniczający depozycję drobnoustrojów na jego powierzchni (2025-1)	-
Prototyp funkcjonalny przenośnego urządzenia chroniącego strumieniem jonów drogi oddechowe człowieka przed napływem drobnoustrojów do strefy oddechowej (2024-1)	1
Prototyp funkcjonalny nowego materiału antystatycznego do produkcji odzieży roboczej ograniczający depozycję drobnoustrojów na jego powierzchni (2025-1)	-
Artykuł naukowy (złożony w redakcji czasopisma) (2025-1)	-
Materiał informacyjny dotyczący wpływu emisji cząstek drobnoustrojów obdarzonych ładunkiem elektrycznym na ich przeżywalność w powietrzu i adhezję do materiałów wykorzystywanych w produkcji ochron układu oddechowego oraz wyposażenia materiałowego i odzieży medycznej, kosmetycznej, laboratoryjnej i specjalnej (2024-1) – Materiał informacyjny dotyczący wpływu emisji cząstek drobnoustrojów obdarzonych ładunkiem elektrycznym 2024 PDF	1
Wystąpienie na konferencji naukowej (w postaci ustnej) (2024-1) – Referat Survivability of microorganisms on synthetic and semi-synthetic textile materials 2024 PDF	1

Projekt I.PN.13: Metody badania i kryteria oceny urządzeń wykorzystywanych do dezynfekcji promieniowaniem UVC w środowisku pracy i nieprzemysłowym środowisku wewnątrz pod względem bezpieczeństwa ich stosowania i skuteczności inaktywacji drobnoustrojów

Okres realizacji: 1.01.2023–31.12.2025

Etap 1.: Opracowanie metody badania i kryteriów oceny skuteczności inaktywacji drobnoustrojów (bakterie, wirusy, grzyby) zdeponowanych na powierzchniach (metal, szkło, plastik) o różnych fakturach przez urządzenia do dezynfekcji promieniowaniem UVC

Okres realizacji: 1.01.2023–31.03.2024

Etap 2.: Opracowanie metody badania i kryteriów oceny skuteczności inaktywacji drobnoustrojów zawieszonych w powietrzu (aerozoli bakteryjnych, wirusowych i grzybowych) przez urządzenia do dezynfekcji promieniowaniem UVC wraz z określeniem zasad bezpieczeństwa pracy i obsługi tych urządzeń w przypadku pojawienia się człowieka w przestrzeni ich pracy

Okres realizacji: 1.01.2024–30.04.2025

Kierownik projektu: prof. dr hab. n. med. Rafał L. Górny – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Zagrożeń Chemicznych, Pyłowych i Biologicznych

Celem realizacji projektu jest opracowanie metod badania i kryteriów oceny urządzeń wykorzystywanych do dezynfekcji promieniowaniem UV-C w środowisku pracy i nieprzemysłowym środowisku wewnątrz pod względem bezpieczeństwa ich stosowania i skuteczności inaktywacji drobnoustrojów.

W ramach kontynuacji 1. etapu projektu sfinalizowano opracowanie metody badania i kryteriów oceny skuteczności inaktywacji drobnoustrojów (bakterie, wirusy, grzyby) zdeponowanych na powierzchniach (metal, plastik, szkło) o różnych fakturach przez urządzenia do dezynfekcji promieniowaniem UV-C. Do badań inaktywacji promieniowaniem UV-C wybrane zostały drobnoustroje reprezentujące trzy grupy mikroorganizmów, tj. spośród bakterii szczepy wzorcowe: *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 260; spośród wirusów szczep wzorcowy bakteriofaga PhiX174 ATCC 13706-B1; spośród grzybów pleśń *Aspergillus versicolor* ATCC 9577. Testom inaktywacji poddawane były wodne zawiesiny wyżej wymienionych drobnoustrojów nałożone na trzy rodzaje powierzchni wykonane z metalu, plastiku i szkła, każda z nich o gładkiej i szorstkiej fakturze. Każda z zainokulowanych w ten sposób powierzchni była poddawana działaniu promieniowania UV-C emitowanego przez testowane urządzenia. Do badań wytypowano cztery urządzenia, w których źródłem promieniowania UV-C były rtęciowe niskoprężne promienniki świetłówkowe i dwa urządzenia w postaci płaskiej listwy i lampy w kształcie walca, w których źródłem promieniowania UV-C były diody LED. Zainokulowane próbki powierzchni poddane badaniu były umieszczane w trzech odległościach 0,5 m, 1 m i 1,5 m od źródła promieniowania UV-C, by zweryfikować skuteczność danego promiennika w inaktywacji drobnoustrojów w zależności odległości źródła promieniowania od skażonej powierzchni. Każde testowane urządzenie było na wstępie poddawane stosownej charakterystyce z wykorzystaniem spektrometrii z określeniem długości emitowanej fali z zakresu UV-C, rozkładu widmowego natężenia promieniowania, mocy i liczby zastosowanych źródeł UV-C oraz opisu geometrii i układu świetlno-optycznego. Ponieważ promienniki oprócz bójczego promieniowania UV-C, emitują też promieniowanie o krótszej długości fali, które tworzy z tlenu zawartego w powietrzu ozon (podwyższone stężenie ozonu w powietrzu może prowadzić do reakcji zapalnych oczu czy chorób dróg oddechowych, w tym nasilenia objawów astmy oraz chorób układu krążenia), kontrola jego stężenia za pomocą detektora jedno-gazowego w czasie naświetlania próbki była immanentną częścią badania

promienników UV-C. Po naświetleniu, drobnoustroje były mywane z badanych powierzchni z wykorzystaniem wytrząsarki, a otrzymane w ten sposób zawiesiny były opracowywane mikrobiologicznie poprzez posiew redukcyjny na odpowiednie dla danego drobnoustroju podłoża mikrobiologiczne i określana była liczbowo ich przeżywalność pod wpływem działania promieniowania UV-C, a na tej podstawie wyznaczana skuteczność inaktywacji. Wszystkie eksperymenty prowadzone były w warunkach komory laminarnej zapewniającej bezpieczeństwo biologiczne na poziomie 2 (BSL-2).

Wyniki badań wykazały, że oba testowane rodzaje promienników UV-C były skuteczne w inaktywowaniu drobnoustrojów, choć wydajność tego procesu określona przeżywalnością drobnoustrojów w przypadku urządzeń, w których źródłem promieniowania UV-C były diody LED była wyższa od tych, w których emitery promieniowania UV-C były rtęciowe promienniki świetłówkowe. Skuteczność inaktywacji drobnoustrojów mierzona procentem ich przeżywalności po ekspozycji na promieniowanie UV-C zależy przede wszystkim od odległości badanej próbki od promiennika UV-C – inaktywacja była największa w odległości 0,5 m, a najmniejsza w odległości 1,5 m (a przez to od wielkości skutecznej aktywnie dawki działającej na zdeponowane na danej powierzchni drobnoustroje – średnie wartości ekspozycji – dla promienników świetłówkowych wynosiły dla odległości 0,5 m, 1 m i 1,5 m odpowiednio 762 J/m², 218 J/m² i 118 J/m²; – dla diod LED odpowiednio 823 J/m², 269 J/m² i 125 J/m²), w mniejszym stopniu od rodzaju materiału, z którego wykonana jest dana powierzchnia czy jej faktury i jest zmienna w zależności od rodzaju badanego drobnoustroju ekspozowanego na działanie promieniowania UV-C. W przypadku badanych mikroorganizmów największą przeżywalność po naświetlaniu promieniami UV-C charakteryzowały się zazwyczaj powierzchnie szklane i plastikowe. Obserwację tę należy uwzględnić we wszystkich środowiskach, w których rodzaj materiału (z którego wykonane są elementy wyposażenia technicznego i mogą podlegać zarówno niekontrolowanym, jak i/lub celowym zanieczyszczeniom wymuszonym określonymi czynnościami) ma znaczenie dla utrzymania właściwego poziomu higieny oraz uniknięcia niepożądanego i niekontrolowanego rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń mikrobiologicznych.

Kontrola stężenia ozonu prowadzona w sposób ciągły w czasie eksperymentów inaktywacji drobnoustrojów z wykorzystaniem promienników świetłówkowych i diod LED nie wykazała obecności tego gazu w badanym powietrzu (stężenia poniżej granicy oznaczalności, tj. 0,01 ppm – 0,02 mg/m³).

Kontynuacja 1. etapu projektu pozwoliła też na opublikowanie w czasopiśmie „Annals of Agricultural and Environmental Medicine” (2024, 31, 287-293) artykułu naukowego pt. „Effectiveness of UV-C radiation in inactivation of microorganisms on materials with different surface structures” (doi.org/10.26444/aaem/189695).

W ramach realizacji 2. etapu projektu opracowano metodę pomiaru stopnia inaktywacji drobnoustrojów zawieszonych w powietrzu promiennikami UV-C. Na potrzeby metody stworzono stanowisko z wykorzystaniem opatentowanego przez CIOP-PIB zestawu do skojarzonego badania właściwości aerozoli włóknistych i biologicznych (Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej, patent nr 235437), którego główną częścią jest komora aerosolizacyjna umożliwiająca m.in. różne sposoby generacji bioaerozoli za pomocą HEPA-filtrowanego powietrza. Testom inaktywacji poddawane były drobnoustroje (spośród bakterii szczepy wzorcowe: *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 260; spośród wirusów szczep wzorcowy bakteriofaga PhiX174 ATCC 13706-B1; spośród grzybów pleśń *Aspergillus versicolor* ATCC 9577) generowane do powietrza za pomocą nebulizatora Collisona w postaci monobioaerozoli z wodnych zawiesin. Po homogenizacji wygenerowanego bioaerozolu w komorze aerosolizacyjnej następowało jego 20-minutowe naświetlenie promiennikiem UV-C (świetłówkowym bądź LED), a następnie pobranie próbki za pomocą pobornika guzikowego z filtrem poliwęglanowym (o średnicy porów 1,2 µm przy prędkości przepływu strugi 5 l/min) przez 5 minut w trzech wariantach (tj. po umieszczeniu źródła promieniowania UV-C w trzech odległościach 0,5 m, 1 m i 1,5 m od źródła generowanego bioaerozolu). Tak pobrane próbki były opracowywane laboratoryjnie i analizowane ilościowo dla stwierdzenia liczby żywych drobnoustrojów.

Celem 2. etapu projektu było pokazanie, że dawki promieniowania UV-C wytwarzane przez oba testowane promienniki, tj. rtęciowy promiennik świetłówkowy (LPML) i modułowy promiennik diodowy LED, wykazywały skuteczność w inaktywacji wszystkich badanych drobnoustrojów zawieszonych

w powietrzu w postaci bioaerozolu. W odniesieniu do wszystkich testowanych mikroorganizmów, najwyższą skuteczność inaktywacyjną obu testowanych promienników obserwowano w odległości 0,5 m od źródła generowanego bioaerozolu, tj. dla najwyższych dawek promieniowania UV-C, czyli 762 J/m² w przypadku LPML i 823 J/m² dla diod LED. W odniesieniu do poszczególnych testowanych drobnoustrojów naświetlenie badanych próbek pokazało, że:

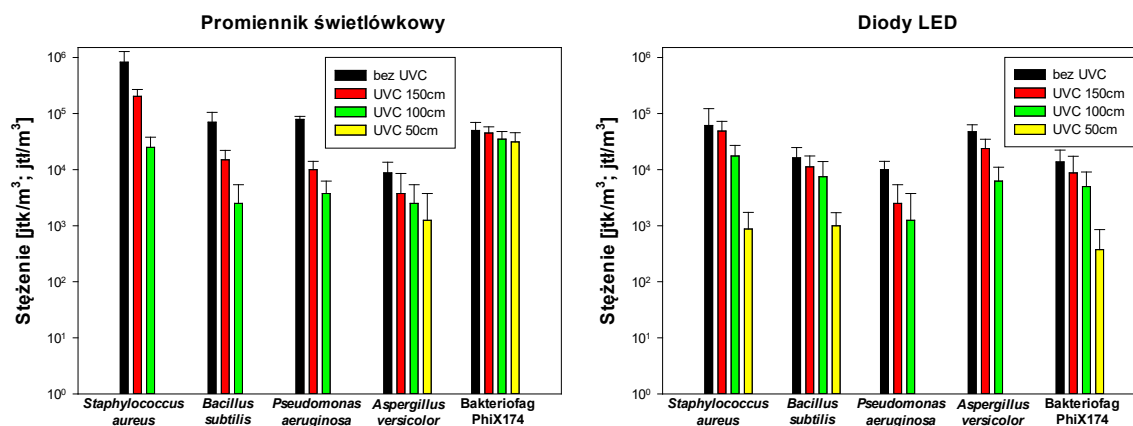
- a) Zastosowana najwyższa dawka promieniowania UV-C emitowana przez LPML powodowała całkowitą (100%) redukcję liczby ziarniaków *S. aureus* zawieszonych w powietrzu, a w przypadku promiennika z diodami LED, znacząco (średnio o 98,6%) obniżała liczbę tych bakterii;
- b) W przypadku bioaerozolu laseczek *B. subtilis*, jego ekspozycja na największą dawkę promieniowania UV-C emitowaną przez LPML powodowała całkowitą likwidację żywych drobnoustrojów w powietrzu, a w przypadku najwyższej dawki promieniowania emitowanego przez diody LED zmniejszała tę liczbę o 94%;
- c) Podobny 100-procentowy poziom redukcji liczby pałeczek *P. aeruginosa* miał miejsce w sytuacji, w której bioaerozol tej bakterii był poddawany ekspozycji na najwyższe dawki promieniowania UV-C emitowane zarówno przez LPML, jak i diody LED;
- d) Zmniejszoną przeżywalność pod wpływem dawek promieniowania UV-C emitowanego przez LPML i diody LED obserwowano również w przypadku konidiów grzyba *A. versicolor*. W przypadku ekspozycji aerozolu *A. versicolor*, najwyższa dawka promieniowania UV-C emitowana przez LPML inaktywowała 98,6% konidiów tego grzyba zawieszonych w powietrzu, a najwyższa dawka promieniowania UV-C emitowana przez diody LED likwidowała całkowicie (100%) skażenie powietrza tego rodzaju bezpłciowymi zarodnikami;
- e) W przypadku bioaerozolu bakteriofaga PhiX174, naświetlenie cząstek tego wirusa zawieszonych w powietrzu najwyższymi dawkami promieniowania UV-C emitowanymi zarówno przez LPML, jak i diody LED powodowało spadek ich liczebności odpowiednio o 33,3% i 60%.

W ramach realizacji 2. etapu projektu opracowano również metodę oceny rozwiązań technicznych urządzeń zapewniających ograniczenie emisji promieniowania UV-C wraz z określeniem zasad bezpieczeństwa pracy i obsługi tych urządzeń w przypadku pojawienia się człowieka w przestrzeni ich oddziaływania. Omówiono tu rodzaje lamp sterylizujących promieniowaniem UV-C, rodzaje zabezpieczeń tychże lamp przy obecności człowieka w przestrzeni ich pracy lub po jego przypadkowym wtargnięciu w strefę bezpośredniego działania promieni UV-C obejmujące zabezpieczenia przestrzenne i czasowe, czujniki ruchu czy zdalne załączanie/wyłączanie promienników. Opracowano też zasady bezpiecznego korzystania z dezynfekcji promieniowaniem UV-C.

Na bazie wyników uzyskanych w czasie realizacji niniejszego projektu przygotowano również i przedstawiono podczas 26th International Conference Materials, Methods & Technologies, która odbyła się w dniach 15–18.08.2024r. w Burgas w Bułgarii, wystąpienie plakatowe pt. „Influence of LED and mercury UVC disinfection devices on inactivation of microorganisms deposited on metal, glass, and plastic surfaces with subsequent assessment of their photoreactivity”.

W wyniku realizacji projektu w 2024 r. powstała metoda pomiaru stopnia inaktywacji promieniowaniem UV-C mikroorganizmów zawieszonych w powietrzu, określono zasady bezpieczeństwa pracy i obsługi urządzeń do dezynfekcji promieniowaniem UV-C w przypadku pojawienia się człowieka w przestrzeni ich pracy. Wyniki badań upowszechniono w 2 artykułach naukowych i na 1 konferencji międzynarodowej.

Ze względu na wydłużenie czasu realizacji 2. etapu projektu wypracowanie procedury oceny urządzeń do dezynfekcji UV-C do wprowadzenia do oferty CIOP-PIB nastąpi do dnia 30.04.2025 r.



Projekt I.PN.13. Przeżywalność drobnoustrojów zawieszonych w powietrzu bez i pod wpływem promieniowania UV-C emitowanego przez rtęciowy promiennik świetłówkowy oraz modułowy promiennik LED umieszczone w odległościach 0,5 m, 1 m i 1,5 m od źródła emisji bioaerozolu, dla których wartości ekspozycji wynoszą odpowiednio 762 J/m², 218 J/m² i 118 J/m² oraz 823 J/m², 269 J/m² i 125 J/m²

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Metoda pomiaru stopnia inaktywacji promieniowaniem UVC mikroorganizmów na różnych powierzchniach (2023-1)	-
Metoda pomiaru stopnia inaktywacji promieniowaniem UVC mikroorganizmów zawieszonych w powietrzu (2024-1) – Metoda pomiaru stopnia inaktywacji promieniowaniem UV-C mikroorganizmów zawieszonych w powietrzu 2024 PDF	1
Metoda badania i oceny skuteczności inaktywacji drobnoustrojów przez urządzenia do dezynfekcji UVC (2025-1)	-
Lista kontrolna dla badanych urządzeń do dezynfekcji UVC w zakresie spełnienia podstawowych zasad bezpiecznej ich obsługi (2025-1)	-
Wytyczne bezpiecznego stosowania promienników UVC dla producentów i użytkowników urządzeń do dezynfekcji (2025-1)	-
Procedura oceny urządzeń do dezynfekcji UVC do wprowadzenia do oferty Instytutu (2024-1)	-
Metoda pomiaru dawki promieniowania UVC emitowanej przez urządzenia do dezynfekcji UVC w trakcie ich pracy (2023-1)	-
Aplikacja webowa pozwalająca na obliczenie efektywnej dawki promieniowania UVC i czasu naświetlania zapewniających skuteczną inaktywację drobnoustrojów (2025-1)	-
Baza danych zawierającej urządzenia do dezynfekcji UVC przebadane w ramach niniejszego projektu (2025-1)	-
Artykuły naukowe (złożone w redakcji czasopisma) (2023-1, 2024-1) – https://www.aem.pl/pdf-189695-112139	1
Artykuł popularnonaukowy (złożony w redakcji czasopisma) (2025-1)	-
Wystąpienia na konferencjach naukowych (w postaci ustnej lub plakatowej) (2024-1, 2025-2) – Poster Influence of LED and mercury UV-C disinfection devices on inactivation of microorganisms 2024 PDF	1

Projekt I.PN.14: Metody badań *in vitro* i kryteria oceny wybranych chemicznych środków do dezynfekcji stosowanych w miejscach pracy pod względem bezpieczeństwa ich stosowania

Okres realizacji: 1.01.2023–31.12.2025

Etap 2.: Ocena cytotoksycznego działania wybranych konwencjonalnych i nanostrukturalnych substancji chemicznych stosowanych w środkach dezynfekcyjnych na fibroblastach pochodzących ze skóry ludzkiej. Ocena występowania interakcji toksykodynamicznych w zakresie działania cytotoksycznego na komórki układu oddechowego zachodzących w dwuskładnikowych mieszaninach konwencjonalnych składników środków dezynfekcyjnych

Okres realizacji: 1.01.2024–31.12.2024

Kierownik projektu: dr Katarzyna Miranowicz-Dzierżawska – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Zagrożeń Chemicznych, Pyłowych i Biologicznych

Celem realizacji projektu jest dostarczenie naukowo udokumentowanych danych do poprawy bezpieczeństwa podczas dezynfekcji przy użyciu chemicznych środków dezynfekcyjnych stosowanych w miejscach pracy, z których w czasie epidemii korzysta również całe społeczeństwo.

Celem 2. etapu było zbadanie siły działania cytotoksycznego wybranych konwencjonalnych i nanostrukturalnych substancji chemicznych stosowanych w środkach dezynfekcyjnych na fibroblastach pochodzących ze skóry ludzkiej oraz stwierdzenie, czy w dwuskładnikowych mieszaninach konwencjonalnych składników środków dezynfekcyjnych występują interakcje toksykodynamiczne w zakresie działania cytotoksycznego na komórki układu oddechowego człowieka.

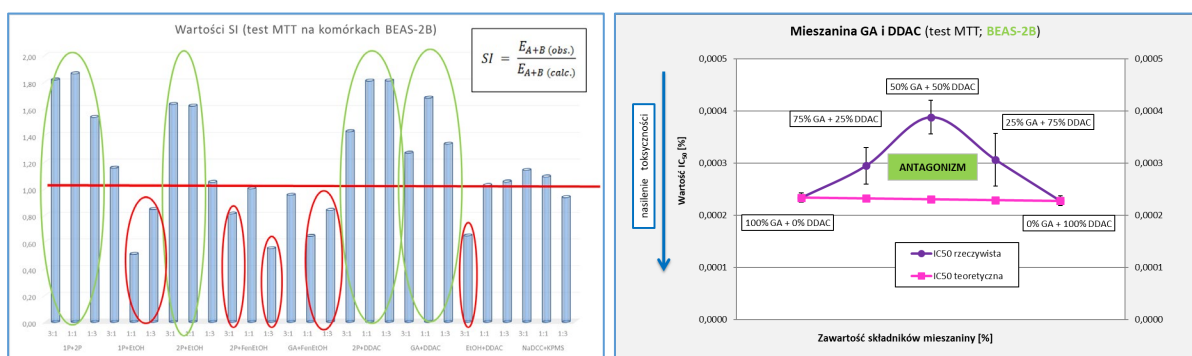
W ramach realizacji 2. etapu projektu zbadano cytotoksyczność konwencjonalnych i nanostrukturalnych komponentów środków dezynfekujących i antyseptyków: nanocząstek srebra o wielkości <10 nm (AgNPs < 10) i <40 nm (AgNPs < 40), nanocząstek miedzi o wielkości <100 nm (CuNPs), nanocząstek tlenku miedzi o wielkości <50 nm (CuONPs), alkoholu etylowego (EtOH), chlorku didecyldimetyloamonium (DDAC), oraz komercyjnie dostępnych preparatów (mieszanin) do dezynfekcji: zawierających etanol (MAF, Desderman pure (DES-P) i Desderman care (DES-C)), a także wodę elektrolizowaną zawierającą kwas podchlorawy (Mybiove PRO (HOCl/H₂O)). Badania przeprowadzono na prawidłowych komórkach nieśmiertelnej linii fibroblastów ludzkiej skóry (NHDF).

Do oceny toksycznego działania badanych związków/mieszanin *in vitro* zastosowano test redukcji bromku 3-(4,5-dimetylotiazolo-2-ylo)-2,5-difenylotetrazolu w mitochondriach, który określa aktywność metaboliczną komórek (test MTT) oraz test pochłaniania czerwieni obojętnej oceniający integralność błon komórkowych (test NRU). Jako miarę cytotoksyczności przyjęto wartość IC₅₀ (stężenie substancji, które powoduje śmierć 50% komórek w hodowli).

Przeprowadzono też ocenę aktywności metabolicznej komórek nieśmiertelnej linii BEAS-2B wyizolowanej ze zdrowych ludzkich oskrzeli, po narażeniu na dwuskładnikowe mieszaniny substancji chemicznych, które są powszechnie stosowane jako substancje czynne konwencjonalnych środków dezynfekujących: alkoholu propylowego (1P) i alkoholu izopropylowego (2P); alkoholu propylowego (1P) i alkoholu etylowego (EtOH); alkoholu izopropylowego (2P) i alkoholu etylowego (EtOH); alkoholu izopropylowego (2P) i fenoksyetanolu (FenEtOH); aldehydu glutarowego (GA) i fenoksyetanolu (FenEtOH); alkoholu izopropylowego (2P) i chlorku didecyldimetyloamonium (DDAC); aldehydu glutarowego (GA) i chlorku didecyldimetyloamonium (DDAC); alkoholu etylowego (EtOH) i chlorku didecyldimetyloamonium (DDAC) oraz diizocyjanuranu sodu (NaDCC) i peroksymonosoiarczanu potasu (KPMS). Oceniano działanie łączne mieszanin składników w dawkach równotoksycznych (1:1) oraz róż-

notoksycznych (3:1 i 1:3). Dla badanych mieszanin obliczono wartości indeksu synergii, wykonano analizę izobolograficzną oraz określono kierunek zmian i rodzaj interakcji zaobserwowanych w przypadku działania łącznego.

W wyniku realizacji projektu w 2024 r. w badaniach na fibroblastach skóry (NHDF) uzyskano naukowo udokumentowane dane, które wskazują że oceniane konwencjonalne i nanostrukturalne substancje stosowane w środkach dezynfekujących powodowały zahamowanie żywotności komórek w pełnym zakresie stosowanych stężeń. We wszystkich przypadkach możliwe było wyznaczenie wartości IC_{50} . Analiza działania cytotoksycznego badanych substancji i mieszanin na komórki NHDF na podstawie wartości IC_{50} wykazała, że w większości przypadków działały one silniej na integralność błon komórkowych ocenianą testem NRU niż na aktywność metaboliczną komórek ocenianą testem MTT. Różnice te były widoczne po narażeniu komórek na wszystkie substancje/mieszanki zawierające alkohol etylowy, ale też po narażeniu komórek na DDAC i nanocząstki miedzi. Nanocząstki srebra wykazywały podobny skutek toksyczny, w zakresie niskich stężeń, niezależnie od wielkości cząstek i stosownego testu. Najślabiej cytotoksycznie działały nanocząstki tlenku miedzi, wielokrotnie słabiej niż nanocząstki miedzi (metal). Najbardziej toksyczny dla komórek okazał się chlorek didecyldimetyloamonium (DDAC). Etanol i komercyjnie dostępne mieszaniny zawierające etanol wykazały silne działanie cytotoksyczne na komórki skóry (w stężeniach poniżej 10%), zależne prawdopodobnie od dodatkowych komponentów wchodzących w skład mieszanin. Woda elektrolizowana, w której substancją czynną jest kwas podchlorynowy, wykazała słabsze działanie cytotoksyczne (37%) w porównaniu z mieszaninami zawierającymi alkohole.



Projekt I.PN.14. Porównanie wartości indeksu synergii (SI) wyznaczonych na podstawie testu MTT dla komórek BEAS-2B narażanych na dwuskładnikowe mieszaniny badanych równotoksycznych (1:1) oraz różnotoksycznych (3:1 i 1:3) substancji chemicznych będących komponentami konwencjonalnych środków o działaniu dezynfekującym oraz graficzna interpretacja efektu łącznego działania aldehydu glutarowego (GA) i chlorku didecyldimetyloamonium (DDAC) ocenianego na podstawie testu MTT w porównaniu z wartościami teoretycznymi

Na podstawie wyników otrzymanych w badaniach na komórkach układu oddechowego człowieka uzyskano naukowo udokumentowane dane pozwalające na stwierdzenie, że najbardziej cytotoksyczna okazała się badana mieszanina GA+DDAC. Mieszanki NaDCC+KPMS oraz GA+FenEtOH również charakteryzowały się silnym działaniem toksycznym na badane komórki, natomiast najmniej toksyczna okazała się mieszanina 2P+EtOH. Wśród badanych mieszanin tylko w przypadku jednej: mieszaniny NaDCC+KPMS, nie stwierdzono występowania interakcji w zakresie wpływu na aktywność metaboliczną komórek pomiędzy jej składnikami przy żadnej z badanych proporcji składników. Na podstawie porównania wartości indeksów synergii (SI) otrzymanych w odniesieniu do badanych mieszanin stwierdzono występowanie interakcji toksykodynamicznych w przypadku wszystkich pozostałych mieszanin, chociaż kierunek interakcji był różny w zależności od składników danej mieszaniny. W wyniku analizy izobolograficznej interakcje toksykodynamiczne w zakresie aktywności metabolicznej badanych komórek pod postacią wyraźnego działania antagonistycznego składników stwierdzono w badaniach dwuskładnikowych mieszanin 1P+ 2P; 2P+DDAC; GA+DDAC oraz 2P+EtOH. W przypadku trzech pierwszych

mieszanin antagonizm działania zaobserwowano przy narażeniu komórek na mieszaniny we wszystkich badanych proporcjach składników (3:1; 1:1 i 1:3). Synergizm działania cytotoksycznego w zakresie ich wpływu na aktywność metaboliczną komórek BEAS-2B stwierdzono przy narażeniu komórek na mieszaniny GA+FenEtOH, EtOH+DDAC oraz 2P+FenEtOH, chociaż zjawisko to nie było notowane dla wszystkich badanych proporcji składników i występowało w różnym nasileniu.

Wyniki badań upowszechniono w 2 artykułach złożonych do redakcji czasopism oraz 4 wystąpieniach konferencyjnych w formie plakatowej.

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Kryteria do oceny bezpieczeństwa stosowania środków dezynfekujących na skórę w zakresie oceny ich działania cytotoksycznego i wpływu na procesy regeneracji skóry (2025-1)	-
Zalecenia profilaktyczno-edukacyjne informujące o prawidłowych sposobach dezynfekcji dłoni, środkach dezynfekujących oraz o możliwych skutkach ubocznych związanych z ich stosowaniem wydane drukiem (2025-1)	-
Ulotka informacyjna na temat działania łącznego składników środków dezynfekcyjnych wydana drukiem (złożona w Dziale Wydawnictw CIOP-PIB) (2025-1)	-
Materiał informacyjny na temat działania łącznego składników środków dezynfekcyjnych (przekazany do Działu Informatyki CIOP-PIB) (2025-1)	-
Procedura badań przesiewowych wpływu składników środków dezynfekujących na proces regeneracji skóry na podstawie testu zarastania rasy (2025-1)	-
Artykuły naukowe (złożone w redakcji czasopisma) (2023-2; 2024-2; 2025-2) - Art. złożony w redakcji: <i>Miranowicz-Dzierżawska K., Zapór L., Skowroń J., Chojnacka-Puchta L., Sawicka D., Cytotoxicity of disinfectants active substances and comparison of a ready-to-use commercial available mixture for surface disinfection cytotoxicity and its two components on cells derived from the human respiratory system: An in vitro study, Toxicology, Manuscript ID: TOX-24-1665, N, 2024</i> - Art. złożony w redakcji: <i>Zapór L., Miranowicz-Dzierżawska K., „Zastosowanie nanomateriałów w środkach dezynfekcyjnych”, Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka, BP/2024/11/24; N; 2024</i>	2
Wystąpienia na konferencjach naukowych (w postaci ustnej lub plakatowej) (2024-2; 2025-2) Plakat Ocena cytotoksycznego działania nanocząstek srebra i miedzi na komórki skóry 2024 PDF Plakat Ocena działania cytotoksycznego substancji czynnych stosowanych w preparatach do dezynfekcji 2024 PDF Plakat Porównanie wpływu substancji wchodzących w skład preparatów do dezynfekcji 2024 PDF Plakat Porównanie wrażliwości komórek A549 i BEAS-2B 2024 PDF	4

Projekt I.PN.15: Mikroplastik i nanoplastik jako źródło zagrożenia w środowisku pracy. Badanie toksyczności in vitro wybranych związków z wykorzystaniem ludzkich modeli linii barierowych

Okres realizacji: 1.01.2023–31.12.2025

Etap 2.: Badanie proapoptycznego działania mikro- i nanoplastiku w oparciu o test aktywności kaspaz 3/7. Określenie zdolności do proliferacji oraz odpowiedzi zapalnej narażonych komórek

Okres realizacji: 1.01.2024–31.12.2024

Kierownik projektu: dr inż. Dorota Sawicka – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Zagrożeń Chemicznych, Pyłowych i Biologicznych

Celem realizacji projektu jest dostarczenie naukowo udokumentowanych danych dotyczących oddziaływania mikro- i nanoplastiku stosowanych w przemyśle tworzyw sztucznych na układ oddechowy i nerwowy człowieka w oparciu o analizy na poziomie komórkowym i molekularnym.

Celem 2. etapu projektu było określenie proapoptotyczne działania mikro- i nanoplastiku na podstawie testu aktywności kaspaz 3/7 w narażonych komórkach hCMEC/D3 oraz A549 wyznakowanych odpowiednim odczynnikiem. Zbadano również zdolność tych związków do hamowania proliferacji komórek. Oceniono odpowiedź zapalną w narażonych komórkach z wykorzystaniem takich markerów, jak np. IL6 czy IL1B za pomocą techniki Real-Time PCR.

Badania toksyczności prowadzono na ludzkich komórkach śródbłonna naczyń włosowatych ludzkiego mózgu (hCMEC/D3, CLU512, Cedarlane), reprezentujących jeden z modeli ludzkiej bariery krew-mózg (BBB) oraz na komórkach układu oddechowego (A549, CCL-185, ATCC). Komórki te poddawano narażeniu na nanopolistyren (nPS), mikropolistyren (mPS), nanopolietylen (nPE), mikropolietylen (mPE), nanopolipropylen (nPP), mikropolipropylen (mPP), nanopolichlorek winylu (nPVC) oraz mikropolichlorek winylu (mPVC) przez 24–72 h w zależności od techniki badawczej. Analizę zdolności komórek do proliferacji oraz ocenę aktywności kaspaz 3/7 po ekspozycji na ww. związki przeprowadzono za pomocą zautomatyzowanej mikroskopii fluorescencyjnej.

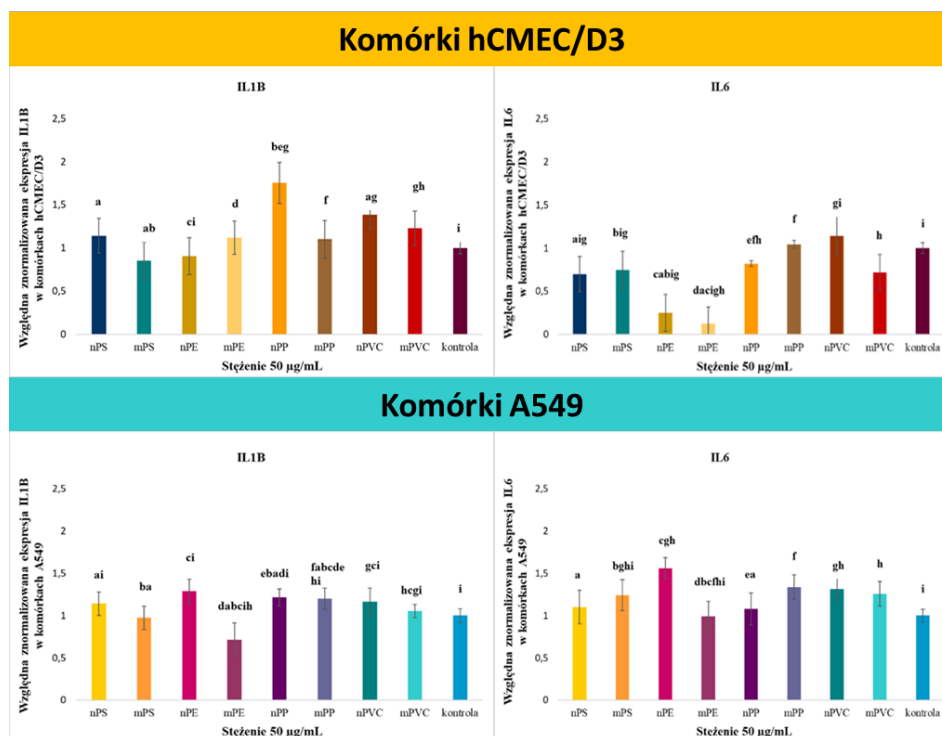
Nanoplastiki silniej hamują proliferację komórek hCMEC/D3 i A549 niż mikroplastiki, a ich toksyczność wzrasta wraz ze stężeniem, przy czym komórki hCMEC/D3 wykazują większą wrażliwość, szczególnie na nPS. Mikroplastiki, zwłaszcza mPP, mają mniejszy wpływ na proliferację komórek, co wskazuje na ich niższą toksyczność w porównaniu do nanoplastików.

Potencjał proapoptotyczny badanych związków zależał od ich rozmiaru, stężenia, czasu ekspozycji oraz typu linii komórkowej. Nanoplastiki wykazywały silniejsze działanie proapoptotyczne, szczególnie w wyższych stężeniach i przy dłuższej ekspozycji, a różnice w odpowiedzi apoptotycznej były bardziej wyraźne w komórkach hCMEC/D3 niż w A549. Dla komórek hCMEC/D3 największą aktywność kaspaz 3/7 zaobserwowano dla form nano i mikro PS i PE, a dla komórek A549 – dla form nano i mikro PS i PP.

Analiza względnej ekspresji cytokin IL1B i IL6 w komórkach eksponowanych na ww. związki przez 24 h wykazała, że ekspresja IL1B była wyższa w komórkach hCMEC/D3 w porównaniu do komórek A549, co sugeruje, że komórki bariery krew-mózg, zapewne reagują szybciej i intensywniej na działanie mikro- i nanoplastików, szczególnie nPP, nPVC oraz mPVC. Wynika to prawdopodobnie z faktu, że komórki hCMEC/D3 są bardziej podatne na wczesne reakcje zapalne. Związane jest to z potrzebą szybkiej neutralizacji zagrożeń, by chronić mózg przed uszkodzeniami. W porównaniu do komórek hCMEC/D3, ekspresja IL6 była wyraźnie wyższa w komórkach A549, szczególnie dla nPE i PVC (zarówno nano-, jak i mikroformy). Komórki płucne są bardziej wrażliwe na przewlekłe procesy zapalne, gdzie IL6 odgrywa kluczową rolę. IL6 jako marker późnych faz zapalenia może wskazywać na większą podatność komórek płucnych na długotrwałą odpowiedź zapalną. Skutkiem tego mogą być uszkodzenia tkanek i przedłużające się stany zapalne. Polichlorek winylu (nPVC i mPVC) wykazuje silne działanie prozapalne w obu liniach komórkowych – zarówno hCMEC/D3, jak i A549. Zaobserwowano, że dominującą cytokiną w komórkach hCMEC/D3 jest IL1B. Natomiast w komórkach A549 większą rolę odgrywa IL6, sugerując różnice w przebiegu zapalenia w zależności od rodzaju komórek.

Przeprowadzone badania pokazują, że toksyczność plastiku jest złożona i może przebiegać na różnych poziomach obejmując działanie cytotoksyczne, proapoptotyczne oraz indukcję reakcji zapalnych w komórkach. To podkreśla, że pełna ocena toksyczności plastiku wymaga zastosowania metod, które obejmują zarówno analizę procesów komórkowych, jak i zmian na poziomie molekularnym.

Wyniki badań upowszechniono składając do redakcji czasopisma 1 artykuł naukowy. Uzyskane wyniki zostały także zaprezentowane w formie plakatu na 1 konferencji. Dodatkowo opracowano 1 materiał informacyjny.



Projekt I.PN.15. Względne znormalizowane poziomy ekspresji dla IL1B oraz IL6 w komórkach hCMEC/D3 i komórkach A549 narażonych na działanie nPS, mPS, nPE, mPE, nPP, mPP, nPVC lub mPVC w stężeniu 50 µg/mL przez 24 h

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Materiał informacyjny dotyczący wpływu mikro- i nanoplastiku na komórki z układu oddechowego i bariery krew-mózg do udostępnienia w serwisie internetowym (przekazany do Działu Informatyki CIOP-PIB) (2025-1)	-
Materiał informacyjny dla przedstawicieli przedsiębiorstw odpowiedzialnych za BHP dotyczących oceny i ograniczania ryzyka zawodowego dla pracujących w narażeniu na mikro- i nanoplastiki (przekazana do Działu Informatyki CIOP-PIB) (2025-1)	-
Wystąpienia na konferencjach naukowych (w postaci ustnej lub plakatowej) (2024-1, 2025-1) – Plakat Cytotoksyczność mikropolietylenu w ludzkich komórkach śródbłonna mózgu 2024 PDF	1
Artykuły naukowe (złożone w redakcji czasopisma) (2023-1, 2024-1, 2025-1) – Art. złożony w redakcji: Sawicka D., Chojnacka-Puchta L., Zapór L., Miranowicz-Dzierżawska K., „Effects of exposure human cerebral endothelial cell line (hCMEC/D3) to polystyrene and polypropylene microplastics”, 2024, Toxicology in vitro, manuskrypt ID: TIV-D24-00645	1
Zalecenia do oceny i ograniczania ryzyka zawodowego dla pracodawców i pracowników odpowiedzialnych za BHP w przedsiębiorstwach (2025-1)	-
Ulotka informacyjna dla pracodawców i pracowników odpowiedzialnych za BHP w przedsiębiorstwach (200 egzemplarzy) (2025-1)	-
Seminarium weryfikujące opracowane produkty (ok. 20 osób) (2025-1)	-

Ponadplanowe wyniki etapu:

- Materiał informacyjny (1)
 - [Materiał informacyjny Mikroplastik w wodzie do spożycia 2024](#) [PDF](#)

Monitorowanie parametrów środowiska pracy z wykorzystaniem technologii Internetu Rzeczy i Sztucznej inteligencji

1. Cele

Projekty badawcze przedsięwzięcia II są skierowane na opracowanie innowacyjnych rozwiązań dotyczących bieżącego monitorowania warunków pracy, oceny zagrożeń i optymalizacji konfiguracji systemów oraz opracowania metod i narzędzi szkoleniowych z zastosowaniem nowych technologii, takich jak Internet Rzeczy, Sztuczna Inteligencja czy techniki rzeczywistości wirtualnej, których celem jest poprawa bezpieczeństwa i zdrowia w miejscu pracy. Prace badawcze realizowane w ramach tych projektów wspierają osiągnięcie celu szczegółowego 2 programu wieloletniego „Opracowanie systemów monitorujących warunki pracy, wykorzystujących sieci przemysłowego Internetu Rzeczy, techniki Rzeczywistości Wirtualnej i algorytmy Sztucznej Inteligencji, przeznaczonych do funkcjonowania w dynamicznie zmieniających się – ze względu na rozwój technologii cyfrowych Przemysłu 4.0 – środowiskach pracy, a także badanie zagrożeń związanych z nowymi formami pracy i im zapobieganie”.

Zakres tematyczny projektów zaplanowanych do realizacji obejmuje m. in.:

- badania skierowane na opracowanie innowacyjnych systemów nadzoru lub monitorowania warunków pracy;
- badania skierowane na opracowanie generycznego systemu procedur analitycznych i decyzyjnych, stanowiących uzupełnienie zastosowania metodyk niezawodnościowych w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy w ramach systemów krytycznych wraz z odpowiednimi metodami i technikami z zakresu sztucznej inteligencji;
- badania skierowane na opracowanie prototypu aplikacji do analizy zagrożeń i ryzyka związanego z eksploatacją maszyn i urządzeń w sektorze rolno-spożywczym;
- badania dotyczące zagrożeń elektromagnetycznych związanych z użytkowaniem urządzeń radiofalowej bezprzewodowej transmisji energii lub informacji i optymalizacji ich konfiguracji wpływającej na uwzględniającej bezpieczeństwo i higienę pracy podczas ich użytkowania przy zachowaniu ich zamierzonej funkcjonalności;
- badania skierowane na praktyczne zweryfikowanie możliwości wykorzystania innowacyjnych metod i algorytmów sztucznej inteligencji do wspomagania prowadzenia szkoleń realizowanych w rzeczywistości wirtualnej.

2. Stan osiągnięcia założonego harmonogramem celu

W ramach przedsięwzięcia II w 2024 r. zgodnie z umową zawartą z Narodowym Centrum Badań i Rozwoju realizowano 8 projektów. Realizacja trzech z nich przebiegała zgodnie z ustalonym harmonogramem. Terminy zakończenia drugich etapów czterech projektów (II.PN.03, II.PN.05, II.PN.06 oraz II.PN.08) zostały na wniosek Wykonawców przesunięte na 2025 r. W 2024 r. zakończono realizację pierwszych etapów czterech projektów (II.PN.03, II.PN.05, II.PN.06 oraz II.PN.07 [jednoetapowy projekt]) przesuniętych na wniosek Wykonawcy z 2023 roku. Uzyskane wyniki zakończonych w 2024 r. etapów projektów zostały pozytywnie ocenione przez recenzentów i przyjęte przez Komisję Oceny Prac Naukowych.

Najważniejsze uzyskane wyniki realizowanych badań to:

⇒ **W zakresie badań skierowanych na opracowanie innowacyjnych systemów nadzoru lub monitorowania warunków pracy:**

- opracowano (na podstawie założeń technicznych sformułowanych w ramach pierwszego etapu realizacji projektu) model systemu nadzoru nad bezpieczeństwem pracowników stosujących indywidualny sprzęt chroniący przed upadkiem z wysokości. Funkcjonalność systemu oparto na trzech niezależnych urządzeniach elektronicznych (modułach) wykorzystujących łączność bezprzewodową (tworzących unikatowy system Internetu Rzeczy). Każde z urządzeń realizuje inne zadania obejmujące m. in.: monitorowanie siły działającej w podzespole łącząco-amortyzującym, jej cyfrową analizę i identyfikację niebezpiecznych zjawisk związanych z użytkowaniem sprzętu ochronnego, oraz detekcję założenia szelek bezpieczeństwa przez pracownika. Modele urządzeń skonstruowano tak aby możliwe było przeprowadzenie szczegółowych badań laboratoryjnych. Przeprowadzone w warunkach obciążeń statycznych i dynamicznych modeli modułów badania wykazały wymaganą liniowość i dokładność toru pomiarowego siły działającej w podzespole łącząco-amortyzującym sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości oraz prawidłowość pomiaru wartości maksymalnych przebiegów impulsowych siły oraz ich wskazań przez panel sterująco-odczytowy. Wykazano również poprawność działania modułu odpowiedzialnego za detekcję zbliżenia do powierzchni ciała człowieka pasów szelek bezpieczeństwa. Przeprowadzone (zarówno na otwartej przestrzeni, jak i w budynkach) testy poprawności transmisji danych pozwoliły na określenie odległości między nadajnikiem a odbiornikiem, gwarantujących poprawne działanie całego systemu nadzoru (zgodne z założeniami funkcjonowania systemu poczynionymi w pierwszym etapie projektu). Ponadto zweryfikowano (rozszerzono i doprecyzowano) kryteria detekcji przez system nadzoru niebezpiecznych zjawisk (powstrzymywanie spadania, zawisnięcie w sprzęcie ochronnym oraz bezruch pracownika związany z utratą przytomności) związanych z użytkowaniem indywidualnego sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości. Przeprowadzone badania modeli modułów systemu nadzoru wykazały spełnienie głównych założeń funkcjonalnych i konstrukcyjnych oraz dostarczyły danych do modyfikacji i budowy prototypu urządzenia;
- opracowano (na podstawie założeń sformułowanych w ramach 1. etapu projektu) trzyczęściowy (monitorująca, komunikacyjna i wykonawcza) model systemu do monitorowania i przeciwdziałania obciążeniu cieplnemu. Część monitorującą stanowi komercyjny, mobilny miernik mikroklimatu (wskaźnik WBGT) umożliwiający monitorowanie obciążenia cieplnego na danym stanowisku pracy w czasie rzeczywistym. Część komunikacyjną stanowi bezprzewodowy moduł którego zadaniem jest cykliczny odczyt danych z części monitorującej i ich transmisja do sterowników układów chłodzących (części wykonawczej). Główną część systemu (wykonawczą) stanowi opracowany w ramach projektu układ chłodzący (7 modułów termoelektrycznych, czujnik temperatury mikroklimatu pododzieżowego, sterownik oraz źródła zasilania) zintegrowany z odzieżą o konstrukcji dopasowanej do wymagań wynikających z pracy w hucie szkła (odzież trudnopalna). Opracowany model systemu do monitorowania i przeciwdziałania obciążeniu cieplnemu umożliwia sterowanie układem chłodzącym zarówno w sposób ręczny jak i automatyczny. Funkcjonalność i poprawność działania opracowanego modelu systemu poddano badaniom (opracowana do tego celu metodyka badawcza) w komorze klimatycznej na manekinie termicznej oraz w symulowanych warunkach użytkowania z udziałem ochotników (ocena obiektywna i subiektywna). Badania wykazały, że system aktywuje chłodzenie stosownie do panujących warunków otoczenia, zgodnie z opracowanym algorytmem, a także umożliwia zmniejszenie średniej ważonej temperatury skóry o ok. 0,8°C, zaś lokalnej temperatury skóry, bezpośrednio pod modułem termoelektrycznym na plecach, maksymalnie o 3°C. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono konieczność modyfikacji konstrukcji odzieży tak, aby pas do regulacji obwodu nie powodował ucisku podczas wykonywanych czyn-

ności oraz modyfikacji konstrukcji modelu systemu w celu uzyskania możliwie największej intensywności chłodzenia przy jednoczesnym utrzymaniu właściwości trudnopalnych odzieży chłodzącej.

- przeprowadzono testy wybranych rozwiązań układowych pod kątem możliwości zastosowania ich w konstrukcji opracowywanego systemu monitoringu i zdalnej kontroli hałasu i drgań mechanicznych maszyn i urządzeń (mikrofony MEMS, układy ewaluacyjne do pomiaru drgań mechanicznych, platforma rozwojowa procesora nRF52840). Zrealizowano prace dotyczące opracowania pierwszej wersji modelu systemu, której głównymi elementami są indywidualne mierniki hałasu, urządzenia nasobne w formie zegarka, układy pomiarowe hałasu, układy pomiarowe drgań mechanicznych, beacony Bluetooth, układy wykonawcze oraz centrala systemu wraz z bazą danych. Wybrano komponenty elektroniczne mogące pełnić funkcję wymienionych elementów składowych systemu lub posłużyć do ich opracowania, zaprojektowano i wykonano elementy składowe systemu, opracowano oprogramowanie tych układów oraz dobrano rozwiązania informatyczne do realizacji bazy danych oraz centrali systemu. Modele indywidualnego miernika hałasu oraz układów pomiarowych hałasu i układów pomiarowych drgań mechanicznych będących najistotniejszymi elementami systemu oparto na platformie rozwojowej Arduino Nano ESP32. Wykonano obudowy tych układów w technologii druku 3D. Opracowano i przetestowano oprogramowanie indywidualnego miernika hałasu realizujące pomiar wielkości charakteryzujących hałas w środowisku pracy oraz transfer tych danych do urządzenia nasobnego użytkownika zgodnie z przyjętymi założeniami. Sprawdzono możliwości tworzenia lokalnego oraz zdalnego serwera bazodanowego. Utworzono podstawową strukturę bazy danych w standardzie SQL oraz przetestowano możliwość generowania, z wykorzystaniem języka PHP, dynamicznych stron, prezentujących informacje z bazy danych w formie tekstowej i graficznej;
- opracowano prototyp systemu do oceny miejsca przebywania pracowników w budynku wraz z pomiarami biometrycznymi. Wyróżniono trzy główne grupy urządzeń systemu: urządzenia osobiste – umożliwiające monitorowanie parametrów biometrycznych oraz ruchu pracownika, urządzenia odniesienia (beacony) – służące do lokalizacji pracownika oraz urządzenie nadrzędne – komputer PC z oprogramowaniem bazodanowym (aplikacją) gromadzącym i przetwarzającym dane z urządzeń osobistych. Na podstawie przeprowadzonych analiz rynku urządzeń elektronicznych jako urządzenie osobiste wybrano urządzenie *T-Watch* o wymaganych w projekcie funkcjonalnościach (pomiar pulsu, temperatury, przyspieszenia oraz łączność bezprzewodową, wykorzystywaną w procesie oceny położenia pracowników). Opracowano oprogramowanie zarówno urządzenia osobistego, jak i urządzenia nadrzędnego, umożliwiające stworzenie rozbudowanej, funkcjonalnej aplikacji do monitorowania stanu pracowników w obszarze zakładu pracy. Przeprowadzono (z wynikiem pozytywnym) testy laboratoryjne poszczególnych komponentów systemu, a także testy poligonowe prototypu zintegrowanego systemu na terenie jednego z obiektów EMAG. Opracowano dokumentację techniczną prototypu systemu, która może stanowić podstawę do dalszego wdrażania systemu do praktyki.

⇒ **W zakresie badań skierowanych na opracowanie generycznego systemu procedur analitycznych i decyzyjnych, stanowiących uzupełnienie zastosowania metodyk niezawodnościowych w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy w ramach systemów krytycznych wraz z odpowiednimi metodykami i technikami z zakresu sztucznej inteligencji:**

- opracowano stochastyczne modele bezpieczeństwa systemu technicznego promu morskiego i portowej bazy paliw (identyfikacja wskaźników bezpieczeństwa w odniesieniu do tych systemów i ich wyznaczanie na podstawie współczynników wpływu procesu eksploatacji na stan bezpieczeństwa systemu) oraz model laboratoryjnego środowiska symulującego generyczny proces produkcyjny z udziałem robotów i automatów przemysłowych oraz czujników rejestrujących zachowania tego procesu wskazujące na zagrożenie wypadkiem lub awarią (m.in.: opracowanie algorytmów uczenia maszynowego, bazujących na danych pochodzących z czujników,

realizujących identyfikację i predykcję zagrożeń bezpieczeństwa procesu, opracowanie oprogramowania symulatora czujników, skonfigurowanie platformy *ThingsBoard* do pobierania danych z symulatora czujników). Kontynuowano prace nad modelem sytuacyjnym upadków pracowników w wybranych sektorach przemysłowych – schemat algorytmu identyfikacji zdarzeń rejestrowanych przez czujniki on-body i stacjonarne urządzenia monitorujące. Zaimplementowano i zwalidowano (zgodnie z wymaganiami przyjętymi podczas realizacji pierwszego etapu projektu) graf wiedzy będący narzędziem pomocniczym do zapewnienia i poprawy bezpieczeństwa i higieny pracy. Kontynuowano również prace związane z opracowaniem algorytmów statystycznej analizy szeregów czasowych, służących do wykrywania anomalii w monitorowanym procesie przemysłowym, wskazujących na możliwość wystąpienia zagrożenia wypadkiem lub awarią (analizowane szeregi czasowe zawierają uporządkowane czasowo wskazania urządzeń monitorujących). Z ich wykorzystaniem opracowano i przetestowano (z wykorzystaniem danych symulowanych oraz na danych rzeczywistych) 4 programy komputerowe do prognozowania przyszłych wyników pomiarów monitorowanego procesu przemysłowego na podstawie analizy szeregu czasowego z wartościami już wykonanych pomiarów. Opracowano koncepcję uogólnionej sieci Bayesa służącej do ilościowej (probabilistycznej) oraz jakościowej analizy przyczynowo skutkowej niepożądanych incydentów (wypadków i awarii) występujących w procesie przemysłowym.

⇒ **W zakresie badań skierowanych na opracowanie prototypu aplikacji do analizy zagrożeń i ryzyka związanego z eksploatacją maszyn i urządzeń w sektorze rolno-spożywczym:**

- dokonano (kontynuowano) przeglądu dostępnych metod analizy zagrożeń i oceny ryzyka oraz dokonano wyboru metody *Risk Score* do dostosowania jej do prototypu aplikacji do analizy zagrożeń i oceny ryzyka związanego z eksploatacją maszyn i urządzeń rolniczych, ogrodniczych, leśnych, spożywczych i innych, w zakresie wymagań rozporządzenia maszynowego i dokumentów związanych. Przeprowadzono analizę rynku w celu rozpoznania zapotrzebowania na produkt (ankieta oraz rozmowy z klientami laboratorium). Określono wymagania i funkcjonalności prototypu aplikacji. Opracowano model TO BE procesu tworzenia dokumentacji, a także dokonano jego parametryzacji o parametry zebrane dla obecnie funkcjonującego procesu i funkcje docelowe aplikacji. Dokonano analizy (raport) porównawczej kluczowych wskaźników efektywności (KPI) modeli AS IS (opracowanego w pierwszym etapie realizacji projektu) oraz TO BE, takich jak: czas obsługi procesu, czas pracy w procesie, zaangażowanie zasobów osobowych. Z wykorzystaniem narzędzia *Webcon BPS* rozpoczęto prace deweloperskie w zakresie funkcji prototypu aplikacji związanej z analizą spełnienia wymagań zasadniczych przez produkt. W zaimplementowanym w prototypie aplikacji formularzu dotyczącym produktu wyróżniono sekcje: informacji o produkcie, opisu produktu, wyboru norm i wymagań dla produktu, określenia czynności wykonywanych na danym etapie życia produktu oraz oceny związanych z nim zagrożeń. W oparciu o te dane generowany będzie ustandaryzowany raport końcowy.

⇒ **W zakresie badań dotyczących zagrożeń elektromagnetycznych związanych z użytkowaniem urządzeń radiofalaowej bezprzewodowej transmisji energii lub informacji i optymalizacji ich konfiguracji wpływającej na uwzględniającej bezpieczeństwo i higienę pracy podczas ich użytkowania przy zachowaniu ich zamierzonej funkcjonalności:**

- przeprowadzono badania modelowe (symulacje numeryczne) dotyczące analizy wpływu struktury i złożoności modeli komputerowych urządzenia noszonego (ang. *wearable*), wyposażonego w moduł komunikacji bezprzewodowej pracujący w paśmie 2,45 GHz, na parametry funkcjonalne urządzenia (parametry pracy anteny, prąd wejściowy anteny, czas pracy baterii) i związane z nimi wartości współczynnika szybkości pochłaniania właściwego energii (SAR) w modelu użytkownika urządzenia. Do badań opracowano 15 scenariuszy narażenia oraz 13 scenariuszy dotyczących pracy urządzenia w wolnej przestrzeni obejmujących różną: złożoność

modelowanego urządzenia oraz konfigurację przestrzenną modelowanych elementów. Wykazano istotny statystycznie wpływ struktury i złożoności modeli komputerowych urządzenia nasobnego na parametry funkcjonalne modelowanego urządzenia (połowę krótszy czas pracy baterii urządzenia użytkowanego blisko ciała w porównaniu do urządzenia pracującego w wolnej przestrzeni, przy zachowaniu tej samej jakości połączenia bezprzewodowego) oraz poziom zagrożeń elektromagnetycznych (do trzy i pół-krotne różnice wartości 10g-SAR między badanymi scenariuszami narażenia). Wskazano również warunki użytkowania urządzenia w rzeczywistym środowisku pracy prowadzące do przekroczenia oddziaływania bezpośredniego pola elektromagnetycznego określonego w prawie pracy (GPOg-SAR_{gt}). Wykazano, że skorelowane parametry można zastąpić współczynnikami korekcyjnymi umożliwiającymi szybką, przybliżoną ocenę wartości danego parametru dla konkretnego scenariusza narażenia na podstawie wyników symulacji numerycznych dla kluczowych scenariuszy, ograniczając liczbę niezbędnych do przekrojowej analizy symulacji. Stwierdzono, że możliwa jest optymalizacja urządzenia nasobnego wyposażonego w moduł komunikacji bezprzewodowej (opracowanego z wykorzystaniem gotowych komponentów dostępnych na rynku) bez konieczności stosowania dodatkowych, projektowanych indywidualnie obwodów dopasowujących antenę lub struktur poprawiających wydajność urządzenia i zmniejszających SAR.

⇒ **W zakresie badań skierowanych na praktyczne zweryfikowanie możliwości wykorzystania innowacyjnych metod i algorytmów sztucznej inteligencji do wspomaganie prowadzenia szkoleń realizowanych w rzeczywistości wirtualnej:**

- przygotowano cztery środowiska wirtualne wraz z wstępną implementacją czterech scenariuszy szkoleniowych obejmujących pod scenariusze, np. w środowisku budowlanym są to wykopy, wznoszenie budynku i prace wykończeniowe w gotowym budynku. Zaimplementowane scenariusze szkoleniowe wzbogacono o dodatkowe elementy związane z występowaniem sytuacji niebezpiecznych oraz sposobami postępowania z nimi przez użytkownika w trakcie szkolenia. Opracowane modyfikacje w przebiegu symulacji szkoleniowej testowano na bieżąco, wprowadzając niezbędne zmiany w oprogramowaniu i w treści środowisk wirtualnych na podstawie wyników tych testów. Podjęto działania dotyczące optymalizacji treści środowisk wirtualnych w celu uzyskania jak największej liczby wyświetlanych klatek na sekundę (ang. *fps* – *frame per second*) przy jak największej wizualnej jakości wyświetlanych na ekranie obiektów 3D. Opracowano również interfejsy użytkownika (sposoby interakcji z środowiskiem wirtualnym) oraz rozpoczęto prace dotyczące budowy części mechatronicznej symulatora podnośnikowego wózka jezdniowego.

3. Relacja między osiągniętymi wynikami a celami w zakresie rozwoju społeczno-gospodarczego kraju oraz spełnienie wymagań dyrektyw Unii Europejskiej

Wyniki projektów realizowanych w przedsięwzięciu II wspierają realizację celów określonych przez Strategiczne Ramy UE w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy na lata 2021–2027 „Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia w zmieniającym się świecie pracy”, Europejski filar spraw socjalnych oraz w Sprawozdaniu na temat wpływu sztucznej inteligencji, Internetu Rzeczy i robotyki na bezpieczeństwo i odpowiedzialność. Wspomagają one również realizację celów określonych w dokumentach strategicznych krajowych, a przede wszystkim w: Strategii na Rzecz Odpowiedzialnego rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030), Strategii Rozwoju Kapitału Ludzkiego 2030 (aktualizacja z 2020), Krajowym

Planie Odbudowy i Zwiększenia Odporności, Krajowych Inteligentnych Specjalizacjach oraz Polityce Naukowej Państwa.

Uzyskane w ramach realizacji projektów wyniki oraz opracowane na ich podstawie produkty przyczynią się również do wspierania priorytetów zawartych w europejskich dokumentach PEROSH i Europejskiej Agencji Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy, a także realizacji wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy dostosowanych do postanowień dyrektyw Unii Europejskiej m.in.: 89/391/EWG, 2000/54/WE, 2000/78/WE, 2002/44/WE, 2003/10/WE, 2006/42/WE, 2009/104/WE, 2010/31/UE, 2013/35/UE, 2014/53/UE, 2017/164/UE, 2019/130/UE, oraz Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady 2016/425.

Projekt II.PN.01: Elektroniczny system nadzoru nad bezpieczeństwem pracowników stosujących indywidualny sprzęt chroniący przed upadkiem z wysokości

Okres realizacji: 1.01.2023–31.12.2025

Etap 2.: Wykonanie i przeprowadzenie badań modelu elektronicznego systemu nadzoru nad bezpieczeństwem pracowników stosujących indywidualny sprzęt chroniący przed upadkiem z wysokości

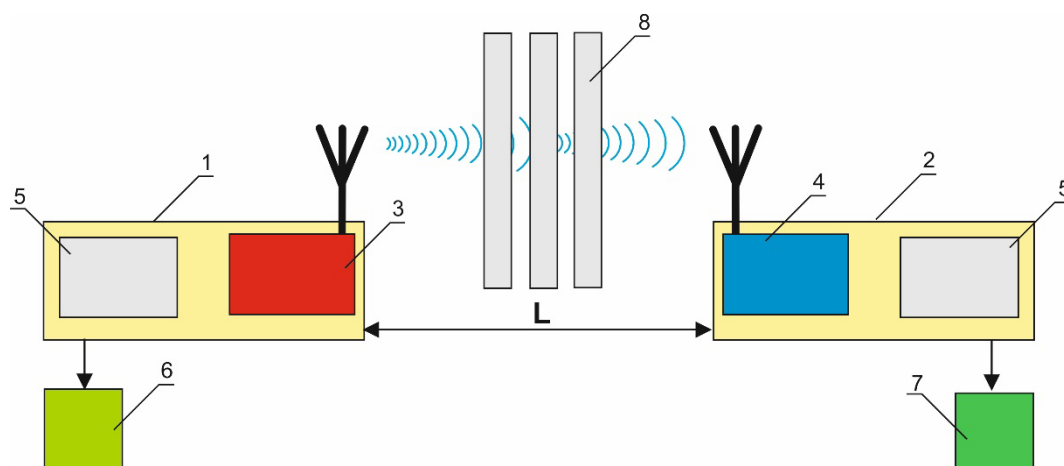
Okres realizacji: 1.01.2024– 31.12.2024

Kierownik projektu: dr hab. inż. Krzysztof Baszczyński – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Ochron Osobistych

Celem realizacji projektu jest poprawa bezpieczeństwa ludzi pracujących na wysokości, którzy użytkują indywidualny sprzęt ochronny, osiągnięta dzięki opracowaniu elektronicznego systemu nadzoru nad bezpieczeństwem pracowników. Działanie systemu nadzoru opiera się na monitorowaniu niebezpiecznych zjawisk i zachowania pracowników na stanowiskach usytuowanych na wysokości ponad poziomem otoczenia. Monitorowanie dotyczy między innymi: wyposażenia pracownika w sprzęt ochronny, prawidłowego użytkowania sprzętu, detekcji powstrzymania spadania, niebezpiecznego zachowania pracownika, utraty przytomności i bezruchu, wejścia w niebezpieczną strefę.

Celem 2. etapu projektu było przeprowadzenie prac w kierunku skonstruowania modelu elektronicznego systemu nadzoru pracowników stosujących indywidualny sprzęt chroniący przed upadkiem z wysokości. Głównym celem podjętych działań było zbudowanie takiego modelu systemu, który pozwala na sprawdzenie realizowalności technicznej poczynionych w pierwszym etapie projektu założeń. W związku z tym zbudowano trzy niezależne urządzenia elektroniczne odpowiadające funkcjonalnie: modułowi X i Z elektronicznego systemu nadzoru, których głównym zadaniem jest pomiar przebiegu siły działającej w podzespole łącząco-amortyzującym sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości, jego przetwarzanie na postać cyfrową, analiza mająca za zadanie identyfikację niebezpiecznych zjawisk związanych z użytkowaniem sprzętu ochronnego oraz wizualizacja; modułowi Y, którego głównym zadaniem jest detekcja założenia przez pracownika szelek bezpieczeństwa; modułom X, Y, Z w zakresie łączności bezprzewodowej umożliwiającej przekazywanie danych w systemie. Modele modułów systemu zbudowano w oparciu o dokumentację techniczną przygotowaną na podstawie założeń sformułowanych w poprzednim etapie projektu. Skonstruowane modele – urządzenia elektroniczne miały postać pozwalającą na przeprowadzenie badań laboratoryjnych. Badania prowadzono w laboratorium Zakładu Ochron Osobistych CIOP-PIB. Badania w warunkach obciążeń statycznych i dynamicznych modelu modułu X i Z wykazały wymaganą liniowość i dokładność toru pomiarowego siły działającej w podzespole łącząco-amortyzującym sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości. Pokazały również prawidłowość pomiaru wartości maksymalnych przebiegów impulsowych siły oraz ich wskazywania przez panel sterująco-odczytowy modułu Z. Model modułu Y poddano badaniom w zakresie

prawidłowości detekcji zbliżenia do powierzchni ciała człowieka pasów szelek bezpieczeństwa. Uzyskane wyniki wykazały poprawność działania modułu, czyli sygnalizację jego zbliżenia na odległość około 1 cm do ramienia człowieka okrytego taśmą włókienniczą stosowaną do produkcji szelek bezpieczeństwa. Modele modułów X, Y, Z poddano badaniom w zakresie poprawności transmisji danych. Na potrzeby badań układ nadawczy wyposażono w enkoder, a odbiorczy w serwomechanizm. Badanie polegało na zadawaniu odpowiedniej nastawy enkodera i obserwacji zachowania serwomechanizmu, na podstawie czego wnioskowano o poprawności transmisji danych. Badania prowadzono zarówno na otwartej przestrzeni jak i w budynkach, gdzie sygnał z nadajnika przechodził przez ściany i stropy. W efekcie uzyskano odległości między nadajnikiem a odbiornikiem, które gwarantują poprawność działania całego systemu nadzoru. Odległości te były zgodne z założeniami funkcjonowania systemu poczynionymi w 1. etapie projektu.



Projekt II.PN.01. Schemat badania układu transmisji danych w modułach X, Y i Z elektronicznego systemu nadzoru. Oznaczenia: 1 – moduł Y, 2 – moduł Z, 3 – nadajnik, 4 – odbiornik, 5 – zasilacz, 6 – enkoder, 7 – serwomechanizm, 8 – przeszkody w postaci ścian nośnych i stropów budynku

W warunkach laboratoryjnych przeprowadzono również badania weryfikujące kryteria detekcji przez system nadzoru niebezpiecznych zjawisk związanych z użytkowaniem indywidualnego sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości. Dotyczyło to takich zjawisk jak: powstrzymywanie spadania, zawieszenie w sprzęcie ochronnym oraz bezruch pracownika związany z utratą przytomności. W efekcie przeprowadzonych badań rozszerzono i uściślono kryteria opracowane w 1. etapie. Przeprowadzone badania modeli modułów systemu nadzoru wykazały spełnienie głównych założeń funkcjonalnych i konstrukcyjnych oraz dostarczyły danych do modyfikacji i budowy prototypu urządzenia.

Wyniki badań upowszechniono w 1 artykule popularnonaukowym oraz podczas 3 wystąpień na konferencjach/seminariach. Opracowano także 1 materiał informacyjny dotyczący podstawowych zasad doboru i konstrukcji sprzętu, zamieszczony w serwisie internetowym CIOP-PIB.

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Dokumentacja techniczna elektronicznego systemu nadzoru (2024-1)	1
Prototyp elektronicznego systemu nadzoru (2025-1)	-
Zgłoszenie wzoru użytkowego na elektroniczny system nadzoru (2025-1)	-
Materiał informacyjny, dotyczący bezpiecznego stosowania indywidualnego sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości, przeznaczony do udostępnienia w serwisie internetowym CIOP-PIB lub przez media społecznościowe (przekazanie do Działu Informatyki) (2024-1)	1

– https://m.ciop.pl/CIOPPortalWAR/file/99512/dobor_sprzetu_chroniacego_przed_upadkiem_K-Baszczynski.pdf	
Artykuł naukowy (złożony w redakcji czasopisma) (2025-1)	-
Artykuł popularnonaukowy (treść złożona w redakcji czasopisma) (2024-1) – https://m.ciop.pl/CIOPPortalWAR/file/99557/2024121304134&BP_12_2024_Elektroniczne_systemy_nadzoru_bhp_w_pracach_na_wysokosci.pdf	1

Ponadplanowe wyniki etapu:

- Wystąpienia konferencyjne/seminaryjne (3)
 - [Referat Elektroniczne systemy nadzoru BHP zwiększające bezpieczeństwo na stanowiskach pracy 2024](#) PDF
 - [Referat Identyfikacja niebezpiecznych zjawisk towarzyszących stosowaniu indywidualnego sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości 2024](#) PDF
 - [Referat Nowoczesne rozwiązania techniczne w ochronie przed upadkiem z wysokości 2024](#) PDF

Projekt II.PN.02: Monitorowanie i przeciwdziałanie obciążeniu cieplnemu osób wykonujących pracę w warunkach zagrożenia mikroklimatem gorącym

Okres realizacji: 1.01.2023–31.12.2025

Etap 2.: Opracowanie systemu do monitorowania i przeciwdziałania obciążeniu cieplnemu i jego badania w warunkach laboratoryjnych symulujących rzeczywiste użytkowanie

Okres realizacji: 1.01.2024–31.12.2024

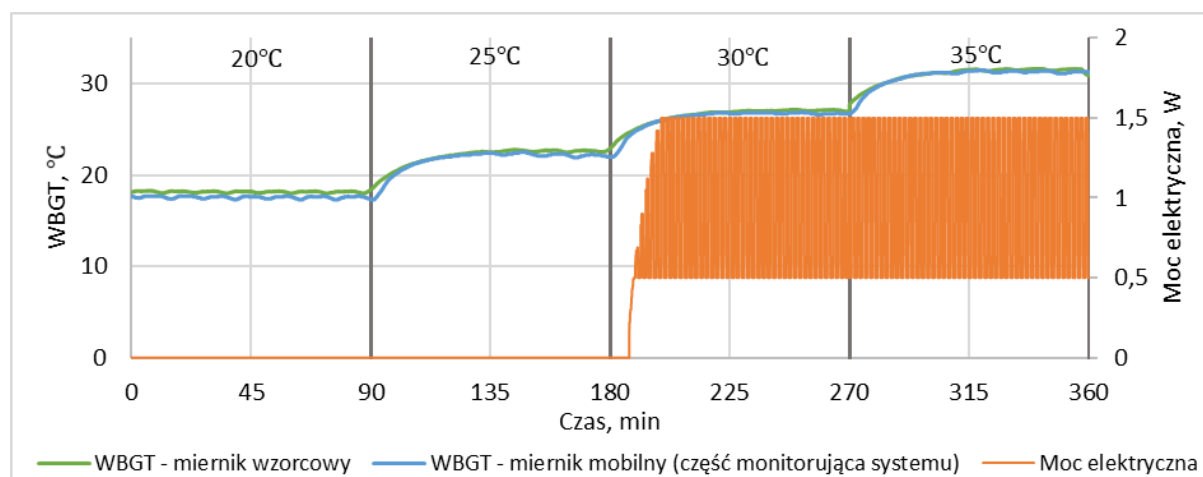
Kierownik projektu: dr inż. Anna Dąbrowska, mgr inż. Monika Kobus – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Środków Ochrony Indywidualnej

Celem realizacji projektu jest ograniczenie obciążenia cieplnego osób wykonujących pracę w warunkach zagrożenia mikroklimatem gorącym poprzez opracowanie systemu, umożliwiającego monitorowanie obciążenia cieplnego pracowników w czasie rzeczywistym i aktywnemu przeciwdziałaniu mu dzięki zastosowaniu odpowiednio zaprojektowanej do warunków pracy odzieży chłodzącej. Natomiast celem drugiego etapu realizacji projektu było opracowanie modelu systemu do monitorowania i przeciwdziałania obciążeniu cieplnemu oraz jego badania w warunkach laboratoryjnych symulujących rzeczywiste użytkowanie.

Celem 2. etapu projektu było opracowanie modelu systemu do monitorowania i przeciwdziałania obciążeniu cieplnemu na podstawie założeń sformułowanych w ramach I etapu projektu. Opracowany model systemu składa się z trzech części: monitorującej, komunikacyjnej i wykonawczej. Część monitorującą stanowi komercyjnie dostępny mobilny miernik mikroklimatu umożliwiający monitorowanie obciążenia cieplnego na danym stanowisku pracy w czasie rzeczywistym za pomocą wskaźnika WBGT. Na część komunikacyjną składa się opracowany specjalnie do budowy modelu systemu moduł komunikacyjny, który cyklicznie odczytuje dane z przenośnego miernika mikroklimatu i przesyła je do sterowników układów chłodzących (części wykonawczej). Część wykonawczą systemu stanowi opracowany w ramach projektu układ chłodzący zintegrowany z odzieżą o konstrukcji dopasowanej do wymagań wynikających z pracy w hucie szkła. Układ chłodzący zbudowany został z 7 modułów termoelektrycznych, czujnika temperatury mikroklimatu pododzieżowego, sterownika oraz źródła zasilania. Moduły termoelektryczne zintegrowano z odzieżą w sposób zapewniający trudnopalność odzieży.

Opracowany model systemu do monitorowania i przeciwdziałania obciążeniu cieplnemu umożliwia sterowanie mocą zasilania modułów na dwa sposoby: ręczny oraz automatyczny na podstawie zbieranych wartości temperatur z czujnika mikroklimatu pododzieżowego oraz wskaźnika WBGT z miernika mikroklimatu. Opracowany model systemu został poddany badaniom laboratoryjnym zgodnie ze specjalnie opracowaną do tego celu metodyką badawczą. Metodyka ta została ukierunkowana na ocenę funkcjonalności i poprawności działania modelu systemu, która obejmowała badania w komorze klimatycznej na manekinie termicznej oraz badania w symulowanych warunkach użytkowania z udziałem ochotników. Badania z wykorzystaniem manekina termicznego przeprowadzono w zmiennych warunkach otoczenia, tj. w temperaturze otoczenia od 20°C do 35°C, oraz w stałych warunkach w temperaturze otoczenia 30°C. Badania umożliwiły sprawdzenie poprawności aktywacji układu chłodzącego zintegrowanego z odzieżą przez model systemu oraz ocenę intensywności chłodzenia zapewnianego przez opracowaną odzież chłodzącą. Badania wykazały, że system aktywuje chłodzenie stosownie do panujących warunków otoczenia, zgodnie z opracowanym algorytmem. Włączenie chłodzenia nastąpiło w przedziale temperatury otoczenia 27–30°C, kiedy wartość wskaźnika WBGT przekroczyła 24°C. Odzież chłodząca zapewnia chłodzenie na poziomie około 59 W/m² na początku badania i około 14 W/m² po 6 h pracy układu chłodzącego. Badania użytkowe laboratoryjne w symulowanych warunkach użytkowania przeprowadzono z udziałem sześciu ochotników będących pracownikami huty szkła Krosno Glass SA. Badania laboratoryjne przeprowadzono w dwóch seriach: z włączonym systemem chłodzenia i z wyłączonym chłodzeniem. Procedura badania uwzględniała wykonywanie aktywności fizycznej w postaci marszu na bieżni z prędkością 5 km/h oraz wykonanie serii aktywności fizycznych odpowiadających wybranym czynnościom na stanowiskach pracy. W badaniach wykorzystano zarówno obiektywne, jak i subiektywne metody pomiarowe. Badania wykazały, że system umożliwia zmniejszenie średniej ważonej temperatury skóry o ok. 0,8°C, zaś lokalnej temperatury skóry, bezpośrednio pod modułem termoelektrycznym na plecach, maksymalnie o 3°C. W wyniku oceny subiektywnej stwierdzono konieczność modyfikacji konstrukcji odzieży tak, aby pas do regulacji obwodu nie powodował ucisku podczas wykonywanych czynności. Na podstawie przeprowadzonych badań sformułowano wytyczne do modyfikacji konstrukcji modelu systemu do monitorowania i przeciwdziałania obciążeniu cieplnemu. Kluczowym wyzwaniem badawczym w tym zakresie jest konieczność zapewnienia bezpieczeństwa stosowania odzieży chłodzącej w warunkach zagrożenia czynnikami gorącymi. Sformułowane wytyczne ukierunkowano przede wszystkim na zwiększenie możliwej do uzyskania intensywności chłodzenia przy jednoczesnym utrzymaniu właściwości trudnopalnych odzieży chłodzącej.

Wyniki badań upowszechniono w 1 artykule popularnonaukowym, który złożono do redakcji czasopisma oraz 1 opublikowanym artykule naukowym. Wyniki pracy przedstawiono również na 1 konferencji międzynarodowej, 1 konferencji krajowej oraz 1 warsztatach naukowych.



Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Dokumentacja techniczno-technologiczna systemu monitorowania i przeciwdziałania obciążeniu cieplnemu osób wykonujących pracę w warunkach zagrożenia mikroklimatem gorącym (2025-1)	-
Instrukcja obsługi systemu do monitorowania i przeciwdziałania obciążeniu cieplnemu osób wykonujących pracę w warunkach zagrożenia mikroklimatem gorącym (2025-1)	-
Zgłoszenie wzoru użytkowego odzieży ochronnej przeznaczonej do współpracy w ramach systemu monitorowania i przeciwdziałania obciążeniu cieplnemu (2025-1)	-
Oprogramowanie systemu do monitorowania i przeciwdziałania obciążeniu cieplnemu osób wykonujących pracę w warunkach zagrożenia mikroklimatem gorącym (2025-1)	-
Artykuły naukowe (złożone w redakcji czasopisma) (2024-1, 2025-1) – https://doi.org/10.3390/ma18030633	1
Materiał szkoleniowy (w wersji elektronicznej) dotyczący monitorowania i przeciwdziałania obciążeniu cieplnemu z wykorzystaniem opracowanego systemu (2025-1)	-
Artykuł popularnonaukowy (złożony w redakcji czasopisma) (2024-1) – Art. złożony w redakcji: <i>Kobus M., Dąbrowska A., Kmiecik A., Oczekiwania pracowników huty szkła w odniesieniu do odzieży ochronnej z funkcją chłodzenia – wyniki badań ankietowych, Bezpieczeństwo pracy. Nauka i Praktyka, 2024, manuskrypt ID: BP/2024/10/23</i>	1
Materiał promocyjny (do udostępnienia przez media społecznościowe) (2025-1)	-
Wystąpienie na konferencji naukowej (w postaci ustnej lub plakatowej) (2025-1) – Referat Innowacje w środkach ochrony indywidualnej towarzyszące zmianom klimatycznym 2024 PDF – Referat Overheating monitoring and prevention system for glasswork 2024 PDF	2

Ponadplanowe wyniki etapu:

- Wystąpienie na warsztatach naukowych (1)
 - [Referat Cooling vests solutions 2024](#) PDF

Projekt II.PN.03: Bezprzewodowy, skalowalny system monitoringu i zdalnej kontroli hałasu i drgań mechanicznych maszyn i urządzeń, bazujący na rozwiązaniach z zakresu Internetu rzeczy
Okres realizacji: 1.01.2023–31.12.2025

Etap 1.: Opracowanie struktury systemu monitoringu i wymagań technicznych dla jego elementów składowych. Weryfikacja wybranych rozwiązań w oparciu o układy ewaluacyjne

Okres realizacji: 1.01.2023–29.02.2024

Etap 2.: Opracowanie modelu systemu monitoringu i zdalnej kontroli hałasu i drgań mechanicznych maszyn i urządzeń

Okres realizacji: 1.01.2024–30.04.2025

Kierownik projektu: dr inż. Leszek Morzyński – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Zagrożeń Fizycznych

Celem głównym projektu jest opracowanie modelu bezprzewodowego skalowalnego systemu monitoringu i zdalnej kontroli hałasu i drgań mechanicznych maszyn i urządzeń, bazującego na rozwiązaniach z zakresu Internetu rzeczy, który dzięki zastosowanym rozwiązaniom będzie mógł być wykorzystany w przedsiębiorstwach o różnej wielkości i charakterystyce.

W ramach kontynuacji 1. etapu projektu przeprowadzono kolejne testy wybranych rozwiązań układowych pod kątem możliwości zastosowania ich w konstrukcji opracowywanego systemu, zgodnie z opracowaną w ramach etapu jego strukturą oraz wymaganiami technicznymi dla jego elementów składowych. Przeprowadzono badania testowe mikrofonów MEMS z wykorzystaniem platformy rozwojowej procesora ESP32. Do testów wybrano różne modele mikrofonów z wyjściem analogowym oraz z interfejsem PDM. Przeprowadzono również badania sprawdzające możliwość pomiaru drgań mechanicznych z wykorzystaniem dostępnych na rynku układów ewaluacyjnych, pod kątem możliwości ich zastosowania w systemie monitoringu. Przeprowadzone badania wykazały, że testowane komponenty elektroniczne mogą stanowić bazę do rozwoju układów pomiarowych hałasu i drgań mechanicznych na potrzeby opracowywanego systemu monitoringu. Przeprowadzono również badania testowe platformy rozwojowej procesora nRF52840 pod kątem możliwości zbudowania na podstawie takiego modułu indywidualnego miernika hałasu. W tym celu dla platformy wyposażonej w mikrofon MEMS opracowano oprogramowanie umożliwiające wyznaczanie podstawowej wielkości charakteryzującej hałas, czyli poziomu dźwięku A. Przeprowadzono badania testowe zaprogramowanego układu dla sygnałów akustycznych w postaci tonu o różnych częstotliwościach i poziomach, potwierdzając prawidłowe działanie układu pomiarowego. Wyniki przeprowadzonych w pierwszym etapie projektu badań testowych potwierdziły możliwości budowy elementów składowych systemu monitoringu o dostępne na rynku rozwiązania układowe w postaci platform rozwojowych i układów ewaluacyjnych.

Celem 2. etapu projektu była realizacja prac związanych z opracowaniem pierwszej wersji modelu systemu monitoringu i zdalnej kontroli hałasu i drgań mechanicznych maszyn i urządzeń. Głównymi elementami składowymi systemu będą: indywidualne mierniki hałasu, urządzenia nasobne w formie zegarka, układy pomiarowe hałasu, układy pomiarowe drgań mechanicznych, beacony Bluetooth, układy wykonawcze oraz centrala systemu wraz z bazą danych. Prace realizowane w ramach 2. etapu obejmowały dobór odpowiednich komponentów elektronicznych mogących pełnić funkcję wymienionych elementów składowych systemu lub posłużyć do ich opracowania, zaprojektowanie i wykonanie elementów składowych systemu (w wersji modelu), prace programistyczne związane z opracowaniem oprogramowania dla tych układów oraz dobór rozwiązań informatycznych i prace programistyczne pod kątem realizacji bazy danych oraz centrali systemu gromadzących i przetwarzających dane z opracowywanego systemu.

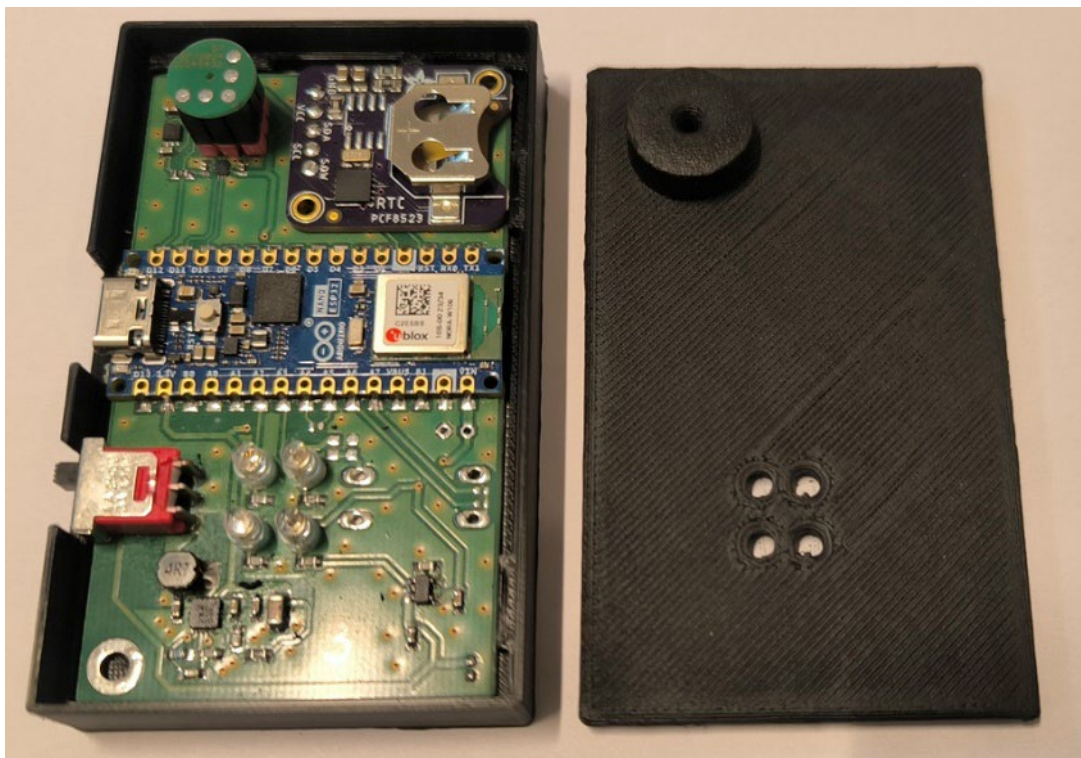
Najważniejszymi elementami opracowywanego systemu są indywidualne mierniki hałasu oraz układy pomiarowe hałasu i drgań mechanicznych. W pierwszej kolejności skupiono się na doborze platformy rozwojowej systemu mikroprocesorowej odpowiedniej do realizacji tych urządzeń. Do realizacji indywidualnego miernika hałasu oraz układów pomiarowych hałasu i układów pomiarowych drgań mechanicznych wybrano platformę rozwojową Arduino Nano ESP32. Ten model platformy procesora ESP32-S3 wybrano również ze względu na małe rozmiary co było istotne przy projektowaniu indywidualnego miernika hałasu. W oparciu o wybraną platformę sprzętową zaprojektowano a następnie wykonano modele indywidualnego miernika hałasu, układu pomiarowego hałasu oraz układu pomiarowego drgań mechanicznych. Dla opracowanych układów wykonano obudowy w technologii druku 3D.

W odniesieniu do indywidualnego miernika hałasu opracowano oprogramowanie odpowiedzialne za realizację funkcji miernika tzn. pomiary wielkości charakteryzujących hałas w środowisku pracy oraz przesyłanie tych danych do urządzenia nasobnego użytkownika. Przeprowadzono wstępne badania testowe opracowanego miernika, które wykazały poprawne działanie zaimplementowanych algorytmów.

Prace związane z bazą danych i centralą systemu obejmowały sprawdzenie możliwości tworzenia lokalnego oraz zdalnego serwera bazodanowego do gromadzenia i przetwarzania danych pomiarowych, przesyłania danych z układów pomiarowych do bazy danych oraz wyświetlania wybranych danych z tej bazy poprzez przeglądarkę internetową. Utworzono podstawową strukturę bazy danych

w standardzie SQL oraz przetestowano możliwość generowania, z wykorzystaniem języka PHP, dynamicznych stron, prezentujących informacje z bazy danych w formie tekstowej i graficznej.

W wyniku realizacji projektu w 2024 r. opracowana została struktura systemu monitoringu oraz wymagania techniczne dla poszczególnych elementów składowych systemu w postaci opisu bloków funkcjonalnych systemu definiujących ich funkcje i wymagane parametry, ze wskazaniem możliwości realizacji sprzętowej głównych elementów systemu. Opracowane zostały również układy modelowe wybranych elementów składowych systemu. Wyniki badań upowszechniono w 1 artykule popularnonaukowym oraz na 2 konferencjach o zasięgu krajowym i międzynarodowym.



Projekt II.PN.03. Model indywidualnego miernika hałasu – układ elektroniczny i obudowa

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Dokumentacja techniczna modelu systemu monitoringu i zdalnej kontroli hałasu i drgań mechanicznych maszyn i urządzeń bazujący na rozwiązaniach z zakresu Internetu rzeczy (2025-1)	-
Model systemu monitoringu i zdalnej kontroli hałasu i drgań mechanicznych maszyn i urządzeń bazujący na rozwiązaniach z zakresu Internetu rzeczy (2025-1)	-
Materiały informacyjne do wykorzystania celem prezentacji opracowanego rozwiązania na targach wynalazczości (2024-2)	-
Opis rozwiązania systemu monitoringu i zdalnej kontroli hałasu i drgań mechanicznych maszyn i urządzeń na potrzeby jego zgłoszenia w celu uzyskania patentu/prawa ochronnego (patent/wzór użytkowy) (2024-1)	-
Materiał informacyjny, przeznaczony do udostępnienia w serwisie internetowym CIOP-PIB lub przez media społecznościowe (przekazany do Działu Informatyki) (2025-1)	-
Artykuł popularnonaukowy (złożony w redakcji czasopisma) (2024-1)	1
- Art. złożony w redakcji: Morzyński L., Szczepański G., Wykorzystanie sieci sensorowych i Internetu rzeczy do monitorowania zagrożeń w środowisku pracy –	

<i>podstawowe aspekty zagadnienia na przykładzie zagrożeń wibroakustycznych, Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka, 2024, Manuscript ID: BP/2024/05/13;</i>	
Artykuły naukowe (złożone w redakcji czasopisma) (2024-1, 2025-1)	-
Wystąpienia na konferencjach naukowych (w postaci ustnej lub plakatowej) (2024-2, 2025-3) – Plakat Koncepcja bezprzewodowego systemu monitoringu i zdalnej kontroli hałasu i drgań mechanicznych 2024 PDF – Referat Tests of selected development platforms and electronic components 2024 PDF	2

Projekt II.PN.04: Optymalizacja konfiguracji wybranych systemów przemysłowych wykorzystujących łącza radiofalowe do przesyłania energii lub informacji w kontekście ich oddziaływania z ciałem człowieka (z wykorzystaniem modelowania komputerowego)

Okres realizacji: 1.01.2023–31.12.2025

Etap 2.: Badania modelowe wybranych rozwiązań RF/ELI w kontekście ich biofizycznego oddziaływania na ciało człowieka

Okres realizacji: 1.01.2024–31.12.2024

Kierownik projektu: dr hab. inż. Patryk Zradziński – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Zagrożeń Fizycznych

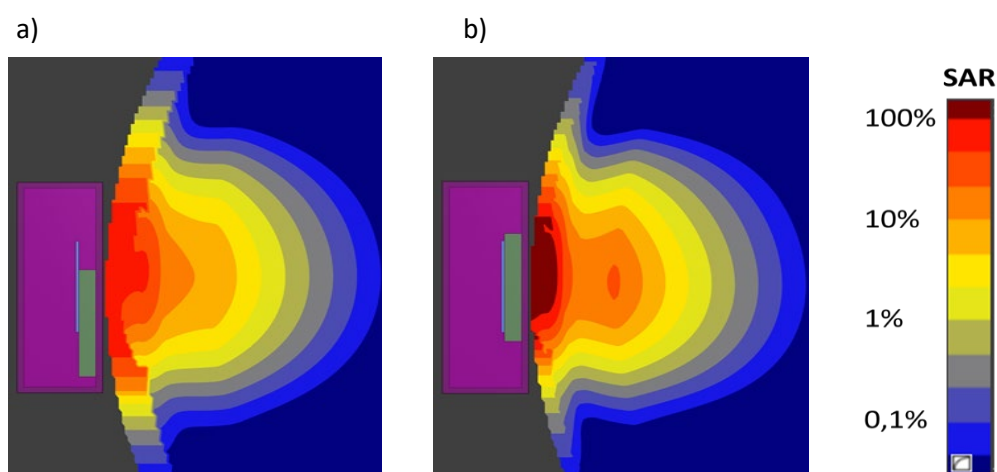
Celem głównym projektu jest rozpoznanie, zbadanie z wykorzystaniem modelowania komputerowego i ocena zagrożeń elektromagnetycznych związanych z wykorzystaniem RF/ELI w wybranych zastosowaniach przemysłowych, w kontekście optymalizacji konfiguracji takich systemów, uwzględniającej ich zamierzoną funkcjonalność oraz bezpieczeństwo i higienę pracy podczas ich użytkowania oraz upowszechnianie tych zagadnień (w formie poradnika i listy kontrolnej, zweryfikowanych podczas seminarium, oraz publikacji naukowych, referatów na konferencjach naukowych i wykładów szkoleniowych), aby zapewnić wsparcie merytoryczne w realizacji wymagań prawa pracy dla przedsiębiorstw użytkujących rozwiązania RF/ELI, projektantów i dostawców takich urządzeń i systemów oraz organów nadzoru nad warunkami pracy, a także upowszechniania w społeczeństwie miarodajnych informacji o oddziaływaniu na środowisko takich rozwiązań.

Celem 2. etapu projektu było przeprowadzenie badań modelowych (symulacje numeryczne) dotyczących analizy wpływu struktury i złożoności modeli komputerowych urządzenia nasobnego (ang. *wearable*), wyposażonego w moduł komunikacji bezprzewodowej pracujący w paśmie 2,45 GHz, na parametry funkcjonalne urządzenia (parametry pracy anteny, prąd wejściowy anteny, czas pracy baterii) i związane z nimi wartości współczynnika szybkości pochłaniania właściwego energii (SAR) w ciele użytkownika urządzenia. Do badań opracowano 15 scenariuszy narażenia oraz 13 scenariuszy dotyczących pracy urządzenia w wolnej przestrzeni obejmujących różną: złożoność modelowanego urządzenia oraz konfigurację przestrzenną modelowanych elementów. Wykazały one połowę krótszy czas pracy baterii urządzenia użytkowanego blisko ciała w porównaniu z urządzeniem pracującym w wolnej przestrzeni przy zachowaniu tej samej jakości połączenia bezprzewodowego. Wykazano również półtora razy większe wartości 10g-SAR w ciele użytkownika w scenariuszach ekspozycji z modułem radiowym zasłoniętym baterią, w porównaniu do scenariuszy z modułem niezasłoniętym. W scenariuszach z modułem sąsiadującym z baterią wykazano trzy i pół krotnie większe wartości 10g-SAR w porównaniu ze scenariuszami z modułem i baterią oddalonymi na odległość 2 mm. Stwierdzono, że stosowanie uproszczonego modelu urządzenia może prowadzić do błędnych wniosków dotyczących jego funkcjonalności i znacznego zaniżenia wartości ocenianego na potrzeby prawa pracy współczynnika

SAR (nawet dwukrotnie większe wartości 10g-SAR w złożonych scenariuszach w porównaniu z uproszczonymi). Wskazano również warunki użytkowania modelowanego urządzenia w rzeczywistym środowisku pracy, które mogą zwiększać oddziaływanie pola elektromagnetycznego, prowadzące do przekroczenia limitu GPOg-SAR_{gt} określonego w prawie pracy.

Przeprowadzona analiza statystyczna otrzymanych wyników (test korelacji rang Spearmana, test istotności różnic ANOVA Kruskala-Wallisa, regresja liniowa) wykazała, że skorelowane parametry można zastąpić współczynnikami korekcyjnym umożliwiającymi szybką, przybliżoną ocenę wartości danego parametru dla konkretnego scenariusza narażenia na podstawie wyników symulacji numerycznych dla kluczowych scenariuszy, ograniczając liczbę niezbędnych do przekrojowej analizy symulacji.

Wyniki przeprowadzonych badań modelowych (symulacji numerycznych) wskazują również, że możliwa jest optymalizacja urządzenia nasobnego wyposażonego w moduł RF (opracowanego z wykorzystaniem gotowych komponentów dostępnych na rynku) bez konieczności stosowania dodatkowych, projektowanych indywidualnie obwodów dopasowujących antenę lub struktur poprawiających wydajność urządzenia i zmniejszających SAR.



Projekt II.PN.04. Rozkład przestrzenny współczynnika SAR w ciele użytkownika nasobnego urządzenia z modułem radiowym do bezprzewodowej transmisji informacji dla wybranych scenariuszy narażenia, różniących się lokalizacją baterii: a) bateria przesunięta względem środka modułu radiowego, b) bateria wyśrodkowana (przekroje czołowe, ujednoliconą skalą logarytmiczną) [Zradziński P., et al. Assessing the antenna performance (radiated power) and electromagnetic impact (SAR) on a user of a wearable RF communication device, involving variously structured models, IEEE Access, doi: 10.1109/ACCESS.2025.3528656]

Wyniki badań upowszechniono w 2 artykułach naukowych złożonych i zaakceptowanych do publikacji przez dwie redakcje czasopism o zasięgu międzynarodowym, a także podczas 2 wystąpień na konferencjach naukowych i 1 wystąpienia na szkoleniu.

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Poradnik dotyczący zagrożeń elektromagnetycznych i optymalizacji konfiguracji systemów wykorzystujących radiofalowe (RF) przesyłanie energii lub informacji w zastosowaniach przemysłowych (2025-1)	-
Lista kontrolna dotycząca zagrożeń elektromagnetycznych i optymalizacji konfiguracji systemów wykorzystujących RF przesyłanie energii lub informacji w zastosowaniach przemysłowych (przekazanie treści do Działu Wydawnictw) (2025-1)	-
Artykuły naukowe (treści złożone w redakcji czasopisma) (2023-1, 2024-1, 2025-1) – https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=10838525 – https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=10819975	2

Wystąpienia na konferencjach naukowych (w postaci ustnej lub plakatowej) (2023-1, 2024-1, 2025-1)	
– Plakat <i>Assessing antenna performance and electromagnetic impact (SAR) on the head using variously structured models of wearable radiofrequency communication devices</i> 2024 PDF – Referat <i>Parametry metrologiczne rejestratorów wartości skutecznej</i> 2024 PDF https://pthp.imp.lodz.pl/xxiv-symposium-lodz-2-4-pazdziernika-2024-r/	2
Wystąpienia na szkoleniach (2023-1, 2024-1, 2025-1)	
– Szkolenie <i>Modelowanie komputerowe wpływu ciała człowieka</i> 2024 PDF	1
Szkolenie weryfikujące projekt poradnika i listy kontrolnej dotyczących zagrożeń elektromagnetycznych i optymalizacji konfiguracji systemów wykorzystujących RF przesyłanie energii lub informacji w zastosowaniach przemysłowych (2025-1)	-

Projekt II.PN.05: Metody sztucznej inteligencji jako uzupełnienie technik niezawodnościowych w odniesieniu do systemów krytycznych wykorzystywanych w wybranych gałęziach przemysłu 4.0: procedury i metodyki postępowania i rozwiązywania problemów z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy

Okres realizacji: 1.01.2023–31.05.2025

Etap 1.: Identyfikacja oraz wybór konkretnych gałęzi i działalności przemysłu 4.0 (użytkowników końcowych), a w nich obszarów niezbędnego rozpoznania i interwencji w kontekście stosowania metodyk niezawodnościowych. Opracowanie repozytorium zagadnień merytorycznych i technicznych dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy do uwzględnienia w ramach zastosowania sztucznej inteligencji oraz odpowiadających im proponowanych metodyk i technik oraz procedur. Weryfikacja opracowanych procedur, metodyk i technik na pozyskanych danych empirycznych

Okres realizacji: 1.01.2023–30.04.2024

Etap 2.: Opracowanie całościowego projektu systemu procedur, metodyk i technik w postaci odpowiedniego repozytorium metodyk i procedur. Testy systemu z udziałem użytkowników końcowych i sporządzenie docelowej, zwalidowanej co do jej użyteczności, wersji repozytorium metodyk, procedur i schematów postępowania oraz wytycznych postępowania wraz z odpowiednim opisem i dokumentacją

Okres realizacji: 1.01.2024–31.05.2025

Kierownik projektu: dr hab. Jacek Malinowski, prof. Instytutu – Instytut Badań Systemowych Polskiej Akademii Nauk

Celem projektu jest opracowanie projektu generycznego systemu procedur analitycznych i decyzyjnych, stanowiących uzupełnienie zastosowania metodyk niezawodnościowych w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy w ramach systemów krytycznych wraz z odpowiednimi metodykami i technikami z zakresu sztucznej inteligencji. Opracowane w trakcie projektu repozytorium metodyk, procedur, schematów postępowania i wytycznych, stanowiące podstawę projektu systemu, adresowane będzie do użytkowników końcowych i zagadnień, zidentyfikowanych w ramach projektu w jego pierwszym etapie. Niezależnie od tego, w ramach weryfikacji systemu zostaną uzyskane dodatkowe

wyniki, mające wartość pragmatyczną i szkoleniową, w tym, m.in. efektywne nowatorskie algorytmy identyfikacji i oceny poszczególnych konkretnych zagrożeń.

W ramach kontynuacji 1. etapu projektu:

- opracowano stochastyczne modele bezpieczeństwa systemu technicznego promu morskiego i portowej bazy paliw;
- opracowano model laboratoryjny środowiska symulującego generyczny proces produkcyjny z udziałem robotów i automatów przemysłowych oraz czujników rejestrujących zachowania tego procesu wskazujące na zagrożenie wypadkiem lub awarią; opracowano algorytmy uczenia maszynowego, bazujące na danych pochodzących z czujników, realizujących identyfikację i predykcję zagrożeń bezpieczeństwa przedmiotowego procesu,
- opracowano schemat algorytmu identyfikacji zdarzeń rejestrowanych przez czujniki on-body i stacjonarne urządzenia monitorujące w ramach prac nad modelem sytuacyjnym upadków pracowników w wybranych sektorach przemysłowych.

Celem 2. etapu projektu było:

- nawiązanie współpracy z Mazowieckim Klastrem ICT w celu pozyskania danych odnośnie do bezpieczeństwa i niezawodności biogazowni z monitorowanym i zautomatyzowanym procesem wytwarzania gazu z biomasy. W ramach tej współpracy pozyskano zbiór danych odnośnie do bezpieczeństwa z powyższej biogazowni z okresu 5–12.08.2024, zidentyfikowano źródła tych danych (czujniki i mierniki) oraz dokonano ich ustrukturyzowania na potrzeby algorytmów wykonujących ich analizę;
- kontynuowanie opracowywania modelu symulacyjnego generycznego procesu produkcyjnego z udziałem robotów i automatów przemysłowych oraz czujników rejestrujących zachowania tego procesu wskazujące na zagrożenie wypadkiem lub awarią;
- zakończenie prac implementacyjnych i walidacyjnych nad grafem wiedzy jako narzędziem pomocniczym do zapewnienia i poprawy bhp: wykonano konstrukcję grafu na podstawie otwartych źródeł danych, przygotowano reguły wnioskowania w języku SHACL-AF, które dodają nową wiedzę do grafu, wykorzystując zgromadzone dane i meta-model grafu, przygotowano zestaw zapytań ilustrujących użyteczność i funkcjonalności grafu;
- kontynuowanie opracowywania algorytmów statystycznej analizy szeregów czasowych, służących do wykrywania anomalii w monitorowanym procesie przemysłowym, wskazujących na możliwość wystąpienia zagrożenia wypadkiem lub awarią; opracowano 4 aplikacje do prognozowania przyszłych wyników pomiarów monitorowanego procesu przemysłowego na podstawie analizy szeregu czasowego z wartościami już wykonanych pomiarów;
- wykorzystanie kart kontrolnych do wykrywania zagrożeń bezpieczeństwa;
- opracowanie koncepcji uogólnionej sieci Bayesa służącej do ilościowej (probabilistycznej) oraz jakościowej analizy przyczynowo skutkowej niepożądanych incydentów (wypadków i awarii) występujących w procesie przemysłowym,
- pozyskanie zbioru danych odnośnie bezpieczeństwa z biogazowni w Sokołowie Podlaskim; przeprowadzono analizę jakości i kompletności danych, przygotowano mechanizm eksportujący dane do dalszej analizy.

Wyniki badań upowszechniono podczas 3 konferencji oraz przedstawiono w 1 artykule naukowym.

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Modele sytuacji dotyczących bezpieczeństwa systemów krytycznych, wymagających wsparcia metodami sztucznej inteligencji (2023 - min. 5)	1
Projekt systemu wspomagającego bezpieczeństwo (repozytorium procedur, algorytmy i instrukcja ich implementacji) (2024-1)	-

Zestaw instrukcji postępowania oraz wytycznych do stosowania dla poszczególnych modeli sytuacji, dotyczących bezpieczeństwa systemów krytycznych, wymagających wsparcia metodami sztucznej inteligencji (2024 - min. 5)	-
Raport po testach końcowych dla przypadków zastosowania: opis procedur, schematów postępowania i wytycznych (2024-1)	-
Wystąpienia na konferencjach naukowych (w postaci ustnej lub plakatowej) (2023-1, 2024-1)	3
Artykuły naukowe (złożone w redakcji czasopisma) (2023-1, 2024-1) – Art. złożony w redakcji czasopisma: <i>Sowiński P., Obtaining Occupational Safety and Health Insights with a Knowledge Base, 2024, Journal of Automation, Mobile Robotics and Intelligent Systems</i>	1

Projekt II.PN.06: Opracowanie aplikacji do analizy zagrożeń i oceny ryzyka związanego z eksploatacją maszyn i urządzeń rolniczych, ogrodniczych, leśnych, spożywczych i innych, w zakresie wymagań rozporządzenia maszynowego i dokumentów związanych

Okres realizacji: 1.01.2023–31.12.2025

Etap 1.: Analiza wymagań unijnych i krajowych aktów prawnych dotyczących bezpieczeństwa produktów oraz specyfikacja wymagań i funkcjonalności projektowanej platformy

Okres realizacji: 1.01.2023–31.08.2024

Etap 2.: Opracowanie i testowanie modelu aplikacji, testy tworzonych funkcjonalności, opracowanie instrukcji i materiałów szkoleniowych, podręcznika

Okres realizacji: 1.01.2024–30.04.2025

Kierownik projektu: mgr inż. Katarzyna Bartłomiejczak – Sieć Badawcza Łukasiewicz – Poznański Instytut Technologiczny

Celem projektu jest opracowanie prototypu aplikacji wspomagającej proces oceny zgodności produktu maszynowego z zasadniczymi wymaganiami w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa, określonymi w nowym rozporządzeniu maszynowym, z uwzględnieniem wymagań Dyrektywy Niskonapięciowej 2014/35/UE, Dyrektywy Kompatybilności Elektromagnetycznej 2014/30/UE oraz pozostałych wymagań dotyczących bezpieczeństwa maszyn i oceny ryzyka zamieszczonych w normach PN/EN/ISO oraz europejskich i krajowych aktach prawnych. Wdrożenie aplikacji pozwoli na sprawne, a przede wszystkim rzetelne dokonanie weryfikacji produktu maszynowego z wymaganiami zasadniczymi, a w efekcie na wyeliminowanie jak największej liczby zagrożeń dla zdrowia i życia użytkownika już na etapie projektowania i prototypowania wyrobu oraz wyeliminowania ryzyka resztkowego. Zaplanowane podjęte działania i zrealizowane prace w realny sposób mogą przełożyć się na działania prewencyjne w zakresie poprawy bezpieczeństwa użytkowników maszyn i urządzeń pozwalając wyeliminować bądź odpowiednio zareagować na część zagrożeń przed wprowadzeniem produktu na rynek.

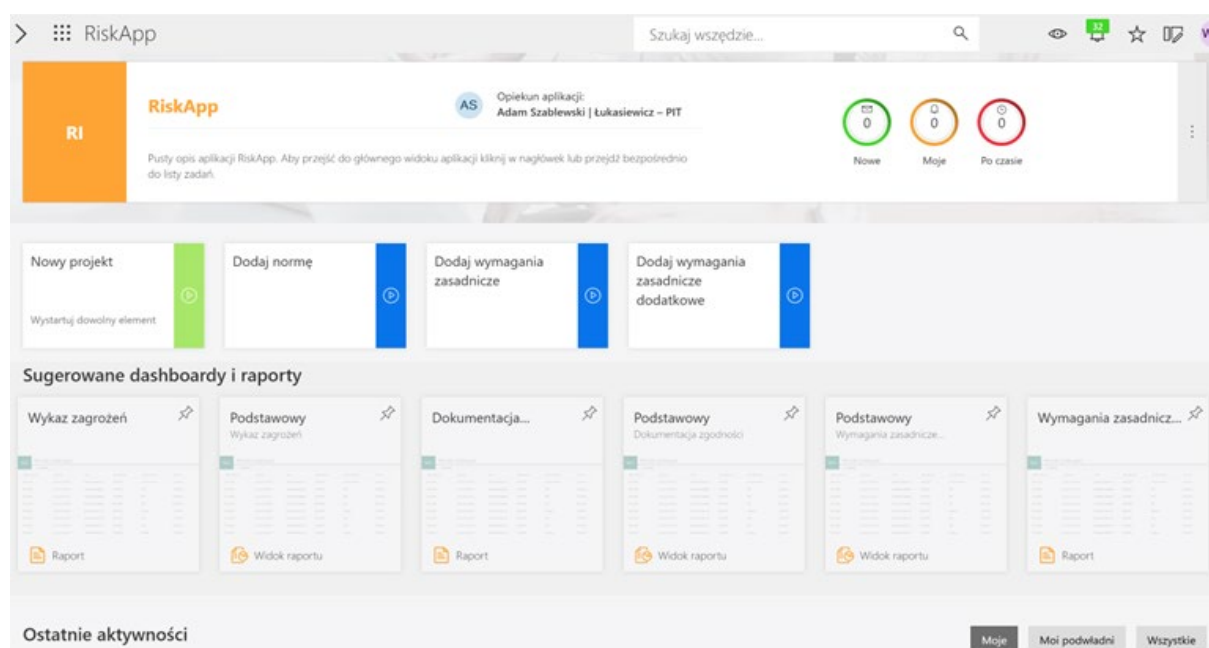
W ramach kontynuacji 1. etapu projektu dokonano przeglądu dostępnych metod analizy zagrożeń i oceny ryzyka oraz wstępnie dokonano wyboru metody Risk Score, celem dalszego dostosowania jej do prototypu aplikacji. Przeprowadzono analizę rynku w celu rozpoznania dostępności programów i aplikacji wspierających proces oceny zgodności. Wspecyfikowano wymagania i funkcjonalności dla projektowanego prototypu aplikacji. Opracowano także model TO BE procesu tworzenia dokumentacji, uwzględniający zastosowanie docelowego narzędzia informatycznego oraz precyzujący zmiany wynikające ze zmodyfikowanego potencjału optymalizacyjnego. Dokonano parametryzacji modelu TO BE w oparciu o parametry zebrane dla obecnie funkcjonującego procesu i zakładane funkcje docelowe aplikacji. Przeprowadzono analizę porównawczą kluczowych wskaźników efektywności (KPI) procesów

AS IS oraz TO BE, takich jak: czas obsługi procesu, czas pracy w procesie, zaangażowanie zasobów osobowych. Opracowano raport z badania efektywności procesów, tj. porównania efektywności procesu obecnego i koncepcji procesu docelowego w oparciu o zestaw kluczowych wskaźników efektywności.

Celem 2. etapu projektu była kontynuacja prac analitycznych oraz rozpoczęcie prac deweloperskich w zakresie funkcji prototypu aplikacji związanej z analizą spełnienia wymagań zasadniczych przez produkt. Prace obejmowały cykliczne spotkania projektowe z ekspertami dziedzinowymi, opracowywanie wkładu merytorycznego do aplikacji dotyczącego norm i wymagań na podstawie aktów prawnych oraz wewnętrzne testy prototypu aplikacji.

Formularz dotyczący produktu zawiera sekcje poświęcone: wprowadzeniu informacji o produkcie, wskazaniu norm i wymagań dla produktu, wskazaniu czynności wykonywanych na danym etapie życia produktu oraz ocenie związanych z nim zagrożeń. Na podstawie danych z formularza docelowo generowany będzie ustandaryzowany raport końcowy. Wśród innych funkcji narzędzia dostępnych w każdej z sekcji formularza wskazuje się: dostępność dla rejestrującego historii zmian w formularzu, przejście do menu oraz zapisanie wprowadzonych zmian.

Wyniki badań upowszechniono podczas 3 konferencji oraz w 1 artykule naukowym.



Projekt II.PN.06. Widok strony głównej prototypu aplikacji w narzędziu Webcon BPS

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Procedura badawcza wykorzystana na potrzeby prototypu aplikacji (2025-1)	-
Model docelowego procesu tworzenia dokumentacji technicznej (TO BE) w celu jego walidacji z wykorzystaniem symulacji komputerowej (2023-1)	1
Aplikacja do analizy zagrożeń oceny ryzyka związanego z eksploatacją maszyn i urządzeń (2025-1)	-
Podręcznik dla użytkowników aplikacji (2024-1)	-
Materiały szkoleniowe dla użytkowników aplikacji (2024-1)	-
Materiały informacyjne (złożone w Dziale Wydawnictw i wydane lub przekazane do Działu Informatyki i udostępnione w serwisie internetowym Łukasiewicz-PIT i CIOP-PIB) (2025-1)	-
Materiały promocyjne (złożone w Dziale Wydawnictw i wydane lub przekazane do Działu Informatyki i udostępnione w serwisie internetowym CIOP-PIB) (2025-1)	-
Wystąpienie na konferencji naukowej (w postaci ustnej lub plakatowej) (2025-1)	-

Artykuły popularnonaukowe (złożone w redakcji czasopisma) (2023-1, 2024-1, 2025-1)	
– Art. złożony w redakcji: <i>Bartłomiejczak K., Nowak F., Szablewski A., Leitgeber M., Opracowanie aplikacji do analizy zagrożeń i oceny ryzyka związanego z eksploatacją maszyn i urządzeń rolniczych, ogrodniczych, leśnych, spożywczych i innych, w zakresie wymagań rozporządzenia maszynowego i dokumentów związanych - podsumowanie realizacji etapu 1, 2024, Rolnictwo Przyszłości</i>	1
Seminarium weryfikujące prototyp aplikacji (2024-1)	-
Szkolenie dla użytkowników aplikacji (2025-1)	-

Projekt II.PN.07: Bezprzewodowy system monitorowania stanowiskowego pracowników wraz z pomiarem parametrów biometrycznych

Okres realizacji: 1.01.2023–30.06.2024

Etap 1.: Opracowanie koncepcji i prototypu systemu do identyfikacji położenia oraz śledzenia obiektów w budynku wraz z pomiarami biometrycznymi

Okres realizacji: 1.01.2023–30.06.2024

Kierownik projektu: mgr inż. Marcel Maj – Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technik Innowacyjnych EMAG

Celem projektu było opracowanie systemu do lokalizowania osób znajdujących się wewnątrz budynków oraz monitorowania parametrów biometrycznych tych osób.

W projekcie opracowano dwa modele systemu, jeden z nich stał się prototypem systemu. Podczas prac wytypowano urządzenie osobiste, urządzenia odniesienia oraz urządzenie nadrzędne. Określono optymalne miejsca noszenia przyszłego urządzenia osobistego – nadgarstek, wybrano metodę fotopletyzmografię (PPG) do pomiaru pulsu, pomiar temperatury w urządzeniu osobistym jest wykonywany poprzez pomiar naskórny. Pomiar akcelerometryczny (przyspieszania) jest realizowany za pomocą akcelerometru obecnego na urządzeniu osobistym. Następnie dokonano przeglądu rynku w celu wybrania urządzenia osobistego - wybrano urządzenia T-wristband – opaska elektroniczna spełniająca wymagania projektowe, tj. pomiar pulsu, temperatury oraz przyspieszenia. Dodatkowo opaska umożliwiła zaimplementowanie mechanizmów pozwalających na lokalizację. Na bazie wybranej opaski stworzono modele urządzenia osobistego w celu sprawdzenia działania poszczególnego modułu, jak również sprawdzono dwie możliwości przesyłu danych z urządzenia osobistego do urządzenia nadrzędnego. W projekcie wypracowano dwie koncepcje, które różniły się linią transmisji danych. Pierwsza koncepcja polegała na użyciu przez urządzenie osobiste sieci Wi-Fi, która umożliwia transmisję danych. Z kolei druga koncepcja bazowała na transmisji danych przez standard LTE. Dokonano wyboru modelu używającego standardu WIFI do transmisji danych. Model został implementowany na płytce ESP32 DEVKIT V1. Po weryfikacji pracy modelu używającego sieci Wi-Fi, który przeprowadza pomiary biomedyczne, jak i pozwala na lokalizację, zaimplementowano program do docelowego urządzenia osobistego – T-wristband. Niestety w czasie trwania projektu opaski T-wristband przestały być produkowane (brak dostępności T-Wristband na dzień 3.11.2023 r.). Z tego względu nowym urządzeniem osobistym zostało urządzenie pokrewne T-watch, które ma tę samą funkcjonalność co urządzenie T-wristband. Różnica polegała na większym wyświetlaczu oraz generalnej wielkości urządzeń. Podsumowując urządzenie osobiste, stwierdzono, że urządzenie spełnia założenia projektowe z racji na to, że dokonuje pomiarów biometrycznych, w tym: pomiar pulsu, temperatury oraz przyspieszenia. Pomiar przyspieszania jest interpretowany przez urządzenie osobiste. W przypadku wykrycia zbyt dużego przyspieszenia do urządzenia

nadrzędnego jest wysyłana informacja o takim zdarzeniu, informująca o możliwym upadku. Natomiast w przypadku wykrycia bezruchu także jest wysyłana informacja o tym zdarzeniu. Dodatkowo urządzenie osobiste pozwala na lokalizację pracownika we współpracy z urządzeniami odniesienia i urządzeniem nadrzędnym.

System do ustalenia położenia wymaga urządzeń odniesienia. W projekcie wytypowano urządzenia typu beacon. Urządzenia te wysyłają swój sygnał, który jest rejestrowany przez urządzenie osobiste. Zarejestrowany sygnał jest przesyłany do urządzenia nadrzędnego. W urządzeniu nadrzędnym sygnał jest analizowany w celu ustalenia położenia urządzenia osobistego. Wybrano format Eddystone z racji na prostotę implementacji mechanizmów rejestracji sygnału beacona przez urządzenie osobiste. W implementacji systemu w docelowym obiekcie beacony muszą być rozmieszczone przy monitorowanym stanowisku zgodnie z założeniem projektu. Jedno stanowisko może być rozumiane jako pomieszczenie o wymiarach 7 m na 7 m. Jest to spowodowane tym, że za duże zagęszczenie beaconów w jednym miejscu wywołuje szum, który powoduje błędy w lokalizacji urządzeń osobistych. W implementacji systemu należy zwrócić uwagę na siłę sygnału beaconów, który może być dostosowywany do potrzeb obiektu.

Ostatnim elementem systemu było urządzenie nadrzędne, który służy dwóm celom. Jest agregatorem danych systemu oraz interfejsem użytkownika. W projekcie, na potrzeby opracowania prototypu, zbudowano stację roboczą, która jest jednocześnie serwerem zbierającym dane (baza danych) oraz miejscem, w którym zainstalowana jest aplikacja do obsługi systemu. Baza danych służy do gromadzenia danych przesyłanych z urządzenia osobistego poprzez sieć WIFI. Zainstalowana aplikacja posiada dostęp do danych w bazie co pozwala na ich analizę. Następnie przygotowane informacje są w przyjazny dla użytkownika sposób wyświetlane w aplikacji. Aplikacja posiada mapę obiektu, gdzie wyświetlone są miejsca w których dany pracownik się znajduje. Użytkownik aplikacji może sprawdzić parametry mierzone przez urządzenie osobiste danego pracownika wraz z sprawdzeniem jest położenia. Mapa jest przygotowywana jednorazowo dla każdego obiektu.

W projekcie przeprowadzono testy każdego modułu systemu w celu weryfikacji jego działania, każdy z nich zakończył się z pozytywnym wynikiem potwierdzającym działanie prototypu systemu.

Wyniki badań upowszechniono w 3 artykułach oraz zaprezentowano podczas 2 wystąpień konferencyjnych.

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Prototyp funkcjonalny systemu do identyfikacji położenia oraz śledzenia obiektów (2023-1)	1
Dokumentacja techniczna systemu do identyfikacji położenia oraz śledzenia obiektów (2023-1)	1
Serwis internetowy (2023-1) – https://ciop.ibemaq.eu/	1
Artykuły naukowe (złożone w redakcji czasopisma) (2023- 2) – Art. złożony w redakcji: Maj M., <i>System lokalizacji pracowników w przestrzeniach wewnętrznych: nowe rozwiązanie dla przemysłu, 2024, Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka</i> , manuscript ID: BP/2024/04/12 – Art. złożony w redakcji: Maj M., Molenda T., <i>System lokalizacji pracowników w przestrzeniach wewnętrznych: wyniki testów modułu lokalizacji, 2024, Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka</i> , manuscript ID: BP/2024/09/20	2
Artykuł popularnonaukowy (złożony w redakcji czasopisma) (2023-1) – https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-61857-4_15	1
Wystąpienia na konferencjach naukowych/seminariach/warsztatach (w postaci ustnej lub plakatowej) (2023-2)	2

Projekt II.PN.08: Innowacyjne zastosowanie algorytmów i metod sztucznej inteligencji do tworzenia w czasie rzeczywistym adaptacyjnych scenariuszy szkoleniowych realizowanych w rzeczywistości wirtualnej na przykładzie branż o szczególnie wysokim poziomie wypadkowości

Okres realizacji: 1.01.2023–31.12.2025

Etap 2.: Implementacja algorytmów sztucznej inteligencji do modyfikacji przebiegu szkolenia w czasie rzeczywistym. Opracowanie aplikacji szkoleniowych w wersji umożliwiającej realizację testów z udziałem końcowych odbiorców

Okres realizacji: 1.01.2024–30.04.2025

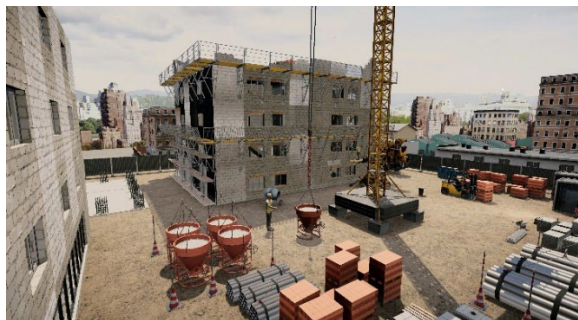
Kierownik projektu: dr hab. inż. Andrzej Grabowski, prof. Instytutu – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Zagrożeń Fizycznych

Celem realizacji projektu jest praktyczne zweryfikowanie możliwości wykorzystania innowacyjnych metod i algorytmów sztucznej inteligencji do wspomagania prowadzenia szkoleń realizowanych w rzeczywistości wirtualnej. Dodatkowym celem jest zdobycie nowej wiedzy na temat użyteczności i akceptacji tej technologii poprzez przeprowadzenie badań z udziałem potencjalnych końcowych użytkowników.

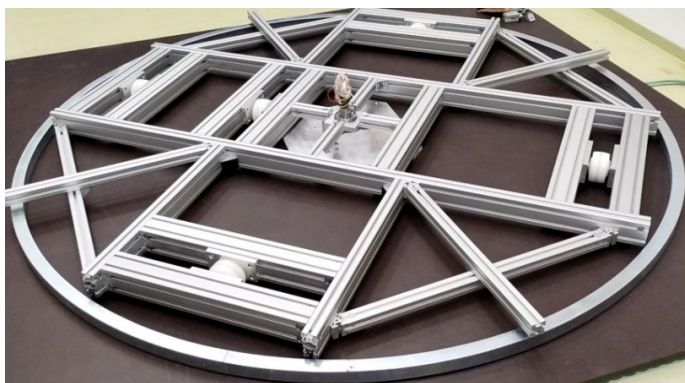
Celem 2. etapu projektu były prace skoncentrowane przede wszystkim na przygotowaniu narzędzi umożliwiających przeprowadzenie badań z udziałem ochotników. Badania te będą realizowane w kolejnym etapie projektu. Zakres działań w tym etapie obejmował implementację scenariuszy szkoleniowych, opracowanie interfejsów użytkownika oraz zbudowanie części sprzętowej symulatora jezdniowego wózka podnośnikowego. Oprócz prac dotyczących interfejsu aplikacji szkoleniowych i sposobów interakcji z środowiskiem wirtualnym prowadzono również intensywne działania dotyczące optymalizacji treści środowisk wirtualnych w celu uzyskania jak największej liczby wyświetlanych klatek na sekundę (ang. *fps - frame per second*) przy jak największej wizualnej jakości wyświetlanych na ekranie obiektów 3D. W trakcie tych prac aktualizowano opracowane w 1. etapie projektu scenariusze, m.in. o dodatkowe elementy związane z występowaniem sytuacji niebezpiecznych oraz sposobów postępowania przez użytkownika w trakcie szkolenia. Opracowane modyfikacje w przebiegu symulacji szkoleniowej testowano na bieżąco, wprowadzając niezbędne zmiany w oprogramowaniu i w treści środowisk wirtualnych na podstawie wyników tych testów. Prace te będą kontynuowane w 2025 r.

W wyniku realizacji projektu w 2024 r. przygotowano 4 środowiska wirtualne wraz z wstępną implementacją czterech scenariuszy szkoleniowych obejmujących pod scenariusze, np. w środowisku budowlanym są to wykopy, wznoszenie budynku i prace wykończeniowe w gotowym budynku. Rozpoczęto również prace dotyczące budowy części mechatronicznej symulatora podnośnikowego wózka jezdniowego. Wyniki badań upowszechniono w 3 artykułach naukowych oraz w 3 referatach na 1 konferencji naukowej.





Projekt II.PN.08. Obraz środowisk wirtualnych po wprowadzonych poprawkach wynikających z trwających testów implementacji scenariuszy szkoleniowych



Projekt II.PN.08. Komponenty części fizycznej symulatora podnośnikowego wózka jezdniowego. Od lewej: platforma obrotowa i rama kabiny

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Dokumentacja techniczna symulatorów (2025-4)	-
Prototyp symulatora wózka jezdniowego podnośnikowego (2025-1)	-
Prototyp symulatora do szkolenia sygnalisty-hakowego (2025-1)	-
Prototyp symulatora szkoleniowego dla operatorów odpowiedzialnych za prawidłowy przebieg procesu przetwarzania rud miedzi (2025-1)	-
Prototyp symulatora szkoleniowego dla pracowników budowlanych w zakresie prawidłowego stosowania środków ochrony indywidualnej na wybranych stanowiskach pracy (2025-1)	-
Materiały szkoleniowe (2025-4)	-
Artykuły naukowe (złożone w redakcji czasopisma) (2024-3, 2025-3) – Rozdział Możliwości wykorzystania rzeczywistości wirtualnej i sztucznej inteligencji w symulacjach szkoleniowych dotyczących pozyskiwania i przetwarzania rud miedzi 2024 PDF – Rozdział Środowisko wirtualne dla procesu symulacji sygnalisty i hakowego 2024 PDF – Rozdział Symulator wspomagający szkolenie operatorów wózków jezdniowych podnośnikowych 2024 PDF – https://www.wojsko-polskie.pl/wat/u/df/bc/dfbc8390-5f6f-4685-af63-830ddd3163dd/aspekty_komputerowego_wspomagania_cz_4.pdf	3
Materiały informacyjne (przekazane do Działu Wydawnictw) (2025-4)	-
Materiały informacyjne, przeznaczone do udostępnienia w serwisie internetowym CIOP-PIB (przekazane do Działu Informatyki) (2025-4)	-

Wystąpienia na konferencjach naukowych (w postaci ustnej lub plakatowej) (2024-3, 2025-3) – Referat Środowisko wirtualne dla procesu symulacji czynności realizowanych przez sygnalistę i hakowego 2024 PDF – Referat Symulator wspomagający szkolenie operatorów wózków jezdniowych podnośnikowych 2024 PDF – Prezentacja Możliwości wykorzystania rzeczywistości wirtualnej i sztucznej inteligencji w symulacjach szkoleniowych dotyczących pozyskiwania i przetwarzania rud miedzi 2024 PDF	3
Seminarium weryfikujące wstępną wersję scenariusza szkoleniowego (dla potencjalnych odbiorców produktów projektu) (2023-1)	-
Szkolenia pilotażowe, po jednym dla każdego symulatora (2025-4)	-
Filmy promocyjne (2025-4)	-

Kryteria, metody badań i urządzenia do pomiaru i oceny czynników środowiska pracy

1. Cele

Projekty badawcze realizowane w ramach przedsięwzięcia III w 2024 r. miały na celu opracowanie metod, kryteriów, stanowisk badawczych i urządzeń do badań i oceny narażenia pracowników na szkodliwe i niebezpieczne czynniki fizyczne, chemiczne i biologiczne oraz czynniki uciążliwe w środowisku pracy, a także diagnozowanie poziomu narażenia wybranych grup pracowników na te czynniki.

Zakres tematyczny realizowanych projektów obejmuje następujące obszary:

- ustalanie wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń w odniesieniu do nowo wprowadzanych substancji chemicznych oraz weryfikowanie już istniejących wartości w świetle wyników nowych badań naukowych;
- opracowanie wytycznych do szacowania ryzyka zdrowotnego w stosunku do substancji rakotwórczych wraz z ich ilościową oceną, a także znormalizowanych metod oznaczania w powietrzu na stanowiskach pracy nowych substancji chemicznych, wprowadzonych do wykazu NDS oraz metod dostosowanych do zweryfikowanych wartości NDS;
- rozwój nowoczesnych systemów badania parametrów narażenia na pole elektromagnetyczne, umożliwiających automatyzację pomiarów w środowisku pracy;
- zaprojektowanie nowych głowic (próbników) do pobierania próbek z frakcji wdychalnej i respirabilnej aerozolu metodą dozymetrii indywidualnej oraz opracowanie charakterystyk filtrów powietrza stosowanych w metodzie grawimetrycznej przez laboratoria środowiska pracy;
- rozpoznanie i ograniczanie ryzyka zawodowego związanego z negatywnym wpływem na zdrowie radonu występującego w środowisku pracy;
- ograniczanie zagrożeń związanych z pracą przy urządzeniach elektroenergetycznych.

2. Stan osiągnięcia założonego harmonogramem celu

W ramach przedsięwzięcia III w 2024 r. zgodnie z umową zawartą z Narodowym Centrum Badań i Rozwoju realizowano 13 projektów. Realizacja sześciu z nich przebiegała zgodnie z ustalonym harmonogramem. Terminy zakończenia drugich etapów siedmiu projektów (III.PN.01, III.PN.05, III.PN.09, III.PN.10, III.PN.11, III.PN.12 oraz III.PN.13) zostały na wniosek Wykonawców przesunięte na 2025 rok. W 2024 r. zakończono realizację pierwszych etapów pięciu projektów (III.PN.05, III.PN.06, III.PN.09, III.PN.10 oraz III.PN.11) przesuniętych na wniosek Wykonawcy z 2023 r. Uzyskane wyniki zakończonych w 2024 r. etapów projektów zostały pozytywnie ocenione przez recenzentów i przyjęte przez Komisję Oceny Prac Naukowych.

Wyniki realizacji poszczególnych projektów scharakteryzowano poniżej.

⇒ **W zakresie dotyczącym ustalania wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń w odniesieniu do nowo wprowadzanych substancji chemicznych oraz zweryfikowania już istniejących wartości w świetle wyników nowych badań naukowych:**

- opracowano dokumentację dopuszczalnych poziomów narażenia zawodowego wraz z badaniami wstępnymi i okresowymi oraz przeciwwskazaniami do zatrudnienia i wnioskami

dla następujących dziesięciu substancji chemicznych: kwasu heptadekafluoro-oktanosulfonowego (PFOS), kwasu perfluorooktanowego (PFOA), kwasu tereftalowego, litu i jego związków, metylohydrazyny, 2-chlorobuta-1,3-dienu (chloroprenu), ołowiu i jego związków nieorganicznych (w przeliczeniu na ołów), 1,2-dichloropropanu, benzydyny i jej soli oraz diizocyjanianów (mierzonych jako NCO). Na podstawie danych na temat skutków zdrowotnych i biologicznych powodowanych przez te substancje, dostępnych w piśmiennictwie krajowym i zagranicznym, określono narządy lub układy krytyczne ich działania toksycznego oraz oszacowano ryzyko dla zdrowia pracowników zawodowo narażonych na ich działanie. Opracowane dokumentacje oraz propozycje dopuszczalnych stężeń dla tych substancji chemicznych zostaną przedstawione na posiedzeniach Międzyresortowej Komisji ds. NDS i NDN w 2025 r.

⇒ **W zakresie dotyczącym opracowania wytycznych do szacowania ryzyka zdrowotnego w stosunku do substancji rakotwórczych wraz z ich ilościową oceną, a także znormalizowanych metod oznaczania w powietrzu na stanowiskach pracy nowych substancji chemicznych, wprowadzonych do wykazu NDS oraz metod dostosowanych do zweryfikowanych wartości NDS:**

- opracowano wytyczne szacowania ryzyka zdrowotnego w stosunku do trzech substancji rakotwórczych kategorii 1B (wraz z ilościową oceną rakotwórczości): oksymu butan-2-onu, antrachinonu i 1,4-dioksanu. Przy wyborze substancji kierowano się pracami legislacyjnymi prowadzonymi w Komisji Europejskiej i Parlamencie Europejskim (ACSH, RAC) dotyczącymi ustanawiania wiążących wartości dopuszczalnych poziomów narażenia zawodowego oraz zmianami w polskim prawie dotyczącym normatywów higienicznych. W odniesieniu do każdej z tych substancji dokonano wyboru danych będących podstawą modelowania, w tym docelowego nowotworu, wynikającego z mechanizmu działania rakotwórczego badanej substancji, zaś do budowy zależności dawka-odpowiedź wykorzystano dwustopniowy model kancerogenezy,
- opracowano nowe metody oznaczania dla czterech następujących szkodliwych substancji chemicznych obecnych w powietrzu środowiska pracy: 4-*tert*-butylotoluenu, ozonu, antrachinonu i azodikarbonamidu. Metody te pozwalają na oznaczanie stężeń wymienionych substancji w powietrzu środowiska pracy w zakresie od 1/10 do 2 wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń,
- opracowano metody oznaczania w powietrzu czterech następujących substancji chemicznych: metakrylanu 2,3-epoksypropyłu, winylo-2-pirolidonu, kwasu heptadekafluoro-oktanosulfonowego i metylohydrazyny. Metody te umożliwiają oznaczanie wymienionych substancji chemicznych w stężeniach $\leq 1/10$ odpowiednich wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń,
- opracowano znowelizowane metody oznaczania trzech następujących szkodliwych substancji chemicznych obecnych w powietrzu środowiska pracy: platyny metalicznej, 4-aminofenolu oraz prop-2-en-1-olu (alkoholu alilowego). Metody te, ujęte w formie projektów Polskich Norm, pozwalają na oznaczenie stężeń wymienionych substancji w powietrzu na stanowiskach pracy w zakresie od 1/10 do 2 wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń.

⇒ **W zakresie rozwoju nowoczesnych systemów badania parametrów narażenia na pole elektromagnetyczne (pole-EM), umożliwiających automatyzację pomiarów w środowisku pracy:**

- kontynuowano zarówno badania czynników wpływających na miarodajność autonomicznych pomiarów pola-EM w środowisku pracy z wykorzystaniem nasobnych rejestratorów o różnych parametrach, w tym wpływu czułości pozapasmowej oraz obecności ciała człowieka w obszarze pomiarowym. W ramach tych badań m.in. przeprowadzono symulacje numeryczne dotyczące zależności wyniku pomiaru od miejsca lokalizacji rejestratora przy ciele pracownika, które wykazały, że bezpośrednio przy ciele człowieka natężenie pola-EM w pojedynczym punkcie pomiarowym może znacznie odbiegać od natężenia pola niezaburzonego (tzn. bez obecności człowieka w obszarze pomiarowym). Ponadto kontynuowano badania z wykorzystaniem

nasobnych rejestratorów pola-EM w realistycznych warunkach środowiska pracy przy wybranych instalacjach i urządzeniach w celu weryfikacji opracowanej metody autonomicznych pomiarów i analizy czynników wpływających na ich miarodajność.

⇒ **W zakresie zaprojektowania i wytworzenia prototypu generatora cząstek stałych umożliwiającego symulowanie środowiska pracy w warunkach laboratoryjnych oraz opracowania stanowiska do określenia charakterystyk filtracyjnych filtrów powietrza stosowanych w metodzie grawimetrycznej:**

- wykonano analizę pracy generatorów cząstek stałych takich firm, jak Swisens, Cultex Laboratories, Palas GmbH, TSI Incorporated, Topas GmbH. Analizie poddano takie parametry jak, objętościowy strumień powietrza (generowanego aerozolu), masowy strumień generowanego pyłu, rodzaj proszków możliwych do wykorzystania, metoda generowania aerozolu, waga urządzenia, budowa (modułowość). Przeprowadzono analizę urządzeń i rozwiązań, które mogą być wykorzystane do opracowania generatora. Analiza obejmowała również przegląd rynku pod kątem możliwości wykonania elementów planowanego rozwiązania, umożliwiającego podawanie pyłu w ilościach mikrogramowych. Wybrano system przepustów dla przewodów pneumatycznych, elektrycznych, które będą umiejscowione w obudowie generatora. W wyniku tych prac określono założenia dotyczące ogólnej konstrukcji generatora, tj. sposób budowy modułowej, przyjęto system złączy i przyłączy pneumatycznych. W ramach prac z podwykonawcami m.in. stworzono koncepcyjny schemat stanowiska do określania charakterystyk filtracyjnych komercyjnych filtrów powietrza stosowanych w metodzie grawimetrycznej.

⇒ **W zakresie rozpoznania i ograniczania ryzyka zawodowego związanego z negatywnym wpływem na zdrowie radonu występującego w środowisku pracy:**

- przeprowadzono pomiary (metodą detektorów pasywnych) stężenia radonu w pomieszczeniach w 59 przedszkolach położonych w południowej Polsce. Celem pomiarów było ustalenie stopnia narażenia pracowników na radon i jego pochodne. W każdym pomieszczeniu w piwnicy lub na parterze, które klasyfikowano jako miejsca pracy, umieszczono trzy detektory i wystawiono je na działanie przez okres jednego miesiąca w sezonie grzewczym. Ponadto w każdym przedszkolu przeprowadzono ankietę dotyczącą radonu. W wyniku tych działań zebrano informacje dotyczące szeregu czynników, w tym rodzaju i wieku budynku, materiałów użytych do jego budowy, obecności piwnicy, istniejących systemów ogrzewania i wentylacji oraz rodzaju gleby otaczającej budynek. Opracowano także treść poradnika dot. dostępnych rozwiązań technicznych służących ograniczaniu stężeń radonu oraz stosowanych środków ochrony pracowników.

⇒ **W zakresie ograniczania zagrożeń związanych z pracą przy urządzeniach elektroenergetycznych:**

- prowadzono badania dotyczące pomiaru wartości prądu upływu mierzonego na urządzeniu gaśniczym w zależności od zróznicowanych czynników. W związku z tym w ramach badań laboratoryjnych przeprowadzono pomiary referencyjne, które pozwoliły na określenie granicznych możliwości pomiarowych wykorzystywanego systemu pomiarowego. Głównym celem tych pomiarów było ustalenie najmniejszych wartości prądów, jakie można zarejestrować za pomocą stosowanego układu pomiarowego. Na podstawie pomiarów referencyjnych określono, że minimalne wartości prądów upływu możliwe do zmierzenia wynoszą 100 μA w przypadku napięć przemiennych i 130 μA w przypadku napięć stałych. Wartości te są znacznie niższe niż typowe prądy upływu mierzone w badaniach urządzeń gaśniczych,
- dokonano oceny jakościowej zagrożeń związanych z pracami przy urządzeniach elektroenergetycznych z uwzględnieniem podsektorów wytwarzania, przesyłu i użytkowania. Zagrożenia te wytypowane zostały na podstawie wyników badań ankietowych przeprowadzonych w 1. etapie pracy. Dokonano także analizy zagadnień związanych z zapewnieniem bezpieczeń-

stwa pracowników podczas obsługi urządzeń energetycznych, w szczególności przy szybko rozwijających się innowacyjnych technologiach w tym obszarze (ze szczególnym uwzględnieniem OZE). Ponadto oceniono nowe technologie w aspekcie zagrożeń oraz omówiono działania zapobiegające ich występowaniu. Określono również aspekty prawne oraz uzasadniono nowelizację przepisów wynikającą z faktu, że nowe technologie implikują nowe zagrożenia, które wymagają z kolei opracowania nowych środków zaradczych.

Ponadto w ramach realizacji projektów przedsięwzięcia III:

- zbadano wpływ stosowania środków ochrony indywidualnej, w tym półmasek filtrujących FFP3 oraz odzieży chroniącej przed czynnikami infekcyjnymi (kombinezon barierowy oraz fartuch barierowy), na obciążenie cieplne użytkownika. Badania przeprowadzono w komorze klimatycznej z udziałem 10-osobowej grupy ochotników w odniesieniu do następujących wariantów: W1 – zestaw z kombinezonem barierowym w temperaturze powietrza 29°C, W2 – zestaw z kombinezonem barierowym w temperaturze powietrza 22°C, W3 – zestaw z fartuchem barierowym w temperaturze powietrza 29°C, W4 – zestaw z fartuchem barierowym w temperaturze powietrza 22°C. Wstępne wyniki badań parametrów fizjologicznych wskazują na wystąpienie obciążenia cieplnego ochotników podczas 65-minutowej ekspozycji na zadane warunki oraz stosowaną odzież. Stwierdzono, że o ile pod kątem fizjologicznym występowanie największego obciążenia cieplnego można przypisać wariantom W1 i W2, to pod kątem subiektywnych odczuć ochotników, jako najmniej komfortowe oceny przypisano wariantom W1 i W3,
- opracowano sceny odwzorowujące środowiskowe otoczenie wizualne i dźwiękowe stanowisk pracy o charakterze biurowym. Sceny te składają się z obrazów i dźwięków wyświetlanych (w tym z użyciem technologii rzeczywistości wirtualnej) i odtwarzanych na stanowiskach laboratoryjnych, tj. w pomieszczeniu laboratoryjnym semi-CAVE oraz na stanowisku do odtwarzania dźwięku przestrzennego w komorze do badań akustycznych. W przypadku stanowiska laboratoryjnego semi-CAVE stworzono cyfrowe reprezentacje pomieszczeń biurowych o różnej charakterystyce wizualnej w programie do tworzenia i obróbki grafiki 3D, *Unreal Engine*. Z kolei na potrzeby stanowiska laboratoryjnego do odtwarzania dźwięku przestrzennego odpowiednie obrazy pozyskano z dwóch źródeł: własne rejestracje próbek wizualnych w środowisku zewnętrznym (głównie obszary atrakcyjne przyrodniczo) oraz ogólnodostępne repozytoria internetowe grafik i zdjęć, w których poszukiwano m.in. obrazów obiektów przemysłowych. Natomiast próbki dźwiękowe do tworzonych scen również pozyskiwano z dwóch źródeł: nagrania własne (zrealizowane za pomocą mikrofonu ambisonicznego trzeciego rzędu zarówno w plenerze, jak i w pomieszczeniach biurowych) oraz ogólnodostępne internetowe repozytoria,
- przeprowadzono analizy statystyczne wyników zrealizowanego na grupie 300 pracowników żeglugi śródlądowej, portowej i przybrzeżnej oraz bałtyckiej badania ankietowego, dotyczącego oceny warunków pracy oraz wpływu tych warunków na jakość życia. Większość badanych pracowników ocenia warunki pracy jako dobre (51% badanych) lub bardzo dobre (33% badanych). Przy uwzględnieniu poszczególnych fizycznych czynników środowiska pracy badani najczęściej deklarowali ich niską uciążliwość. Stwierdzono m.in., że istotnymi predyktorami ogólnego stanu zdrowia badanych jak i poszczególnych symptomów ich zdrowia psychicznego jest konflikt praca–życie prywatne (związek ujemny), poczucie izolacji społecznej (związek ujemny), zaufanie do kierownictwa (związek dodatni), sens i znaczenie pracy (związek dodatni). Ponadto przeprowadzono badania środowiskowe czynników fizycznych środowiska pracy (hałasu, hałasu infradźwiękowego, drgań mechanicznych, mikroklimatu, pól elektro-magnetycznych, oświetlenia elektrycznego oraz promieniowania nadfioletowego UV) na 11 jednostkach pływających, w tym na 5 jednostkach żeglugi śródlądowej oraz na 5 jednostkach żeglugi portowej i przybrzeżnej.

3. Relacja między osiągniętymi wynikami a celami w zakresie rozwoju społeczno-gospodarczego kraju oraz spełnienie wymagań dyrektyw Unii Europejskiej

Projekty realizowane w ramach przedsięwzięcia III przyczynią się do realizacji celów Krajowego Planu Odbudowy i Zwiększenia Odporności, Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.), Narodowego Programu Zdrowia 2021–2025, Krajowego Programu Badań, Polityki Energetycznej Polski do 2040, Strategii Zrównoważonego Rozwoju Transportu do 2030, Polityki Naukowej Państwa, Krajowych Inteligentnych Specjalizacji, Długookresowej Strategii Rozwoju Kraju. Polska 2030 oraz Strategii Rozwoju Kapitału Ludzkiego 2030 (aktualizacja z 2020). Są one również zgodne z priorytetami dokumentów europejskich w obszarze bezpieczeństwa i zdrowia w pracy.

Wynikiem realizacji projektów przedsięwzięcia III są opracowania ukierunkowane na spełnienie wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy dostosowanych do postanowień dyrektyw Unii Europejskiej, m.in. 92/85/EWG, 98/24 WE oraz 2004/37/WE.

Projekt III.PN.01: Zaprojektowanie i wytworzenie prototypu generatora cząstek stałych umożliwiającego symulowanie środowiska pracy w warunkach laboratoryjnych oraz opracowanie charakterystyk filtracyjnych komercyjnych filtrów powietrza stosowanych w metodzie grawimetrycznej

Okres realizacji: 1.01.2023–31.12.2025

Etap 2.: Zaprojektowanie i wytworzenie prototypu generatora cząstek stałych umożliwiającego symulowanie środowiska pracy w warunkach laboratoryjnych oraz opracowanie stanowiska do określenia charakterystyk filtracyjnych filtrów powietrza stosowanych w metodzie grawimetrycznej

Okres realizacji: 1.01.2024–30.04.2025

Kierownik projektu: mgr inż. Piotr Sobiech, mgr inż. Szymon Kamocki – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Zagrożeń Chemicznych, Pyłowych i Biologicznych

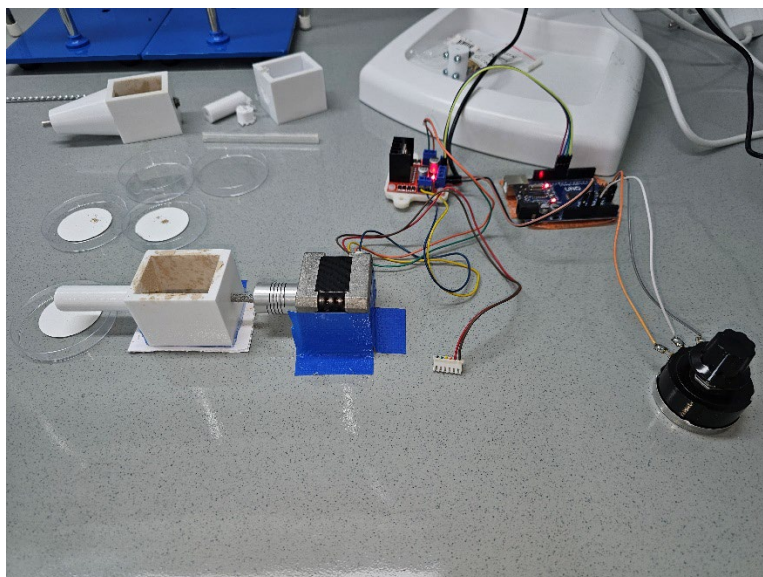
Celem realizacji projektu jest opracowanie prototypu generatora cząstek stałych, który umożliwi symulowanie środowiska pracy w warunkach laboratoryjnych, co przełoży się na możliwości prowadzenia badań na przykład nad technikami monitoringu jakości powietrza, oceny działania urządzeń wentylacyjnych, filtrowentylacyjnych. Celem projektu jest również opracowanie i budowa stanowiska badawczego do oceny parametrów filtracyjnych filtrów, dzięki któremu zostaną opracowane charakterystyki filtracyjne filtrów powietrza stosowanych w metodzie grawimetrycznej.

Celem 2. etapu projektu była analiza pracy generatorów cząstek stałych takich firm, jak Swisens, Cultex Laboratories, Palas GmbH, TSI Incorporated, Topas GmbH, podczas której zbadano takie parametry jak: objętościowy strumień powietrza (generowanego aerozolu), masowy strumień generowanego pyłu, rodzaj proszków możliwych do wykorzystania, metoda generowania aerozolu, waga urządzenia, budowa (modułowość). Przeprowadzono analizę urządzeń i rozwiązań, które mogą być wykorzystane do opracowania generatora. Analiza obejmowała również przegląd rynku pod kątem możliwości wykonania elementów planowanego rozwiązania, umożliwiającego podawanie pyłu w ilościach mikrogramowych. Wybrano system przepustów dla przewodów pneumatycznych, elektrycznych, które

będą umiejscowione w obudowie generatora. W wyniku powyższych prac określono założenia dotyczące ogólnej konstrukcji generatora tj. sposób budowy modułowej, przyjęto system złączy i przyłączy pneumatycznych.

Na przełomie marca i kwietnia 2024 r. nastąpiło przerwanie realizacji zaplanowanych prac w projekcie. Przyczyną zaistniałej sytuacji była nagła i zagrażająca życiu hospitalizacja kierownika projektu p. mgr. inż. Piotra Sobiecha. Hospitalizacja i rehabilitacja poskutkowała blisko dwuletnią nieobecnością kierownika projektu w Instytucie. Jednocześnie na początku kwietnia 2024 r. jeden z dwóch innych wykonawców projektu – p. mgr inż. Adrian Okołowicz zakończył zatrudnienie w CIOP-PIB. Instytut podjął wszelkie niezbędne kroki w celu zapobieżenia konieczności rezygnacji z realizacji projektu. 2. etap projektu został wydłużony do 30.04.2025 r. Na skutek prowadzonej od kwietnia 2024 r. rekrutacji w drugiej połowie 2024 r. CIOP-PIB zatrudnił pracownika – specjalistę inżynierjno-technicznego posiadającego doświadczenie zawodowe i kwalifikacje odpowiadające zakresowi badań, który podjął się realizacji przedmiotowego projektu. Instytut dodatkowo zatrudnił do pomocy przy pracach w projekcie drugiego pracownika – starszego referenta technicznego. W ramach prac zatrudnionych wykonawców zostały zrealizowane następujące działania:

- prowadzono prace nad mechanizmem dozowania proszku do generatora,
- konsultowano i analizowano kosztorysy od przedsiębiorstw zajmujących się przygotowaniem sprężonego powietrza,
- zamodelowano przenośniki ślimakowe w programie typu CAD,
- wydrukowano elementy w technologiach: stereolitografii z żywicy ceramicznej o wysokiej wytrzymałości oraz MJF (ang. Multi Jet Fusion) z PA12,
- kompletowano układ testowy dozowania proszku i rozpoczęto badania eksperymentalne mechanizmu,
- stworzono koncepcyjny schemat stanowiska do określania charakterystyk filtracyjnych komercyjnych filtrów powietrza stosowanych w metodzie grawimetrycznej.
- przygotowano materiał do artykułu „Czynniki pyłowe w środowisku pracy metody pobierania” do złożenia w miesięczniku „Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka”.



Projekt III.PN.01. Testowane modele dozownika pyłu generatora

Niestety po 4 miesiącach analiz i prac eksperymentalnych nowi wykonawcy stwierdzili, że nie są w stanie wykonać wszystkich założeń technicznych elementów generatora i stanowiska badawczego. Podjęto również próby kontaktów z przedsiębiorstwami specjalizującymi się w dozowaniu proszków

(główny moduł konstrukcji generatora), jednak przedstawione kosztorysy wykonania poszczególnych elementów konstrukcyjnych generatora przekraczały zdecydowanie planowane koszty realizacji usług w ramach projektu. Z uwagi na autorski charakter prac przewidzianych do realizacji w ramach projektu i jego innowacyjność pomimo zapewnienia najwyższej staranności w realizacji projektu i wprowadzenia wszelkich możliwych działań naprawczych dalsza realizacja projektu nie jest możliwa ze względu na niską wartość merytoryczną dotychczasowych wyników prowadzonych prac B+R, co prognozuje, że oczekiwane wyniki końcowe nie zostaną osiągnięte. W kontekście powyższego w związku z zaistnieniem siły wyższej na podstawie dyspozycji § 6 ust. 17 umowy nr DWP/PBiWP/VI/2023 ws. finansowania projektów w ramach VI etapu programu wieloletniego pn. „Rządowy Program Poprawy Bezpieczeństwa i Warunków Pracy” Instytut zwrócił się do NCBR z prośbą o wyrażenie zgody na zaprzestanie realizacji przedmiotowego projektu.

W wyniku realizacji 2. etapu projektu w 2024 r. nie osiągnięto zaplanowanych produktów.

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Prototyp generatora cząstek stałych, umożliwiającego symulowanie środowiska pracy w warunkach laboratoryjnych (2024-1)	-
Dokumentacja techniczna generatora cząstek stałych umożliwiającego symulowanie środowiska pracy w warunkach laboratoryjnych (2025-1)	-
Stanowisko do określania charakterystyk filtracyjnych komercyjnych filtrów powietrza stosowanych w metodzie grawimetrycznej (2024-1)	-
Materiał informacyjny dotyczący charakterystyk filtracyjnych filtrów powietrza stosowanych metodą grawimetrycznej (do udostępnienia w serwisie internetowym CIOP-PIB) (2025-1)	-
Artykuły popularnonaukowe (złożone do redakcji czasopisma) (2024-1)	-
Artykuły naukowe (treści złożone do redakcji czasopisma) (2024-1, 2025-1)	-
Wystąpienia na konferencjach naukowych (w postaci ustnej lub plakatowej) (2025-2)	-

Projekt III.PN.02: Opracowanie 9 nowych metod oznaczania szkodliwych substancji chemicznych dla potrzeb oceny środowiska pracy

Okres realizacji: 1.01.2023–31.12.2025

Etap 2.: Opracowanie nowych metod oznaczania 4 szkodliwych substancji chemicznych w powietrzu na stanowiskach pracy (4-*tert*-butylotoluenu, antrachinonu, ozonu i azodikarbonamidu). Projekty polskich norm

Okres realizacji: 1.01.2024–31.12.2024

Kierownik projektu: dr Joanna Kowalska – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Zagrożeń Chemicznych, Pyłowych i Biologicznych

Celem realizacji projektu jest opracowanie 9 nowych metod oznaczania szkodliwych substancji chemicznych dla potrzeb oceny środowiska pracy.

Celem 2. etapu projektu było opracowanie nowych metod oznaczania 4 szkodliwych substancji chemicznych obecnych w powietrzu środowiska pracy: 4-*tert*-butylotoluenu, antrachinonu, ozonu i azodikarbonamidu. Nowe metody oznaczania opracowano z uwzględnieniem wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń tych substancji ustalonych przez Międzyresortową Komisję ds. NDS i NDN Czynników Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku Pracy.

Projekt III.PN.02. Wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń w powietrzu na stanowiskach pracy

Substancja	Wartości dopuszczalnych stężeń	
	NDS	NDSch
4- <i>tert</i> -Butylotoluen	30 mg/m ³	–
Antrachinon	0,5 mg/m ³ (frakcja wdychalna)	–
Ozon	0,15 mg/m ³	–
Azodikarboamid	0,02 mg/m ³ (frakcja wdychalna)	0,04 mg/m ³ (frakcja wdychalna)

W opracowanych metodach wykorzystano: technikę wzbogacania analitów na etapie pobierania próbek powietrza; wymycie odpowiednim rozpuszczalnikiem zatrzymanych na mediach zbierających substancji oraz przeprowadzenia substancji w pochodną w celu przygotowania próbki do analizy, technikę chromatografii gazowej, jonowej lub cieczowej na etapie oznaczeń końcowych. Opracowane metody pozwalają na oznaczanie stężeń wszystkich wyżej wymienionych substancji w powietrzu środowiska pracy w zakresie od 1/10 do 2 wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń i spełniają wymagania, które podaje PN-EN 482:2021 Narażenie na stanowiskach pracy – Wymagania ogólne dotyczące charakterystyki procedur pomiarów czynników chemicznych.

Projekt III.PN.02. Parametry opracowanych metod

Lp.	Oznaczana substancja	NDS [mg/m ³]	Sposób pobierania próbek powietrza/przygotowanie próbki do analizy	Technika analityczna	Zakres krzywej wzorcowej [mg/m ³]
1	4- <i>tert</i> -butylotoluen	30	rurka z węglem aktywnym / desorpcja disiarczkiem węgla	GC/FID	3–60
2	antrachinon	0,5	filtr z włókna szklanego umieszczony w próbniku do pobierania frakcji wdychalnej / odzysk dichlorometanem	GC/MS	0,05–1
3	ozon	0,15	filtr z włókna szklanego pokryty azotanem(III) sodu / odzysk wodą dejonizowaną	IC	0,015–0,3
4	azodikarboamid	0,02	filtr z włókna szklanego umieszczony w próbniku do pobierania frakcji wdychalnej / odzysk acetonitrylem i reakcja z izotiocyanianem 1-naftyli	HPLC/DAD	0,002–0,04

Legenda:

GC/FID – chromatograf gazowy z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym

GC/MS – chromatograf gazowy ze spektrometrem mas

IC – chromatograf jonowy

HPLC/DAD – chromatograf cieczowy z detektorem diodowym

W wyniku realizacji projektu w 2024 r. powstały 3 projekty norm, które po ustanowieniu przez Polski Komitet Normalizacyjny staną się Polskimi Normami z zakresu Ochrona czystości powietrza/ powietrze na stanowiskach pracy. Wyniki badań upowszechniono w 3 opracowanych publikacjach oraz na 4 konferencjach.

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Metody oznaczania szkodliwych substancji chemicznych (2023-3, 2024-4, 2025-2)	4
Projekty polskich norm (2023-3, 2024-3, 2025-3)	3

Artykuły naukowe (złożone do redakcji czasopisma) (2023-3, 2024-3, 2025-3) – Art. złożony w redakcji: Kowalska J., Kondej D., <i>Metoda oznaczania 4-tert-butylotoluenu w powietrzu na stanowiskach pracy, Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy</i>, nr rejestracji ID: 13/PiMOŚP/2024 – Art. złożony w redakcji: Dobrzyńska E., Szewczyńska M., <i>Antrachinon w powietrzu środowiska pracy – metoda oznaczania, Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy</i>, nr rejestracji ID: 17/PiMOŚP/2024 – Art. złożony w redakcji: Wasilewski P., Szewczyńska M., <i>Oznaczanie ozonu w powietrzu na stanowiskach pracy, Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy</i>, nr rejestracji ID: 16/PiMOŚP/2024	3
Wystąpienia na konferencjach naukowych (w postaci ustnej lub plakatowej) (2023-1, 2024-1, 2025-1) – Plakat Metoda oznaczania ozonu w powietrzu na stanowiskach pracy 2024 PDF – Plakat Metoda oznaczania 4-tert-butylotoluenu w powietrzu na stanowiskach pracy 2024 PDF – Plakat Studies towards the development of a standard for anthraquinone determination in the workplace air 2024 PDF – Referat Metody oznaczania stężeń substancji rakotwórczych w środowisku pracy 2024 PDF	4

Projekt III.PN.03: Opracowanie 9 znowelizowanych metod oznaczania szkodliwych substancji chemicznych dla potrzeb oceny środowiska pracy

Okres realizacji: 1.01.2023–31.12.2025

Etap 2.: Opracowanie znowelizowanych metod oznaczania 3 szkodliwych substancji chemicznych w powietrzu na stanowiskach pracy. Projekty polskich norm

Okres realizacji: 1.01.2024–31.12.2024

Kierownik projektu: mgr Paweł Wasilewski – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Zagrożeń Chemicznych, Pyłowych i Biologicznych

Celem realizacji projektu jest opracowanie znowelizowanych metod oznaczania 9 szkodliwych substancji chemicznych w powietrzu środowiska pracy. Do osiągnięcia celu wybierane są substancje, które występują w środowisku pracy w Polsce i mają ustalone wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń (NDS), ale metody ich oznaczania nie spełniają obecnych wymagań PN-EN 482:2021, przez co nie ma możliwości poprawnej oceny narażenia pracowników w środowisku pracy. Wybór substancji zależy od ustaleń Międzyresortowej Komisji ds. NDS i NDN Czynniki Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku Pracy dotyczących zmienionych wartości dopuszczalnych stężeń oraz od wycofywania przez Polski Komitet Normalizacyjny norm z metodami nie spełniającymi obecnych wymagań odnośnie oznaczalności. Opracowane metody będą posiadały dokumentację zawierającą ustalone parametry dotyczące pobierania próbek powietrza, przygotowania próbek do analizy ilościowej oraz parametry instrumentalne związane z zastosowaną techniką. Znowelizowane metody będą umożliwiały poprawne zmierzenie niebezpiecznych substancji chemicznych w powietrzu w zakresie od 1/10 do 2 wartości NDS.

Celem 2. etapu projektu było opracowanie znowelizowanych metod oznaczania platyny, prop-2-en-1-olu i 4-aminofenolu w powietrzu na stanowiskach pracy. Obowiązujące metody nie spełniały wymogów odnośnie do oznaczalności wg PN-EN 482:2021 Narażenie na stanowiskach pracy – Procedury oznaczania stężenia czynników chemicznych - Podstawowe wymagania dotyczące parametrów procedur.

Metoda oznaczania prop-2-en-1-olu polega na adsorpcji prop-2-en-1-olu na węglu aktywnym, desorpcji roztworem propan-2-olu w disiarczku węgla i analizie chromatograficznej (GC-FID) otrzymanego roztworu. Zastosowanie do analizy kolumny STABILWAX GC pozwoliło na selektywne oznaczenie prop-2-en-1-olu. Metoda umożliwia oznaczanie prop-2-en-1-olu w zakresie stężeń 0,2–4 mg/m³, tj. od 1/10 do 2 wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia, jak i w przypadku wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia chwilowego w odniesieniu do próbki pobieranej przez 15 minut.

Metoda oznaczania platyny polega na zatrzymaniu na filtrze MCE aerozolu platyny obecnego na stanowiskach pracy. Po mineralizacji filtra oznacza się ilościowo platynę z użyciem absorpcyjnej spektrometrii atomowej z atomizacją w płomieniu acetylen-powietrze przy długości fali 266,0 nm. Zakres metody oznaczania wynosi 0,1–2 mg/m³, co odpowiada zakresowi od 1/10 do 2 obowiązującej wartości NDS.

Metoda pobierania 4-aminofenolu polega na przepuszczeniu 360 litrów przez filtr z włókna szklanego umieszczony w próbniku do frakcji wdychalnej. Próbkę analizuje się z zastosowaniem chromatografii gazowej z detekcją płomieniowo-jonizacyjną. Zastosowana kolumna kapilarna HP-5 w temperaturze programowanej umożliwia selektywne oznaczanie związku. Opracowana metoda umożliwia oznaczanie 4-aminofenolu na poziomie 1/10 wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia i może być wykorzystana do oceny narażenia zawodowego.

Projekt III.PN.03. Parametry znowelizowanych metod

Lp.	Oznaczana substancja	NDS [mg/m ³]	Sposób pobierania próbek powietrza/przygotowanie próbki do analizy	Technika analityczna	Zakres krzywej wzorcowej [mg/m ³]
1	prop-2-en-1-ol	NDS: 2 NDSCh: 10	rurka zawierająca węgiel aktywny, a następnie ekstrakcja przy użyciu propan-2-olu	GC-FID	0,2–4
2	platyna metaliczna	1	filtry z mieszaniny estrów celulozowych, następnie mineralizacja z wykorzystaniem wody królewskiej	F-AAS	0,1–2
3	4-aminofenol	5	filtr z włókna szklanego w próbniku do pobierania frakcji wdychalnej, ekstrakcja mieszaniną metanolu z buforem fosforanowym	GC-FID	0,5–10

Legenda:

GC-FID – chromatograf gazowy z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym

F-AAS – absorpcyjna spektrometria atomowa z jonizacją w płomieniu

W wyniku realizacji projektu w 2024 r. opracowano 3 metody oznaczania substancji chemicznych i 3 projekty Polskich Norm, które po ustanowieniu przez Polski Komitet Normalizacyjny staną się Polskimi Normami z zakresu Ochrona czystości powietrza/powietrze na stanowiskach pracy. Wyniki badań upowszechniono w 3 publikacjach naukowych oraz zaprezentowano w postaci 3 doniesień na krajowych konferencjach naukowych.

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Projekty norm polskich (znowelizowanych) (2023-3, 2024-3, 2025-3)	3
Metody oznaczania substancji chemicznych (2023-3, 2024-3, 2025-3)	3
Artykuły naukowe (złożone do redakcji czasopisma) (2023-3, 2024-3, 2025-3) – Art. złożony w redakcji: <i>Dobrzyńska E., Kowalska J., Exposure to 4-aminophenol in the workplace environment, Safety and Health at Work, nr rejestracji E-SHAW_S-24-009050</i>	3

– Art. złożony w redakcji: <i>Wasilewski P., Woźnica A., Oznaczanie platyny w powietrzu na stanowiskach pracy, Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy, nr rejestracji 15/PiMOŚP/2024</i> – https://m.ciop.pl/CIOPortalWAR/file/99600/2024123183340&Oznaczenie_prop-2-en-1-olu_w_powietrzu_na_stanowiskach_pracy_pi-mosp_4_2024_175_187.pdf	
Wystąpienia na konferencjach naukowych (w postaci ustnej lub plakatu) (2023-1, 2024-1, 2025-1) – Plakat Chromatograficzna metoda oznaczania alkoholu allilowego w środowisku pracy 2024 PDF – Plakat Nowelizacja metody oznaczania p-aminofenolu 2024 PDF – Plakat Oznaczanie platyny w powietrzu na stanowiskach pracy 2024 PDF	3

Projekt III.PN.04: Opracowanie dokumentacji dopuszczalnych poziomów narażenia zawodowego dla 30 czynników chemicznych szkodliwych dla zdrowia, w tym rakotwórczych

Okres realizacji: 1.01.2023–31.12.2025

Etap 2.: Opracowanie dokumentacji dopuszczalnych poziomów narażenia zawodowego dla 10 czynników chemicznych szkodliwych dla zdrowia: lit i związki litu, metylohydrazyna, kwas heptadekafluorooktanosulfonowy (PFOS), kwas perfluorooktanowy (PFOA), ołów i jego związki nieorganiczne, kwas tereftalowy, 1,2-dichloropropan, chloropren, diizocyjaniany (jako NCO), benzydyna i jej sole

Okres realizacji: 1.01.2024– 31.12.2024

Kierownik projektu: prof. dr hab. Joanna Jurewicz – Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi

Celem głównym projektu jest opracowanie dokumentacji dopuszczalnych poziomów narażenia zawodowego dla 30 czynników chemicznych szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy przez członków Zespołu Ekspertów ds. Czynniki Chemiczne i Pyłowe Międzyresortowej Komisji ds. NDS i NDN (ZE), na podstawie danych naukowych. Wybór substancji do opracowania dokumentacji NDS obejmuje czynniki chemiczne i pyłowe, w tym także substancje rakotwórcze i mutagenne oraz wpływające szkodliwie na rozrodczość (reprotoksyczne).

Celem 2. etapu projektu było opracowanie dokumentacji dopuszczalnych poziomów narażenia wraz z badaniami wstępnymi i okresowymi oraz przeciwwskazaniami do zatrudnienia i wnioskami dotyczącymi 10 następujących substancji chemicznych: lit [7439-93-2] i związki litu, metylohydrazyna [60-34-4], kwas heptadekafluorooktanosulfonowy [1763-23-1] (PFOS), kwas perfluorooktanowy [335-67-1] (PFOA), ołów i jego związki nieorganiczne [7439-92-1], kwas tereftalowy [100-21-0] (TPA), 1,2-dichloropropan [78-87-5], chloropren (2-chlorobuta-1,3-dien) [126-99-8], diizocyjaniany (jako NCO), benzydyna i jej sole [92-87-5], octan benzydyny [36341-27-2]; siarczan benzydyny [21136-70-9]; chlorowodorek benzydyny [14414-68-7]; dichlorowodorek benzydyny [531-85-1]. Cztery substancje, tj. lit i jego związki, PFOS, PFOA oraz TPA, to substancje nowe, w stosunku do których dotychczas w Polsce nie ustalono wartości NDS. Lit jest składnikiem złożonych tlenków LiMnCo stosowanych w elektrodach akumulatorów samochodów elektrycznych. PFOA i PFOS należą do grupy perfluorowanych związków alkilowych, będących składnikami powłok hydrofobowych i olejofobowych oraz przemysłowych środków czystości. Kwas tereftalowy jest w Polsce produkowany przez Polski Koncern Naftowy Orlen oraz Stepan Polska. TPA stosuje się głównie do produkcji politereftalanu etenu, z którego

produkuje się m.in. plastikowe elementy i włókna poliestrowe z grupy terylenów, a także różnorodne pojemniki opakowaniowe.

Weryfikacja wartości już obowiązujących dopuszczalnych wartości poziomów narażenia została przeprowadzona w oparciu o najnowsze dane literaturowe i objęła 6 substancji: metylohydrazynę, ołów i jego związki nieorganiczne, 1,2-dichloropropan, 2-chlorobuta-1,3-dien, diizocyjaniany (jako NCO) oraz benzydynę i jej sole. W odniesieniu do ołowiu i jego zw. nieorganicznych oraz diizocyjanianów wprowadzono nowe wartości wiążące w UE, natomiast lit i związki litu oraz metylohydrazyna to substancje priorytetowe w celu ustalenia dla nich wartości wiążących i ich wprowadzenia do dyrektywy 2004/37/EC. Dwie substancje, tj. 1,2-dichloropropan i chloropren, są przedmiotem prac Risk Assessment Committee (RAC). Benzydyna i jej sole wymagają weryfikacji NDS z powodu obowiązywania dla niej w Polsce wartości 0 mg/m³. Cztery substancje są sklasyfikowane jako rakotwórcze: benzydyna i jej sole do kategorii 1A, natomiast metylohydrazyna, 1,2-dichloropropan i chloropren do kategorii 1B. Trzy substancje są zaklasyfikowane jako szkodliwe na rozrodczość: ołów do kategorii 1A, a PFOS i PFOA do kategorii 1B.

Do Centralnego Rejestru Danych o Narażeniu na Substancje Chemiczne, ich Mieszaniny, Czynniki lub Procesy Technologiczne o Działaniu Rakotwórczym, Mutagennym lub Reprotoksycznym prowadzonego w Instytucie Medycyny Pracy w Łodzi w 2022 r. przekazano dane o narażeniu na substancje rakotwórcze, dla których ZE podjął prace nad opracowaniem dokumentacji NDS: benzydyna i jej soli – 657 osób narażonych, z 12 województw, 27 zakładów pracy, w tym 313 kobiet w wieku poniżej 45 lat; metylohydrazyna – 68 osób narażonych, z 2 województw, 2 zakładów pracy, w tym 48 kobiet w wieku poniżej 45 lat; 1,2-dichloropropan – 15 osób narażonych, z 4 województw, 7 zakładów pracy, w tym 9 kobiet w wieku poniżej 45 lat; chloropren – 551 osób narażonych, z 2 województw, 2 zakładów pracy, w tym 120 kobiet w wieku poniżej 45 lat. Według danych GIS w 2023 r. w narażeniu na stężenia >0,1 NDS–0,5 NDS pracowało 11 osób ekspozowanych na wodorek litu oraz 256 osób ogółem na diizocyjaniany. W stężeniach powyżej obowiązującej wartości NDS pracowało 1267 osób narażonych na ołów i jego związki nieorganiczne. Analiza dokonana na podstawie danych z lat 2012–2022 wskazuje, że choroby zawodowe wynikające z narażenia na ołów i jego związki stanowią istotny odsetek chorób zawodowych odnotowywanych w Polsce. W Centralnym Rejestrze Chorób Zawodowych (IMP Łódź) zamieszczono dane o 11 przypadkach chorób zawodowych wynikających z narażenia na ołów. Są to takie jednostki chorobowe jak niedokrwistość ołowicza, kolka ołowicza, polineuropatia i kontaktowe zapalenie skóry z podrażnienia. W 2013 i 2014 r. zarejestrowano po 1 przypadku nowotworu pęcherza moczowego w wyniku narażenia zawodowego na benzydynę i zgłoszono 1 przypadek kontaktowego zapalenia skóry z podrażnienia w wyniku narażenia na diizocyjaniany. W 2022 r. odnotowano 1 przypadek raka płuca w wyniku narażenia na chloropren.

Zespół Ekspertów ds. Czynników Chemicznych i Pyłowych na posiedzeniu w dn. 25–27 września 2024 r. przyjął dokumentację dotyczące dopuszczalnych poziomów narażenia zawodowego dla 10 ww. związków chemicznych oraz zaproponował dla nich wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń (NDS). W odniesieniu do omawianych 10 substancji chemicznych przygotowano wnioski dla Międzyresortowej Komisji ds. NDS i NDN. W przypadku każdej z substancji opracowano zakres badań wstępnych i okresowych, częstotliwość badań okresowych oraz przeciwwskazania lekarskie do zatrudnienia. Te informacje są sukcesywnie publikowane w kwartalniku Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy, wraz z pełnymi dokumentacjami. Udokumentowane propozycje dopuszczalnych stężeń dla tych 10 związków chemicznych zostaną przedstawione podczas posiedzeń Międzyresortowej Komisji ds. NDS i NDN, zgodnie z harmonogramem jej prac.

Wyniki badań zostały upowszechnione w 10 publikacjach o zasięgu krajowym oraz na 3 konferencjach naukowych.

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Dokumentacje dopuszczalnych poziomów narażenia zawodowego dla 30 czynników chemicznych szkodliwych dla zdrowia i ich przekazanie do Międzyresortowej Komisji ds. NDS i NDN (2023-10, 2024-10, 2025-10)	10
Artykuły naukowe opracowane na podstawie dokumentacji NDS zatwierdzonych przez Komisję Międzyresortową ds. NDS i złożone w redakcji czasopisma „Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy” (2023-5, 2024-5, 2025-5) – https://doi.org/10.54215/PiMOSP/2.119.2024 – https://doi.org/10.54215/PiMOSP/1.120.2024 – http://dx.doi.org/10.54215/pimosp/2.120.2024 https://pbn.nauka.gov.pl/core/#/publication/view/66b9e58afdbe836001dfbff6/current – https://doi.org/10.54215/PiMOSP/1.121.2024 – https://doi.org/10.54215/PiMOSP/2.121.2024 – https://doi.org/10.54215/PiMOSP/3.121.2024 – https://doi.org/10.13075/mp.5893.01562 – https://doi.org/10.54215/PiMOSP/1.122.2024 – https://doi.org/10.54215/PiMOSP/2.122.2024 – https://doi.org/10.54215/PiMOSP/3.122.2024	10
Wystąpienia na konferencjach naukowych (w postaci ustnej lub plakatowej) (2023-2, 2024-2, 2025-2) – https://www.ciop.pl/CIOPPortalWAR/file/99213/materialy-konferencyjne-2024.pdf – https://www.ciop.pl/CIOPPortalWAR/file/99213/materialy-konferencyjne-2024.pdf – https://www.imp.lodz.pl/xxiv-konferencja-pthp-wyzwania-w-higienie-pracy – https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378427424017065?via%3Dihub	4

Projekt III.PN.05: Opracowanie metod oznaczania 12 szkodliwych substancji chemicznych w powietrzu na stanowiskach pracy do oceny narażenia zawodowego

Okres realizacji: 1.01.2023–31.12.2025

Etap 1.: Opracowanie metod oznaczania 4 substancji chemicznych (butan-1-olu, 1,2,3- trichloropropanu, doksorubicyny oraz *N*-hydroksymocznika w powietrzu na stanowiskach pracy. Przygotowanie projektów polskich norm

Okres realizacji: 1.01.2023–30.04.2024

Etap 2.: Opracowanie metod oznaczania 4 szkodliwych substancji chemicznych w powietrzu na stanowiskach pracy wybranych w zależności od ustaleń Międzyresortowej Komisji ds. NDS i NDN Czynniki Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku Pracy. Przygotowanie projektów polskich norm

Okres realizacji: 1.01.2024–30.04.2024

Kierownik projektu: prof. dr hab. Joanna Jurewicz – Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi

Celem głównym projektu jest opracowanie i zwalidowanie metod ilościowego oznaczania 12 szkodliwych substancji chemicznych, dostosowanych do wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń, a także opracowanie na ich podstawie 12 projektów polskich norm.

Ze względu na przedłużenie 1. etapu badań do 30 kwietnia 2024 r. w pierwszym kwartale tego roku trwały prace dotyczące opracowania projektów Polskich Norm dotyczących substancji będących przedmiotem badań w 2023 r. (butan-1-olu, 1,2,3- trichloropropan, doksorubicyna, *N*-hydroksymocznik). W wyniku tych prac do Polskiego Komitetu Normalizacyjnego zostały przekazane celem ustanowienia cztery projekty Polskich Norm. Do redakcji kwartalnika „Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy” zostały przekazane manuskrypty trzech pozostałych prac naukowych dotyczących badań wykonanych w 2023 r.

Projekt III.PN.05. Projekty Polskich Norm przygotowane w I kwartale 2024 r.

Lp.	Tytuł normy
1	Ochrona czystości powietrza – Oznaczanie 1,2,3-trichloropropanu w powietrzu na stanowiskach pracy metodą chromatografii gazowej ze spektrometrią mas
2	Ochrona czystości powietrza – Oznaczanie butan-1-olu w powietrzu na stanowiskach pracy metodą chromatografii gazowej
3	Ochrona czystości powietrza – Oznaczanie doksorubicyny lub chlorowodoru doksorubicyny na stanowiskach pracy metodą chromatografii cieczowej sprzężonej z tandemowym spektrometrem mas lub z detekcją fluorescencyjną
4	Ochrona czystości powietrza – Oznaczanie <i>N</i> -hydroksymocznika na stanowiskach pracy metodą chromatografii cieczowej sprzężonej z tandemowym spektrometrem mas lub z detekcją fluorescencyjną

Celem 2. etapu było opracowanie metody oznaczania w powietrzu 4 następujących substancji chemicznych: metakrylanu-2,3-epoksypropylu, winylo-2-pirolidonu, kwasu heptadekafluorooktanosulfonowego i metylohydrazyny. Wymienione substancje były w ostatnich latach przedmiotem prac Zespołu Ekspertów ds. Czynników Chemicznych i Pyłowych Międzyresortowej Komisji ds. NDS i NDN Czynników Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku Pracy lub nie było w odniesieniu do nich zwalidowanych metod analitycznych umożliwiających oznaczanie stężeń tych substancji na poziomie 1/10 obowiązującej wartości NDS. Zakres badań wynikał z normy europejskiej PN-EN 482 Narażenie na stanowiskach pracy – Procedury oznaczania stężenia czynników chemicznych – Podstawowe wymagania dotyczące parametrów procedur i obejmował badania pochłaniania i odzysku oznaczanych substancji, doboru warunków analizy oraz określenia liniowości i precyzji metody. W zależności od rodzaju oznaczanej substancji w badaniach zastosowano chromatografię gazową ze spektrometrią mas (GC-MS) oraz wysokosprawną chromatografię cieczową z detekcją: spektrofotometryczną (HPLC/UV-VIS) lub sprzężoną z tandemową spektrometrią mas (LC-MS/MS). Opracowane wyniki przeprowadzonych dotychczas prac metody umożliwiają oznaczanie badanych związków w stężeniach $\leq 1/10$ odpowiednich wartości NDS.

Projekt III.PN.05 Podstawowe parametry opracowanych metod analitycznych

Lp.	Substancja oznaczana	Sposób pobierania próbek powietrza	Analiza	Oznaczalność [mg/m ³]	NDS [mg/m ³]
1	metakrylan glicydyłu	pochłanianie par metakrylanu glicydyłu na żywicy XAD-2, desorpcja z żywicy za pomocą disiarczku węgla	GC-MS	0,01	0,3
2	kwas heptadekafluorooktanosulfonowy	zatrzymanie związku na filtrze z włókna szklanego, ekstrakcja acetonitrylem	HPLC-MS/MS	0,001	0,01
3	winylo-2-pirolidon	pochłanianie par 1-winylo-2-pirolidonu na węglu aktywnym, desorpcja z węgla za pomocą 5-proc. roztworu metanolu w dichlorometanie	GC-MS	0,05	0,1
4	metylohydrazyna	zatrzymanie związku na filtrze z włókna szklanego nasączonym roztworem kwasu siarkowego, ekstrakcja roztworem EDTA – derywatywacja 0,1-proc. roztworem aldehydu benzoowego	HPLC-UV-VIS	0,002	0,02

Nadal trwają prace badawcze nad trwałością próbek winylo-2-pirolidonu. Równolegle trwają prace związane z przygotowaniem publikacji naukowych z przeprowadzonych badań oraz przygotowaniem projektów Polskich Norm oraz przygotowaniem kart skróconych metodyk oznaczania ww. związków do zamieszczenia na stronach internetowych CIOP-PIB i IMP.

Wyniki badań upowszechniono podczas 2 wystąpień konferencyjnych oraz w 3 artykułach naukowych.

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.	Wartość osiągnięta od początku realizacji projektu
Projekty polskich norm przekazane do Polskiego Komitetu Normalizacji (2023-4, 2024-4, 2025-4)	4	4
Metody oznaczania szkodliwych substancji chemicznych udostępnione w Internecie (2023-4, 2024-4, 2025-4)	1	4
Artykuły naukowe (złożone do redakcji czasopisma) (2023-4, 2024-4, 2025-4) – https://doi.org/10.54215/PiMOSP/4.122.2024 – https://doi.org/10.54215/PiMOSP/5.122.2024 – https://doi.org/10.54215/PiMOSP/6.122.2024	3	4
Wystąpienia na konferencjach naukowych (w postaci ustnej lub plakatowej) (2023-2, 2024-2, 2025-2)	2	4

Projekt III.PN.06: Opracowanie zaleceń do oceny ryzyka zdrowotnego dla czynników rakotwórczych – wytyczne szacowania ryzyka zdrowotnego dla substancji rakotwórczych wraz z ilościową/jakościową oceną rakotwórczości

Okres realizacji: 1.01.2023–31.12.2025

Etap 1.: Opracowanie wytycznych szacowania ryzyka zdrowotnego dla 3 substancji rakotwórczych wraz z ilościową/jakościową oceną rakotwórczości

Okres realizacji: 1.01.2023–30.04.2024

Etap 2.: Opracowanie wytycznych szacowania ryzyka zdrowotnego dla 3 substancji rakotwórczych wraz z ilościową/jakościową oceną rakotwórczości

Okres realizacji: 1.01.2024–31.12.2024

Kierownik projektu: prof. dr hab. Joanna Jurewicz – Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi

Celem głównym projektu jest opracowanie szczegółowych wytycznych dotyczących szacowania ryzyka zdrowotnego związanego z narażeniem zawodowym na substancje rakotwórcze. Projekt zakłada przygotowanie zaleceń zarówno do oceny jakościowej, jak i ilościowej rakotwórczości w odniesieniu do wybranych substancji chemicznych.

W ramach kontynuacji 1. etapu projektu, który miał na celu opracowanie wytycznych szacowania ryzyka zdrowotnego w odniesieniu do trzech substancji rakotwórczych, skupiono się na izoprenie [CAS: 78-79-5], 2,2'-dichloro-4,4'-metylenodianiline (MOCA) [CAS: 101-14-4] i furanu [CAS: 110-00-9]. Sub-

stancje te zostały wybrane na podstawie analizy wyników prac Komisji Europejskiej, Parlamentu Europejskiego oraz dostępnych danych na temat narażenia zawodowego w Polsce, ich zastosowania, występowania i produkcji.

Izopren, MOCA i furan to substancje rakotwórcze kategorii 1B, które zostały poddane ocenie w kontekście ryzyka zdrowotnego wynikającego z narażenia zawodowego. Zostały w stosunku do nich wprowadzone zmiany w wartościach NDS (najwyższe dopuszczalne stężenie), co stanowiło podstawę do przeprowadzenia szczegółowej oceny ryzyka.

W ramach etapu dokonano wyboru substancji, przeanalizowano dostępne dane na temat narażenia oraz przeprowadzono szacowanie ryzyka. Największe ryzyko wystąpienia nowotworów oszacowano w przypadku białaczki limfocytarnej w wyniku narażenia na furan, a najniższe dla raka płuca przy narażeniu na MOCA. W analizie wykorzystano dwustopniowy model kancerogenezy.

Wyniki 1. etapu zostały przedstawione na 1 konferencji krajowej i opublikowane w 1 materiałach informacyjnych dostępnych na stronach internetowych IMP i CIOP-PIB.

Celem 2. etapu projektu było opracowanie wytycznych szacowania ryzyka zdrowotnego w odniesieniu do trzech nowych substancji rakotwórczych: oksymu butan-2-onu (MEKO) [96-29-7], antrachinonu [84-65-1] oraz 1,4-dioksanu [123-91-1]. Wszystkie te substancje zostały zaklasyfikowane jako rakotwórcze kategorii 1B, a ich ocena była potrzebna w kontekście zmieniających się regulacji prawnych w Europie, zwłaszcza w związku z ustalaniem wartości NDS.

Oksym butan-2-onu został zaklasyfikowany jako substancja rakotwórcza kategorii 1B w 2022 r., a w Polsce ustalono nowe wartości NDS, które zaczną obowiązywać w 2025 r. Antrachinon jest substancją priorytetową do ustalenia wiążącej wartości NDS w UE, a prace nad tą substancją są w toku. 1,4-Dioksan także znajduje się na liście priorytetowej i jest przedmiotem prac Europejskiej Agencji ds. Chemikaliów (ECHA).

W ramach 2. etapu dokonano także wyboru substancji do analizy, opracowano wytyczne szacowania ryzyka zdrowotnego, a także przeprowadzono prace nad przygotowaniem materiałów informacyjnych, które zostaną udostępnione w Internecie. Dodatkowo wyniki 2. etapu zostaną zaprezentowane na krajowych i międzynarodowych konferencjach.

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Wytyczne szacowania ryzyka zdrowotnego dla 9 substancji rakotwórczych wraz z ilościową oceną rakotwórczości (2023-3, 2024-3, 2025-3) – Plakat "Zalecenia do oceny ryzyka zdrowotnego dla furanu"  – Plakat "Zalecenia do oceny ryzyka zdrowotnego dla izoprenu"  – Plakat "Zalecenia do oceny ryzyka zdrowotnego dla 2,2'-dichloro-4,4'-metylenodianiliny (MOCA)" 	3
Materiały informacyjne, przeznaczone do udostępnienia w serwisie internetowym CIOP-PIB (przekazane do Działu Informatyki) nt. wytycznych szacowania ryzyka zdrowotnego dla 9 substancji rakotwórczych (2023-3, 2024-3, 2025-3) – Materiały informacyjne: "Zalecenia do oceny ryzyka zdrowotnego dla furanu"  – Materiały informacyjne: "Zalecenia do oceny ryzyka zdrowotnego dla izoprenu"  – Materiały informacyjne: "Zalecenia do oceny ryzyka zdrowotnego dla 2,2'-dichloro-4,4'-metylenodianiliny (MOCA)" 	3
Recenzowana monografia naukowa (2025-1)	-
Wystąpienia na konferencjach naukowych (w postaci ustnej lub plakatowej) (2023-2, 2024-2, 2025-2)	3

Ponadplanowe wyniki projektu:

Publikacja naukowa (1)

- <https://doi.org/10.13075/mp.5893.0158>

Projekt III.PN.07: System automatyzacji badań pola elektromagnetycznego w środowisku, na potrzeby oceny i dokumentowania oraz ograniczania zagrożeń elektromagnetycznych w środowisku pracy przy wybranych instalacjach i urządzeniach

Okres realizacji: 1.01.2023–31.12.2025

Etap 2.: Weryfikacja praktyczna opracowanego projektu innowacyjnej metody autonomicznych pomiarów pola-EM w środowisku pracy z wykorzystaniem rejestratorów pola-EM przy wybranych instalacjach i urządzeniach (badania środowiskowe, laboratoryjne i modelowe)

Okres realizacji: 1.01.2024–31.12.2024

Kierownik projektu: dr hab. inż. Krzysztof Gryz – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Zagrożeń Fizycznych

Celem realizacji projektu jest opracowanie innowacyjnej metody autonomicznych badań pola elektromagnetycznego (pola-EM) w środowisku pracy z wykorzystaniem rejestratorów pola-EM, zaleceń dotyczących specyfikacji technicznej aparatury pomiarowej do takich badań oraz procedury analizy wyników pomiarów autonomicznych na potrzeby oceny i dokumentowania oraz ograniczania zagrożeń elektromagnetycznych w środowisku pracy, przy wybranych instalacjach i urządzeniach.

Celem 2. etapu projektu była kontynuacja badań nad czynnikami wpływającymi na miarodajność autonomicznych pomiarów pola-EM w środowisku pracy z wykorzystaniem nasobnych rejestratorów o różnych parametrach, m.in. wpływu czułości pozapasmowej oraz obecności ciała człowieka w obszarze pomiarowym. Stwierdzono m.in., że przy użyciu rejestratorów szerokopasmowych wartości skutecznej natężenia pola elektrycznego (pola-E) radiofalowego o czułości pozapasmowej KE większej od 1 (V/m)/(kV/m), możliwa jest fałszywa detekcja istotnego narażenia na pole-E o częstotliwości z pasma pomiarowego rejestratora, ale również autonomiczne monitorowanie parametrów rzeczywistego czasu i poziomu narażenia pracowników na pole-EM o częstotliwości nie objętej pasmem pomiarowym rejestratora (np. monitorowanie narażenia na pole-E o częstotliwości 50 Hz z użyciem rejestratorów przeznaczonych do pomiarów pola-E radiofalowego).

Na podstawie wyników prac zrealizowanych w 1. etapie projektu, dotyczących możliwości wykorzystania autonomicznych pomiarów pola-EM z zakresu małej i wielkiej częstotliwości, opracowano modele numeryczne odpowiednich scenariuszy narażenia 4 grup pracowników wykonujących prace w otoczeniu: 1) sieci przesyłowych i rozdzielczych instalacji elektroenergetycznych; 2) urządzeń wytwarzających energię elektryczną; 3) nadawczych systemów radiokomunikacyjnych; 4) radiofalowych urządzeń fizykoterapeutycznych.

Z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowywania Sim4Life i modelu ciała dorosłego człowieka Duke (z odwzorowaniem ponad 300 struktur, organów i tkanek ciała ludzkiego) przeprowadzono symulacje numeryczne dotyczące zależności wyniku pomiaru od miejsca lokalizacji rejestratora przy ciele pracownika. Badania modelowe dotyczyły parametrów pola-EM charakterystycznych dla wspomnianych grup urządzeń (częstotliwość: 50 Hz, 27 MHz, 100 MHz, 1000 MHz, 2600 MHz, 3600 MHz; kierunek propagacji poziomy (porzeczny lub strzałkowy) lub pionowy; polaryzacja wektora natężenia pola-E względem modelu ciała pracownika pionowa lub pozioma; model izolowany od podłoża lub uziemiony). Analiza wyników wykazała, że bezpośrednio przy ciele człowieka natężenie pola-E w pojedynczym punkcie pomiarowym może znacznie odbiegać od natężenia pola niezaburzonego (tzn. bez obecności człowieka w obszarze pomiarowym) – przy różnych parametrach różnicujących warunki analizowanego modelu numerycznego w zakresie od +600% do -90%.

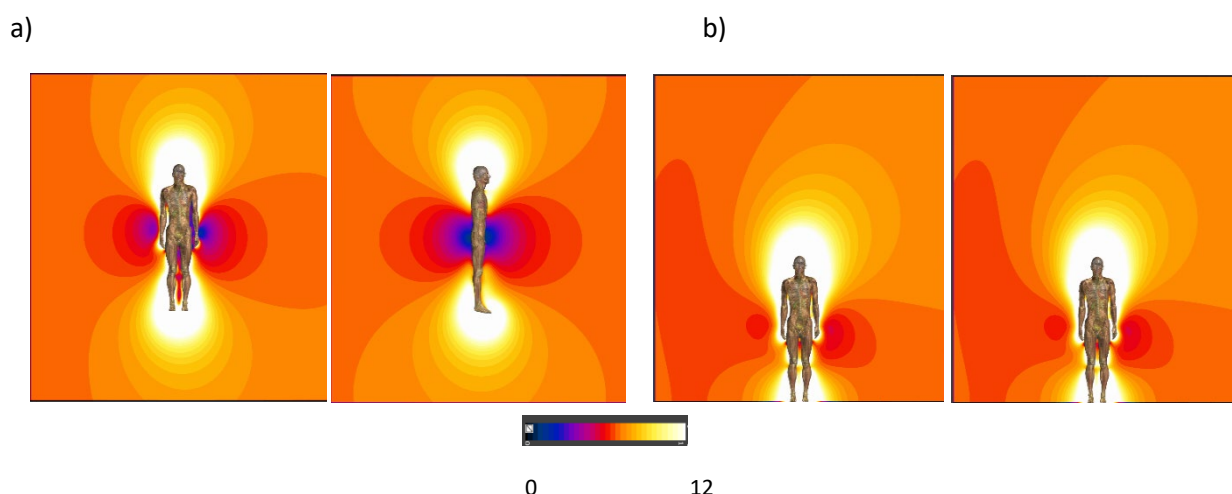
Uwzględniając warunki narażenia w rzeczywistym środowisku pracy, tzn. rodzaj źródła pola-EM i parametry emitowanego pola-EM, można istotnie ograniczyć niepewność oceny ekspozycji poprzez dobór lokalizacji nasobnych rejestratorów przy ciele człowieka.

Kontynuowano badania z wykorzystaniem nasobnych rejestratorów pola-EM w realistycznych warunkach środowiska pracy przy wybranych instalacjach i urządzeniach w celu weryfikacji opracowanej metody autonomicznych pomiarów i analizy czynników wpływających na ich miarodajność.

Metoda autonomicznych pomiarów pola-EM z wykorzystaniem nasobnych rejestratorów pola-EM (zaburzonego obecnością pracownika w obszarze pomiarowym) w środowisku pracy przy wybranych instalacjach i urządzeniach określa, w celu ograniczenia niepewności wyników takiej oceny narażenia, wymagania dotyczące: zakresu koniecznego rozpoznania źródeł i parametrów mierzonego pola-EM (m.in. dominujących częstotliwości) w celu wyboru odpowiedniej aparatury pomiarowej, czasu badań i okresu próbkowania mierzonego pola-EM, miejsc lokalizacji rejestratorów przy ciele pracownika, warunków wykonywania pomiarów w odniesieniu do czynności zawodowych pracowników, ocenianych miar narażenia pracowników na pole-EM oraz wykorzystania odpowiednich współczynników korekcyjnych (wyznaczonych w symulacjach numerycznych) odpowiadających kryteriom oceny narażenia na pole-EM niezaburzone.

W wyniku realizacji projektu w 2024 r. zweryfikowano metodę autonomicznych pomiarów pola-EM w środowisku pracy z wykorzystaniem nasobnych rejestratorów pola-EM przy wybranych instalacjach i urządzeniach (badania środowiskowe, laboratoryjne i modelowe).

Wyniki badań upowszechniono w: 1 publikacji w monografii konferencyjnej o zasięgu międzynarodowym, a także zaprezentowano podczas 2 wystąpień: na 1 zagranicznej i 1 krajowej konferencji naukowej oraz podczas 1 wystąpienia szkoleniowego.



Projekt III.PN.07. Rozkład przestrzenny natężenia jednorodnego pola-E o częstotliwości 27 MHz po umieszczeniu w nim izolowanego (a) i uziemionego (b) modelu ciała pracownika: (model Duke; widok 2D; ujednolicona skala; kierunek propagacji pola-EM od prawej do lewej strony modelu; polaryzacja E pionowa (góra-dół))

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Metoda autonomicznych badań pola elektromagnetycznego w środowisku pracy z wykorzystaniem rejestratorów pola elektromagnetycznego (2024-1)	1
Materiały szkoleniowe (asystent oceny i dokumentowania oraz ograniczania zagrożeń elektromagnetycznych w środowisku pracy na podstawie autonomicznych badań narażenia na pole-EM) (2025-1)	-
Poradnik dotyczący oceny i dokumentowania oraz ograniczania zagrożeń elektromagnetycznych w środowisku pracy na podstawie autonomicznych badań narażenia na pole-EM (2025-1)	-

Szkolenie weryfikujące materiał szkoleniowy i poradnik dotyczących oceny i dokumentowania oraz ograniczania zagrożeń elektromagnetycznych w środowisku pracy na podstawie autonomicznych badań narażenia na pole-EM (2025-1)	-
Artykuły naukowe (złożone do redakcji czasopisma) (2023-1, 2024-1, 2025-1) – https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=10615926&tag=1	1
Wystąpienia na konferencjach naukowych, krajowej i zagranicznej (w postaci ustnej lub plakatowej) (2023-1, 2024-1, 2025-1) – Plakat Challenges and opportunities from the out-of-band sensitivity of data loggers in a (quasi)autonomous evaluation of electromagnetic exposure 2024 PDF – Referat Parametry metrologiczne rejestratorów wartości skutecznej 2024 PDF – https://pthp.imp.lodz.pl/wp-content/uploads/2024/09/program-Konferencja-PTHP.pdf	2
Wystąpienia szkoleniowe (2023-1, 2024-1, 2025-1) – Szkolenie Modelowanie komputerowe wpływu ciała człowieka 2024 PDF	1

Projekt III.PN.08: Czas pracy w środkach ochrony indywidualnej w związku z zagrożeniem czynnikami infekcyjnymi a obciążenie cieplne organizmu

Okres realizacji: 1.01.2023–31.12.2025

Etap 2.: Badanie wpływu stosowania środków ochrony indywidualnej (w tym półmasek filtrujących oraz odzieży chroniącej przed czynnikami infekcyjnymi) na obciążenie cieplne użytkownika. Badania z udziałem ochotników. Opracowanie materiału informacyjnego dotyczącego zagadnienia profilaktyki zdrowia psychicznego dla pracowników sektora ochrony zdrowia oraz monitorowania przypadków agresji wobec medyków i skali problemu

Okres realizacji: 1.01.2024–31.12.2024

Kierownik projektu: dr hab. inż. Magdalena Młynarczyk – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Ergonomii

Celem głównym projektu jest wyznaczenie bezpiecznego pod kątem fizjologicznym czasu przebywania/ekspozycji w środkach ochrony indywidualnej (w tym w półmaskach filtrujących i odzieży chroniącej przed czynnikami infekcyjnymi) i odzieży medycznej, biorąc pod uwagę właściwości fizyczne zastosowanych w niej materiałów (dla personelu medycznego). Celem dodatkowym jest opracowanie zagadnień profilaktyki zdrowia psychicznego dla pracowników sektora ochrony zdrowia oraz monitorowania przypadków agresji wobec medyków, skali tego problemu oraz jego przyczyn i konsekwencji. Wyniki badań oraz opracowane produkty pozwolą na określenie bezpiecznego czasu pracy pod kątem fizjologicznym.

Celem 2. etapu projektu było zbadanie wpływu stosowania środków ochrony indywidualnej (w tym półmasek filtrujących oraz odzieży chroniącej przed czynnikami infekcyjnymi) na obciążenie cieplne użytkownika. Dodatkowym celem 2. etapu było opracowanie materiału informacyjnego dotyczącego zagadnienia profilaktyki zdrowia psychicznego dla pracowników sektora ochrony zdrowia oraz monitorowania przypadków agresji wobec medyków i skali problemu.

W ramach realizacji 2. etapu projektu przeprowadzono następujące prace:

- wytypowanie 2 zestawów odzieży składających się ze środków ochrony indywidualnej (ŚOI) (w tym sprzęt ochrony układu oddechowego oraz odzież chroniąca przed czynnikami infekcyjnymi) oraz odzieży medycznej;
- przeprowadzenie badań kwalifikacyjnych na grupie 15 ochotników (mężczyzn), określających m.in. ogólny stan zdrowia oraz wydolność fizyczną. Na podstawie badań kwalifikacyjnych została wytypowana 10-osobowa grupa mężczyzn o zbliżonym poziomie wydolności fizycznej;
- przeprowadzenie badań zasadniczych z udziałem 10-osobowej grupy ochotników w laboratorium w komorze klimatycznej (w kontrolowanych warunkach);
- opracowanie wstępnej koncepcji aplikacji do oszacowania bezpiecznego czasu użytkowania zestawów odzieży dla pracowników medycznych;
- przeprowadzenie pogłębionej analizy wyników ankiet psychologicznych przeprowadzonych w ramach 1. etapu projektu;
- opracowanie materiału informacyjnego dotyczącego zagadnienia profilaktyki zdrowia psychicznego dla pracowników sektora ochrony zdrowia oraz monitorowania przypadków agresji wobec medyków i skali problemu;
- opracowanie artykułu naukowego;
- opracowanie wystąpienia na konferencję naukową (w postaci ustnej lub plakatowej);
- opracowanie sprawozdania z drugiego etapu projektu.

W ramach realizacji 2. etapu projektu zrealizowano wszystkie założone cele szczegółowe oraz zaplanowane kamienie milowe.

Wytypowano 2 zestawy odzieży ochronnej: (1) kombinezon Tyvek 600 z krytymi szwami, z krótką bielizną termiczną, (2) fartuch barierowy wykonany z włókny Spunbond z warstwą laminatu (Heritage Medical), z bielizną medyczną. Ochotnicy ubrani byli dodatkowo w rękawiczki nitrylowe, czepek higieniczny wykonany z polipropylenu oraz stosowali półmaskę filtrującą FFP3 (Bisaf) oraz skarpetki bawełniane. Wybór zestawów odzieży został podyktowany wynikami badań ankietowych, które wykazały, że najczęściej stosowaną odzieżą ochronną był fartuch barierowy i kombinezon barierowy. Półmaska filtrująca FFP3, zgodnie z wynikami badań przeprowadzonych w 1. etapie projektu, stanowiła największe obciążenie układu oddechowego. Zestaw składający się m.in. z kombinezonu barierowego potraktowano jako symulację pracy ratownika medycznego, podczas gdy zestaw z fartuchem chirurgicznym odpowiadał symulacji pracy w szpitalach.

W ramach 2. etapu projektu przeprowadzono badania w komorze klimatycznej (65 minut) z udziałem grupy 10 ochotników, którzy zostali wytypowani na podstawie badań kwalifikacyjnych. W komorze klimatycznej, w warunkach kontrolowanych, przeprowadzono 4 warianty badań: W1 – zestaw z kombinezonem barierowym w temperaturze powietrza 29°C, W2 – zestaw z kombinezonem barierowym w temperaturze powietrza 22°C, W3 – zestaw z fartuchem barierowym w temperaturze powietrza 29°C, W4 – zestaw z fartuchem barierowym w temperaturze powietrza 22°C.

Przeprowadzono łącznie 40 badań, w trakcie których ochotnicy wykonywali m.in. marsz na bieżni z prędkością 6 km/h oraz resuscytację z wykorzystaniem fantomu dorosłego mężczyzny. Badania prowadzono pod nadzorem medycznym, zgodnie z procedurą zatwierdzoną przez Komisję Etyki (zgoda nr KEBN-23-82-MM). Podczas badań w komorze klimatycznej analizowano wybrane parametry fizjologiczne, m.in. temperaturę wewnętrzną mierzoną w przewodzie pokarmowym, średnią ważoną temperaturę skóry, wilgotność względną w 8 punktach pomiarowych, a także częstość skurczów serca (kontrolnie). Ponadto w ramach badań w komorze klimatycznej pytano ochotników o subiektywną ocenę odczuć w zakresie: komfortu cieplnego całego ciała, wilgotności skóry i odzieży a także ciężkości wykonywanej pracy. Przed ekspozycją w komorze i po niej prowadzono także badania czasu reakcji oraz prowadzono subiektywną ocenę ogólnego samopoczucia. Wykonywano również termogramy.

Wstępne wyniki badań parametrów fizjologicznych wskazują na wystąpienie obciążenia cieplnego ochotników podczas 65-minutowej ekspozycji na zadane warunki oraz stosowaną odzież. Obserwowano wzrost temperatury wewnętrznej mierzonej w przewodzie pokarmowym. Największy jej wzrost (ok. 0,6°C) odnotowano podczas badań wariantu W1 (29°C, kombinezon barierowy), następnie dla wariantów W3 (29°C, fartuch barierowy) i W2 (22°C, kombinezon barierowy) 0,5°C, a najmniejszy dla W4

(22°C, fartuch barierowy) 0,3°C. Średnio ochotnicy podczas badań w wariancie W1 i W2 (29°C) tracili ok. 0,6 kg potu, podczas gdy w badaniach w temperaturze 22°C (W3 i W4) były to wartości ok. 0,4 kg.

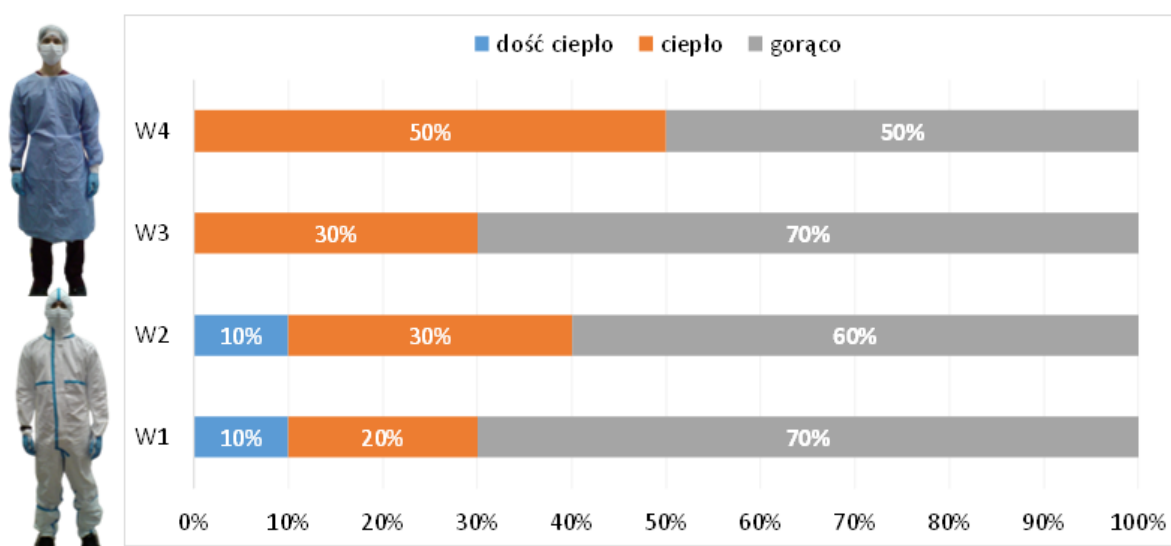
Choć pod kątem fizjologicznym występowanie największego obciążenia cieplnego można przypisać dla wariantu badania W1 i W2, to pod kątem subiektywnych odczuć ochotników jako najmniej komfortowe oceny przypisano dla wariantu W1 i W3.

W 3. etapie projektu planowana jest pogłębiona analiza uzyskanych danych, która pozwoli na oszacowanie bezpiecznego czasu pracy w środkach ochrony indywidualnej w związku z zagrożeniem czynnikami infekcyjnymi.

Wyniki badań upowszechniono w 1 artykule naukowym. Dodatkowo opracowano i złożono 1 artykuł naukowy do redakcji czasopisma. Problem badawczy oraz wyniki badań upowszechniono podczas 1 konferencji naukowej międzynarodowej oraz w 5 dodatkowych (nieplanowanych do realizacji w 2. etapie) działaniach poprzez:

- 1 wystąpienie na szkoleniu,
- 2 wystąpienia na konferencji naukowej krajowej,
- 1 wystąpienie na seminarium naukowym,
- 1 wystąpienie (prezentacja) podczas panelu dyskusyjnego w ramach krajowego kongresu naukowego.

W ramach realizacji 2. etapu projektu został opracowany materiał informacyjny dot. profilaktyki zdrowia psychicznego oraz monitorowania agresji wobec medyków.



Projekt III.PN.08. Odczucia subiektywne dot. wrażeń cieplnych (skala ASHRAE) w zależności od wariantu badania

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Aplikacja mobilna lub webowa wspomagająca zarządzanie bhp (do szacowania bezpiecznego czasu użytkowania wybranych środków ochrony indywidualnej) (2025-1)	-
Materiał informacyjny dotyczący profilaktyki zdrowia psychicznego oraz monitorowania agresji wobec medyków (treść złożona w Dziale Wydawnictw i przekazana do Działu Informatyki i udostępnione w serwisie internetowym CIOP-PIB) (2024-1) – Materiał informacyjny: "PROFILAKTYKA ZDROWIA PSYCHICZNEGO ORAZ MONITOROWANIE AGRESJI WOBEC MEDYKÓW" PDF	1

Materiał informacyjny na temat bezpiecznego czasu pracy w środkach ochrony indywidualnej (treść złożona w Dziale Wydawnictw i wydana jako broszura oraz przekazana do Działu Informatyki i udostępniona w serwisie internetowym CIOP-PIB) (2025-1)	-
Prezentacja na seminarium weryfikującym aplikację i materiały informacyjne na temat bezpiecznego czasu pracy w środkach ochrony indywidualnej (w tym w odzieży chroniącej przed czynnikami infekcyjnymi) (2025 -1)	-
Seminarium (on-line) weryfikujące aplikację i materiały informacyjne (2025-1)	-
Artykuły naukowe (treści złożone do redakcji czasopisma) (2023-1, 2024-1, 2025-1) – https://openaccess.cms-conferences.org/publications/book/978-1-964867-23-6/article/978-1-964867-23-6_8 – Art. złożony w redakcji: Młynarczyk M., Kopyt A., Lindner-Cendrowska K., Mróz A. <i>The influence of air temperature on the subjective feelings of barrier suit users</i>; 2024; <i>International Journal of Occupational Safety and Ergonomics</i>; Sub_ID: 249298824	2
Wystąpienia na konferencjach naukowych, krajowej i zagranicznej (w postaci ustnej lub plakatu) (2024-1, 2025-1) – Referat Bezpieczny czas pracy w odzieży ochronnej 2024 PDF – Referat Ochrona zdrowia pracowników przed negatywnymi skutkami upałów w świetle zmian klimatycznych 2024 PDF – Referat Subiektywna ocena obciążenia cieplnego i fizycznego ratowników medycznych 2024 PDF – Referat Subjective feelings of physical and psychological workload among nurses in Poland 2024 PDF – https://www.youtube.com/live/HtTwlpbWvA – https://www.youtube.com/watch?v=liOSCOVJQ70	4

Ponadplanowe wyniki etapu:

- Wystąpienia seminaryjne/szkoleniowe (2)
- [Referat seminaryjny Obciążenie cieplne strażaka w aspekcie stosowanej odzieży 2024](#) PDF
- [Materiały szkoleniowe Mobbing i inne formy przemocy w pracy w aspekcie psychologicznym 2024](#) PDF

Projekt III.PN.09: Analiza skuteczności dostępnych środków służących ograniczaniu stężeń radonu oraz identyfikacja dedykowanych środków ochrony pracowników

Okres realizacji: 1.01.2023–30.04.2025

Etap 1.: Przegląd dostępnych środków służących ograniczaniu stężeń radonu w budynkach i na stanowiskach pracy oraz testy laboratoryjne skuteczności wybranych rozwiązań technicznych ograniczających stężenie radonu w budynkach

Okres realizacji: 1.01.2023–30.04.2024

Etap 2.: Pomiary stężenia radonu w budynkach. Opracowanie poradnika, materiałów szkoleniowych i materiałów informacyjnych nt. skuteczności dostępnych rozwiązań technicznych służących ograniczaniu stężeń radonu oraz doboru środków ochrony pracowników

Okres realizacji: 1.01.2024–30.04.2025

Kierownik projektu: dr inż. Katarzyna Wołoszczuk – Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej

Celem projektu było rozpoznanie, zbadanie i ocena skuteczności dostępnych środków technicznych służących do ograniczania stężeń radonu w miejscach pracy oraz opracowanie poradnika zawierającego zalecenia dotyczące ich stosowania.

W ramach kontynuacji 1. etapu opracowano zestawienie dostępnych metod ograniczania stężenia radonu na świecie i w kraju. Opisano 14 rozwiązań, w tym:

- Uszczelnianie dróg wnikania radonu: membrany/folie antyradonowe, papy antyradonowe, uszczelnianie nieszczelności.
- Wentylacja: zmniejszanie podciśnienia w budynku, wentylacja mechaniczna i grawitacyjna.
- System depresuryzacji podłogowej SSD: system pasywny i aktywny.
- Rozwiązania zewnętrzne: studnia radonowa.
- Środki ochrony indywidualnej: maski ochronne, oczyszczacze powietrza, skrócony czas pracy, wietrzenie pomieszczeń, farby. Szczegółowy opis tych metod zawarto w publikacji „Dostępne rozwiązania techniczne służące ograniczaniu stężeń radonu”, dostępnej na stronach CLOR i CIOP-PIB.

Przeprowadzono testy laboratoryjne skuteczności wybranych rozwiązań:

1. Przepuszczalność folii antyradonowych – zbadano produkty trzech producentów.
2. Efektywność oczyszczaczy powietrza – testowano pięć modeli (Dyson, Samsung, Klarta, Sharp, Coway) w komorze radonowej. Wyniki wykazały, że oczyszczacze skutecznie filtrują pochodne radonu (redukcja do 5%), ale ich wpływ na stężenie radonu był pomijalny.
3. Skuteczność masek ochronnych – przetestowano pięć typów masek FFP1, FFP2 i FFP3 pod kątem filtracji radonu i jego pochodnych. Maski nie zapewniły ochrony przed radonem, ale skutecznie filtrowały jego pochodne.

Celem 2. etapu był przeprowadzenie badań terenowych i opracowanie poradnika.

1. Pomiar stężenia radonu w przedszkolach – w 59 placówkach na południu Polski przeprowadzono pomiary z wykorzystaniem detektorów pasywnych. Ankietowano także warunki budynków. Wyniki zostaną opublikowane w artykule „Indoor Radon Measurements in Kindergartens in Southern Poland”.
2. Opracowanie poradnika – publikacja „Środki techniczne służące ograniczaniu stężeń radonu i zabezpieczaniu pracowników” zawiera informacje o radonie, obowiązujących przepisach, zagrożonych miejscach pracy oraz metodach redukcji stężeń radonu i ochrony pracowników. Poradnik został przygotowany w grudniu 2024 r. i obecnie przechodzi recenzję naukową oraz skład graficzny.

Wyniki badań upowszechniono podczas 3 wystąpień konferencyjnych oraz przedstawiono w 3 publikacjach.

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Baza (zestawienie) rozwiązań technicznych służących ograniczaniu stężenia radonu stosowanych środków ochrony pracowników (2023-1)	1
Artykuł popularnonaukowy (złożony w redakcji czasopisma) (2023-1) – https://www.cire.pl/files/portal/186/news/351663/30028c01bd0c1db4308fb57b4bfebd1b53553e78420104f2e08f9208dd6f282f.pdf	1
Artykuły naukowe (złożone do redakcji czasopisma) (2023-1, 2024-1) – Art. złożony w redakcji: K. Wołoszczuk, E. Derda, K. Skubacz; „Filtration of radon and radon progenies with protective mask”, 2024, <i>Nukleonika</i> – Z. Pawłowska, A. Grygier, K. Wołoszczuk, K. Kempny, A. Jakubowska; „Dostępne rozwiązania techniczne służące ograniczaniu stężeń radonu”, <i>Biuletyn Bezpieczeństwo Jądrowe i Ochrona Radiologiczna</i> , 2(132)2024	2
Poradnik dot. dostępnych rozwiązań technicznych służących ograniczaniu stężeń radonu oraz stosowanych środków ochrony pracowników (2024-1)	-

Materiały informacyjne prezentujące zasady ograniczania ekspozycji na radon i jego pochodne (2024-1)	-
Seminarium w celu weryfikacji wersji roboczej poradnika i popularyzacji wyników projektu (2024-1)	-
Materiały szkoleniowe dotyczące dostępnych środków służących ograniczeniu stężeń radonu i jego pochodnych (2024-1)	1
Wystąpienie na konferencji naukowej, zagranicznej (w postaci ustnej lub plakatowej) (2024-1) – https://indico.fjfi.cvut.cz/event/323/	3

Projekt III.PN.10: Dobre praktyki i instrukcje związane z organizacją bezpiecznego wykonywania prac przy urządzeniach elektroenergetycznych przez pracowników podmiotów zewnętrznych w stosunku do operatora tych urządzeń lub instalacji

Okres realizacji: 1.01.2023–31.12.2025

Etap 1.: Wyznaczenie specyficznych z punktu widzenia działu „energia” obszarów pracy w przedsiębiorstwach energetycznych zajmujących się wytwarzaniem, przesyłem lub dystrybucją energii elektrycznej. Specyfikacja rodzajów zagrożeń związanych z wykonywaniem prac przy urządzeniach elektroenergetycznych oraz analiza aspektów prawnych

Okres realizacji: 1.01.2023–30.04.2024

Etap 2.: Ocena jakościowa zagrożeń i działań ochronnych dotyczących pracowników związanych z wykonywaniem prac przy urządzeniach elektroenergetycznych w procesie wytwarzania, przesyłu lub dystrybucji energii elektrycznej w kluczowych obszarach pracy z uwzględnieniem najważniejszych w kraju innowacji technologicznych oraz analiza potrzeb nowelizacji prawa krajowego

Okres realizacji: 1.01.2024–30.04.2025

Kierownik projektu: dr inż. Jacek Karczewski – Instytut Energetyki – Państwowy Instytut Badawczy

Celem projektu jest rozpoznanie, zbadanie i ocena zagrożeń pracowników związanych z wykonywaniem prac przy urządzeniach elektroenergetycznych w procesach wytwarzania, przesyłu lub dystrybucji energii elektrycznej, a następnie przygotowanie zestawienia dobrych praktyk i zaleceń do opracowania odpowiednich instrukcji dla wykonujących te prace pracowników, jako operatorów urządzeń lub instalacji elektroenergetycznych, pracodawców i służby bhp.

W ramach kontynuacji 1. etapu projektu, którego celem była analiza zagrożeń występujących podczas prowadzenia prac:

- prowadzono dalszą analizę spływających w 2024 roku drogą listową ankiet,
- opracowano cyfrową wersję ankiety i zamieszczono ją na stronie internetowej Instytutu Energetyki – PIB,
- dokonano analizy danych pozyskanych na drodze elektronicznej,
- dokonano oceny zagrożeń na podstawie danych zebranych podczas przeprowadzonej sondy,
- przygotowano i wydano instrukcję BHP dla pracowników firm zewnętrznych pracujących w IEN-PIB (wersja polska i angielska)

Celem 2. etapu projektu było dokonanie oceny jakościowej zagrożeń związanych z pracami przy urządzeniach elektroenergetycznych z uwzględnieniem podsektorów wytwarzania, przesyłu i użytkowania. Zagrożenia te wytypowane zostały na podstawie wyników badań ankietowych przeprowadzonych w pierwszym etapie pracy. Dodatkowo przeprowadzono kolejną ankietę wśród uczestników XV Konferencji „Remonty i Utrzymanie Ruchu w Energetyce” (listopad 2024). Dokonano analizy zagadnień związanych z zapewnieniem bezpieczeństwa pracowników podczas obsługi urządzeń energetycznych, w szczególności przy szybko rozwijających się innowacyjnych technologiach w tym obszarze (ze szczególnym uwzględnieniem OZE). Oceniono nowe technologie w aspekcie zagrożeń oraz omówiono działania zapobiegające ich występowaniu. Określono aspekty prawne oraz uzasadniono nowelizację przepisów wynikającą z faktu, że nowe technologie implikują nowe zagrożenia, które wymagają z kolei opracowania nowych środków zaradczych. Uzasadniono konieczność weryfikacji dotychczasowych wymagań i modyfikacji instrukcji służącej poprawie warunków bhp podczas obsługi urządzeń elektroenergetycznych (zwłaszcza przez pracowników podmiotów zewnętrznych w stosunku do operatora tych urządzeń lub instalacji). W ramach 2. etapu:

- przedstawiono ocenę jakościową poszczególnych zagrożeń,
- dokonano przeglądu i oceny dostępnych środków zapobiegających zagrożeniom w elektroenergetyce,
- dokonano przeglądu najważniejszych technologii innowacyjnych stosowanych w elektroenergetyce z uwzględnieniem spotykanych zagrożeń i zapobieganiu im,
- dokonano oceny stosowanych prawnych instrumentów ograniczania zagrożeń w kontekście innowacji technologicznych,
- przeprowadzono analizę potrzeby nowelizacji prawa krajowego w obszarze bezpieczeństwa pracy przy urządzeniach elektroenergetycznych,
- dokonano analizy wybranych instrukcji dotyczących prac przy urządzeniach elektroenergetycznych z uwzględnieniem podsektorów.

Prace te zostały rozszerzone o nowe działania, które były następstwem wyników badań uzyskanych w trakcie realizacji projektu (np. opracowano nową ankietę badawczą, za pomocą której przeprowadzono sondaż wśród uczestników Konferencji RUIRE).

Wyniki badań upowszechniono podczas 2 wystąpień konferencyjnych oraz przedstawiono w 2 publikacjach.

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Raport zawierający rekomendacje w zakresie potrzeb nowelizacji prawa krajowego w obszarze bezpieczeństwa pracy przy urządzeniach elektroenergetycznych (2025-1)	-
Artykuł popularnonaukowy (złożony w redakcji czasopisma) dotyczący analizy zagrożeń związanych z wykonywaniem prac przy urządzeniach elektroenergetycznych oraz prawnych aspektów przeciwdziałania tym zagrożeniom (2023-1)	-
Artykuł popularnonaukowy (złożony w redakcji czasopisma) dotyczący problemów ochrony przed zagrożeniami związanymi z wykonywaniem prac przy urządzeniach elektroenergetycznych w kontekście innowacji technologicznych i potrzeby nowelizacji prawa krajowego (2024-1) – http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-65fa5901-6e5e-4ecc-b764-8fdb7642c04f	1
Poradnik prezentujący dobre praktyki i zalecenia w zakresie ochrony przed zagrożeniami związanymi z wykonywaniem prac przy urządzeniach elektroenergetycznych (2025-1)	-
Materiały informacyjne nt. zasad opracowania instrukcji dla pracowników, pracodawców i służb BHP w związku z wykonywaniem prac przy urządzeniach elektroenergetycznych (2025-1)	-

Dodatkowe wyniki etapu:

- Wystąpienia konferencyjne (2)
- Publikacja naukowa (1) <https://omega.polsl.pl/info/book/PSLbf3a7d22067643ccaba4ce87ea9f8808/>

Projekt III.PN.11: Badanie bezpieczeństwa operatorów urządzeń gaśniczych, narażonych na porażenie prądem elektrycznym w trakcie gaszenia pożarów urządzeń znajdujących się pod napięciem

Okres realizacji:	1.01.2023–31.12.2025
Etap 1.:	Rozpoznanie specyfiki narażenia operatorów urządzeń gaśniczych na porażenie prądem elektrycznym w trakcie gaszenia pożarów urządzeń znajdujących się pod napięciem
Okres realizacji:	1.01.2023–30.04.2024
Etap 2.:	Badania obejmujące pomiar wartości prądu upływu mierzonego na urządzeniu gaśniczym w zależności od zróżnicowanych czynników
Okres realizacji:	1.01.2024–30.04.2025
Kierownik projektu:	dr inż. Przemysław Berowski – Instytut Energetyki – Państwowy Instytut Badawczy

Celem głównym projektu jest rozpoznanie, zbadanie i ocena narażenia operatorów urządzeń gaśniczych na możliwość porażenia prądem elektrycznym w trakcie gaszenia pożarów urządzeń znajdujących się pod napięciem dla różnych typów urządzeń i instalacji elektrycznych z uwzględnieniem różnych czynników mogących mieć wpływ na poziom występującego zagrożenia.

W ramach kontynuacji 1. etapu projektu, mającego na celu gromadzenie informacji dotyczących urządzeń gaśniczych oraz wyposażenia Straży Pożarnej, kontynuowano pozyskiwanie danych ankietowych do bazy danych z wynikami badań. Skoncentrowane były one na zagadnieniach związanych ze specyficznym narażeniem operatorów urządzeń gaśniczych na porażenie prądem elektrycznym podczas gaszenia pożarów urządzeń znajdujących się pod napięciem. Ponadto prowadzono weryfikację i konsolidację danych w celu przygotowania harmonogramu badań.

Celem 2. etapu projektu były pomiary wartości prądu upływu mierzonego na urządzeniu gaśniczym w zależności od zróżnicowanych czynników. Pierwszym krokiem badań laboratoryjnych było przeprowadzenie pomiarów referencyjnych, które pozwoliły na określenie granicznych możliwości pomiarowych wykorzystywanego systemu pomiarowego. Głównym celem tych pomiarów było ustalenie najmniejszych wartości prądów, jakie można zarejestrować za pomocą stosowanego układu pomiarowego.

Pomiary prądu upływu w badaniach wykorzystujących wysokie napięcia przekraczające 1 kV są wyjątkowo złożone i wymagają starannego przygotowania aparatury. Ze względu na bardzo małe wartości mierzonych prądów, które zazwyczaj nie przekraczają 1 mA, systemy pomiarowe są niezwykle wrażliwe na różnego rodzaju zakłócenia. Nawet niewielkie zakłócenia mogą zostać błędnie zinterpretowane jako mierzony prąd upływu.

Jednym z głównych źródeł zakłóceń są pola elektromagnetyczne generowane przez źródła napięcia przemiennego. Wysokie napięcie wytwarza silne pole elektromagnetyczne, które może zakłócać pracę aparatury pomiarowej. Dodatkowo, sprzężenia pojemnościowe pomiędzy przewodami wysokiego napięcia, elementami sieci uziemienia oraz układem pomiarowym powodują przepływ prądów pasożytniczych, które mogą fałszować wyniki pomiarów. Chociaż ekranowanie pomaga ograniczyć wpływ tych zakłóceń, nie eliminuje ich całkowicie.

Kolejnym czynnikiem zakłócającym są wyładowania niezupełne, które generują prądy impulsowe. Te zakłócenia są problematyczne zarówno dla napięć stałych, jak i przemiennych. Impulsowe prądy z wyładowań niezupełnych mogą nakładać się na właściwy sygnał prądu upływu lub zakłócać działanie urządzeń pomiarowych, szczególnie tych nieprzystosowanych do pomiaru sygnałów o wysokiej częstotliwości.

Na dokładność pomiarów wpływają również zjawiska powierzchniowe, takie jak wyładowania ślizgowe na powierzchniach elementów izolacyjnych. Problem ten szczególnie dotyczy badań urządzeń gaśniczych, gdzie środek gaśniczy osadza się na elementach izolacyjnych, zmieniając ich właściwości i inicjując wyładowania będące źródłem zakłóceń.

Dodatkowo rozpylony środek gaśniczy wpływa nie tylko na elementy izolacyjne, ale także na warunki w przestrzeni, w której wykonywane są pomiary. Dlatego oprócz standardowych parametrów środowiskowych, takich jak wilgotność, temperatura czy ciśnienie, konieczne jest uwzględnienie tego w jaki sposób zmiany parametrów otoczenia wynikające z obecności rozpylonych środków gaśniczych, wpływają na mierzone wielkości.

Ze względu na liczne czynniki zakłócające oraz w celu określenia minimalnych zdolności pomiarowych układu przeprowadzono pomiary referencyjne. Wykonano je w najtrudniejszych warunkach pracy systemu, gdzie stosunek sygnału do szumu był najmniej korzystny. Do testów jako środek gaśniczy wykorzystano wodę dejonizowaną o minimalnej przewodności poniżej $5 \mu\text{S}/\text{cm}$. Następnie pomiary powtórzono dla wody o większej wartości przewodności wynoszącej $100 \mu\text{S}/\text{cm}$. Taka wartość przewodności odpowiada wymaganiom jakie są stosowane w trakcie badań wytrzymałości elektrycznej aparatury wysokonapięciowej zgodnej z normą IEC 60060-1.

Układ pomiarowy skonstruowano w oparciu o wymagania PN-EN 3-7+A1:2008, a testy przeprowadzono z wykorzystaniem zarówno napięć stałych (o biegunowości dodatniej i ujemnej), jak i przemiennych, w zakresie od 10 kV do 100 kV. Wykorzystano dwie różne dysze gaśnicze, umożliwiające regulację rodzaju i intensywności strumienia wody.

Na podstawie pomiarów referencyjnych określono, że minimalne wartości prądów upływu możliwe do zmierzenia wynoszą $100 \mu\text{A}$ dla napięć przemiennych i $130 \mu\text{A}$ dla napięć stałych. Wartości te są znacznie niższe niż typowe prądy upływu mierzone w badaniach urządzeń gaśniczych, które zazwyczaj mieszczą się w przedziale kilkuset μA i nie przekraczają $500 \mu\text{A}$ (zgodnie z PN-EN 3-7+A1:2008).

Uzyskane wyniki zostaną wykorzystane w dalszych etapach pomiarów laboratoryjnych. Na ich podstawie będzie możliwe dokonanie właściwej oceny oraz interpretacji rezultatów badań.

Wyniki badań upowszechniono w 1 artykule popularnonaukowym.

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Artykuły naukowe (złożone w redakcji czasopisma) (2024-1, 2025-1)	-
Artykuł popularnonaukowy (złożony w redakcji czasopisma) (2023-1) – https://sigma-not.pl/404.xhtml	1
Materiał informacyjny dotyczący wyników badań oraz zaleceń do bezpiecznej pracy operatora prądownicy gaśniczej (2025-1)	-
Zalecenia do bezpiecznej pracy operatora prądownicy gaśniczej (dot. narażenia na porażenie elektryczne podczas podawania prądów gaśniczych na urządzenia i instalacje elektryczne) (2025-1)	-
Prezentacja przedstawiająca wyniki przeprowadzonych badań oraz wynikających z nich zaleceń dla operatorów prądownicy gaśniczej (2025 -1)	-

Projekt III.PN.12: Wpływ interakcji audiowizualnych w środowisku pracy na poczucie uciążliwości warunków pracy i wydajność pracy

Okres realizacji: 1.01.2023–31.12.2025

Etap 2.: Rejestracja i przygotowanie próbek audiowizualnych do badań. Badania wpływu interakcji audiowizualnych na uciążliwość warunków pracy i wydajność pracy

Okres realizacji: 1.01.2024–31.03.2025

Kierownik projektu: dr inż. Leszek Morzyński – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Zagrożeń Fizycznych

Celem głównym projektu jest opracowanie wytycznych dotyczących stosowania środków audio-wizualnych w miejscu pracy w celu ograniczenia uciążliwości warunków pracy i poprawy wydajności pracy na stanowiskach pracy wymagających koncentracji uwagi.

Celem 2. etapu projektu było opracowanie scen odwzorowujących środowiskowe otoczenie wizualne i dźwiękowe dla stanowisk pracy o charakterze biurowym. Sceny te składają się z obrazów i dźwięków wyświetlanych (w tym z użyciem technologii rzeczywistości wirtualnej) i odtwarzanych na stanowiskach laboratoryjnych dostosowanych do realizacji badań w projekcie, tj. w pomieszczeniu laboratoryjnym semi-CAVE oraz na stanowisku do odtwarzania dźwięku przestrzennego w komorze do badań akustycznych. Obrazy i dźwięki tworzą zestawy bodźców audiowizualnych, których wpływ na samopoczucie i sprawności psychofizyczne osób będzie analizowany podczas prowadzonych badań.

Obrazy i dźwięki przeznaczone do utworzenia scen odwzorowujących środowiskowe otoczenie wizualne i dźwiękowe na stanowiskach laboratoryjnych pozyskiwano w ramach prowadzonych prac na kilka sposobów w zależności od stanowiska laboratoryjnego, do którego były przeznaczone. W przypadku stanowiska laboratoryjnego semi-CAVE stworzono cyfrowe reprezentacje pomieszczeń biurowych o różnej charakterystyce wizualnej w programie do tworzenia i obróbki grafiki 3D, Unreal Engine. Zgodnie z założeniami projektu w wymienionym środowisku graficznych zaprojektowano zarówno biuro o nieatrakcyjnym wyglądzie (brzydkie, szare), czyli biuro o słabym oświetleniu, starych elementach wyposażenia, z ponurym widokiem za oknem, oraz biuro o atrakcyjnym wyglądzie (ładne, zielone), mające jasne wnętrza, nowoczesne wyposażenie, elementy natury i widok parku za oknem. Utworzono także projekty biur o wyglądzie pośrednim pomiędzy wymienionymi dwiema. Na podstawie opracowanych projektów biur wygenerowano obrazy stanowiące projekcję zamodelowanego biura, rzutowaną na ściany laboratorium semi-CAVE i tworzące w tym pomieszczeniu wirtualne biuro.



Projekt III.PN.12. Wizualizacja biura brzydkiego w laboratorium semi-CAVE (po lewej) oraz element wizualizacji biura ładnego (po prawej)

Na potrzeby stanowiska laboratoryjnego do odtwarzania dźwięku przestrzennego, w którym do wyświetlania obrazu wykorzystywane są monitory wielkoformatowe (wirtualne okno w biurze) odpowiednie obrazy pozyskiwano z dwóch źródeł. Pierwszym były własne rejestracje próbek wizualnych w środowisku zewnętrznym. W celu ich uzyskania wykonano za pomocą aparatów i kamer o wysokiej rozdzielczości zdjęcia w wybranych plenerach, obejmujących głównie obszary atrakcyjne przyrodniczo (park, las, pola, jezioro). Drugim źródłem obrazów na potrzeby tego stanowiska badawczego były ogólnodostępne repozytoria internetowe grafik i zdjęć, w których poszukiwano m.in. obrazów obiektów przemysłowych (czyli obrazów nieatrakcyjnych wizualnie). Pozyskane obrazy poddano odpowiedniej obróbce graficznej w celu dostosowania do sposobu ich wyświetlania na stanowisku laboratoryjnym (dostosowanie rozdzielczości i podział na dwa monitory).

Próbki dźwiękowe do tworzonych scen również pozyskiwano z dwóch źródeł. Pierwszym były nagrania własne, drugim zaś ogólnodostępne internetowe repozytoria. Nagrania własne realizowano za pomocą mikrofonu ambisonicznego trzeciego rzędu zarówno w plenerze, jak i w pomieszczeniach biurowych. Nagrania realizowane w plenerach zewnętrznych (las, jezioro, obszary wiejskie) dotyczyły w szczególności dźwięków natury (śpiew ptaków, szum wiatru, szum deszczu/wody). Do nagrań w pomieszczeniach biurowych wybrano pomieszczenia, w których znajdowały się typowe źródła hałasu biurowego: komputery, drukarki, wentylatory, klimatyzatory. Zarejestrowane dźwięki poddano odpowiedniej edycji i obróbce obejmujących m.in. usunięcie ewentualnych zakłóceń, dobór czasu odtwarzania, oraz zapis dźwięku w odpowiednim formacie (stereofonicznym dla laboratorium semi-CAVE i ambisonicznym dla stanowiska do odtwarzania dźwięku przestrzennego).

W ramach 2. etapu przygotowano i przesłano do komisji bioetycznej wnioski o ocenę zgodności zaplanowanych badań z udziałem osób z zasadami etyki. Ze względu na rodzaj i zakres zaplanowanych w projekcie badań, głównym kryterium doboru osób do badań jest prawidłowy słuch i prawidłowe postrzeganie barw.

Wyniki badań upowszechniono w 1 artykule popularnonaukowym oraz na 2 konferencjach krajowych.

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Wytyczne dotyczące stosowania środków audiowizualnych w miejscu pracy w celu ograniczenia uciążliwości warunków pracy i poprawy wydajności pracy na stanowiskach pracy wymagających koncentracji uwagi (2025-1)	-
Metodyka badań wpływu interakcji audiowizualnych na poczucie uciążliwości warunków pracy i wydajność pracy (2023-1)	-
Sceny odwzorowujące środowiskowe otoczenie wizualne i dźwiękowe na stanowiskach laboratoryjnych w SEMI-CAVE oraz w komorze do badań akustycznych (2024-1)	-
Zestaw próbek audiowizualnych do wykorzystania w przestrzeni pracy, które zostaną udostępnione, wraz z wytycznymi, zakładom pracy zainteresowanych ich wykorzystaniem w praktyce (2025-1)	-
Artykuł popularnonaukowy (złożony w redakcji czasopisma) (2024-1) – Artykuł Audiowizualne środowisko pracy 2024 PDF	1
Artykuły naukowe (treści złożone do redakcji czasopisma) (2024-1, 2025-1)	-
Wystąpienia na konferencjach naukowych (w postaci ustnej lub plakatowej) (2024-2, 2025-5) – Plakat Interakcje audiowizualne w środowisku pracy 2024 PDF – Referat Stanowiska laboratoryjne do badań wpływu interakcji audiowizualnych na uciążliwość warunków pracy i wydajność pracy 2024 PDF	2
Materiały informacyjne, przeznaczone do udostępnienia w serwisie internetowym CIOP-PIB (przekazane do Działu Informatyki) lub przez media społecznościowe (2025-1)	-
Materiały seminaryjne/szkoleniowe (przekazane do Działu Wydawnictw) (2025-1)	-

Projekt III.PN.13: Badania i ocena zagrożeń i uciążliwości środowiskowych wpływających na bezpieczeństwo pracy oraz jakość życia na wybranych jednostkach pływających żeglugi śródlądowej oraz portowej i przybrzeżnej

Okres realizacji: 1.01.2023–31.12.2025

Etap 2.: Analiza i opracowanie wyników badań ankietowych w kontekście do obszarów działania żeglugi. Badania i ocena czynników fizycznych (wibroakustycznych, pól elektromagnetycznych, oświetlenia elektrycznego i mikroklimatu) na wybranych jednostkach pływających

Okres realizacji: 1.01.2024–28.02.2025

Kierownik projektu: dr hab. inż. Dariusz Pleban, prof. Instytutu – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Zagrożeń Fizycznych

Celem realizacji projektu jest dokonanie kompleksowej oceny zagrożeń i uciążliwości środowiskowych na wybranych jednostkach pływających żeglugi śródlądowej oraz portowej i przybrzeżnej, wpływających zarówno na bezpieczeństwo pracy jak i jakość życia pracowników żeglugi.

Celem 2. etapu projektu było:

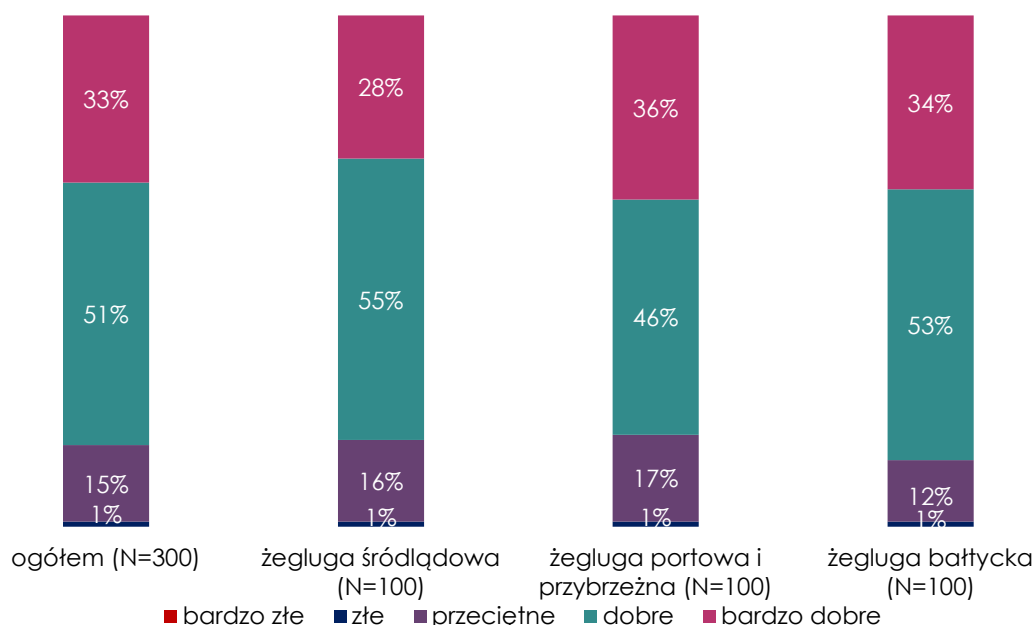
- przeprowadzenie analiz statystycznych wyników badania ankietowego dotyczącego warunków pracy na jednostkach pływających,
- przeprowadzenie analiz statystycznych wyników badania ankietowego dotyczącego wpływu warunków pracy na jakość życia pracowników żeglugi,
- przeprowadzenie badań środowiskowych – badań czynników fizycznych środowiska pracy na wybranych jednostkach żeglugi śródlądowej oraz portowej i przybrzeżnej
- dokonanie oceny zagrożeń i uciążliwości środowiskowych na wybranych jednostkach pływających żeglugi śródlądowej oraz portowej i przybrzeżnej, wpływających zarówno na bezpieczeństwo pracy, jak i jakość życia pracowników żeglugi,
- opracowanie treści raportu z wynikami badań i oceny zagrożeń środowiskowych na wybranych jednostkach pływających.

Przeprowadzono analizy statystyczne wyników zrealizowanego w 1. etapie projektu badania ankietowego na grupie 300 pracowników żeglugi śródlądowej (100 pracowników), żeglugi portowej i przybrzeżnej (100 pracowników) oraz żeglugi bałtyckiej (100 pracowników). Do analiz wykorzystano oprogramowanie IBM SPSS Statistics 28. Przed przystąpieniem do właściwych analiz statystycznych przeprowadzono analizy wstępne (m.in. test normalności rozkładu Shapiro-Wilka, liczebność analizowanych grup), a następnie jednoczynnikowe analizy wariancji ANOVA. Natomiast w ramach właściwych analiz statystycznych obliczono podstawowe statystyki opisowe, tj.: częstości, średnie, mediany, odchylenia standardowe, wartości minimalne i maksymalne, skośność oraz kurtozę.

Z przeprowadzonych analiz wynika m.in., że większość osób zatrudnionych na jednostkach pływających ocenia warunki pracy jako dobre (51% badanych) lub bardzo dobre (33% badanych). Przy uwzględnieniu poszczególnych fizycznych czynników środowiska pracy badani najczęściej deklarowali ich niską uciążliwość. Zaobserwowano, że najczęściej mają oni kontakt z hałasem i drganiami, które jako bardzo i skrajnie uciążliwe oceniał tylko jeden na dziesięciu badanych (odpowiednio 10% i 9%). Z kolei w przypadku psychospołecznych czynników środowiska pracy, na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdzono, że istotnymi predyktorami ogólnego stanu zdrowia badanych jak i poszczególnych symptomów ich zdrowia psychicznego jest konflikt praca-życie prywatne (związek ujemny), poczucie izolacji społecznej (związek ujemny), zaufanie do kierownictwa (związek dodatni), sens i znaczenie pracy (związek dodatni). Dodatkowo stwierdzono, że poziom zadowolenia z pracy jest uwarunkowany konfliktem praca-życie prywatne (związek ujemny) oraz poziomem wsparcia otrzymywanego od przełożonego (związek dodatni).

Badania środowiskowe obejmowały przeprowadzenie pomiarów i ocen czynników fizycznych środowiska pracy (hałasu, hałasu infradźwiękowego, drgań mechanicznych, mikroklimatu, pól elektromagnetycznych, oświetlenia elektrycznego oraz promieniowania nadfioletowego UV) na 11 jednostkach pływających, w tym na 5 jednostkach żeglugi śródlądowej (pchacze i jednostki turystycznej) oraz na 5 jednostkach żeglugi portowej i przybrzeżnej (kutry, holownik i jednostka turystyczna). Z badań tych wynika m.in., że na żadnym z badanych stanowisk pracy nie wystąpiły przekroczenia wartości dopuszczalnych hałasu (największą wartość poziomu ekspozycji na hałas odniesionego do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy zarejestrowano na stanowisku rybaka kutra rybackiego: 84,9 dB) i drgań mechanicznych działających zarówno w sposób ogólny (największą wartość dziennej ekspozycji zarejestrowano na stanowisku sternika kutra wędkarskiego w kierunku Z: 0,33 m/s²), jak i działających przez kończyny górne (największą wartość dziennej ekspozycji zarejestrowano na stanowisku sternika kutra rybackiego: 1,24 m/s²).

Wyniki badań upowszechniono w 2 publikacjach naukowych (1 artykuł w czasopiśmie naukowym i 1 rozdział w materiałach konferencyjnych) oraz podczas 4 konferencji naukowych (2 międzynarodowych i 2 krajowych).



Projekt III.PN.13. Wyniki oceny warunków pracy na jednostkach pływających

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Poradnik na temat środowiskowego narażenia zawodowego na jednostkach pływających (2025-1)	-
Raport z wynikami badań i oceny zagrożeń oraz uciążliwości środowiskowych na wybranych jednostkach pływających wpływających na bezpieczeństwo pracy oraz jakość życia (2024-1)	-
Artykuły naukowe (złożone do redakcji czasopisma) (2024-1, 2025-2) https://www.ciop.pl/CiOPPortal-WAR/file/99556/2024121381156&BP_12_2024_Kwestionariusz_do_oceny_subiektywnej_warunkow_pracy.pdf Artykuł Assessment of occupational vibrations on inland waterway crafts 2024 PDF	2
Materiał szkoleniowy na temat środowiskowego narażenia zawodowego na jednostkach pływających (2025-1)	-

Materiały informacyjny przeznaczony do udostępnienia w serwisie internetowym CIOP-PIB (przekazane do Działu Informatyki) na temat środowiskowego narażenia zawodowego na jednostkach pływających (2025-1)	-
Wystąpienia na konferencjach naukowych (w postaci ustnej lub plakatowej) (2023-2, 2024-4, 2025-4) – Plakat Poczucie samotności a stan zdrowia psychicznego wśród osób pracujących na jednostkach pływających 2024  – Referat Assessment of occupational vibrations on inland waterway crafts 2024  – Referat Bezpieczeństwo pracy na wybranych jednostkach żeglugi śródlądowej ze względu na hałas i drgania mechaniczne 2024  – Referat Subjective assessment of working conditions on vessels 2024 	4
Pilotażowe szkolenie na temat środowiskowego narażenia zawodowego na jednostkach pływających (2025-1)	-

Ocena zagrożeń psychofizycznych i zapobieganie wykluczeniu społecznemu

1. Cele

Projekty badawcze przedsięwzięcia IV są skierowane na realizację celu szczegółowego 4 pt. „Opracowanie rozwiązań organizacyjnych i technicznych zapobiegających wykluczeniu osób z niepełnosprawnościami, osób starszych, kobiet i młodych pracowników, a także rozwiązań wspomagających prewencję obciążeń psychofizycznych i utrzymanie zdolności do pracy”.

Projekty w tym przedsięwzięciu koncentrują się głównie na ocenie zagrożeń psychofizycznych i zapobieganiu wykluczeniu społecznemu, w tym:

- identyfikacji czynników determinujących psychospołeczne warunki pracy oraz dobrostan i jakość życia młodych pracowników, tj. osób między 18. a 34. rokiem życia, oraz wypracowaniu rozwiązań służących poprawie dobrostanu, jakości życia oraz psychospołecznych warunków pracy;
- opracowaniu pakietu narzędzi badawczych przeznaczonych do diagnozy psychospołecznych uwarunkowań bezpieczeństwa i zdrowia w pracy;
- określeniu wpływu sytuacji zawodowej i stylu życia na zdrowie pracownika oraz wybrane parametry antropometryczne, biomechaniczne, sensoryczne i zasoby psychologiczne;
- opracowaniu narzędzia do oceny kompetencji cyfrowych osób z niepełnosprawnościami w kontekście kompetencji wymaganych na współczesnym rynku pracy z uwzględnieniem kompetencji niezbędnych w przemyśle 4.0;
- dokonaniu wieloczynnikowej, interdyscyplinarnej oceny parametrów zielonej infrastruktury miejskiej ze względu na wykorzystanie praktyczne jej potencjalnych funkcji moderatora wydajności i dobrostanu (w tym zdrowia) pracowników;
- opracowaniu rekomendacji postępowania dla pracodawców dotyczących rozpoznawania problemów i potrzeb pracowników w obszarze zdrowia psychicznego, jak również zapobieganiu występowania zaburzeń psychicznych i podejmowaniu działań antystygmatyzacyjnych.

2. Stan osiągnięcia założonych harmonogramem celów

W ramach przedsięwzięcia IV w 2024 r. zgodnie z umową zawartą z Narodowym Centrum Badań i Rozwoju realizowano 6 projektów. Realizacja dwóch z nich przebiegała zgodnie z ustalonym harmonogramem. Terminy zakończenia drugich etapów czterech projektów (IV.PN.02, IV.PN.03, IV.PN.05 oraz IV.PN.06) zostały na wniosek Wykonawców przesunięte na 2025 r. W 2024 r. zakończono realizację pierwszych etapów czterech projektów (IV.PN.01, IV.PN.02, IV.PN.05 oraz IV.PN.06) przesuniętych na wniosek Wykonawcy z 2023 r. Uzyskane wyniki zakończonych w 2024 r. etapów projektów zostały pozytywnie ocenione przez recenzentów i przyjęte przez Komisję Oceny Prac Naukowych.

⇒ **W zakresie zapobieganiu wykluczeniu społecznemu realizowano 3 projekty, w ramach których wykonano następujące działania:**

- *Ocena psychospołecznych warunków pracy oraz dobrostanu i jakości życia w grupie młodych pracowników* – w jego ramach przeprowadzono analizę danych jakościowych uzyskanych w wywiadach indywidualnych. Pozwoliła ona na sformułowanie wniosku, że pokolenia młodszych pracowników (18–28 lat oraz 29–34 lata) nie różnią się, istotnie od starszych pokoleń (35–43 lat i 44–60 lat), ani pod względem psychospołecznych i finansowych warunków pracy (poza bardzo nielicznymi aspektami), ani pod względem dobrostanu. Wiek w dużo większym stopniu różnicuje pracowników pod względem zadowoleniem ze wsparcia społecznego, a także wyznawanych wartości. W wyniku realizacji projektu poza analizą danych ilościowych, przygotowano wstępną koncepcję aplikacji mobilnej z zaleceniami, dobrymi praktykami i informacjami na temat warunków psychospołecznych w pracy, potencjalnych zagrożeń psychospołecznych w środowisku pracy oraz możliwych wariantów ich rozwiązywania, zapobiegania lub niwelowania, które mogą przełożyć się na poprawę dobrostanu i jakości życia.
- *Wpływ sytuacji zawodowej i stylu życia na zdrowie oraz parametry antropometryczne, biomechaniczne, sensoryczne i zasoby psychologiczne pracowników pod kątem zachowania zdolności do pracy i właściwej organizacji warunków pracy* – w ramach jego realizacji opracowano arkusze kalkulacyjne, bazę danych oraz przeprowadzono seminarium weryfikujące roboczą wersję zaleceń i wytycznych. W arkuszach kalkulacyjnych wprowadzono formuły pozwalające na porównanie danych pomiędzy badaniami. Porównano wyniki pierwszych badań z wynikami badań zerowych. Porównania wskazują na zmniejszenie wybranych parametrów antropometrycznych, biomechanicznych, sensorycznych oraz zasobów psychologicznych w okresie 2 lat pomiędzy przeprowadzonymi pomiarami. W zakresie parametrów antropometrycznych zaobserwowano niewielkie zmiany w średnich wartościach wybranych obwodów oraz składu ciała. Także w zakresie parametrów sensorycznych zaobserwowano zarówno zmiany w średnich wartościach progu słyszenia, jak i liczby osób, u których odnotowano obniżenie się progu słyszenia w czasie 2 lat. Wyniki badań zebrane podczas realizacji pierwszego i drugiego etapu projektu zostaną wykorzystane do przeprowadzenia drugich badań parametrów antropometrycznych, biomechanicznych, sensorycznych oraz zasobów psychologicznych, przeprowadzenia analizy statystycznej z zastosowaniem opracowanych arkuszy kalkulacyjnych i bazy danych oraz opracowania końcowej wersji zaleceń i wytycznych w zakresie wymagań poprawy warunków pracy osób 50+.
- *Kompetencje cyfrowe osób z niepełnosprawnościami w kontekście wymagań na współczesnym rynku pracy* – w ramach jego realizacji a) przeprowadzono analizę rynku usług szkoleniowych z zakresu rozwijania kompetencji cyfrowych osób z niepełnosprawnościami; b) opracowano kwestionariusz wywiadu bezpośredniego dla przedstawicieli instytucji szkolących osoby z niepełnosprawnościami w zakresie kompetencji cyfrowych, a następnie – na jego podstawie, przeprowadzono wywiady bezpośrednie wśród 35 przedstawicieli takich instytucji; c) opracowano kwestionariusz własny, dokonano wyboru kwestionariuszy standaryzowanych oraz przeprowadzono badania kwestionariuszowe wśród 449 osób z niepełnosprawnościami; d) dokonano oceny działań edukacyjnych przeznaczonych dla osób z niepełnosprawnościami w zakresie nabywania kompetencji cyfrowych na podstawie analizy rynku usług szkoleniowych, analizy przeprowadzonych wywiadów bezpośrednich i badań kwestionariuszowych. Dodatkowo uzupełniono badania kwestionariuszowe przeprowadzone w pierwszym etapie projektu wywiadami bezpośrednimi wśród 22 pracodawców lub ich przedstawicieli z wykorzystaniem opracowanego kwestionariusza wywiadu bezpośredniego. Pod względem tematycznym oferowanych szkoleń z zakresu kompetencji cyfrowych rynek komercyjny w całości pokrywa obszary wskazywane przez pracodawców jako kluczowe. Biorące udział w wywiadach bezpośrednich instytucje szkolące wskazywały, że podejmują działania dotyczące analizy rynku z zakresu kompetencji cyfrowych i tego, jakie jest jego zapotrzebowanie, jednakże oferowane przez nich tematy nie wyczerpują tego zapotrzebowania w pełni. Same osoby z niepełnosprawnościami wskazują,

że chciałyby podejmować takie tematy jak m.in. cyberbezpieczeństwo, programowanie czy też automatyzacja. Takich tematów według osób z niepełnosprawnościami brakuje w dostępnej dla nich ofercie. W wyniku realizacji projektu w 2024 r. opracowano również koncepcję narzędzia do oceny kompetencji cyfrowych osób z niepełnosprawnościami.

⇒ **W zakresie oceny zagrożeń psychofizycznych realizowano 3 projekty, w ramach których wykonano następujące działania:**

- *Opracowanie pakietu narzędzi do diagnozy psychospołecznych uwarunkowań bezpieczeństwa i zdrowia w pracy* – w ramach jego realizacji wykonano analizy statystyczne wykorzystując dane uzyskane w kwestionariuszowym badaniu pilotażowym. W badaniu wzięło udział 239 osób reprezentujących dwie grupy zawodów: kierowcy i operatorzy maszyn oraz pracownicy umysłowi. W odniesieniu do opracowanych kwestionariuszy SOP (Skale Obciążenia Pracą) wykonano eksploracyjną (EFA) i konfirmacyjną analizę czynnikową (CFA). Również kwestionariusze kultury bezpieczeństwa (KB-J i KB-Z) oceniano za pomocą CFA. Uzyskane wyniki pozwoliły na wyeliminowanie pozycji o niskich ładunkach czynnikowych oraz określenie struktury kwestionariuszy SOP (jakie pytania wchodzi w skład poszczególnych skal kwestionariusza). Przeprowadzono badanie kwestionariuszowe metodą CAWI z wykorzystaniem narzędzi badawczych opracowanych na podstawie analiz przeprowadzonych w etapie 1. W badaniu wzięło udział 501 osób, w tym 230 osób wykonywało pracę umysłową, 148 było kierowcami zawodowymi, 123 wykonywało prace fizyczne. Przeprowadzone konfirmacyjne analizy czynnikowe (CFA) potwierdziły strukturę kwestionariuszy. Wykazano również, że nie ma różnic w strukturze kwestionariuszy między grupami zawodowymi. Potwierdzono także spójność wewnętrzną narzędzi. Prowadzono również badania laboratoryjne z wykorzystaniem opracowanych narzędzi kwestionariuszowych, a także narzędzi komputerowych służących diagnozie sprawności poznawczej. W badaniach brały udział osoby pracujące w wieku od 18 lat do 65 lat. Dalsze analizy prowadzone w ramach realizacji 2. etapu projektu miały na celu opracowanie norm dla różnych grup wiekowych i zawodowych, co umożliwi stosowanie narzędzi w diagnozie indywidualnej i organizacji. W wyniku realizacji projektu w 2024 r. powstały trzy kwestionariusze do diagnozy obciążenia psychicznego pracą w formie papierowej. Zakończenie etapu nastąpi 30.04.2025 r.
- *Wieloczynnikowa ocena parametrów zielonej infrastruktury miejskiej ze względu na jej potencjalne funkcje moderatora wydajności i zdrowia pracowników* – w ramach jego realizacji kontynuowano weryfikację procedury badań terenowych obejmującej metody pomiaru wybranych czynników fizycznych obecnych w środowisku miejskim w odniesieniu do parametrów zielonej infrastruktury, w tym poziomu pokrycia liściowego. Wykonano serię pomiarów parametrów mikroklimatu w okresie letnim, dwie serie pomiarów naturalnego promieniowania UV w okresie bez wegetacji i w czasie wegetacji roślin, serię pomiarów parametrów akustycznych oraz serię pomiarów pola elektromagnetycznego w parku zdrojowym mających na celu analizę wpływu tężni solnych na rozkład przestrzenny i częstotliwościowy promieniowania obecnego w środowisku. Pomiary uzupełniono o spektralny pomiar transmisji naturalnego promieniowania optycznego przez liście 24 wybranych gatunków drzew i krzewów występujących w środowisku miejskim. Opracowano dwa laboratoryjne modele wybranych funkcjonalności zielonej infrastruktury miejskiej celem doświadczalnej weryfikacji ich istotności w kształtowaniu parametrów środowiska oddziałujących na organizm człowieka. Przygotowano stanowisko do pomiarów parametrów mikroklimatu w pomieszczeniu laboratoryjnym, wyposażone w lampę halogenową dużej mocy symulującą promieniowanie słoneczne, miernik parametrów mikroklimatu z zestawem sond oraz stelaż do zamocowania liści. Przeprowadzono pomiary w zależności od stopnia przesłonięcia lampy powierzchnią liściową. Drugi model obejmował laboratoryjną analizę widmową absorpcji promieniowania optycznego przez liście. W układzie

zastosowano oświetlacz deuterowo-halogenowy emitujący promieniowanie, którego widmo jest zbliżone do widma promieniowania słonecznego. Do pomiarów wykorzystano spektrometr matrycowy wyposażony w sondę połączoną światłowodem o zmniejszonej absorpcji promieniowania w zakresie UV. Światłowód z sygnałem wejściowym umożliwiał precyzyjną lokalizację pomiaru i mapowanie współczynnika absorpcji na powierzchni badanego liścia. Wykonano pomiary dla liści klonu jesionolistnego (*Acer Negundo*) oraz winobluszczu (*Parthenocissus Planch*). Wyniki potwierdziły znaczącą absorpcję promieniowania w zakresie UV zaobserwowaną podczas terenowej serii pomiarowej z zastosowaniem naturalnego promieniowania słonecznego. Przeprowadzono badanie ankietowe nt. sposobu korzystania z zielonej infrastruktury i oczekiwań w odniesieniu do jej parametrów oraz subiektywnym odczuwaniu jej wpływu na dobrostan i wydajność pracowników zatrudnionych w środowisku miejskim. Badanie wykazało, że wpływ zielonej infrastruktury na samopoczucie jest doceniany wraz z wiekiem, w większości przez kobiety, pracowników umysłowych i osoby lepiej wykształcone. Wykazano wyraźny związek pracy umysłowej z zadowoleniem z korzystania z zielonej infrastruktury w trakcie przerw i wykazano trudniejszą sytuację pracowników fizycznych pod tym względem. Najczęściej zgłaszanym niedostatkiem miejskiego krajobrazu były ogrody miejskie. Większość respondentów wskazywała na konieczność ograniczenia niekorzystnych czynników miejskich za pomocą zielonej infrastruktury. Zakończenie etapu nastąpi 28.02.2025 r.

- *Badanie problemów i potrzeb różnych grup zawodowych w zakresie zdrowia psychicznego, rozwoju profilaktyczne* – w ramach jego realizacji przeprowadzono badania kwestionariuszowe dotyczące zdrowia psychicznego (w tym zagadnienia związane z samopoczuciem, relacjami w pracy, postrzeganiem osób z problemami psychicznymi, zdolnością do pracy, otrzymywanym wsparciem, poziomem lęku, obecnością symptomów depresji czy też poziomem stresu) na grupie 1500 pracowników sektora oświaty i służby zdrowia oraz wywiady wśród 100 pracodawców. Rozkład próby nauczycieli oraz pracowników służby zdrowia opracowano na podstawie ogólnodostępnych danych rządowych. Prowadzono analizę statystyczną uzyskanych wyników badań, której celem było określenie dobrostanu w miejscu pracy, problemów oraz potrzeb w zakresie zdrowia psychicznego badanych grup. Zakończenie etapu nastąpi 31.03.2025 r.

3. Relacja między osiągniętymi wynikami a celami w zakresie rozwoju społeczno-gospodarczego kraju oraz spełnienia wymagań norm międzynarodowych

Wyniki projektów realizowanych w przedsięwzięciu IV programu wieloletniego wspierają realizację:

- **Strategii Rozwoju Kapitału Ludzkiego 2030** w zakresie celów szczegółowych:
 - Nr 1 – Podniesienie poziomu kompetencji oraz kwalifikacji obywateli, w tym cyfrowych;
 - Nr 2 – Poprawa zdrowia obywateli oraz systemu opieki zdrowotnej;
 - Nr 3 – Wzrost i poprawa wykorzystania potencjału kapitału ludzkiego na rynku pracy.
- **Strategii na rzecz odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2023)** w zakresie celów szczegółowych:
 - I – Trwały wzrost gospodarczy oparty coraz silniej o wiedzę, dane i doskonałość organizacyjną;
 - II – Rozwój społecznie wrażliwy i terytorialnie zrównoważony.
- **Strategii Rozwoju Kraju Strategii Rozwoju Kraju. Polska 2030.** Trzecia fala nowoczesności – obszar IV – Kapitał Ludzki.

- **Strategii Rozwoju Regionalnego 2030** w zakresie celu 2: *Wzmacnianie regionalnych przewag konkurencyjnych*, 2.1. Rozwój kapitału ludzkiego i społecznego, 2.1.2. Kształcenie ustawiczne.
- **Strategii na rzecz osób niepełnosprawnych 2021–2030** w zakresie priorytetów:
III. Edukacja, III. 3.3. Edukacja ustawiczna dla osób z niepełnosprawnościami;
IV. Praca, IV. 3. Środowisko pracy przyjazne pracownikom z niepełnosprawnościami;
IV. 3.3. Wsparcie osoby z niepełnosprawnością u zatrudniającego ją pracodawcy.
- **Strategii produktywności 2030** w obszarze: Praca i kapitał ludzki, Kierunek interwencji II.1. Dostosowanie kompetencji do wyzwań przyszłości, działanie II.1.2. Rozwój kompetencji cyfrowych na wszystkich etapach kształcenia i uczenia się poza systemem edukacji.
- **Strategicznych ram UE w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy na lata 2021–2027. Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia w zmieniającym się świecie pracy**, w zakresie celu kluczowego 2: *Skuteczniejsze zapobieganie wypadkom i chorobom w miejscu pracy*.
- **Planu działań na rzecz Europejskiego filaru praw socjalnych** w zakresie kategorii:
I – Równe szanse i dostęp do zatrudnienia, zasada 3 – Równość szans;
II – Uczciwe warunki pracy, zasada 10 – Zdrowe, bezpieczne i dobrze dostosowane środowisko pracy oraz ochrona danych.
- **Komunikatu Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-społecznego i Komitetu Regionów „Silna Europa socjalna na rzecz sprawiedliwej transformacji”**, gdzie jednym z celów jest konieczność zapewnienia zdrowia fizycznego i psychicznego pracowników, którzy doświadczają nowych sposobów i warunków pracy w dobie wyzwań technologicznych.
- **Komunikatu Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów „Silna Europa socjalna na rzecz sprawiedliwej transformacji” COM(2020) 14**, gdzie jednym z celów jest inwestowanie w umiejętności i edukację w celu zapewnienia wszystkim nowych możliwości.
- **Planu Strategicznego na lata 2021–2024 „Horyzont Europa”** – Klaster Zdrowie, obszary działań – Zdrowie na różnych etapach życia i Czynniki środowiskowe i społeczne.
- **Krajowych Inteligentnych Specjalizacji**, w zakresie KIS 1: „Zdrowe społeczeństwo”, Dział II „Diagnostyka i terapia chorób”, IV „Skoordynowana opieka zdrowotna”.
- **Krajowego Programu Badań**, Kierunek 6: Społeczny i gospodarczy rozwój Polski w warunkach globalizujących się rynków.

oraz wspierają spełnienie wymagań zawartych w **normach**:

PN-ISO 10075-1 – Część 1: Zagadnienia i pojęcia ogólne, terminy i definicje;

PN-ISO 10075-2 – Część 2: Zasady projektowania;

PN-ISO 10075-3 – Część 3: Zasady i wymagania w zakresie metod dotyczących pomiaru i oceny obciążenia psychicznego pracą.

Projekt IV.PN.01: Ocena psychospołecznych warunków pracy oraz dobrostanu i jakości życia w grupie młodych pracowników

Okres realizacji:	1.01.2023–31.12.2025
Etap 1.:	Opracowanie metodyki i przeprowadzenie badań ilościowych dotyczących psychospołecznych warunków pracy, dobrostanu i jakości życia wśród młodych pracowników
Okres realizacji:	1.01.2023–30.04.2024
Etap 2.:	Analiza i opracowanie wyników badań psychospołecznych warunków pracy, dobrostanu i jakości życia wśród młodych pracowników. Przygotowanie wstępnej koncepcji aplikacji mobilnej
Okres realizacji:	1.01.2024–31.12.2024
Kierownik projektu:	mgr Aleksandra Stachura-Krzyształowicz, dr hab. Dorota Żołnierczyk-Zreda – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Ergonomii

Celem realizacji projektu jest ocena psychospołecznych warunków pracy oraz dobrostanu i jakości życia w grupie młodych pracowników.

W ramach kontynuacji 1. etapu projektu przeprowadzono analizę danych jakościowych uzyskanych w wywiadach indywidualnych. Celem 2. etapu była analiza danych ilościowych badania, w odniesieniu do której przygotowano wstępną koncepcję aplikacji mobilnej. Przeprowadzona analiza wyników pozwoliła na sformułowanie głównego wniosku z tego badania, który jest taki, że pokolenia młodszych pracowników (18–28 lat oraz 29–34 lata) nie różnią się istotnie od starszych pokoleń (35–43 lata i 44–60 lat), ani pod względem psychospołecznych i finansowych warunków pracy (poza bardzo nie-licznymi aspektami), ani pod względem dobrostanu. Wiek natomiast w dużo większym stopniu różnicuje pracowników pod względem zadowoleniem ze wsparcia społecznego, a także wyznawanych przez nich wartości. Psychospołeczne warunki pracy i dobrostan zależą w większym stopniu od rodzaju zatrudnienia niż wieku.

Najlepszych psychospołecznych oraz najmniej prekaryjnych warunków pracy doświadczają osoby samozatrudnione, a następnie pracownicy platformowi. Po nich zaś plasują się pracownicy zatrudnieni na umowę o pracę. Najgorsze psychospołeczne i najbardziej prekaryjne warunki pracy mają osoby zatrudnione na umowach cywilno-prawnych. Osoby samozatrudnione, a w dalszej kolejności pracownicy platformowi deklarują istotnie lepszy dobrostan psychologiczny, rozumiany jako niższy poziom stresu, wypalenia zawodowego, depresji, wyższy poziom zaangażowania w pracę niż osoby zatrudnione na umowę stałą i cywilno-prawną. Deklarują także wyższą jakość życia, czyli lepsze samopoczucie i zadowolenie ze wsparcia społecznego niż ci ostatni. Jakość życia jest zatem silnie uwarunkowana psychospołecznymi warunkami pracy wynikającymi z rodzaju zatrudnienia, przy czym najważniejsza jest w tym kontekście równowaga praca-życie. Jest także uwarunkowana dobrą sytuacją finansową, płcią (mężczyzna), a także wyznawaniem m.in. takich wartości jak: Życzliwość – niezawodność oraz Bezpieczeństwo społeczne.

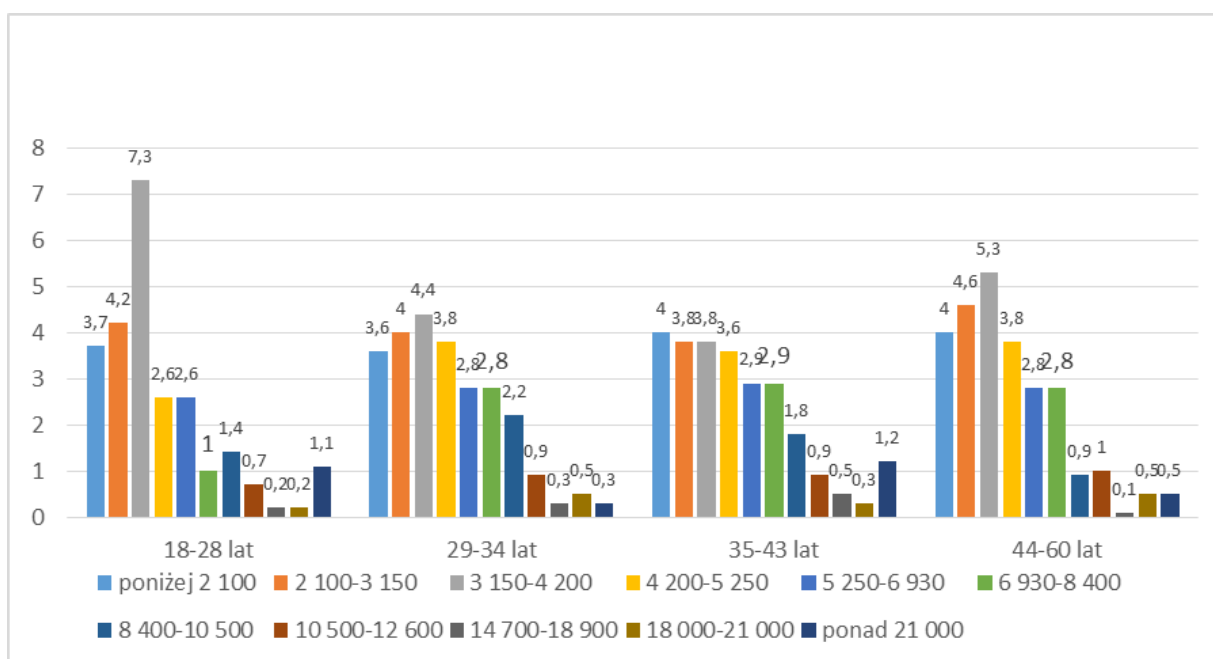
Młodzi pracownicy w wieku 18–28, a także w wieku 29–34 lata wskazują Osiągnięcia, Władzę nad ludźmi oraz Władzę nad zasobami jako istotnie ważniejsze dla nich wartości niż deklarują to osoby ze starszych grup wiekowych. Istotnie niższe znaczenie przypisują takim wartościom jak: Uniwersalizm ekologiczny, Uniwersalizm społeczny oraz Przystosowanie się do reguł.

Wyniki badania jakościowego potwierdzają, że młode pokolenie kieruje się tymi wartościami (np. Osiągnięcia, Władza nad zasobami) przy wyborze swojej kariery zawodowej. Jeśli pracodawca nie

zapewnia przede wszystkim wysokich zarobków i ciekawej pracy, a dodatkowo elastyczności zatrudnienia w formie pracy zdalnej lub hybrydowej umożliwiającej zachowanie równowagi praca – życie, kierują się w stronę innych, nawet mniej stabilnych form zatrudnienia.

Wyniki uzyskanych badań świadczą o tym, że najmłodsze pokolenie wychowywało się, edukowało, pracuje, a także odpoczywa po pracy intensywnie wykorzystując technologię, która nie tylko nie zwiększyła groźbę prekaryjnego zatrudnienia, ale nawet wzmocniła kompetencje młodego pokolenia oraz jego niezależność w wyborze odpowiedniej dla siebie pracy. Jednocześnie wyznawane wartości i „zanurzenie” młodych ludzi w technologii stworzyło inną poważną groźbę, jaką jest alienacja społeczna i odczuwana subiektywnie samotność.

Wyniki badań upowszechniono w 1 artykule popularnonaukowym oraz zaprezentowano na 1 konferencji krajowej. Ponadto opracowano i złożono do czasopisma 1 artykuł naukowy, a także 1 zalecenia dotyczące potrzeb i zagrożeń płynących z psychospołecznych warunków pracy oraz sytuacji zawodowej i zdrowotnej młodych pracowników dla pracodawców dla pracodawców dotyczących warunków pracy młodych pracowników.



Projekt IV.PN.01. Zarobki w poszczególnych grupach wiekowych

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Zalecenia dotyczące potrzeb i zagrożeń płynących z psychospołecznych warunków pracy oraz sytuacji zawodowej i zdrowotnej młodych pracowników (2024-1) – Zalecenia dotyczące potrzeb i zagrożeń psychospołecznych warunków pracy 2024 PDF	1
Aplikacja mobilna z zaleceniami na temat psychospołecznych warunków pracy, dobrostanu i jakości życia dla młodych pracowników (2025-1)	-
Broszura dla pracodawców na temat sytuacji zawodowej i zdrowotnej młodych pracowników (nakład 150 egz.) złożona w Dziale Wydawnictw i przekazana do Działu Informatyki i udostępniona w serwisie internetowym CIOP-PIB) (2025-1)	-
Materiał informacyjny na temat produktów realizowanych w projekcie (złożony w Dziale Wydawnictw, przekazany do Działu Informatyki i udostępniony w serwisie internetowym CIOP-PIB) (2025-1)	-
Artykuły naukowe (złożone do redakcji czasopisma) (2024-1, 2025-1)	1

– Art. złożony w redakcji: Żołnierczyk-Zreda D., Stachura-Krzyształowicz A., Bugajska J., <i>Are the working conditions of young people more precarious compared to older workers?</i> , 2024, JOSE, manuscript ID: 257632458	
Artykuł popularnonaukowy (złożony w redakcji czasopisma) (2024-1) – Artykuł Generacja ludzi młodych na rynku pracy 2024 PDF	1
Wystąpienia na konferencjach naukowych (w postaci ustnej lub plakatowej) (2024-1, 2025-1) – Referat Psychospołeczne warunki współczesnej pracy – dobrostan i jakość życia młodych pracowników 2024 PDF	1
Seminarium weryfikujące produkty, tj. aplikację mobilną i broszurę (2025-1)	-

Projekt IV.PN.02: Opracowanie pakietu narzędzi do diagnozy psychospołecznych uwarunkowań bezpieczeństwa i zdrowia w pracy

Okres realizacji: 1.01.2023–31.12.2025

Etap 1.: Opracowanie wstępnej wersji pakietu narzędzi do diagnozy psychospołecznych uwarunkowań bezpieczeństwa i zdrowia w pracy. Analiza treści pozycji kwestionariusza kultury bezpieczeństwa. Analiza pozycji testowych narzędzi diagnozy sprawności poznawczej. Opracowanie kwestionariusza do diagnozy obciążenia psychicznego pracą. Przeprowadzenie badań pilotażowych. Przeprowadzenie wstępnych analiz statystycznych

Okres realizacji: 1.01.2023–30.04.2024

Etap 2.: Przeprowadzenie badań z użyciem pakietu narzędzi do diagnozy psychospołecznych uwarunkowań bezpieczeństwa i zdrowia w pracy, tj. obciążenia psychicznego pracą, sprawności poznawczej oraz kultury bezpieczeństwa jednostki i organizacji. Analiza statystyczna psychometrycznych właściwości pakietu narzędzi

Okres realizacji: 1.01.2024–30.04.2025

Kierownik projektu: mgr Łukasz Kapica – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Ergonomii

Celem realizacji projektu jest opracowanie pakietu narzędzi badawczych przeznaczonych do diagnozy psychospołecznych uwarunkowań bezpieczeństwa i zdrowia w pracy. Pakiet obejmować będzie narzędzia do diagnozy następujących czynników psychospołecznych: (1) obciążenia psychicznego pracą; (2) sprawności poznawczej pracowników; (3) kultury bezpieczeństwa jednostki i organizacji.

W ramach kontynuacji 1. etapu wykonano analizy statystyczne dla danych uzyskanych w kwestionariuszowym badaniu pilotażowym. W badaniu wzięło udział 239 osób reprezentujących dwie grupy zawodów: kierowcy i operatorzy maszyn (N = 106) oraz pracownicy umysłowi (N = 125). Próba składała się ze 119 kobiet i 117 mężczyzn. Wiek osób badanych wynosił od 21 lat do 77 lat (M = 39,7). W celu opracowania kwestionariuszy SOP (Skale Obciążenia Pracą) wykonano eksploracyjną (EFA) i konfirmacyjną analizę czynnikową (CFA). Również kwestionariusze kultury bezpieczeństwa (KB-J i KB-Z) oceniano za pomocą CFA. Uzyskane wyniki pozwoliły na wyeliminowanie pozycji o niskich ładunkach czynnikowych oraz określenie struktury kwestionariuszy SOP. W skład kwestionariusza SOP-Stan weszło 25 pozycji w następujących podskalach: Zmęczenie fizyczne (7 pozycji), Wyczerpanie poznawcze (5 pozycji), Wyczerpanie emocjonalne (7 pozycji) i Utrata ogólnej motywacji do działania (6 pozycji). SOP-Wymagania składa się z 35 pozycji: Wymagania fizyczne (5 pozycji), Wymagania poznawcze (10

pozycji), Wymagania emocjonalne (10 pozycji), Nadmierna ilość pracy (5 pozycji), Monotonia pracy (4 pozycje). Z kolei SOP-Zasoby składa się z 13 pozycji: Przekonanie o własnej skuteczności (4 pozycje), Zasoby wsparcia społecznego (5 pozycji), Zasoby dobrego przywództwa (4 pozycje). Wartości ładunków czynnikowych pozwoliły skrócić kwestionariusz KB-J do 8 pozycji, natomiast KB-Z do 28 pozycji. Za pomocą współczynnika alfa-Cronbacha, omega-McDonalda, GLB oraz CR potwierdzono rzetelność wszystkich narzędzi. Z kolei za pomocą współczynnika AVE oraz korelacji z wynikami innych narzędzi (COPSOQ II, Baka, 2019 i Skala Grandejana, Bascher i Grandjean, 1979) potwierdzono trafność kwestionariuszy SOP.

W wyniku realizacji 1. etapu projektu kwestionariusze diagnozy obciążenia pracą (SOP) zostały złożone do Działu Wydawnictw CIOP-PIB i wydrukowane w liczbie 100 egzemplarzy.

Celem 2. etapu projektu było przeprowadzenie badania kwestionariuszowego metodą CAWI z wykorzystaniem narzędzi badawczych opracowanych na podstawie analiz przeprowadzonych w etapie 1. W badaniu wzięło udział 501 osób (240 kobiet i 261 mężczyzn) w wieku od 18 lat do 65 lat (średnia = 40,4). 230 osób wykonywało pracę umysłową, 148 było kierownikami zawodowymi, 123 wykonywało prace fizyczne. Przeprowadzone analizy (CFA) potwierdziły struktury kwestionariuszy SOP, KBJ i KBZ. Za pomocą analizy inwariancji wykazano, że nie ma różnic w strukturze kwestionariuszy między grupami zawodowymi. Potwierdzono także spójność wewnętrzną narzędzi. Prowadzone są również badania laboratoryjne z wykorzystaniem opracowanych narzędzi kwestionariuszowych, a także narzędzi komputerowych służących diagnozie sprawności poznawczej. W badaniach biorą udział osoby pracujące w wieku od 18 lat do 65 lat.

Dalsze analizy prowadzone w ramach realizacji 2. etapu projektu mają na celu opracowanie norm dla różnych grup wiekowych i zawodowych, co umożliwi stosowanie narzędzi w diagnozie indywidualnej i organizacji. Planuje się także analizę inwariancji mającą na celu wykazanie brak różnic między pomiarami kwestionariuszowymi online i typu papier-ołówek. Uzyskane wyniki posłużą także opracowaniu publikacji naukowej.

W wyniku realizacji projektu w 2024 r. powstały 3 kwestionariusze do diagnozy obciążenia psychicznego pracą w formie papierowej. Wyniki badań upowszechniono na 1 konferencji.

CIOP PIB
Ł. Kapcia, S. Sumińska, A. Najmiec

KWESTIONARIUSZ SOP-W

Instrukcja: Poniżej przedstawiono stwierdzenia dotyczące pracy zawodowej. Przeczytaj uważnie każde z nich, a następnie obok każdego odpowiedzi: Młra najlepiej opisać Twoją pracę taką, jaką jest na ogół. Weź pod uwagę okres ostatnich 4 tygodni. Jeżeli w tym okresie zmieniłaś stanowisko, opisz się do obecnego. Odpowiadaj według następującej legendy:

1 – zdecydowanie nie
2 – raczej nie
3 – trudno powiedzieć
4 – raczej tak
5 – zdecydowanie tak

Pamiętaj – nie ma dobrych ani złych odpowiedzi.
Ustosunkuj się do wszystkich stwierdzeń na każdej stronie kwestionariusza, wybierając tylko jedną odpowiedź przy każdym z nich.
Upewnij się, że odpowiedź zaznaczasz przy właściwym stwierdzeniu.

	Zdecydowanie nie	Razem nie	Trudno powiedzieć	Razem tak	Zdecydowanie tak
1. Moja praca wymaga silnej motywacji.	1	2	3	4	5
2. Pracuję w trudnych warunkach fizycznych (temperatura, hałas, powiewy, światło, ciemność, itp.).	1	2	3	4	5
3. W pracy muszę koncentrować się na szczegółach.	1	2	3	4	5
4. Praca wymaga u mnie niezachwiania.	1	2	3	4	5
5. Moja praca powoduje duże zmęczenie fizyczne.	1	2	3	4	5
6. Praca często wywołuje we mnie negatywne emocje.	1	2	3	4	5
7. Mam za dużo pracy.	1	2	3	4	5
8. Mam tyle pracy, że trudno mi wykonać ją dokładnie w wyznaczonym czasie.	1	2	3	4	5
9. Mam zaniepokojenie o pracę.	1	2	3	4	5
10. Moja praca jest niebezpieczna dla zdrowia.	1	2	3	4	5
11. Moja praca zwykle wymaga silnego samostanowienia.	1	2	3	4	5
12. W pracy spotykam się z sytuacjami trudnymi emocjonalnie.	1	2	3	4	5
13. W pracy często muszę ukrywać swoje emocje.	1	2	3	4	5
14. Rozumie ze współpracownikami w mojej pracy się dla mnie obciążają.	1	2	3	4	5

CIOP PIB
Ł. Kapcia, S. Sumińska, A. Najmiec

KWESTIONARIUSZ SOP-S

Instrukcja: Poniżej przedstawiono stwierdzenia opisujące stan człowieka. Przeczytaj uważnie każde z nich, a następnie obok każdego odpowiedzi: Młra najlepiej opisać Twoją stan W TEJ CHWILI. Odpowiadaj według następującej legendy:

1 – zdecydowanie nie
2 – nie
3 – raczej nie
4 – trudno powiedzieć
5 – raczej tak
6 – tak
7 – zdecydowanie tak

Pamiętaj – nie ma dobrych ani złych odpowiedzi.
Ustosunkuj się do wszystkich stwierdzeń na każdej stronie kwestionariusza, wybierając tylko jedną odpowiedź przy każdym z nich.
Upewnij się, że odpowiedź zaznaczasz przy właściwym stwierdzeniu.

	Zdecydowanie nie	Ne	Razem nie	Trudno powiedzieć	Razem tak	Tak	Zdecydowanie tak
1. Czuję się zmęczony(a) fizycznie.	1	2	3	4	5	6	7
2. Mój organizm jest zmęczony psychicznie.	1	2	3	4	5	6	7
3. Chęć leżenia.	1	2	3	4	5	6	7
4. Czuję się niezdolny(a).	1	2	3	4	5	6	7
5. Czuję się tak zmęczony(a), że nie mam siły się zabrać.	1	2	3	4	5	6	7
6. Lubię mieć przytłaczony.	1	2	3	4	5	6	7
7. Jestem zmęczony(a) z powodu wywołania fizycznego.	1	2	3	4	5	6	7
8. Trudno byłoby mi coś zapamiętać.	1	2	3	4	5	6	7
9. Czuję się przytłaczony(a) emocjonalnie.	1	2	3	4	5	6	7
10. Jestem zaniepokojony(a).	1	2	3	4	5	6	7

CIOP PIB
Ł. Kapcia, S. Sumińska, A. Najmiec

KWESTIONARIUSZ SOP-Z

Instrukcja: Poniżej przedstawiono szereg stwierdzeń dotyczących pracy zawodowej. Przeczytaj uważnie każde z nich, a następnie obok każdego le odpowiedzi: Młra najlepiej opisać Twoją pracę taką, jaką jest na ogół. Weź pod uwagę okres ostatnich 4 tygodni, jeżeli w tym okresie zmieniłaś stanowisko, opisz obecną. Odpowiadaj według następującej legendy:

1 – zdecydowanie nie
2 – raczej nie
3 – trudno powiedzieć
4 – raczej tak
5 – zdecydowanie tak

Pamiętaj, nie ma dobrych ani złych odpowiedzi.
Ustosunkuj się do wszystkich stwierdzeń wybierając tylko jedną odpowiedź przy każdym stwierdzeniu.
Upewnij się, że odpowiedź wpisujesz przy właściwym stwierdzeniu.

	Zdecydowanie nie	Razem nie	Trudno powiedzieć	Razem tak	Zdecydowanie tak
1. Młroty współpracownikom panuje dobre atmosfera.	1	2	3	4	5
2. Współpracownicy ufają sobie nawzajem.	1	2	3	4	5
3. Jestem w stanie poradzić sobie z zadaniami zawodowymi.	1	2	3	4	5
4. Czuję się zadowolony(a) z wykonywania mojej pracy.	1	2	3	4	5
5. Młroty współpracownicy przychodzą do siebie swoich problemów.	1	2	3	4	5
6. W mojej pracy zadania są przydzielane sprawiedliwie.	1	2	3	4	5
7. Mam ochotę podjąć do dobrego wykonania moją pracę.	1	2	3	4	5
8. Młroty współpracownicy wspierają mnie.	1	2	3	4	5

Projekt IV.PN.02. Opracowane kwestionariusze SOP

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Kwestionariusz do diagnozy obciążenia psychicznego pracą w formie papierowej, złożony w Dziale Wydawnictw i wydany drukiem (nakład 100 egz.) (2023-1) – Kwestionariusz do diagnozy obciążenia psychicznego pracą 2024 PDF	1
Aplikacja na urządzenia mobilne zawierająca narzędzia samoopisowe oraz kwestionariusz diagnozy obciążenia psychicznego pracą (przygotowana do udostępnienia w serwisie internetowym CIOP-PIB i przekazana do Działu Informatyki) (2025-1)	-
Podręcznik do kwestionariusza diagnozującego obciążenie psychiczne pracą (złożony w Dziale Wydawnictw i wydany drukiem – nakład 100 egz.) (2025-1)	-
Podręcznik do komputerowych narzędzi testowych do diagnozy sprawności poznawczej (złożony w Dziale Wydawnictw i wydany drukiem – nakład 100 egz.) (2025-1)	-
Materiały informacyjne dotyczące opracowanych metod diagnozy (złożone w Dziale Wydawnictw i przekazane do Działu Informatyki i udostępnione w serwisie internetowym CIOP-PIB) (2025-1)	-
Artykuły naukowe (złożone do redakcji czasopisma) (2024-1, 2025-1)	-
Szkolenie z zakresu wykorzystania opracowanych narzędzi w diagnozie psychologicznej dla psychologów, przeprowadzenie szkolenia (z udziałem bezpośrednim lub w trybie on-line) (2025-1)	-
Szkolenie z zakresu wykorzystania opracowanych narzędzi w ocenie warunków pracy w organizacji dla specjalistów BHP i HR – przeprowadzenie szkolenia (z udziałem bezpośrednim lub w trybie on-line) (2025-1)	-

Dodatkowe wyniki etapu:

- Wystąpienie konferencyjne
https://m.ciop.pl/CIOPPortalWAR/file/99478/Kapica-L_Czlowiek-i-technologie.pdf

Projekt IV.PN.03: Wpływ sytuacji zawodowej i stylu życia na zdrowie oraz parametry antropometryczne, biomechaniczne, sensoryczne i zasoby psychologiczne pracowników 50+ pod kątem zachowania zdolności do pracy i właściwej organizacji warunków pracy

Okres realizacji: 1.01.2023–31.12.2025

Etap 2.: Analiza wyników pierwszych badań. Opracowanie założeń w zakresie analizy porównawczej wyników pierwszych i drugich badań. Rozpoczęcie drugich badań

Okres realizacji: 1.01.2024–31.03.2025

Kierownik projektu: dr Tomasz Tokarski – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Ergonomii

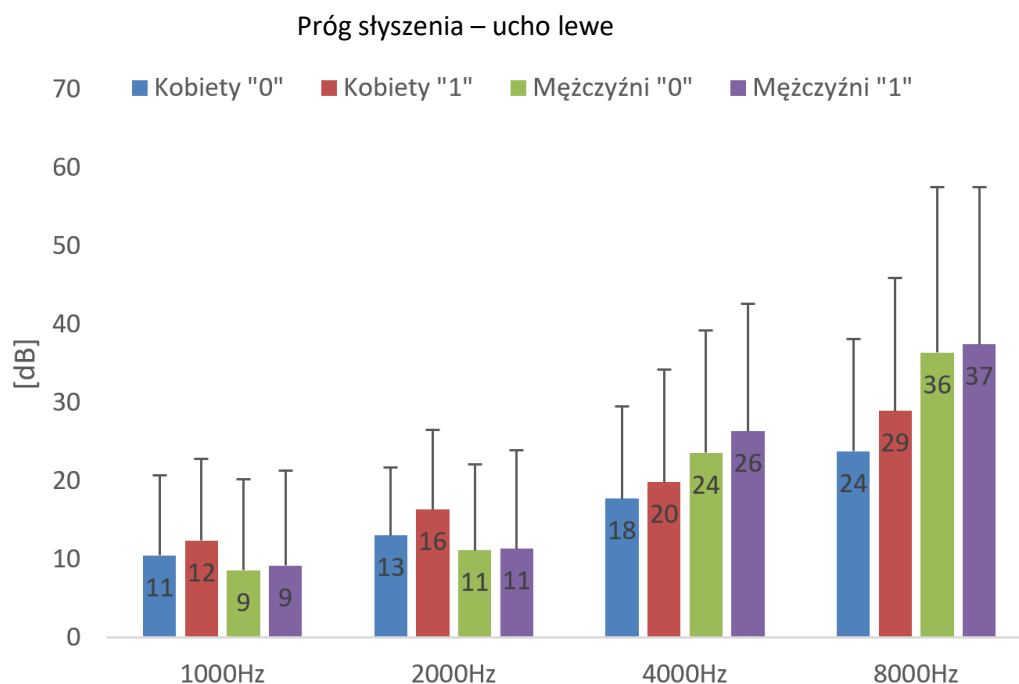
Celem realizacji projektu jest określenie wpływu sytuacji zawodowej i stylu życia na zdrowie pracownika oraz wybrane parametry antropometryczne, biomechaniczne, sensoryczne i zasoby psychologiczne

Celem 2. etapu projektu było opracowanie arkuszy kalkulacyjnych, bazy danych oraz przeprowadzenie seminarium weryfikującego, zawierającego zalecenia i wytyczne (w formie roboczej wersji broszury). W arkuszach kalkulacyjnych, zawierających zebrane dane, wprowadzono formuły pozwalające na porównanie danych pomiędzy pierwszym badaniem i badaniem zerowym oraz pozwalające na ana-

lizę danych także po wprowadzeniu wyników drugiego badania. Opracowana baza danych zawiera wyniki badań zebrane podczas pierwszego badania i badania zerowego. Wyniki zamieszczone w bazie danych opracowano w formie arkuszy kalkulacyjnych (wyniki badania wzroku, słuchu, równowagi, siły, pomiary obwodów ciała), w postaci plików danych zapisanych przez oprogramowanie aparatury pomiarowej (skany 3D) oraz w postaci wyeksportowanych plików tekstowych (ankieta osobowa, kwestionariusz opracowany na podstawie indeksu zdolności do pracy WAI, badanie składu ciała).

W wyniku realizacji projektu w 2024 r. Porównano wyniki pierwszych badań z wynikami badań zerowych (porównano wyniki 110 ze 179 przebadanych w 1. etapie osób). Porównania wskazują na zmniejszenie wybranych parametrów antropometrycznych, biomechanicznych, sensorycznych oraz zasobów psychologicznych w okresie 2 lat pomiędzy przeprowadzonymi pomiarami. Zaobserwowane zmniejszenie wartości wybranych parametrów w czasie tylko 2 lat wskazuje, że w wieku 50–65 lat wartości tych parametrów będą zmniejszać się wyraźnie, co ma istotny wpływ na obciążenia psychofizyczne pracownika na stanowisku pracy.

W zakresie parametrów antropometrycznych zaobserwowano niewielkie zmiany w średnich wartościach wybranych obwodów oraz składu ciała. Badania wykazały, że średnie wartości wybranych obwodów tułowia różniły się o nie więcej niż 1%, z wyjątkiem obwodu talii u kobiet (1,1%). Jednakże pomimo braku wyraźnego zwiększenia średniej wartości obwodów tułowia u większości badanych kobiet (55,2–58,2%) i ponad 40% badanych mężczyzn (48,8–55,8%) obwody klatki piersiowej, talii i bioder się zwiększyły. Także w zakresie parametrów sensorycznych zaobserwowano zarówno zmiany w średnich wartościach progu słyszenia, jak i liczby osób, u których odnotowano zwiększenie wartości progu słyszenia w czasie 2 lat. Zwiększenie wartości progu słyszenia zaobserwowano zarówno u kobiet (0,9–4,9 dB dla częstotliwości 1000–8000 Hz), jak i u mężczyzn (0,2–5,1 dB) oraz zarówno dla ucha lewego, jak i prawego.



Projekt IV.PN.03. Średnie ($\pm$ SD) wartości progu słyszenia w zakresie częstotliwości od 1000 Hz do 8000 Hz lewego ucha osób badanych z podziałem na płeć ("0" – badanie zerowe, "1" – badanie pierwsze, mniejsza wartość oznacza lepszy wynik; n = 110)

Dla ucha lewego zwiększenie wartości progu słyszenia zaobserwowano u 37,5–59,1% kobiet oraz 41,2–58,5% mężczyzn, natomiast dla ucha prawego odpowiednio dla 37,5–49,2% kobiet i 33,3–64,3% mężczyzn.

Wyniki badań zebrane podczas realizacji 1. i 2. etapu projektu zostaną wykorzystane do przeprowadzenia drugich badań parametrów antropometrycznych, biomechanicznych, sensorycznych oraz zasobów psychologicznych, przeprowadzenia analizy statystycznej z zastosowaniem opracowanych arkuszy kalkulacyjnych i bazy danych oraz opracowania końcowej wersji zaleceń i wytycznych w zakresie wymagań poprawy warunków pracy osób 50+.

Wyniki badań upowszechniono podczas 1 seminarium weryfikującego zalecenia i wytyczne w zakresie poprawy warunków osób 50+. Po przeprowadzeniu seminarium zebrano opinie uczestników w celu uzupełnienia i aktualizacji broszury zawierającej zalecenia i wytyczne w zakresie poprawy warunków osób 50+.

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Zalecenia i wytyczne w zakresie poprawy warunków pracy osób 50+ (2024-1) – Zalecenia i wytyczne w zakresie wymagań poprawy warunków pracy osób 50+ 2024 PDF	1
Artykuł popularnonaukowy (złożony w redakcji czasopisma) (2024-1)	-
Artykuły naukowe (złożone do redakcji czasopisma) (2025-2)	-
Wystąpienie na konferencji naukowej (w postaci ustnej lub plakatowej) (2025-1)	-
Materiały informacyjne dotyczące dostosowania stanowiska pracy do parametrów psychofizycznych (2025-1)	-
Broszura zawierająca zalecenia dla pracowników, specjalistów BHP i pracodawców w zakresie zdolności do pracy oraz ukierunkowania zmian organizacji warunków pracy w celu odpowiedniego dostosowania ich do zmian badanych parametrów antropometrycznych, biomechanicznych, sensorycznych oraz zasobów psychologicznych wynikających z sytuacji zawodowej i stylu życia u osób po 50. roku życia (2025-1)	-
Seminarium weryfikujące zalecenia i wytyczne w zakresie poprawy warunków pracy osób 50+ (2024-1) – Seminarium Zalecenia i wytyczne w zakresie wymagań poprawy warunków pracy osób 50+ 2024 PDF	1

Projekt IV.PN.04: Kompetencje cyfrowe osób z niepełnosprawnościami w kontekście wymagań na współczesnym rynku pracy

Okres realizacji: 1.01.2023–31.12.2025

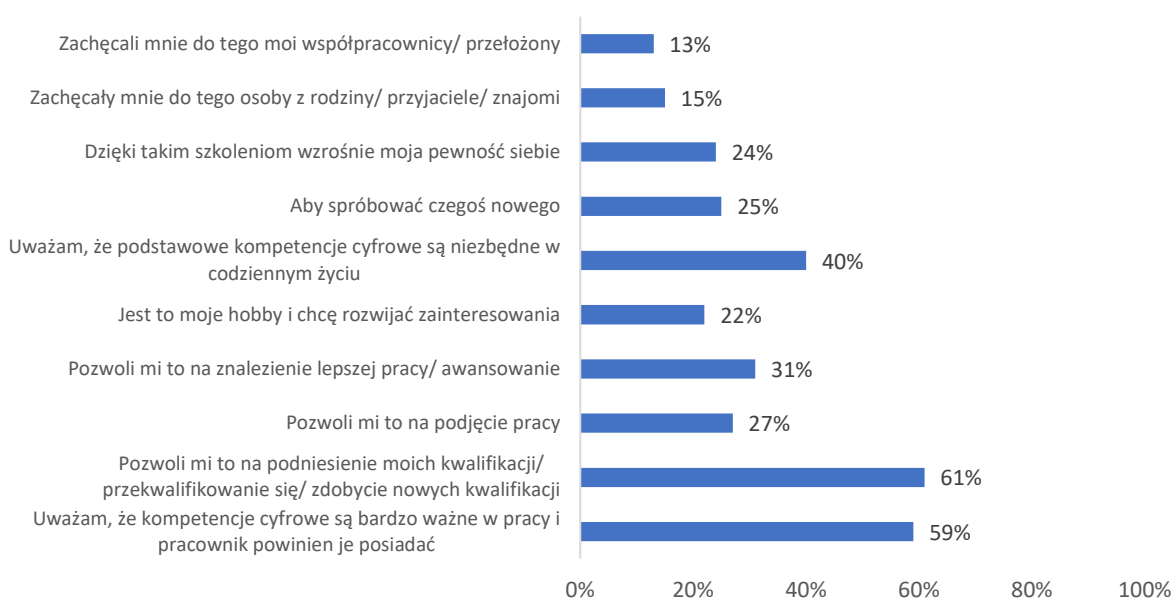
Etap 2.: Ocena działań edukacyjnych dedykowanych osobom z niepełnosprawnościami w zakresie nabywania kompetencji cyfrowych ze szczególnym uwzględnieniem elementów wskazanych przez pracodawców. Opracowanie koncepcji narzędzia do oceny kompetencji cyfrowych osób z niepełnosprawnościami

Okres realizacji: 1.01.2024–31.01.2025

Kierownik projektu: dr Karolina Pawłowska-Cyprysiak – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Ergonomii

Celem realizacji projektu jest opracowanie narzędzia do oceny kompetencji cyfrowych osób z niepełnosprawnościami w kontekście kompetencji wymaganych na współczesnym rynku pracy z uwzględnieniem kompetencji niezbędnych w przemyśle 4.0.

Celem 2. etapu projektu było a) przeprowadzenie analizy rynku usług szkoleniowych z zakresu rozwijania kompetencji cyfrowych osób z niepełnosprawnościami; b) opracowanie kwestionariusza wywiadu bezpośredniego dla przedstawicieli instytucji szkolących osoby z niepełnosprawnościami w zakresie kompetencji cyfrowych, a następnie na jego podstawie przeprowadzono wywiady bezpośrednie wśród 35 przedstawicieli takich instytucji; c) opracowano kwestionariusz własny, dokonano wyboru kwestionariuszy standaryzowanych (Indeks Zdolności do Pracy WAI, Skala samooceny SES, Kopenhaski Kwestionariusz Psychospołeczny COPSOQ II – podskala dotycząca poczucia skuteczności, Wielowymiarowa Skala Spostrzeganego Wsparcia Społecznego MSPSS) oraz przeprowadzono badania kwestionariuszowe wśród 449 osób z niepełnosprawnościami; d) dokonano oceny działań edukacyjnych dedykowanych osobom z niepełnosprawnościami w zakresie nabywania kompetencji cyfrowych na podstawie analizy rynku usług szkoleniowych, analizy przeprowadzonych wywiadów bezpośrednich i badań kwestionariuszowych. Dodatkowo zgodnie z ustaleniami podczas Komisji Odbioru Prac Naukowych w 1. etapie projektu oraz sugestii recenzenta projektu, dr. hab. Wojciecha Otrębskiego, prof. KUL, uzupełniono badania kwestionariuszowe przeprowadzone w 1. etapie projektu wywiadami bezpośrednimi wśród 22 pracodawców lub ich przedstawicieli z wykorzystaniem opracowanego kwestionariusza wywiadu bezpośredniego.



Projekt IV.PN.04. Rozkład odpowiedzi na pytanie o motywy dotyczące korzystania ze szkoleń z zakresu kompetencji cyfrowych (N = 225)

Patrząc na oferty firm szkoleniowych dostępnych na rynku, należy stwierdzić, że niewiele instytucji oferuje kursy/szkolenia z zakresu kompetencji cyfrowych osobom z niepełnosprawnościami. Instytucje komercyjne w swoich ofertach nie udostępniają informacji o ich dostępności dla osób z niepełnosprawnościami, z kolei fundacje działające na rzecz osób z niepełnosprawnościami prowadzą szkolenia dla tej grupy najczęściej w ramach działań projektowych. Nie jest to ich stałą ofertą.

Przedstawiciele instytucji szkolących biorący udział w wywiadach bezpośrednich wskazują, że osoby z niepełnosprawnościami uczęszczają na kursy związane z rozwojem kompetencji cyfrowych, aby poszerzyć wiedzę oraz nabyć nowe umiejętności, a przez to uczestniczyć pełniej w życiu społecznym i zawodowym. Według tej grupy poziom kompetencji cyfrowych osób z niepełnosprawnościami jest zróżnicowany i zależy od wielu czynników, między innymi od wcześniejszych doświadczeń oraz ogólnej sytuacji życiowej. Aby wyrównać szanse edukacyjne osób z niepełnosprawnościami, należy kierować wiele form wsparcia do tej grupy, szczególnie wsparcie psychologiczne odgrywa bardzo ważną

rolę – poprzez budowanie zaufania, pewności siebie, zrozumienia siebie i swoich potrzeb budowanie motywacji do podejmowania szkoleń.

Osoby z niepełnosprawnościami biorące udział w badaniach kwestionariuszowych wskazują, że inwestują w swój szeroko pojęty rozwój, co wynika z faktu, że większość badanych uczestniczy lub kiedykolwiek uczestniczyła w różnorodnych kursach i szkoleniach. Rozwój ten najczęściej powiązany jest z wykonywaną pracą. Większość osób wskazuje na wykorzystywanie nowych technologii w codziennym życiu, głównie w domu. Swoje kompetencje cyfrowe osoby z niepełnosprawnościami najczęściej wykorzystują w obszarze nawiązywania i utrzymywania relacji społecznych. Mimo że większość badanej grupy (70%) wskazuje na ważność kompetencji cyfrowych szczególnie z punktu widzenia zawodowego, jedynie połowa grupy jest zainteresowana posiadaniem ich na poziomie zaawansowanym, a jeszcze mniejszy odsetek badanych chce rozwijać swoje kompetencje cyfrowe w przyszłości (43%). To co jest głównym motywem podejmowania szkoleń z zakresu kompetencji cyfrowych to podniesienie własnych kwalifikacji lub też możliwość zdobycia nowych. Największą barierą w zakresie uczestnictwa w szkoleniach dotyczących rozwoju kompetencji cyfrowych jest brak potrzeby czy też brak finansów na taki rozwój.

Podsumowując, pod względem tematycznym oferowanych szkoleń z zakresu kompetencji cyfrowych rynek komercyjny w całości pokrywa obszary wskazywane przez pracodawców jako kluczowe. Biorące udział w wywiadach bezpośrednich instytucje szkolące (głównie fundacje/organizacje pozarządowe) wskazywały, że podejmują działania dotyczące analizy rynku z zakresu kompetencji cyfrowych i tego, jakie jest jego zapotrzebowanie, jednakże oferowane przez nich tematy nie wyczerpują tego zapotrzebowania w pełni. Same osoby z niepełnosprawnościami wskazują, że chciałyby podejmować takie tematy jak m.in. cyberbezpieczeństwo, programowanie czy też automatyzacja. Takich tematów według osób z niepełnosprawnościami brak w dostępnej dla nich ofercie.

W wyniku realizacji projektu w 2024 r. opracowano 1 koncepcję narzędzia do oceny kompetencji cyfrowych osób z niepełnosprawnościami. Wyniki badań upowszechniono w 1 publikacji popularnonaukowej oraz przedstawiając wyniki projektu na 5 wydarzeniach.

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Narzędzie do oceny kompetencji cyfrowych w formie aplikacji mobilnej (2025-1)	-
Poradnik dla pracownika z niepełnosprawnością pt. „Jak odnaleźć się na współczesnym rynku pracy w kontekście wymaganych kompetencji cyfrowych?” w formie cyfrowej i drukowanej (treść złożona w Dziale Wydawnictw i wydana jako broszura (nakład 100 egz.) oraz przekazana do Działu Informatyki i udostępnione w serwisie internetowym CIOP-PIB) (2025-1)	-
Materiał informacyjny w formie cyfrowej zawierający listę niezbędnych kompetencji cyfrowych, umożliwiających osobom z niepełnosprawnościami funkcjonowanie na współczesnym rynku pracy, pracy z uwzględnieniem kompetencji niezbędnych do współpracy ze sztuczną inteligencją oraz przemysłu 4.0 w formie cyfrowej (treść złożona w Dziale Wydawnictw i przekazana do Działu Informatyki i udostępnione w serwisie internetowym CIOP-PIB) (2025-1)	-
Artykuł naukowy (złożony w redakcji czasopisma) (2025-1)	
Artykuły popularnonaukowe (treści złożone w redakcji czasopisma) (2023-1, 2024-1) – Art. złożony w redakcji: <i>Pawłowska-Cyprysiak K., Hildt-Ciupińska K., Rynek usług szkoleniowych z zakresu kompetencji cyfrowych dla osób z niepełnosprawnościami, 2024, Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka, manuscript ID: BP/2024/12/23</i>	1
Wystąpienia na konferencjach naukowych, krajowej i zagranicznej (w postaci ustnej lub plakatowej) (2024-1, 2025-1) – Referat Kompetencje cyfrowe osób z niepełnosprawnościami 2024 	3

- [Referat Kompetencje pracownika z punktu widzenia pracodawcy 2024](#) [PDF](#)
- [Referat Kompetencje przyszłości 2024](#) [PDF](#)

Dodatkowe wyniki etapu:

- Wystąpienia seminaryjne (2)
 - [Referat Kompetencje cyfrowe pracowników 2024](#) [PDF](#)
 - [Referat Inclusion of people with disabilities – a multidimensional approach 2024](#) [PDF](#)

Projekt IV.PN.05: Wieloczynnikowa ocena parametrów zielonej infrastruktury miejskiej ze względu na jej potencjalne funkcje moderatora wydajności i zdrowia pracowników

Okres realizacji: 1.01.2023–31.12.2025

Etap 1.: Badanie sposobu użytkowania i parametrów zielonej infrastruktury miejskiej w kontekście wieloczynnikowej oceny jej potencjalnego oddziaływania na parametry czynników fizycznych w środowisku wpływających na wydajność i zdrowie pracowników

Okres realizacji: 1.01.2023–31.01.2024

Etap 2.: Opracowanie modeli wybranych funkcjonalności zielonej infrastruktury miejskiej i badanie ich istotności w kształtowaniu parametrów czynników fizycznych w środowisku oraz subiektywnego postrzegania ich wpływu na dobrostan i wydajność pracownika

Okres realizacji: 1.01.2024–30.04.2025

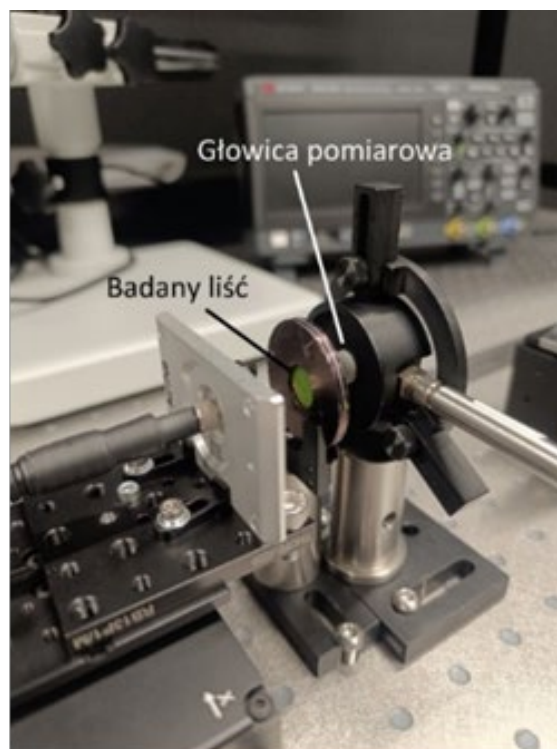
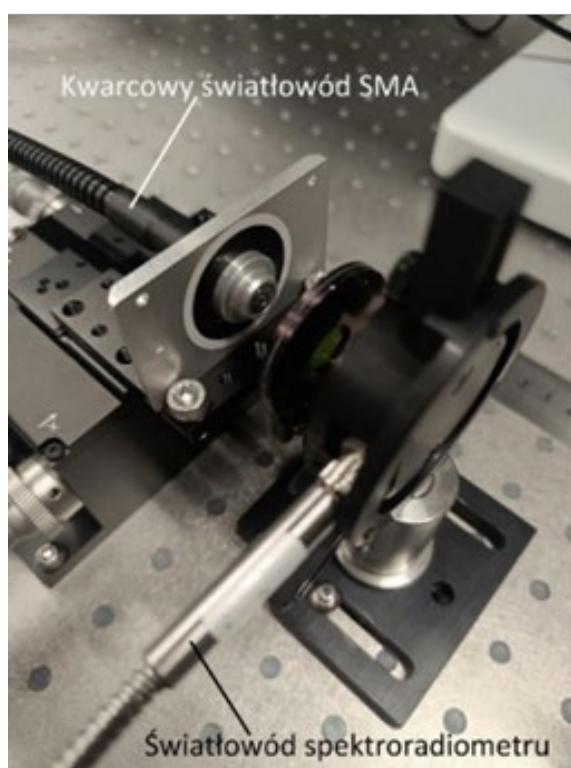
Kierownik projektu: dr inż. Jacek Kubica – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Ochron Osobistych

Celem głównym projektu jest dokonanie wieloczynnikowej, interdyscyplinarnej oceny parametrów zielonej infrastruktury miejskiej, ze względu na wykorzystanie praktyczne jej potencjalnych funkcji moderatora wydajności i dobrostanu (w tym zdrowia) pracowników. Oddziaływanie zielonej infrastruktury (barierowe lub emisyjne) na parametry czynników fizycznych w środowisku (wibroakustycznych, elektromagnetycznych, naturalnego promieniowania optycznego i mikroklimatu) może wpływać na wydajność i zdrowie pracowników korzystających rekreacyjnie z takiej infrastruktury podczas dnia pracy lub w życiu prywatnym.

W ramach kontynuacji 1. etapu projektu zakończono opracowanie wyników pomiarów terenowych przeprowadzonych po zakończeniu okresu wegetacji na jesieni 2023 r.

Celem 2. etapu projektu była kontynuacja weryfikacji procedur badań terenowych obejmująca metody pomiaru wybranych czynników fizycznych obecnych w środowisku miejskim w odniesieniu do parametrów zielonej infrastruktury, w tym poziomu pokrycia liściowego. Wykonano drugą serię pomiarów terenowych przy użyciu metod opisanych w opracowanej procedurze. W szczególności wykonano serię pomiarów parametrów mikroklimatu w okresie letnim, dwie serie pomiarów naturalnego promieniowania UV w okresie bez wegetacji i w czasie wegetacji roślin, serię pomiarów parametrów akustycznych oraz serię pomiarów pola elektromagnetycznego w parku zdrojowym mających na celu analizę wpływu tężni solnych na rozkład przestrzenny i częstotliwościowy promieniowania obecnego w środowisku. Pomiary uzupełniono o spektralny pomiar transmisji naturalnego promieniowania optycznego przez liście 24 wybranych gatunków drzew i krzewów występujących w środowisku miejskim. Wykazały one znaczącą absorpcję promieniowania w zakresie UV.

Opracowano dwa laboratoryjne modele wybranych funkcjonalności zielonej infrastruktury miejskiej celem doświadczalnej weryfikacji ich istotności w kształtowaniu parametrów środowiska oddziałujących na organizm człowieka. Przygotowano stanowisko do pomiarów parametrów mikroklimatu w pomieszczeniu laboratoryjnym, wyposażone w lampę halogenową dużej mocy symulującą promieniowanie słoneczne, miernik parametrów mikroklimatu z zestawem sond oraz stelaż do zamocowania liści. Przeprowadzono pomiary w zależności od stopnia przesłonięcia lampy powierzchnią liściową. Drugi model obejmował laboratoryjną analizę widmową absorpcji promieniowania optycznego przez liście. W układzie zastosowano oświetlacz deuterowo-halogenowy emitujący promieniowanie, którego widmo jest zbliżone do widma promieniowania słonecznego. Do pomiarów wykorzystano spektrometr matrycowy wyposażony w sondę połączoną światłowodem o zmniejszonej absorpcji promieniowania w zakresie UV. Światłowód z sygnałem wejściowym umożliwiał precyzyjną lokalizację pomiaru i mapowanie współczynnika absorpcji na powierzchni badanego liścia. Wykonano pomiary w odniesieniu do liści klonu jesionolistnego (*Acer Negundo*) oraz winobluszcza (*Parthenocissus Planch*). Ich wyniki potwierdziły znaczącą absorpcję promieniowania w zakresie UV zaobserwowaną podczas terenowej serii pomiarowej z zastosowaniem naturalnego promieniowania słonecznego.



Projekt IV.PN.05. Stanowisko do pomiaru absorpcji promieniowania UV przez liście

Przeprowadzono badanie ankietowe nt. sposobu korzystania z zielonej infrastruktury i oczekiwań w odniesieniu do jej parametrów oraz subiektywnym odczuwaniu jej wpływu na dobrostan (w tym zdrowie) i wydajność pracowników zatrudnionych w środowisku miejskim. Badanie przeprowadzono z udziałem 1085 pracowników stacjonarnych, pracujących w budynkach usytuowanych w aglomeracji miejskiej. Korzystanie z zielonej infrastruktury przez uczestników było rozumiane zarówno jako mimowolne, jak i celowe przebywanie w jej otoczeniu, obejmujące różne formy aktywności, od codziennego kontaktu z zielenią w drodze do pracy po świadome korzystanie z przestrzeni zielonych podczas przerw lub czasu wolnego. Badanie wykazało, że wpływ zielonej infrastruktury na samopoczucie jest doceniany wraz z wiekiem, w większości przez kobiety, pracowników umysłowych i osoby lepiej wykształcone. Wykazano wyraźny związek pracy umysłowej z zadowoleniem z korzystania zielonej infrastruktury w trakcie przerw i wykazano trudniejszą sytuację pracowników fizycznych pod tym względem. Mieszkańcy miast do 50 tys. osób odczuwają relatywnie najniższą potrzebę wzbogacenia zielonej

infrastruktury konkretnymi elementami. W miastach do 150 tys. mieszkańców wyższy odsetek respondentów jest zadowolonych z dostępu do zielonej infrastruktury w czasie wolnym, a w większych miastach występuje zależność przeciwna. Najczęściej zgłaszanym niedostatkiem miejskiego krajobrazu są ogrody miejskie. Większość respondentów wskazuje na konieczność ograniczenia niekorzystnych czynników miejskich za pomocą zielonej infrastruktury.

Wyniki badań upowszechniono na 3 konferencjach naukowych w formie 2 prezentacji i 1 plakatu. Zorganizowano także 1 jednodniowe seminarium środowiskowe, w ramach którego wygłoszono 6 referatów. Dodatkowo wyniki projektu zaprezentowano podczas 1 krajowej debaty eksperckiej na sesji panelowej i w formie plakatu.

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Zweryfikowana procedura badań terenowych parametrów zielonej infrastruktury miejskiej (2024-1)	-
Monografia naukowa nt. zielonej infrastruktury miejskiej jako moderatora parametrów czynników fizycznych w środowisku oraz wieloczynnikowej oceny ich oddziaływania na wydajność i zdrowie pracowników (2025-1)	-
Poradnik i atlas dobrych praktyk dotyczących zielonej infrastruktury miejskiej jako moderatora parametrów czynników fizycznych w środowisku oraz wieloczynnikowej oceny ich oddziaływania na wydajność i zdrowie pracowników (2025-2)	-
Artykuły naukowe (złożone do redakcji czasopisma) „open access” (2023-2, 2024-2, 2025-2)	-
Wystąpienia na konferencjach naukowych (w postaci ustnej lub plakatowej) (2023-3, 2024-3, 2025-3) – Plakat Światłowodowa metoda pomiaru absorpcji promieniowania UV przez liście drzew 2024 PDF – Referat Parameterisation of the Impact Caused by ‘Salt Tower’ on the Electromagnetic Landscape 2024 PDF – Referat Pomiar naturalnego promieniowania UV w funkcji parametru pokrycia liściowego LAI 2024 PDF	3
Szkolenie weryfikujące poradnik i atlas dobrych praktyk dotyczących zielonej infrastruktury miejskiej jako moderatora parametrów czynników fizycznych w środowisku oraz wieloczynnikowej oceny ich oddziaływania na wydajność i zdrowie pracowników (2025-1)	-

Ponadplanowe wyniki etapu:

- Wystąpienia seminaryjne (2)
 - [Plakat Zielona infrastruktura miejska jako dobro publiczne 2024](#) PDF
 - [Seminarium Wpływ zielonej infrastruktury miejskiej na zdrowie człowieka i jego funkcjonowanie w pracy 2024](#) PDF

Okres realizacji: 1.01.2023-31.12.2025

Etap 1.: Opracowanie narzędzi oceny potrzeb zdrowotnych osób aktywnych zawodowo, w szczególności w zakresie zdrowia psychicznego (wybrane parametry demograficzne, związane z rodzajem wykonywanej pracy, narzędzia przesiewowe oceniające zdrowie psychiczne, stopień realizacji potrzeb zdrowotnych i jakość życia). Badania fokusowe w grupach pracowników i pracodawców z różnych sektorów

Okres realizacji: 1.01.2023–29.02.2024

Etap 2.: Badanie kwestionariuszowe obejmujące grupę co najmniej 1500 pracowników i 100 pracodawców różnych sektorów. Analiza statystyczna. Opracowanie i interpretacja uzyskanych wyników.

Okres realizacji: 1.01.2024–31.03.2025

Kierownik projektu: prof. dr hab. n. med. Halina Sienkiewicz-Jarosz – Instytut Psychiatrii i Neurologii

Celem projektu jest opracowanie rekomendacji postępowania dla pracodawców dotyczących rozpoznawania problemów i potrzeb pracowników w obszarze zdrowia psychicznego, jak również zapobiegania występowaniu zaburzeń psychicznych i podejmowania działań antystygmatyzacyjnych.

Oczekiwane wyniki prac planowanych do realizacji w ramach projektu to:

- ocena potrzeb pracowników w obszarze zdrowia psychicznego,
- ocena postaw wobec osób chorych psychicznie w miejscu pracy (stygmatyzacja),
- opracowanie rekomendacji profilaktycznych.

W ramach kontynuacji 1. etapu projektu uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej IPiN na realizację badań fokusowych i ankietowych oraz przeprowadzono badania fokusowe w wybranych grupach pracowników i pracodawców (4 fokusy, 23 uczestników). Opracowano narzędzie do badań ilościowych. Przygotowano raport z badań fokusowych oraz złożono do druku publikację

Celem 2. etapu projektu było przeprowadzenie badań ilościowego (kwestionariuszowego) na grupie 1500 pracowników i 100 pracodawców (kobiet i mężczyzn, powyżej 18. roku życia, aktywnych na rynku pracy). Grupami docelowymi byli pracownicy i pracodawcy sektora ochrony zdrowia i edukacji. Kryteriami kwalifikacji były: osoby dorosłe, kobiety i mężczyźni, aktywne zawodowo; przedstawiciele pracodawców oraz pracownicy sektorów związanych z ochroną zdrowia i edukacją, świadoma zgoda na udział w badaniu.

Zgodnie z założeniami badania, przeprowadzono 100 wywiadów wśród pracodawców, w każdym z sektorów po 50 wywiadów. Badanie wśród pracowników zostało przeprowadzone z uwzględnieniem podziału na branże, z równym udziałem po 50% w każdej z nich. Dodatkowo, w obrębie każdego sektora zastosowano dodatkowe warstwy aby precyzyjnie odzwierciedlić zróżnicowaną strukturę zawodową charakterystyczną dla poszczególnych sektorów:

Na podstawie danych z portalu dane.gov.pl dotyczących nauczycieli w roku szkolnym 2022/2023, opracowano rozkład próby dla nauczycieli zatrudnionych w szkołach podstawowych, liceach ogólnokształcących, szkołach branżowych, technikach oraz szkołach policealnych.

W przypadku pracowników ochrony zdrowia do określenia liczebności grup wykorzystano dane Ministerstwa Zdrowia publikowanych na stronie www.basiw.mz.gov.pl określono strukturę próby dla lekarzy, pielęgniarek i położnych, fizjoterapeutów, w przypadku grupy psychologowie, sanitariusze/opiekunowie medyczni oraz ratownicy medyczni.

Kwestionariusz badania dotyczącego zdrowia psychicznego w miejscu pracy obejmował różnorodne zagadnienia związane z samopoczuciem, relacjami w pracy i postrzeganiem osób z problemami

psychicznymi. Pytania koncentrowały się na ocenie zdolności do pracy, relacjach ze współpracownikami i przełożonymi, a także wsparciu, jakie badani otrzymywali w pracy. Ankieta uwzględniała również pytania dotyczące samopoczucia psychicznego, poziomu stresu oraz obecności symptomów depresji czy lęku w ostatnich tygodniach. Dodatkowo poruszano kwestie związane ze stygmatyzacją osób z problemami psychicznymi oraz ich postrzeganiem w środowisku zawodowym. Na końcu kwestionariusza zbierano dane demograficzne, takie jak wiek, płeć, rodzaj pracy oraz poziom wykształcenia, co umożliwiło dokładniejszą analizę wyników w kontekście społeczno-zawodowym.

Przebadano 1600 osób, z czego 100 stanowili pracodawcy, a 1500 pracownicy sektora oświaty i sektora służby zdrowia. Prowadzona jest analiza statystyczna dotycząca dobrostanu w miejscu pracy, problemów i potrzeb w zakresie zdrowia psychicznego badanych grup.

Wyniki badań upowszechniono w 1 artykule naukowym oraz zaprezentowano podczas 1 konferencji naukowej.

Wskaźnik produktu/działanie

Wskaźnik produktu (wartość planowana)	Wartość osiągnięta w 2024 r.
Zalecenia dla pracodawców w zakresie ochrony zdrowia psychicznego w miejscu pracy, w tym zapobiegania wypaleniu zawodowemu i depresji, stygmatyzacji osób chorych (2025-1)	-
Broszura zawierająca wyniki badań fokusowych oraz informacje na temat zdrowia psychicznego (w wersji elektronicznej) (2024-1)	-
Materiał seminaryjny (2025-1)	-
Seminarium pilotażowe dla pracowników działów personalnych oraz pracodawców na temat najczęstszych zaburzeń psychicznych, profilaktyki i promocji zdrowia psychicznego w miejscu pracy (2025-1)	-
Materiały informacyjne na temat stygmatyzacji i możliwych działań antystygmatyzacyjnych (2025-1)	-
Materiały informacyjne na temat metod profilaktyki zaburzeń psychicznych (2025-1)	-
Artykuły naukowe (treści złożone do redakcji czasopisma) (2023-1, 2024-1, 2025-1) – https://doi.org/10.5114/ain.2024.142861	1
Wystąpienia na konferencjach naukowych (w postaci ustnej lub plakatowej) (2024-1, 2025-1)	1



III.

WSKAŹNIKI PROGRAMU WIELOLETNIEGO CZ. B

WSKAŹNIKI PROGRAMU WIELOLETNIEGO CZ. B

WSKAŹNIKI PROGRAMU WIELOLETNIEGO: PRODUKTY I DZIAŁANIA SŁUŻĄCE UPOWSZECHNIANIU WYNIKÓW PROGRAMU				Szacunkowa liczba produktów w ramach VI etapu programu cz. B	Wartość docelowa w okresie sprawoz- dawczym	Wartość osiągnięta w danym okresie sprawoz- dawczym	Wartość % względem docelowej wartości
Cele szczegó- łowe**	Grupy	Lp.	Podgrupy				
1,3	A) 'Rozwiązania prawne słu- żące dostosowaniu prawa do wymagań dyrektyw UE i norm zharmonizowanych oraz wynikające z rozwoju wiedzy, w tym:	1	projekty norm polskich (nowych i znowelizowa- nych)	61	20	10	100%
		2	proponycje nowych lub nowelizacja normatywów higienicznych (NDS, NDN)			10	
1,2,3,4	B) 'Rozwiązania służące oce- nie zgodności parametrów środowiska pracy oraz wy- robów z wymaganiami dy- rektyw UE i norm zharmoni- zowanych, w tym:	3	metody i procedury po- miaru parametrów środo- wiska pracy	49	17	11	65%
		4	procedury badawcze do oceny zgodności wyrobów i inne procedury badaw- cze wprowadzone do oferty Instytutu			0	
		5	stanowiska do oceny zgodności wyrobów i inne stanowiska badawcze wy- korzystywane do celów świadczania usług			0	
1,2,3,4	C) 'Rozwiązania organizacyjne dla przedsiębiorstw, w tym:	6	rozwiązania organizacyjne służące poprawie warun- ków pracy i narzędzia za- rządzania bhp (listy kon- trolne, diagnozy, raporty)	29	8	1	75%
		7	zalecenia i wytyczne w za- kresie poprawy bhp			5	
1,2,3,4	D) 'Rozwiązania techniczne służące identyfikowaniu za- grożeń i ograniczaniu ry- zyka zawodowego, w tym:	8	dokumentacje techniczne dotyczące nowych rozwią- zań technicznych	84	17	6	82%
		9	modele laboratoryjne roz- wiązań technicznych			5	
		10	prototypy funkcjonalne rozwiązań technicznych			2	
		11	zgłoszenie do ochrony prawnej (wzór użytkowy, patent)			0	
		12	symulacje komputerowe VR i AR			0	
		13	aplikacje mobilne i we- bowe wspomagające za- rządzanie bhp			0	
		14	bazy danych			1	
1,2,3,4	E) 'Rozwiązania służące roz- wojowi edukacji, przekazy- waniu wiedzy w zakresie bezpieczeństwa i ochrony	15	serwisy internetowe – nowe lub aktualizacja/roz- budowa istniejących (opracowane rozwiązania i treści)	367	114	1	151%

	zdrowia oraz upowszechnianiu wyników programu, w tym:	16	materiały szkoleniowe i narzędzia edukacyjne (treści złożone w Dziale Wydawnictw lub w Dziale Informatyki), w tym udostępnione w serwisie internetowym CIOP-PIB			1	
		17	filmy lub animacje			0	
		18	wydawnictwa zwarte (monografie, podręczniki, poradniki, broszury)			0	
		19	publikacje naukowe - treści złożone w redakcjach czasopism			47	
		20	publikacje popularnonaukowe - treści złożone w redakcjach czasopism			13	
		21	materiały informacyjne i promocyjne			15	
		22	referaty na konferencjach (w postaci prezentacji ustnej lub plakatowej)			80	
		23	prezentacje na seminariach/warsztatach/ szkoleniach			15	
1,2,3,4	F) 'Działania służące upowszechnianiu wyników programu, w tym:	24	konferencje/seminaria/ warsztaty/szkolenia – organizacja	23	5	2	40%
		25	promocja wyników Programu na targach/wystawach/konkursach			0	
WARTOŚĆ MIERNIKA PROGRAMU WIELOLETNIEGO		Liczba produktów – rozwiązania opracowane w ramach programu wieloletniego (gr. wskaźników A, B, C, D, E)		590	176	223	127%
		Liczba działań służących upowszechnianiu wyników programu wieloletniego (gr. wskaźnika F)		23	5	2	40%

* Cele szczegółowe

1. Opracowanie innowacyjnych wyrobów i materiałów w zakresie środków ochrony zbiorowej i indywidualnej oraz środków wspomagających zapobieganie i zwalczanie zagrożeń epidemicznych, a także opracowanie metod oceny tych środków pod względem wymagań bezpieczeństwa, ochrony zdrowia i ergonomii.
2. Opracowanie systemów monitorujących warunki pracy, wykorzystujących sieci przemysłowego Internetu Rzeczy, techniki Rzeczywistości Wirtualnej i algorytmy Sztucznej Inteligencji, przeznaczonych do funkcjonowania w dynamicznie zmieniających się – ze względu na rozwój technologii cyfrowych Przemysłu 4.0 – środowiskach pracy, a także badanie zagrożeń związanych z nowymi formami pracy i im zapobieganie.
3. Opracowanie metod, kryteriów, stanowisk badawczych i urządzeń do badań i oceny narażenia pracowników na szkodliwe i niebezpieczne czynniki fizyczne, chemiczne i biologiczne oraz czynniki uciążliwe w środowisku pracy, a także diagnozowanie poziomu narażenia wybranych grup pracowników na te czynniki.
4. Opracowanie rozwiązań organizacyjnych i technicznych zapobiegających wykluczeniu osób z niepełnosprawnościami, osób starszych, kobiet i młodych pracowników, a także rozwiązań wspomagających prewencję obciążeń psychofizycznych i utrzymanie zdolności do pracy.
5. Opracowanie nowych narzędzi edukacyjnych i szkoleniowych oraz działania na rzecz upowszechniania i wprowadzania wyników Programu do praktyki społeczno-gospodarczej.



IV.

KOSZTORYS REALIZACJI CZ. B PROGRAMU

KOSZTORYS REALIZACJI CZ.B PROGRAMU

/zł/

Koszty	2024	
	plan	wykonanie
CIOP-PIB		
1. Koszty bezpośrednie, w tym:	8 512 780,00	7 195 262,06
a) koszty wynagrodzeń	5 885 660,00	5 502 123,91
b) koszty podwykonawstwa	165 000,00	168 090,36
c) pozostałe koszty bezpośrednie	2 462 120,00	1 525 047,79
2. Koszty ogólne	2 504 333,00	2 103 198,43
3. Koszty kwalifikowane (1+2)	11 017 113,00	9 298 460,49
INNI WYKONAWCY		
1. Koszty bezpośrednie, w tym:	1 608 018,00	1 848 319,71
a) koszty wynagrodzeń	1 151 320,00	1 460 606,41
b) koszty podwykonawstwa	215 000,00	194 410,00
c) pozostałe koszty bezpośrednie	241 698,00	193 303,30
2. Koszty ogólne	374 869,00	462 739,01
3. Koszty kwalifikowane (1+2)	1 982 887,00	2 311 058,72
RAZEM		
1. Koszty bezpośrednie, w tym:	10 120 798,00	9 043 581,77
a) koszty wynagrodzeń	7 036 980,00	6 962 730,32
b) koszty podwykonawstwa	380 000,00	362 500,36
c) pozostałe koszty bezpośrednie	2 703 818,00	1 718 351,09
2. Koszty ogólne	2 879 202,00	2 565 937,44
3. Koszty kwalifikowane ze środków NCBR (1+2)	13 000 000,00	11 609 519,21



V.

WYKAZ APARATURY NAUKOWO-BADAWCZEJ I WNIP
NIEZBĘDNEJ DO REALIZACJI PROGRAMU,
AMORTYZOWANEJ W RAMACH PROJEKTÓW

**WYKAZ WYTWORZONEJ/ZAKUPIONEJ APARATURY NAUKOWO-BADAWCZEJ i WNIP
NIEZBĘDNEJ DO REALIZACJI PROGRAMU,
AMORTYZOWANEJ W RAMACH PROJEKTÓW W 2024 ROKU**

Lp	Nr projektu	Nazwa aparatury	Ilość szt./kpl.	Wartość amortyzacji w 2024 r. w zł	Wykonawca/ Użytkownik
1	I.PN.06	Aparatura wytworzona: wykonanie uchwytu umożliwiającego badanie filtrów chroniących przed promieniowaniem laserowym, za pomocą posiadanych przez Instytut spektrofotometrów CARY 5000 oraz CARY 5E	1 kpl.	2 290,92	CIOP-PIB
2	III.PN.11	Elementy do budowy stanowiska laboratoryjnego do badania zagrożenia porażeniem elektrycznym podczas akcji gaśniczej instalacji fotowoltaicznej pod napięciem (motopompa - 1szt., przepływomierz - 1szt.)	1 kpl.	11 784,67	IEN
Łączna wartość amortyzacji wytworzonej aparatury w zł:				14 075,59	
1	I.PN.06	Dioptryczny	1 szt.	2 637,36	CIOP-PIB
2	I.PN.08	Symulator ucha	2 szt.	8 625,36	CIOP-PIB
3	I.PN.09	Miernik siły - system	1 kpl.	6 109,30	CIOP-PIB
4		Przetwornik drgań mechanicznych	3 szt.	20 773,40	
5		Kalibrator do przetwornika drgań mechanicznych	1 szt.	3 935,64	
6	I.PN.10	Zestaw 3 przetworników drgań wraz z kondycjonerem	1 kpl.	10 761,12	CIOP-PIB
7		Przetwornik drgań mechanicznych	2 szt.	6 973,08	
8	I.PN.13	Radiometr	1 szt.	6 925,68	CIOP-PIB
9		Impaktor MAS-100NT	1 szt.	4 516,68	
10		Autoklaw	1 szt.	17 128,56	
11	I.PN.15	System oczyszczania wody	1 szt.	3 196,68	CIOP-PIB
12	II.PN.03	Drukarka 3D	1 szt.	7 478,28	CIOP-PIB
13	II.PN.04	Serwer obliczeniowy	1 szt.	40 973,76	CIOP-PIB
14	II.PN.06	Mobilne komputerowe stanowiska badawcze z oprogramowaniem - 4 szt.	4 szt.	19 140,00	Łukasiewicz - PIT
15	III.PN.02	Aspirator	1 szt.	4 506,21	CIOP-PIB
16	III.PN.03	Aspirator	1 szt.	4 506,21	CIOP-PIB
17	III.PN.07	Rejestrator pola elektromagnetycznego z zakresu wielkiej częstotliwości i promieniowania mikrofalowego	2 szt.	16 901,20	CIOP-PIB
18	IV.PN.02	Rozszerzenie programu PS IMAGO PRO o moduły IBM SPSS Advances Statistics; IBM SPSS Decision Trees; IBM SPSS Forecasting	1 kpl.	6 138,36	CIOP-PIB
19		Przedłużenie licencji Wiedeńskiego Systemu Testów na 3 lata	1 szt.	33 688,08	
20	IV.PN.04	Program Imago Pro z modułami programu SPSS: IBM SPSS; Statistics Base; Custom Tables; Advanced Statistics	1 kpl.	15 324,72	CIOP-PIB
21	IV.PN.05	Selektywne rejestratory pola elektromagnetycznego z zakresu wielkiej częstotliwości i promieniowania mikrofalowego	2 szt.	12 687,84	CIOP-PIB
22		Stacja monitoringu hałasu	2 szt.	19 648,56	
23		Miernik mikroklimatu z trzema anemometrami	1 kpl.	8 693,52	

Łączna wartość amortyzacji wytworzonej i zakupionej aparatury w zł:

295 345,19



VI.

HARMONOGRAM REALIZACJI PROJEKTÓW I PONIESIONE NAKŁADY

HARMONAGRAM REALIZACJI PROJEKTÓW I PONIESIONE NAKŁADY W 2024 R.

Lp.	Symbol projektu	Tytuł projektu	Numer, termin, tytuł etapu	Nakłady w 2024 r. /zł/	
				planowane	wykonane
1.	I.PN.01	Opracowanie metodyki biokontroli populacji bakterii w obróbkowych cieczach chłodzących stosowanych w przemyśle metalurgicznym za pomocą aktywnych bakteriofagów	Etap nr 2 01.01.2024-31.12.2024 Ocena przeżywalności bakterii Gram-dodatnich w wybranych cieczach chłodzących, izolacja specyficznych bakteriofagów oraz ocena ich aktywności. Porównanie aktywności wyizolowanych fagów z aktywnością szczepów modelowych.	253 968,00	249 167,32
2.	I.PN.02	Biofilmotwórcze patogeny - opracowanie nowoczesnych narzędzi do monitorowania poziomu czystości mikrobiologicznej powierzchni	Etap nr 2 01.01.2024-31.12.2024 Opracowanie bibliotek do analizy szczepów lekoopornych i ich implementacja do logiki aplikacji. Opracowanie systemu raportowania.	421 073,00	402 871,82
3.	I.PN.03	Hybrydowe materiały kompozytowe przeznaczone do rękawic odpornych na przecięcie wytwarzane z zastosowaniem techniki druku 3D	Etap nr 2 01.01.2024-31.12.2024 Wytworzenie w skali laboratoryjnej modelowych hybrydowych materiałów kompozytowych oraz opracowanie metodyki badań doświadczalnych w zakresie oceny jakościowej i ilościowej z uwzględnieniem techniki polimerowego druku 3D.	249 210,00	248 731,70
4.	I.PN.04	Kompozytowe materiały polimerowe wzmacniane funkcjonalizowanym grafenem przeznaczone na elementy obuwia do zastosowań zawodowych	Etap nr 2 01.01.2024 - w realizacji* Opracowanie modelowego materiału wzmacnianego grafenem przeznaczonego do produkcji obuwia ochronnego o założonych właściwościach ochronnych (mechaniczne, termiczne, chemiczne, antyelektrostatyczne), użytkowych i ergonomicznych. Opracowanie metodyki badań laboratoryjnych w zakresie oceny parametrów ochronnych i użytkowych.	260 649,00	261 261,92

Lp.	Symbol projektu	Tytuł projektu	Numer, termin, tytuł etapu	Nakłady w 2024 r. /zł/	
				planowane	wykonane
5.	I.PN.05	Hybrydowe materiały włóknotwórcze modyfikowane grafenem przeznaczone na rękawice strażackie	Etap 2 01.01.2024 - w realizacji* Analiza sposobów modyfikacji materiałów włókienniczych polimerami zawierającymi grafen oraz opracowanie metody modyfikacji materiału włókienniczego z zastosowaniem grafenu spełniającego wymagania stawiane materiałom stosowanym do produkcji rękawic strażackich.	249 574,00	232 855,27
6.	I.PN.06	Optyczne filtry ochronne do zastosowań w warunkach narażenia na promieniowanie laserowe w przemyśle, medycynie oraz sektorze wojskowym	Etap 2 01.01.2024-31.12.2024 Wytworzenie modeli optycznych filtrów ochronnych do zastosowania w warunkach narażenia na promieniowanie laserowe w przemyśle, medycynie oraz sektorze wojskowym.	186 849,00	162 161,94
7.	I.PN.07	Urządzenie samohamowne chroniące przed upadkiem z wysokości przeznaczone do współpracy z elastycznymi podzespołami kotwiczącymi	Etap 2 01.01.2024-31.12.2024 Opracowanie modelowych rozwiązań urządzeń samohamownych o różnej konstrukcji przeznaczonych do współpracy z elastycznymi podzespołami kotwiczącymi oraz przeprowadzenie badań ich zachowania w warunkach dynamicznych.	200 109,00	174 754,74
8.	I.PN.08	Opracowanie wkładek przeciwhałasowych indywidualnie formowanych dla użytkownika z mikroprocesorowym układem regulowanego tłumienia	Etap 2 01.01.2024-31.12.2024 Opracowanie mikroprocesorowego układu regulowanego tłumienia do zastosowania we wkładkach przeciwhałasowych. Badania testowe układu w warunkach laboratoryjnych.	347 295,00	283 315,50

Lp.	Symbol projektu	Tytuł projektu	Numer, termin, tytuł etapu	Nakłady w 2024 r. /zł/	
				planowane	wykonane
9.	I.PN.09	Nowa konstrukcja rękawic antywibracyjnych z uwzględnieniem wymagań ergonomicznych i mechanizmów rozwoju zespołu wibracyjnego	Etap 1 01.01.2023-30.04.2024 Opracowanie metody oceny rękawic antywibracyjnych. Wybór oraz badania parametrów mechanicznych i wibroakustycznych materiałów przeznaczonych do konstrukcji rękawicy antywibracyjnej.	-	171 016,05
			Etap 2 01.01.2024 - w realizacji* Opracowanie wstępnej wersji nowej konstrukcji rękawicy antywibracyjnej. Badania właściwości antywibracyjnych i użytkowych rękawicy.	329 030,00	234 036,88
10.	I.PN.10	Zastosowanie ustrojów 3D do redukcji drgań mechanicznych na stanowiskach pracy	Etap 1 01.01.2023-30.04.2024 Wybór i badania laboratoryjne ustrojów antywibracyjnych 3D pod kątem zastosowania ich do redukcji drgań na stanowiskach pracy.	-	94 931,24
			Etap 2 01.01.2024 - w realizacji* Przystosowywanie ustrojów antywibracyjnych 3D do redukcji drgań w zadanych warunkach wibroakustycznych. Modelowanie struktur ustrojów antywibracyjnych 3D.	337 480,00	280 370,86
	I.PN.11	Indywidualizacja procesu projektowania zaawansowanych środków ochrony indywidualnej – nowej generacji zestawu przeciwuderzeniowego oraz elementów umundurowania oddziałów Policji działających w obszarach o wysokim stopniu zagrożenia zdrowia i życia	Etap 1 01.01.2023-30.04.2024 Walidacja założeń projektowych przy wsparciu analizy ryzyka dla nowej generacji zestawu przeciwuderzeniowego oraz elementów umundurowania oddziałów policji.	-	30 946,54

Lp.	Symbol projektu	Tytuł projektu	Numer, termin, tytuł etapu	Nakłady w 2024 r. /zł/	
				planowane	wykonane
11.	I.PN.12	Elektrostatyczne tarcze - nowoczesne sposoby ochrony przed czynnikami infekcyjnymi	Etap 2 01.01.2024 - w realizacji* Opracowanie rozwiązań modelowych elementów zestawu przeciwwuderzeniowego i umundurowania funkcjonariuszy policji.	245 000,00	133 489,35
			Etap 2 01.01.2024-31.12.2024 Opracowanie prototypu urządzenia emitującego strumień jonów chroniącego drogi oddechowe człowieka przez napływem drobnoustrojów do strefy oddechowej. Przygotowanie zgłoszenia patentowego opracowanego rozwiązania.	191 789,00	187 201,56
12.	I.PN.13	Metody badania i kryteria oceny urządzeń wykorzystywanych do dezynfekcji promieniowaniem UVC w środowisku pracy i nieprzemysłowym środowisku wewnątrz pod względem bezpieczeństwa ich stosowania i skuteczności inaktywacji drobnoustrojów	Etap 1 01.01.2023-31.03.2024 Opracowanie metody badania i kryteriów oceny skuteczności inaktywacji drobnoustrojów (bakterie, wirusy, grzyby) zdeponowanych na powierzchniach (metal, szkło, plastik) o różnych fakturach przez urządzenia do dezynfekcji promieniowaniem UVC.	-	105 230,74
			Etap 2 01.01.2024 - w realizacji* Opracowanie metody badania i kryteriów oceny skuteczności inaktywacji drobnoustrojów zawieszonych w powietrzu (aerozoli bakteryjnych, wirusowych i grzybowych) przez urządzenia do dezynfekcji promieniowaniem UVC wraz z określeniem zasad bezpieczeństwa pracy i obsługi tych urządzeń w przypadku pojawienia się człowieka w przestrzeni ich pracy.	403 650,00	232 101,63

Lp.	Symbol projektu	Tytuł projektu	Numer, termin, tytuł etapu	Nakłady w 2024 r. /zł/	
				planowane	wykonane
13.	I.PN.14	Metody badań in vitro i kryteria oceny wybranych chemicznych środków do dezynfekcji stosowanych w miejscach pracy pod względem bezpieczeństwa ich stosowania	Etap 2 01.01.2024-31.12.2024 Ocena cytotoksycznego działania wybranych konwencjonalnych i nanostrukturalnych substancji chemicznych stosowanych w środkach dezynfekcyjnych na fibroblastach pochodzących ze skóry ludzkiej. Ocena występowania interakcji toksykodynamicznych w zakresie działania cytotoksycznego na komórki układu oddechowego zachodzących w dwuskładnikowych mieszaninach konwencjonalnych składników środków dezynfekcyjnych.	360 685,00	314 702,25
14.	I.PN.15	Mikroplastik i nanoplastik jako źródło zagrożenia w środowisku pracy. Badanie toksyczności in vitro wybranych związków z wykorzystaniem ludzkich modeli linii barierowych	Etap 2 01.01.2024-31.12.2024 Badanie proapoptycznego działania mikro- i nanoplastiku w oparciu o test aktywności kaspaz 3/7. Określenie zdolności do proliferacji oraz odpowiedzi zapalnej narażonych komórek.	294 190,00	260 400,23
15.	II.PN.01	Elektroniczny system nadzoru nad bezpieczeństwem pracowników stosujących indywidualny sprzęt chroniący przed upadkiem z wysokości	Etap 2 01.01.2024-31.12.2024 Wykonanie i przeprowadzenie badań modelu elektronicznego systemu nadzoru nad bezpieczeństwem pracowników stosujących indywidualny sprzęt chroniący przed upadkiem z wysokości.	183 029,00	181 873,02
16.	II.PN.02	Monitorowanie i przeciwdziałanie obciążeniu cieplnemu osób wykonujących pracę w warunkach zagrożenia mikroklimatem gorącym	Etap 2 01.01.2024-31.12.2024 Opracowanie systemu do monitorowania i przeciwdziałania obciążeniu cieplnemu i jego badania w warunkach laboratoryjnych symulujących rzeczywiste użytkowanie.	389 439,00	360 763,36

Lp.	Symbol projektu	Tytuł projektu	Numer, termin, tytuł etapu	Nakłady w 2024 r. /zł/	
				planowane	wykonane
17.	II.PN.03	Bezprzewodowy, skalowalny system monitoringu i zdalnej kontroli hałasu i drgań mechanicznych maszyn i urządzeń, bazujący na rozwiązaniach z zakresu Internetu rzeczy	Etap 1 01.01.2023-29.02.2024 Opracowanie struktury systemu monitoringu i wymagań technicznych dla jego elementów składowych. Weryfikacja wybranych rozwiązań w oparciu o układy ewaluacyjne. Etap 2 01.01.2024 - w realizacji* Opracowanie modelu systemu monitoringu i zdalnej kontroli hałasu i drgań mechanicznych maszyn i urządzeń.	-	5 919,27
18.	II.PN.04	Optymalizacja konfiguracji wybranych systemów przemysłowych wykorzystujących łącza radiofalowe do przesyłania energii lub informacji w kontekście ich oddziaływania z ciałem człowieka (z wykorzystaniem modelowania komputerowego)	Etap 2 01.01.2024-31.12.2024 Badania modelowe wybranych rozwiązań RF/ELI, w kontekście ich biofizycznego oddziaływania na ciało człowieka.	370 032,00	246 452,60
19.	II.PN.05 Instytut Badań Systemowych PAN	Metody sztucznej inteligencji jako uzupełnienie technik niezawodnościowych w odniesieniu do systemów krytycznych wykorzystywanych w wybranych gałęziach przemysłu 4.0: procedury i metodyki postępowania i rozwiązywania problemów z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy	Etap 1 01.01.2023-30.04.2024 Identyfikacja oraz wybór konkretnych gałęzi i działalności przemysłu 4.0 (użytkowników końcowych), a w nich obszarów niezbędnego rozpoznania i interwencji w kontekście stosowania metodyk niezawodnościowych. Opracowanie repozytorium zagadnień merytorycznych i technicznych dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy do uwzględnienia w ramach zastosowania sztucznej inteligencji oraz odpowiadających im proponowanych metodyk i technik oraz procedur. Weryfikacja opracowanych procedur, metodyk i technik na pozyskanych danych empirycznych.	-	37 597,82

Lp.	Symbol projektu	Tytuł projektu	Numer, termin, tytuł etapu	Nakłady w 2024 r. /zł/	
				planowane	wykonane
			Etap 2 01.01.2024- 31.05.2025** Opracowanie całościowego projektu systemu procedur, metodyk i technik w postaci odpowiedniego repozytorium metodyk i procedur. Testy systemu z udziałem użytkowników końcowych i sporządzenie docelowej, zwalidowanej co do jej użyteczności, wersji repozytorium metodyk, procedur i schematów postępowania oraz wytycznych postępowania wraz z odpowiednim opisem i dokumentacją.	205 160,00	133 298,31
20.	II.PN.06 Sieć Badawcza Łukasiewicz - Poznański Instytut Technologiczny	Opracowanie aplikacji do analizy zagrożeń i oceny ryzyka związanego z eksploatacją maszyn i urządzeń rolniczych, ogrodniczych, leśnych, spożywczych i innych, w zakresie wymagań rozporządzenia maszynowego i dokumentów związanych	Etap 1 01.01.2023-31.08.2024* Analiza wymagań unijnych i krajowych aktów prawnych dotyczących bezpieczeństwa produktów oraz specyfikacja wymagań i funkcjonalności projektowanej platformy.	-	293 133,63
			Etap 2 01.01.2024- 31.07.2025** Opracowanie i testowanie modelu aplikacji, testy tworzonych funkcjonalności, opracowanie instrukcji i materiałów szkoleniowych, podręcznika.	263 640,00	120 215,69
21.	II.PN.07 Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Techniki Innowacyjnych EMAG	Bezprzewodowy system monitorowania stanowiskowego pracowników wraz z pomiarem parametrów biometrycznych	Etap 1 01.01.2023-30.06.2024 Opracowanie koncepcji i prototypu systemu do identyfikacji położenia oraz śledzenia obiektów w budynku wraz z pomiarami biometrycznymi.	-	232 754,15

Lp.	Symbol projektu	Tytuł projektu	Numer, termin, tytuł etapu	Nakłady w 2024 r. /zł/	
				planowane	wykonane
22.	II.PN.08	Innowacyjne zastosowanie algorytmów i metod sztucznej inteligencji do tworzenia w czasie rzeczywistym adaptacyjnych scenariuszy szkoleniowych realizowanych w rzeczywistości wirtualnej na przykładzie branż o szczególnie wysokim poziomie wypadkowości takich jak budownictwo, transport wewnątrzzakładowy i przetwórstwo przemysłowe	Etap 2 01.01.2024 - w realizacji* Implementacja algorytmów sztucznej inteligencji do modyfikacji przebiegu szkolenia w czasie rzeczywistym. Opracowanie aplikacji szkoleniowych w wersji umożliwiającej realizację testów z udziałem końcowych odbiorców.	1 289 210,00	906 688,17
23.	III.PN.01	Zaprojektowanie i wytworzenie prototypu generatora cząstek stałych umożliwiającego symulowanie środowiska pracy w warunkach laboratoryjnych oraz opracowanie charakterystyk filtracyjnych komercyjnych filtrów powietrza stosowanych w metodzie grawimetrycznej	Etap 2 01.01.2024 - w realizacji* Zaprojektowanie i wytworzenie prototypu generatora cząstek stałych umożliwiającego symulowanie środowiska pracy w warunkach laboratoryjnych oraz opracowanie stanowiska do określenia charakterystyk filtracyjnych filtrów powietrza stosowanych w metodzie grawimetrycznej.	437 645,00	109 228,17
24.	III.PN.02	Opracowanie 9 nowych metod oznaczania szkodliwych substancji chemicznych dla potrzeb oceny środowiska pracy	Etap 2 01.01.2024-31.12.2024 Opracowanie nowych metod oznaczania 4 szkodliwych substancji chemicznych w powietrzu na stanowiskach pracy (4-tert-butylotoluenu, antrachinonu). Projekty polskich norm.	238 654,00	201 904,64
25.	III.PN.03	Opracowanie 9 znowelizowanych metod oznaczania szkodliwych substancji chemicznych dla potrzeb oceny środowiska pracy	Etap 2 01.01.2024-31.12.2024 Opracowanie znowelizowanych metod oznaczania 3 szkodliwych substancji chemicznych w powietrzu na stanowiskach pracy. Projekty polskich norm.	239 538,00	222 016,11
26.	III.PN.04 Instytut Medycyny Pracy im. prof. dra med. Jerzego Nofera	Opracowanie dokumentacji dopuszczalnych poziomów narażenia zawodowego dla 30 czynników chemicznych szkodliwych dla zdrowia, w tym rakotwórczych	Etap 2 01.01.2023-31.12.2024 Opracowanie dokumentacji dopuszczalnych poziomów narażenia zawodowego dla 10 czynników chemicznych szkodliwych dla zdrowia.	200 029,00	161 558,09

Lp.	Symbol projektu	Tytuł projektu	Numer, termin, tytuł etapu	Nakłady w 2024 r. /zł/	
				planowane	wykonane
27.	III.PN.05 Instytut Medycyny Pracy im. prof. dra med. Jerzego Nofera	Opracowanie metod oznaczania 12 szkodliwych substancji chemicznych w powietrzu na stanowiskach pracy do oceny narażenia zawodowego	Etap 1 01.01.2023-30.04.2024 Opracowanie metod oznaczania 4 substancji chemicznych (butan-1-olu, 1,2,3- trichloropropanu, doksorubicyny oraz N- hydroksymocznika) w powietrzu na stanowiskach pracy. Przygotowanie projektów polskich norm.	-	62 709,83
			Etap 2 01.01.2024 - w realizacji* Opracowanie metod oznaczania 4 szkodliwych substancji chemicznych w powietrzu na stanowiskach pracy wybranych w zależności od ustaleń Międzyresortowej Komisji ds. NDS i NDN Czynników Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku Pracy. Przygotowanie projektów polskich norm	197 600,00	150 237,59
28.	III.PN.06 Instytut Medycyny Pracy im. prof. dra med. Jerzego Nofera	Opracowanie zaleceń do oceny ryzyka zdrowotnego dla czynników rakotwórczych - wytyczne szacowania ryzyka zdrowotnego dla substancji rakotwórczych wraz z ilościową/jakościową oceną rakotwórczości	Etap 1 01.01.2023-30.04.2024 Opracowanie wytycznych szacowania ryzyka zdrowotnego dla 3 substancji rakotwórczych wraz z ilościową/jakościową oceną rakotwórczości.	-	93 729,40
			Etap 2 01.01.2024-31.12.2024 Opracowanie wytycznych szacowania ryzyka zdrowotnego dla 3 substancji rakotwórczych wraz z ilościową/jakościową oceną rakotwórczości.	200 068,00	181 610,70

Lp.	Symbol projektu	Tytuł projektu	Numer, termin, tytuł etapu	Nakłady w 2024 r. /zł/	
				planowane	wykonane
29.	III.PN.07	System automatyzacji badań pola elektromagnetycznego w środowisku, na potrzeby oceny i dokumentowania oraz ograniczania zagrożeń elektromagnetycznych w środowisku pracy przy wybranych instalacjach i urządzeniach	Etap 2 01.01.2024-31.12.2024 Weryfikacja praktyczna opracowanego projektu innowacyjnej metody autonomicznych pomiarów pola-EM w środowisku pracy z wykorzystaniem rejestratorów pola-EM przy wybranych instalacjach i urządzeniach (badania środowiskowe, laboratoryjne i modelowe).	195 910,00	190 387,64
30.	III.PN.08	Czas pracy w środkach ochrony indywidualnej w związku z zagrożeniem czynnikami infekcyjnymi a obciążenie cieplne organizmu	Etap 2 01.01.2024-31.12.2024 Badanie wpływu stosowania środków ochrony indywidualnej (w tym półmasek filtrujących oraz odzieży chroniącej przed czynnikami infekcyjnymi) na obciążenie cieplne użytkownika. Badania z udziałem ochotników. Opracowanie materiału informacyjnego dotyczącego zagadnienia profilaktyki zdrowia psychicznego dla pracowników sektora ochrony zdrowia oraz monitorowania przypadków agresji wobec medyków i skali problemu.	359 073,00	340 259,11

Lp.	Symbol projektu	Tytuł projektu	Numer, termin, tytuł etapu	Nakłady w 2024 r. /zł/	
				planowane	wykonane
31.	III.PN.09 Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej	Analiza skuteczności dostępnych środków służących ograniczaniu stężeń radonu oraz identyfikacja dedykowanych środków ochrony pracowników	Etap 1 01.01.2023-30.04.2024 Przegląd dostępnych środków służących ograniczaniu stężeń radonu w budynkach i na stanowiskach pracy oraz testy laboratoryjne skuteczności wybranych rozwiązań technicznych ograniczających stężenie radonu w budynkach.	-	3 001,28
			Etap 2 01.01.2024-30.04.2025** Pomiary stężenia radonu w budynkach. Opracowanie poradnika, materiałów szkoleniowych i materiałów informacyjnych nt. skuteczności dostępnych rozwiązań technicznych służących ograniczaniu stężeń radonu oraz doboru środków ochrony pracowników.	203 750,00	125 486,10
32.	III.PN.10 Instytut Energetyki - Instytut Badawczy	Dobre praktyki i instrukcje związane z organizacją bezpiecznego wykonywania prac przy urządzeniach elektroenergetycznych przez pracowników podmiotów zewnętrznych w stosunku do operatora tych urządzeń lub instalacji	Etap 1 01.01.2023-30.04.2024 Wyznaczenie specyficznych z punktu widzenia działu „energia” obszarów pracy w przedsiębiorstwach energetycznych zajmujących się wytwarzaniem, przesyłem lub dystrybucją energii elektrycznej. Specyfikacja rodzajów zagrożeń związanych z wykonywaniem prac przy urządzeniach elektroenergetycznych oraz analiza aspektów prawnych.	-	59 274,86

Lp.	Symbol projektu	Tytuł projektu	Numer, termin, tytuł etapu	Nakłady w 2024 r. /zł/	
				planowane	wykonane
			Etap 2 01.01.2024 - w realizacji* Ocena jakościowa zagrożeń i działań ochronnych dotyczących pracowników związanych z wykonywaniem prac przy urządzeniach elektroenergetycznych w procesie wytwarzania, przesyłu lub dystrybucji energii elektrycznej w kluczowych obszarach pracy z uwzględnieniem najważniejszych w kraju innowacji technologicznych oraz analiza potrzeb nowelizacji prawa krajowego	129 855,00	99 255,86
33.	III.PN.11 Instytut Energetyki - Instytut Badawczy	Badanie bezpieczeństwa operatorów urządzeń gaśniczych, narażonych na porażenie prądem elektrycznym w trakcie gaszenia pożarów urządzeń znajdujących się pod napięciem	Etap 1 01.01.2023-30.04.2024 Rozpoznanie specyfiki narażenia operatorów urządzeń gaśniczych na porażenie prądem elektrycznym w trakcie gaszenia pożarów urządzeń znajdujących się pod napięciem.	-	69 154,87
			Etap 2 01.01.2024 - w realizacji* Badania obejmujące pomiar wartości prądu upływu mierzonego na urządzeniu gaśniczym w zależności od zróżnicowanych czynników..	114 660,00	111 007,49
34.	III.PN.12	Wpływ interakcji audiowizualnych w środowisku pracy na poczucie uciążliwości warunków pracy i wydajność pracy	Etap 2 01.01.2024 - w realizacji* Rejestracja i przygotowanie próbek audiowizualnych do badań. Badania wpływu interakcji audiowizualnych na uciążliwość warunków pracy i wydajność pracy.	333 320,00	210 161,58

Lp.	Symbol projektu	Tytuł projektu	Numer, termin, tytuł etapu	Nakłady w 2024 r. /zł/	
				planowane	wykonane
35.	III.PN.13	Badania i ocena zagrożeń i uciążliwości środowiskowych wpływających na bezpieczeństwo pracy oraz jakość życia na wybranych jednostkach pływających żeglugi śródlądowej oraz portowej i przybrzeżnej	Etap 2 01.01.2024- w realizacji* Analiza i opracowanie wyników badań ankietowych w kontekście do obszarów działania żeglugi. Badania i ocena czynników fizycznych (wibroakustycznych, pól elektromagnetycznych, oświetlenia elektrycznego i mikroklimatu) na wybranych jednostkach pływających.	465 972,00	405 149,76
36.	IV.PN.01	Ocena psychospołecznych warunków pracy oraz dobrostanu i jakości życia w grupie młodych pracowników	Etap 1 01.01.2023-30.04.2024 Opracowanie metodyki i przeprowadzenie badań ilościowych dotyczących psychospołecznych warunków pracy, dobrostanu i jakości życia wśród młodych pracowników.	-	42 088,10
			Etap 2 01.01.2024-31.12.2024 Analiza i opracowanie wyników badań psychospołecznych warunków pracy, dobrostanu i jakości życia wśród młodych pracowników. Przygotowanie wstępnej koncepcji aplikacji mobilnej.	211 770,00	231 531,36
37.	IV.PN.02	Opracowanie pakietu narzędzi do diagnozy psychospołecznych uwarunkowań bezpieczeństwa i zdrowia w pracy	Etap 1 01.01.2023-30.04.2024 Opracowanie wstępnej wersji pakietu narzędzi do diagnozy psychospołecznych uwarunkowań bezpieczeństwa i zdrowia w pracy. Analiza treści pozycji kwestionariusza kultury bezpieczeństwa. Analiza pozycji testowych narzędzi diagnozy sprawności poznawczej. Opracowanie kwestionariusza do diagnozy obciążenia psychicznego pracą. Przeprowadzenie badań pilotażowych. Przeprowadzenie wstępnych analiz statystycznych.	-	137 683,46

Lp.	Symbol projektu	Tytuł projektu	Numer, termin, tytuł etapu	Nakłady w 2024 r. /zł/	
				planowane	wykonane
38.	IV.PN.03	Wpływ sytuacji zawodowej i stylu życia na zdrowie oraz parametry antropometryczne, biomechaniczne, sensoryczne i zasoby psychologiczne pracowników 50 + pod kątem zachowania zdolności do pracy i właściwej organizacji warunków pracy	Etap 2 01.01.2024 - w realizacji* Przeprowadzenie badań z użyciem pakietu narzędzi do diagnozy psychospołecznych uwarunkowań bezpieczeństwa i zdrowia w pracy, tj. obciążenia psychicznego pracą, sprawności poznawczej oraz kultury bezpieczeństwa jednostki i organizacji. Analiza statystyczna psychometrycznych właściwości pakietu narzędzi.	695 500,00	364 838,51
			Etap 2 01.01.2024 - w realizacji* Analiza wyników pierwszych badań. Opracowanie założeń w zakresie analizy porównawczej wyników pierwszych i drugich badań. Rozpoczęcie drugich badań.	338 260,00	241 114,52
39.	IV.PN.04	Kompetencje cyfrowe osób z niepełnosprawnościami w kontekście wymagań na współczesnym rynku pracy	Etap 2 01.01.2024-31.12.2024 Ocena działań edukacyjnych dedykowanych osobom z niepełnosprawnościami w zakresie nabywania kompetencji cyfrowych ze szczególnym uwzględnieniem elementów wskazanych przez pracodawców. Opracowanie koncepcji narzędzia do oceny kompetencji cyfrowych osób z niepełnosprawnościami.	213 480,00	183 726,91
40.	IV.PN.05	Wieloczynnikowa ocena parametrów zielonej infrastruktury miejskiej ze względu na jej potencjalne funkcje moderatora wydajności i zdrowia pracowników	Etap 1 01.01.2023-31.01.2024 Badanie sposobu użytkowania i parametrów zielonej infrastruktury miejskiej w kontekście wieloczynnikowej oceny jej potencjalnego oddziaływania na parametry czynników fizycznych w środowisku wpływających na wydajność i zdrowie pracowników.	-	19 443,72

Ip.	Symbol projektu	Tytuł projektu	Numer, termin, tytuł etapu	Nakłady w 2024 r. /zł/	
				planowane	wykonane
			Etap 2 01.01.2024- w realizacji* Opracowanie modeli wybranych funkcjonalności zielonej infrastruktury miejskiej i badanie ich istotności w kształtowaniu parametrów czynników fizycznych w środowisku oraz subiektywnego postrzegania ich wpływu na dobrostan i wydajność pracownika.	677 840,00	509 014,23
41.	IV.PN.06	Badanie problemów i potrzeb różnych grup zawodowych w zakresie zdrowia psychicznego, rozwiązania profilaktyczne	Etap 1 01.01.2023-29.02.2024 Opracowanie narzędzi oceny potrzeb zdrowotnych osób aktywnych zawodowo, w szczególności w zakresie zdrowia psychicznego (wybrane parametry demograficzne, związane z rodzajem wykonywanej pracy, narzędzia przesiewowe oceniające zdrowie psychiczne, stopień realizacji potrzeb zdrowotnych i jakość życia). Badania fokusowe w grupach pracowników i pracodawców z różnych sektorów.	-	22 757,20
			Etap 2 01.01.2024- w realizacji* Badanie kwestionariuszowe obejmujące grupę co najmniej 1500 pracowników i 100 pracodawców różnych sektorów. Analiza statystyczna. Opracowanie i interpretacja uzyskanych wyników	223 125,00	189 839,96
			Razem	13 000 000,00	11 609 519,21

*W projektach nr I.PN.04, I.PN.05, I.PN.09 I.PN.10, I.PN.11, I.PN.13, II.PN.03, II.PN.08, III.PN.01, III.PN.05, III.PN.10, III.PN.11, III.PN.12, III.PN.13, IV.PN.02, IV.PN.03, IV.PN.05, IV.PN.06, na wniosek Wykonawców nastąpiło przesunięcie terminów realizacji etapów z 2024 r. na 2025 r. (zgodnie z §7 ust. 3 pkt. 2 umowy nr DWP/PBiWP/VI/2023 maksymalnie do 4 miesięcy, przy niezmienionym terminie zakończenia realizacji danego projektu w ramach programu)

**W II.PN.05 oraz III.PN.09 nastąpiło przesunięcie terminów realizacji całych projektów, a w projekcie II.PN.06 nastąpiło przesunięcie terminu zakończenia drugiego etapu, zgodnie z podpisanymi aneksami.

GLÓWNY KSIĘGOWY

mgr Dorota Bielecka

ZASTĘPCA DYREKTORA

ds. Operacyjnych

mgr Mirosław Flejmer

DYREKTORKA

mgr Agnieszka Szczygielska