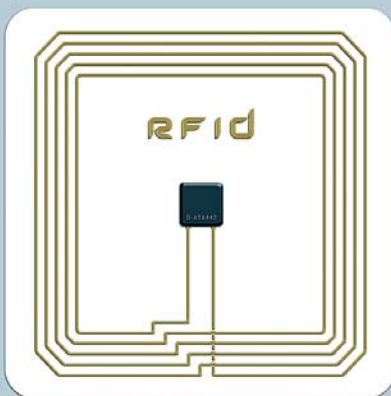


dr inż. GRZEGORZ GRALEWICZ  
mgr inż. KRZYSZTOF ŁĘŻAK  
dr inż. KATARZYNA MAJCHRZYCKA  
Centralny Instytut Ochrony Pracy  
– Państwowy Instytut Badawczy

# Koncepcja systemu monitorowania czasu użytkowania wybranych środków ochrony indywidualnej

Fot. Markus Gann/Bigstockphoto



Środki ochrony indywidualnej należą do grupy urządzeń stanowiących bezpośrednią ochronę pracownika przed zagrożeniami występującymi w środowisku pracy. Jednak charakteryzują się określonym „czasem życia” związanym z utratą parametrów ochronnych, który m.in. zależy od stopnia ich ekspozycji na działanie czynników środowiska pracy oraz sposobu użytkowania. Ze względu na wagę i złożoność tej kwestii uzasadnione jest poszukiwanie rozwiązań umożliwiających monitorowanie czasu użytkowania środków ochrony indywidualnej, w tym z wykorzystaniem technologii informatycznych. Jedną z propozycji jest wykorzystanie technologii Radio Frequency Identification (RFID), opisane w niniejszym artykule.

## The concept of a system of monitoring time use of the selected personal protective equipment

Personal protective equipment (PPE) provide workers with direct protection against threats present in the working environment. However, PPE has a certain "lifetime" related to the loss of protective parameters, which depend on, e.g., the degree of their exposure to factors in the working environment. As this is an important and complex issue, it is reasonable to seek innovative solutions on how to monitor the time of safe use of PPE. One proposal is to use radio frequency identification (RFID). This article presents the concept of a system for identifying and monitoring time use of PPE with so-called RFID tags.

## Wstęp

Kodeks pracy [1] nakłada na pracodawcę obowiązek zapewnienia pracownikom środków ochrony indywidualnej (ŚOI), po wyczerpaniu innych możliwości wyeliminowania czynnika szkodliwego w środowisku pracy, takich jak zmiana technologii, automatyzacja procesów, zastosowanie środków ochrony zbiorowej. Stanowi o tym także rozporządzenie ministra pracy i polityki społecznej z 1997 r. [2], przenoszące do polskiego prawa postanowienia dyrektywy EWG [3] na temat minimalnych wymagań bezpieczeństwa oraz higieny podczas użytkowania sprzętu ochronnego przez pracowników. W dyrektywie tej w szczególności określono obowiązki pracodawcy związane z określeniem czasu bezpiecznego użytkowania tych środków na stanowiskach pracy oraz informowania pracowników, kiedy konieczną jest wymiana sprzętu, który stracił swe właściwości ochronne. W praktyce obowiązek ten w niektórych przypadkach jest niezwykle trudny do spełnienia.

Badania laboratoryjne prowadzone w Health and Safety Executive [4] w Wielkiej Brytanii i Centralnym Instytucie Ochrony Pracy – Państwowym Instytucie Badawczym [5], dotyczące zarówno środków ochrony indywidualnej wycofanych z użytkowania, jak i nowych, poddanych przyspieszonemu starzeniu, wykazały, że do głównych czynników powodujących utratę właściwości ochronnych należą:

- promieniowanie słoneczne
- niskie i wysokie temperatury oraz wilgoć
- oddziaływania mechaniczne: tarcie, przecieranie, przebijanie itp.
- wnikanie pyłu w struktury materiałów włókienniczych
- oddziaływanie agresywnych substancji chemicznych.

Utratę właściwości ochronnych np. odzieży ochronnej mogą również spowodować procesy konserwacji, które w praktyce nie są zawsze ewidencjonowane.

Wymienione trudności sprawiają, że nierządno tzw. zużycie materiałów jest bardzo trudne, albo wręcz niemożliwe do wykrycia przez użyt-

ownika. Jest to poważny problem, jako że środki ochrony indywidualnej stosuje się w sytuacjach bezpośredniego zagrożenia życia i zdrowia.

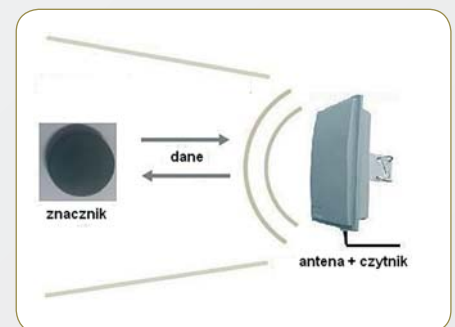
Ze względu na wagę i złożoność tej kwestii uzasadnione jest poszukiwanie rozwiązań umożliwiających monitorowanie czasu użytkowania środków ochrony indywidualnej, w tym z wykorzystaniem technologii informatycznych. Jedną z propozycji – wykorzystanie technologii RFID – radiowej identyfikacji<sup>1</sup> [6-12] – została opisana w niniejszym artykule.

## Technologia RFID

Technologia *Radio Frequency Identification* (RFID) bazuje na bezprzewodowej, radiowej komunikacji między znacznikiem elektronicznym a czytnikiem RFID. Sam znacznik składa się z układu scalonego wyposażonego w kilkukilobajtową pamięć *flash*, w której zapisywane są dane o monitorowanym przedmiocie oraz z niewielkiej anteny.

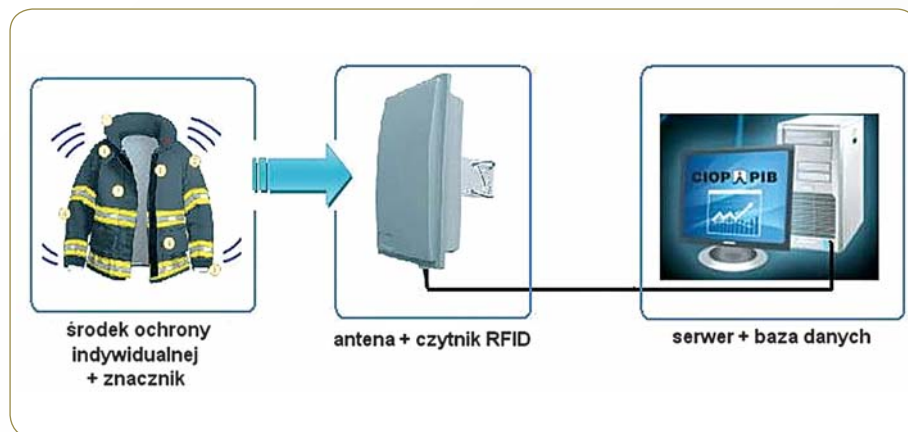
Na rys. 1. przedstawiono schemat działania systemu RFID. Wbudowana w znacznik antena pozwala odbierać sygnały z czytnika i odpowiadać

<sup>1</sup> RFID – identyfikacja radiowa, ang. RFID – RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION – to sposób jednoznacznego identyfikowania przedmiotów za pomocą fal radiowych. Polega na tym, że czytnik komunikuje się ze znacznikiem, który zawiera informacje zapisane na układzie scalonym. Znacznik jest przytwierdzony do przedmiotu.



Rys. 1. Schemat działania systemu RFID

Fig. 1. Diagram of the operation of a monitoring system for PPE



Rys. 2. Schemat blokowy systemu automatycznej identyfikacji i monitorowania środków ochrony indywidualnej  
Fig. 2. Block diagram of a monitoring system for PPE

na nie za pomocą fal radiowych. Największą zaletą znaczników jest to, że zawarte w nich dane mogą być bezkontaktowo, a nawet bez widoczności optycznej, odczytane z odległości kilku metrów.

### Kierunki zastosowania technologii RFID do środków ochrony indywidualnej

Technologia RFID ma coraz więcej zastosowań w obszarze bezpieczeństwa i higieny pracy. Jednym z nich jest np. dokumentacja takich danych, jak [11] częstotliwość używania ewakuacyjnych aparatów tlenowych w górnictwie oraz częstotliwość i okoliczności używania sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości.

Kolejnym przykładem zastosowania RFID jest organizacja i monitorowanie pracy w obszarach wysokiego ryzyka, np. w kopalniach czy w wykopach na budowach. Zakres stosowania tej technologii w obszarze bezpieczeństwa i higieny pracy jest badany przez Zakład Edukacji i Badań w Przemśle Budowniczym Uniwersytetu Wuppertal [9]. Pracujący tam naukowcy opracowali czytnik RFID w postaci bramki do automatycznej kontroli środków ochrony indywidualnej, która została zainstalowana przy wejściu do obszaru, w którym wykonywana jest praca. Pozwala to na sprawdzenie kompletności środków ochrony indywidualnej za każdym razem, gdy ich użytkownik wchodzi na ten teren. Dzięki temu pracownicy mają dostęp do niebezpiecznych obszarów, np. na plac budowy tylko wtedy, gdy są wyposażeni w odpowiedni sprzęt.

Należy również nadmienić, że Zakład Edukacji i Badań w Przemśle Budowniczym Uniwersytetu Wuppertal wspólnie z Niemieckim Instytutem Normalizacyjnym, Komisją Ochrony Pracy i Normalizacji oraz EPCglobal stworzył grupę roboczą w ramach komitetu technicznego środków ochrony indywidualnej. Jej prace zmierzają m.in. do normalizacji rozwiązań, a także globalnego podejścia do zastosowania technologii RFID w obszarze bhp [9].

### Koncepcja systemu automatycznej identyfikacji i monitorowania środków ochrony indywidualnej

Zachowanie stanu bezpieczeństwa i higieny pracy wymaga nadzoru i kontroli prawidłowego

doboru, użytkowania, przechowywania i konserwacji środków ochrony indywidualnej. Zadania te spoczywają głównie na pracodawcy i pracowniku użytkującym sprzęt. Prawidłowa kontrola stanu technicznego środków ochrony indywidualnej powinna przebiegać na dwóch poziomach:

- bezpośrednio przed przystąpieniem do użytkowania – wykonywana przez pracownika, który będzie ten sprzęt stosował
- okresowo (np. jeden raz w roku) – wykonywana przez kompetentną, specjalnie do tego celu przeszkoloną osobę w zakładzie pracy lub bezpośrednio przez producenta, względnie jego autoryzowany serwis.

W wyniku tych kontroli może powstać konieczność naprawy albo wymiany sprzętu na nowy.

Opracowywana w CIOP-PIB koncepcja systemu automatycznej identyfikacji i monitorowania środków ochrony indywidualnej zakłada wykonanie narzędzia wspomagającego wypełnianie obowiązków pracodawców wynikających z dyrektywy 89/656/EWG [3].

Narzędzie to będzie umożliwiło identyfikację i monitorowanie czasu użytkowania ŚOI. Pozwoli również na ustalenie konieczności przeprowadzenia, w korelacji ze stopniem zużycia tych środków, przeglądów technicznych, napraw czy nawet wymiany sprzętu na nowy, wpłynie na poprawę bezpieczeństwa pracowników i przyczyni się do obniżenia kosztów pracodawców. Usprawni również działania pracodawcy oraz organów kontroli i nadzoru zapewniając natychmiastowy dostęp do danych historycznych o użytkowaniu środków ochrony indywidualnej w przedsiębiorstwie.

Zasada działania opracowywanego w CIOP-PIB systemu oparta jest na zdalnym, radiowym odczycie i zapisie danych, z wykorzystaniem specjalnych znaczników elektronicznych (tagów radiowych) przytwierdzonych do nadzorowanych środków ochrony indywidualnej oraz czytnika połączonego z komputerem [6, 7, 9-12]. Schemat blokowy systemu automatycznej identyfikacji i monitorowania środków ochrony indywidualnej przedstawiono na rys. 2.

W skład systemu wejdą następujące urządzenia:

- znaczniki elektroniczne
- antena



Rys. 3. Przykładowe rozwiązanie elektronicznego znacznika [12]  
Fig. 3. Sample tag [12]

- urządzenie czytająco-programujące (czytnik, terminal), które zawiera nadajnik i dekodery
- serwer z oprogramowaniem i bazą danych.

Znaczniki elektroniczne mogą być wykonane z różnych materiałów (tworzywo sztuczne, papier) w dowolnych kształtach zależnie od zastosowania (rys. 3.), [12]. Implementacja znaczników w ŚOI nie może wpływać na osłabienie parametrów ochronnych, musi pozostać zachowana ergonomia użytkowania ochrony, a jednocześnie zapewniać prawidłowe funkcjonowanie systemu identyfikacji i monitorowania ŚOI. Wyniki przeprowadzonych wstępnych badań wskazują na konieczność zastosowania 2 szt. znacznika elektronicznego w odzieży ochronnej (1 znacznik zbliżeniowy, 1 znacznik większego zasięgu – możliwy odczyt danych ze znacznika na dystansie 4 m od anteny).

W zależności od potrzeb skanery występują w postaci przenośnego czytnika z wbudowaną anteną, czytnika z zewnętrzną anteną np. w postaci bramki [9-11]. Czytnik ręczny może być stosowany w magazynie przy wydawaniu i przyjmowaniu ŚOI lub w serwisie podczas zgłaszania okresowych kontroli. Rozwiązanie w postaci czytnika z zewnętrzną anteną może być stosowane w sekcjach, gdzie wymagane są określone typy ochron w zależności od czynników środowiska pracy (np. promieniowania nadfioletowe, niskie i wysokie temperatury itd.), powodujących zagrożenie dla pracownika oraz utratę właściwości ochronnych ŚOI. Wstępne badania zasięgu znaczników elektronicznych były prowadzone na stanowisku badawczym wyposażonym w 1 czytnik typu Motorola FX 7400 oraz 1 antenę zewnętrzną typu Motorola AN480-CL66100WR. Czytnik umożliwia maksymalnie zastosowanie 4 szt. anten zewnętrznych, co przy odpowiedniej konfiguracji znacznie zwiększa obszar zasięgu odczytu danych ze znaczników elektronicznych.

Istotną częścią systemu będzie specjalistyczne oprogramowanie z bazą danych. Odpowiednio zaprojektowany algorytm programu pozwoli na powiązanie danych zapisanych w znacznikach przytwierdzonych do ŚOI (kod identyfikacyjny oraz inne, jeśli będą wymagane, np. producent, czas użytkowania deklarowany przez producenta) z danymi z bazy danych (wymagane środki ochrony indywidualnej na odpowiednich stanowiskach pracy, występujące czynniki powodujące zagrożenie dla pracownika oraz utratę właściwości ochronnych środków ochrony indy-





Znajdziesz nas w Internecie: [www.ciop.pl](http://www.ciop.pl), e-mail: [bpredakcja@ciop.pl](mailto:bpredakcja@ciop.pl)

widualnej). I tak w przypadku przekroczenia zadeklarowanego parametru, np. czasu użytkowania, system będzie informował o konieczności wymiany sprzętu na nowy. Należy podkreślić, że rdzeń aplikacji, wraz z bazą danych będą umieszczone na serwerze. Serwer połączony zostanie do sieci. Czytniki bezprzewodowej identyfikacji RFID [6-12] zostaną udostępnione w sieci wraz z serwerem, dzięki czemu stacje klienckie nie będą wymagały bezpośredniego dostępu do czytników. Aplikacja będzie odpowiedzialna za komunikację z użytkownikiem końcowym. Natomiast w bazie danych przechowywane będą informacje, które będą przetwarzane przez aplikację na żądanie użytkownika.

Oprogramowanie z bazą danych, w której będą zapisywane informacje o monitorowanych ŚOI będzie umożliwiło generowanie raportów z przeglądów okresowych oraz raportów statystycznego zużycia, co usprawni działania logistyczne w zakładzie pracy i umożliwi prowadzenie statystyk i planowanie kosztów.

## Podsumowanie

Narzędzie w postaci systemu automatycznej identyfikacji i monitorowania czasu użytkowania środków ochrony indywidualnej z wykorzystaniem znaczników RFID usprawni procesy kontroli użytkowania oraz przestrzegania terminowych przeglądów stanu technicznego tych środków. Wdrożenie tego rozwiązania w przedsiębiorstwach da możliwość:

- ustalania właściwych do stopnia zużycia ŚOI okresów przeglądów technicznych, napraw i wymiany sprzętu na nowy
- rejestracji „cyklu życia” ŚOI
- analizy kosztów związanych z zakupem ŚOI w podziale na działy/stanowiska pracy
- prowadzenia statystyk i planowania kosztów z uwzględnieniem MPK (miejsc powstania kosztów).

Wskazane praktyczne zastosowania systemu mają bezpośrednie przełożenie na poprawę bezpieczeństwa pracy użytkowników stosujących środki ochrony indywidualnej poprzez usprawnienie sposobu zarządzania tymi środkami w zakładzie pracy. Możliwość prowadzenia analiz i statystyk związanych z zakupem ŚOI powinna znacząco wpłynąć na redukcję kosztów, ponoszonych przez pracodawców w związku z eksploatacją środków ochrony indywidualnej.

## PIŚMIENNICTWO

- [1] Ustawa z dnia 26 czerwca 1974 r. Kodeks pracy, art. 237<sup>6</sup> § 1
- [2] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy. DzU nr 129, poz. 844 § 39, ust. 1 pkt. 1 i 2 oraz ust. 2 i 3
- [3] Dyrektywa Rady 89/656/EWG z dnia 30 listopada 1989 r. w sprawie minimalnych wymagań w dziedzinie bezpieczeństwa i ochrony zdrowia pracowników korzystających z wyposażenia ochronnego (III dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust.1 dyrektywy 89/391/EWG)
- [4] Mr. C. Wilson *Assesment of factors that influence the tensile strength of safety harnesses and lanyard webbings*. HSL/2002/16
- [5] K. Baszczyński, M. Jachowicz, A. Jabłońska *Opracowanie metodyki badań dla potrzeb szacowania dopuszczalnego okresu użytkowania uprząży chroniących przed upadkiem z wysokości*. Sprawozdanie z realizacji zadania 03.5, CIOP-PIB, 2006-2007
- [6] J. Patrick Sweeney II „RFID for Dummies”, Wiley Publishing, Inc. 2005
- [7] *Znaczniki radiowe wprowadzają zamieszanie*. *Innowacje w Europie*. ESN, Bruksela, styczeń 2007
- [8] *Urządzenia RFID – bezpieczeństwo czy nowe zagrożenia?* Instytut Matematyki i Informatyki, Politechnika Wrocławska. Wrocław, 3.07.2007
- [9] M. Helmus, B. Offergeld, *Radio-frequency identification opens up new possibilities in occupational health and safety*. KAN Brief 3|07
- [10] E. Walk, D. Buth, M. Desch, M. Rodig, F. Neubauer, A. Gauby, A. Hoisl *Final Report. Work package 3. “RFID Standards and Radio Regulations”*. July 25, 2008
- [11] Robert Plum *The use of auto ID systems for data acquisition: intelligent PPE*. KAN Brief 3|11
- [12] [www.integer-solutions.com](http://www.integer-solutions.com)

*Publikacja opracowana na podstawie wyników uzyskanych w ramach I etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, sfinansowanego w latach 2008-2010 w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.*