



Adrian Barasiński¹, Paweł Czaja², Michał Gąsiewski³

¹*Centralna Szkoła Państwowej Straży Pożarnej w Częstochowie*

ul. Sabinowska 62, 42–200 Częstochowa

e-mail: barasinska@cspsp.pl

²*Politechnika Częstochowska*

Wydział Elektryczny

al. Armii Krajowej 17, 42–200 Częstochowa

e-mail: czajap@el.pcz.czyst.pl

³*Szkoła Główna Służby Pożarniczej*

Wydział Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego

ul. Juliusza Słowackiego 52/54, 01–629 Warszawa

e-mail: mgasiewski@sgsp.edu.pl

PRĄD ELEKTRYCZNY ZAGROŻENIEM DLA STRAŻAKÓW

Streszczenie. Strażacy, prowadząc działania ratowniczo-gaśnicze w budynkach, w wypadkach związanych z ruchem drogowym lub kolejowym, narażeni są na zagrożenia wynikające z obecności urządzeń i instalacji pod napięciem. Sieci i instalacje elektryczne są nieodzownym elementem nowoczesnej infrastruktury.

Użytkownicy urządzeń elektrycznych mogą być narażeni na różnego rodzaju zagrożenia, zależnie od budowy urządzeń i odbiorników energii elektrycznej, sposobu wykonania instalacji, niedopasowania urządzeń do warunków technicznych eksploatacji i otoczenia oraz od niezadawalających umiejętności personelu obsługującego te urządzenia.

W związku z tym strażak przystępując każdorazowo do działań, zobligowany jest do wyeliminowania zagrożeń wynikających z możliwości wystąpienia przepływu prądu elektrycznego przez jego ciało podczas akcji. Z reguły sprowadza się to do odłączenia akumulatorów w pojazdach mechanicznych, odłączenia sieci lub instalacji elektrycznych doprowadzonych do budynku przez Pogotowie Energetyczne lub wyłączenia zasilania z użyciem wyłącznika głównego prądu. Jednakże różnorodność urządzeń oraz instalacji elektrycznych funkcjonujących w obrębie konkretnego obiektu może budzić wątpliwości, czy „wszystko” odłączono i nie występuje niebezpieczeństwo porażenia prądem elektrycznym.

Na tą ewentualność każdy strażak wyposażony jest w odpowiedni sprzęt, obuwie dielektryczne oraz detektory prądu przemiennego. Niemniej jednak, ważne jest, aby każdy strażak posiadał elementarną wiedzę na temat zasad postępowania w obrębie czynniej

sieci elektroenergetycznej oraz negatywnego oddziaływania prądu elektrycznego na jego organizm.

W artykule zawarto informacje na temat wpływu przepływu prądu elektrycznego przez organizm człowieka, metod ograniczania jego negatywnych skutków oraz zasad postępowania podczas zdarzeń z udziałem prądu elektrycznego, w aspekcie przepisów prawa i ochrony osobistej strażaków.

Słowa kluczowe: prąd elektryczny, straż pożarna, porażenie, pożar, bezpieczeństwo pożarowe.

ELECTRICITY DANGER FOR FIREFIGHTERS

Abstract. Firefighters, while carrying out rescue and extinguishing operations in buildings, in cases related to road or rail traffic, are exposed to hazards resulting from the presence of electric voltage equipment and installations. Electrical grid and installations are an indispensable element of modern infrastructure.

Users of electrical devices may be exposed to various types of hazards, depending on the construction of devices and electric energy receivers, the method of installation, equipment mismatches for the technical conditions of use and surroundings, as well as the unsatisfactory skills of the personnel operating these devices.

Therefore, each time a firefighter joins the action, they are obliged to eliminate threats resulting from the possibility of electric current flow through his body during the action. As a rule, this amounts to disconnecting the batteries in motor vehicles, disconnecting the network or electrical installations brought to the building by the Energy Emergency Service or switching off the power supply using the main power switch. However, the diversity of devices and electrical installations functioning within a particular facility may raise doubts whether "everything" has been disconnected and there is no danger of electric shock.

For this eventuality, every firefighter is equipped with appropriate equipment, dielectric footwear and AC detectors. Nevertheless, it is important that every firefighter has an elementary knowledge of the rules of conduct within the active power grid and the negative impact of electricity on his body.

The article contains information on the impact of electric current flow through the human body, methods of limiting its negative effects and rules of conduct during events involving electric current in the aspect of law and personal firefighters protection.

Keywords: electric current, the State Fire Service, electric shock, fire, fire safety.

Skutki rażenia prądem elektrycznym

Prąd elektryczny przepływający przez organizm człowieka wywołuje w nim zmiany fizyczne, chemiczne i biologiczne, ogólnie nazywane porażeniem elektrycznym. Powstałe pole elektryczne powoduje przemieszczanie się obdarzonych ładunkiem elektrycznym cząsteczek, z których zbudowane są komórki organizmu. Powoduje to zmiany stężeń jonów w poszczególnych częściach komórek oraz w przestrzeniach międzykomórkowych. Zmiany stężeń jonów wewnętrznych i zewnętrznych komórek prowadzą do zaburzeń ich funkcjonowania [3].

Skutki rażenia prądem elektrycznym zależą od:

- rodzaju prądu: prąd przemienny o małej częstotliwości (15 ÷ 100 Hz), prąd przemienny o dużej częstotliwości, krótkotrwały, jednokierunkowy impulsowy, prąd stały,
- wartości napięcia i natężenia prądu rażeniowego oraz czasu jego przepływu,
- drogi przepływu prądu przez ciało człowieka,
- stanu psychicznego porażonego,
- temperatury i wilgotności skóry,
- powierzchni styku z przewodnikiem,
- siły docisku przewodnika do naskórka.

Prąd przemienny o częstotliwości od 15 do 100 Hz powoduje najgroźniejsze dla życia reakcje organizmu, stąd skutki rażenia nim rozpatruje się szczególnie wnikliwie [3].

Działanie prądu elektrycznego na organizm ludzki może być pośrednie lub bezpośrednie.

Działanie pośrednie – powstające bez przepływu prądu przez ciało człowieka, powoduje takie urazy, jak:

- oparzenia ciała wskutek pożarów wywołanych zwarcieniem elektrycznym lub spowodowane dotknięciem do nagrzaných elementów,
- groźne dla życia oparzenia ciała łukiem elektrycznym, a także metalizacja skóry spowodowana osadzeniem się roztopionych cząstek metalu,
- uszkodzenia wzroku wskutek dużej jaskrawości łuku elektrycznego,
- uszkodzenia mechaniczne ciała w wyniku upadku z wysokości lub upuszczenia trzymanego przedmiotu.

Działanie bezpośrednie – porażenie elektryczne wskutek przepływu prądu elektrycznego przez ciało ludzkie (tzw. prądu rażeniowego), może wywołać wiele zmian fizycznych, chemicznych i biologicznych w organizmie (a nawet śmierć człowieka) poprzez oddziaływanie na układ nerwowy oraz w wyniku elektrolizy krwi i płynów fizjologicznych.

Porażenie elektryczne bezpośrednio może objawiać się:

- odczuwaniem bólu przy przepływie prądu, kurczami mięśni (skurcz mięśni dłoni może uniemożliwić samouwolnienie się porażonego),

- zatrzymaniem oddechu, zaburzeniami krążenia krwi,
- zaburzeniami wzroku, słuchu i zmysłu równowagi,
- utratą przytomności,
- migotaniem komórek sercowych (fibrylacja) – bardzo groźnym dla życia człowieka, gdyż zazwyczaj prowadzi ono do zejścia śmiertelnego,
- oparzenia skóry i wewnętrznych części ciała, do zwęglenia włącznie.

Do porażenia bezpośredniego może dojść także w wyniku zbyt blizkiego zbliżenia się do urządzenia elektroenergetycznego – przypadek porażenia łukiem elektrycznym.

Większość porażen i oparzeń prądem elektrycznym występuje przy styczności człowieka z urządzeniami i instalacjami elektrycznymi prądu przemiennego 50 Hz i napięciu 230/400 V. W tabeli 1 zestawiono średnie wartości prądu rażenia o częstotliwości 50 Hz i odpowiadające im reakcje organizmu.

Tabela. 1. Wartości progowe rażenia prądem 50 Hz [3]

Odczucie i reakcja na prąd zmienny 50 Hz przepływający przez ciało człowieka	Prąd rażeniowy [mA]
Próg odczuwania przepływu prądu w miejscu styku z elektrodą o małej powierzchni, mrowienie	0,1 ÷ 0,6
Wyczuwalność wyraźna, łaskotanie i swędzenie, lekkie skurcze mięśni dłoni	0,8 ÷ 2
Wyczuwalność bolesna, cierpienie dłoni i przegubów, lekkie usztywnienie rąk i nieznaczny wzrost ciśnienia tętniczego krwi	2 ÷ 4
Silna reakcja nerwowa, nerwobóle przedramienia, lekkie skurcze dłoni, usztywnienie i drżenie rąk	4 ÷ 5
Skurcze przedramienia i ramion dochodzące do palców, trudności samodzielnego oderwania się od elektrod, wzrost ciśnienia tętniczego krwi, zaburzenia rytmu serca i oddechu występują po kilku minutach	5 ÷ 15
Bardzo silne i bolesne skurcze mięśni rąk, samodzielne uwolnienie się rażonego jest niemożliwe, możliwość zatrzymania czynności serca w fazie rozkurczu	15 ÷ 30
Skurcze tężcowe mięśni rąk i klatki piersiowej, niemożliwość dokonania wydechu, arytmia serca i duże prawdopodobieństwo zatrzymania jego czynności, utrata świadomości, możliwe migotanie komór serca	22 ÷ 50

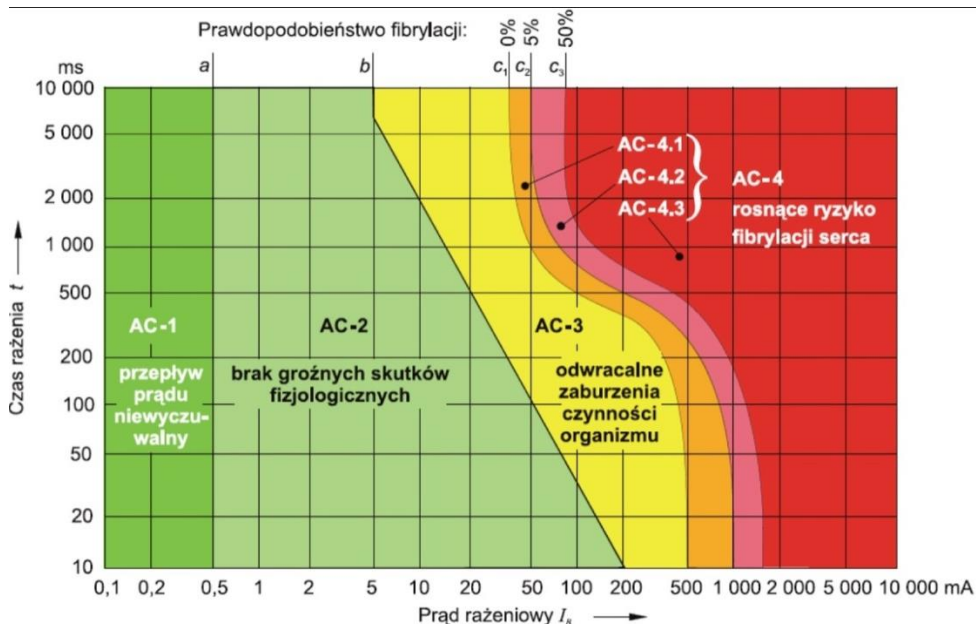
Wpływ rodzaju prądu

Porównując skutki porażenia prądem przemiennym o częstotliwości 50 Hz (60 Hz) i prądem stałym, uważa się, że ten pierwszy jest znacznie bardziej niebezpieczny.

Prąd stały działa na organizm inaczej niż prąd zmienny. Pole elektryczne powoduje przemieszczanie się obdarzonych ładunkiem elektrycznym cząstek, stanowiących składniki komórek. Powoduje to zmiany stężenia jonów w poszczególnych częściach komórek oraz w przestrzeniach międzykomórkowych. Zmiany stężeń jonów wewnątrz i na zewnątrz komórek prowadzą do zaburzeń ich czynności.

Przy prądzie stałym ważny jest również kierunek przepływu prądu. Rozróżnia się tu tzw. prąd wstępujący, przepływający przez ciało przy dodatnim (wyższym) potencjale stóp, oraz prąd wzdłużny zstępujący, przepływający przy ujemnym potencjale stóp. Najgroźniejszy ze skutków – migotanie komór serca – występuje przy prądzie zstępującym o wartościach około dwukrotnie większych niż przy prądzie wstępującym.

Prądy przemiennie o dużej częstotliwości nie powodują poważniejszych przesunięć jonów aż do częstotliwości poniżej 500 Hz. W praktyce więc najbardziej niebezpieczne dla człowieka są prądy przemiennie o częstotliwości 50÷60 Hz.



Rys. 1. Działanie na organizm ludzki prądu elektrycznego o częstotliwości 15÷100 Hz przy przepływie prądu na drodze obie stopy – lewa ręka wg IEC Raport 479-1:1996 [8]

Pogląd, że dla wywołania tych samych skutków rażenia, prąd stały musi być 2÷4 razy większy niż prąd przemienny, dotyczy przypadków, gdy czas rażenia jest znacznie dłuższy niż 0,2 s. Przy krótszych czasach o skutkach rażenia decyduje wartość prądu i praktycznie nie ma znaczenia, czy jest to prąd stały, czy przemienny.

Na Rys. 1 oznaczono zakresy oddziaływania prądu w zależności od czasu przepływu. Kolejno rozpatrując [8]:

AC-1: brak reakcji organizmu,

AC-2: brak szkodliwych efektów fizjologicznych,

AC-3: brak ryzyka migotania komór serca,

AC-4: prawdopodobieństwo migotania komór serca:

AC-4.1 – 5 %, AC-4.2 – do 50 %, AC-4.3 – powyżej 50 %

Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym

Użytkownicy instalacji i urządzeń elektrycznych mogą być narażeni na porażenie prądem elektrycznym w sytuacji uszkodzenia lub niesprawności zastosowanych środków ochrony przeciwporażeniowej. W instalacjach i urządzeniach niskiego napięcia, ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym powinna składać się z odpowiedniej kombinacji środka do ochrony podstawowej i niezależnego środka do ochrony przy uszkodzeniu lub wzmocnionego środka ochrony, który zabezpiecza zarówno ochronę podstawową, jak i ochronę przy uszkodzeniu [6]. W przypadku warunków specjalnych wynikających z przeznaczenia urządzenia lub wpływów zewnętrznych, norma [6] nakazuje zastosowanie dodatkowo środków ochrony uzupełniającej.

Ochronę podstawową w instalacjach i urządzeniach użytkowanych przez osoby niewykwalifikowane, stanowią środki techniczne chroniące przed dotykiem bezpośrednim części czynnych. Części czynne powinny być całkowicie pokryte izolacją lub umieszczone w trwale zamocowanych obudowach. Izolacja podstawowa może być usunięta z części czynnych tylko w przypadku jej trwałego zniszczenia. Otwarcie budowy może nastąpić w sytuacji użycia specjalnego klucza lub narzędzia oraz w przypadku, gdy otwarcie spowoduje automatyczne wyłączenie części czynnych spod napięcia [6].

Ochronę przy uszkodzeniu zapewniają rozwiązania techniczne, których zadaniem jest skuteczna ochrona użytkowników urządzeń i instalacji, w przypadku, gdy na częściach przewodzących dostępnych lub obcych pojawi się niebezpieczne napięcie w danych warunkach (ochrona przy dotyku pośrednim). Norma [6] zaleca zastosowanie przynajmniej jednego z niżej wymienionych środków ochrony przy uszkodzeniu, w urządzeniach i instalacjach elektrycznych niskiego napięcia ogólnego przeznaczenia:

- samoczynne wyłączenie zasilania,
- izolacja podwójna lub wzmocniona,
- separacja elektryczna do zasilania jednego odbiornika,
- bardzo niskie napięcie – obwody SELV, PELV.

Zastosowane środki ochrony, powinny zostać umiejętnie dobrane na etapie projektowania i montażu, z uwzględnieniem przeznaczenia danego urządzenia i instalacji oraz przewidywanych wpływów czynników środowiskowych. Użyte środki ochrony w danym przypadku nie powinny mieć wzajemnego wpływ tak, że awaria jednego środka ochrony mogłaby osłabić inny zastosowany środek ochrony [6]. W typowych rozwiązaniach najbardziej rozpowszechnionym środkiem ochrony przy uszkodzeniu jest samoczynne wyłączenie zasilania.

Ochrona uzupełniająca ma zapobiegać porażeniom prądem elektrycznym w przypadku niesprawności bądź ominięcia środków ochrony podstawowej lub przy uszkodzeniu. Stosowanie tej ochrony jest wymagane w warunkach zwiększonego ryzyka porażenia, np. pomieszczenia wilgotne, obwody zasilające urządzenia ręczne. Środki ochrony uzupełniającej, zapewnia zastosowanie wyłączników różnicowoprądowych (RCD), o znamionowym prądzie różnicowym ≤ 30 mA, i/lub dodatkowych ochronnych połączeń wyrównawczych.

Prowadzenie działań w obrębie czynnej sieci energetycznej

Straż pożarna przystępując do działań ratowniczych, w pierwszych krokach zobligowana jest zabezpieczyć miejsce zdarzenia. Należy przez to rozumieć wytyczenie oraz zorganizowanie sobie miejsca pracy m.in. poprzez zniwelowanie ewentualnych zagrożeń wynikających z usytuowania zdarzenia oraz innych czynników mogących mieć negatywny wpływ na prowadzenie działań ratowniczo-gaśniczych. Udzielając pomocy poszkodowanym podczas wypadków komunikacyjnych, w pierwszej kolejności (jeśli jest to możliwe) odłącza się akumulator. Wykonuje się tę czynność po to, aby ewentualne zwarcie lub łuk elektryczny nie spowodował pożaru lub porażenia ratowników i osób poszkodowanych. Podobny algorytm postępowania występuje przy pożarach obiektów budowlanych. Niezależnie od tego, jaki charakter ma zdarzenie, pierwszymi krokami, jakie podejmują służby ratownicze jest odłączenie dopływu gazu i prądu elektrycznego do budynku. Jest to bardzo ważny punkt pracy strażaków, gdyż podawanie prądów wody na instalacje elektryczną będącą pod napięciem może skutkować przepływem prądu elektrycznego w strumieniu wody, co z kolei prowadzi do porażenia. Aby przeciwdziałać takim sytuacjom, ustawodawca wprowadził akty prawne mające na celu regulowanie kwestii bezpieczeństwa podczas działań ratowniczych. Podstawowym aktem jest Rozporządzenie

MSWiA z 16 września 2008 r. w sprawie szczegółowych zasad bezpieczeństwa i higieny służby strażaków Państwowej Straży Pożarnej (Dz.U. 2008 nr 180 poz. 1115). Zapisy owego rozporządzenia w rozdziale 7, podzielone na dwa paragrafy, jednoznacznie określają tok postępowania z uwzględnieniem zasad bhp służby w trakcie prowadzonych działań ratowniczo-gaśniczych w obrębie czynnej sieci elektroenergetycznej. § 79 otrzymał brzmienie: „W czasie akcji ratowniczych, w których występuje możliwość porażenia prądem elektrycznym, strażak współpracuje z odpowiednią służbą techniczną w celu wyłączenia dopływu prądu elektrycznego do urządzeń i instalacji znajdujących się na miejscu akcji”. Natomiast § 80 mówi: „W przypadku, gdy nie został wyłączony dopływ prądu elektrycznego, przyjmuje się, że każde urządzenie, instalacja elektryczna oraz trakcja elektryczna znajdują się pod napięciem”[4]. Niestety z praktyki wiadome jest, że takie pobieżne zalecenia w żaden sposób nie są współmierne z rzeczywistością. Należy podkreślić, że strażacy jako służba poruszająca się po drogach publicznych w sposób uprzywilejowany, na miejscu zdarzenia często pojawiają się już po kilku minutach [1]. W związku z tym oczekiwanie na przyjazd służb energetycznych, trwający często znacznie dłużej, kłóciłoby się z koniecznością niesienia natychmiastowej pomocy w ratowaniu życia i mienia. Z kolei podjęcie działań polegających na wyłączeniu prądu za pomocą wyłącznika głównego prądu lub „zbić” wyłączników nadmiarowo-prądowych w rozdzielni elektrycznej nie daje pełnej gwarancji, wyłączenia zasilania w obiekcie. W obecnych czasach, przerwy w dostawie prądu mogą nieść za sobą poważne skutki w sposobie funkcjonowania budynków, w związku z tym wiele obiektów wyposażonych jest w alternatywne źródła zasilania awaryjnego, uruchamiające się z chwilą zaniku podstawowego zasilania. Jako strażak wielokrotnie spotkałem się z obiektami wyposażonymi w zasilacze UPS, agregaty prądotwórcze z samostartu oraz coraz bardziej popularne przydomowe instalacje fotowoltaiczne wyposażone w akumulatory. Nie sposób pominąć w tym miejscu tej „ciemniejszej strony” zagrożenia, czyli kradzieży prądu prowizorycznymi instalacjami omijającymi wszelakiego rodzaju wyłączniki instalacyjne. Zasadne w tym miejscu staje się wypracowanie w świadomości strażaków-ratowników myśli, że niezależnie od uzyskanych informacji od pogotowia energetycznego, za każdym razem, gdy wchodzi do budynku działają w obrębie czynnej instalacji elektrycznej, w związku z czym zobligowani są zachować szczególną czujność. Ponadto przytoczony powyżej rozwój odnawialnych źródeł energii (OZE) wymaga wprowadzenia nowelizacji ww. rozporządzenia uwzględniającej m.in. zasady postępowania w obrębie OZE, konieczność użycia sprzętu elektroizolacyjnego, prowadzenie specjalistycznego przeszkolenia w aspekcie postępowania przed porażeniem prądem elektrycznym, kontrolę skuteczności działania systemów zabezpieczających, postępowanie z prądem stałym DC, ochronę przed napięciem krokowym i prądem indukcyjnym.

Podręczny sprzęt detekcyjny

Wiadome jest, że człowiek nie posiada zmysłu umożliwiającego mu wykrycie obecności napięcia elektrycznego. W związku z tym, prowadząc działania ratowniczo-gaśnicze, strażacy starają się wykryć i zniwelować to „niewidzialne” zagrożenie dostępnymi sposobami. Jediną słuszną metodą dającą pozytywne efekty jest wykrycie źródła prądu i jego odłączenie. Możliwe jest to wyłącznie dzięki zastosowaniu odpowiednich detektorów prądu. Zgodnie z Rozporządzeniem MSWiA z dnia 21 listopada 2014 r. w sprawie szczegółowych zasad wyposażenia jednostek organizacyjnych Państwowej Straży Pożarnej (Dz.U. 2014 poz. 1793), określone zostały minimalne standardy wyposażenia. Na podstawie owego rozporządzenia, każda Jednostka Ratowniczo-Gaśnicza Państwowej Straży Pożarnej (JRG PSP) zobligowana jest posiadać detektor prądu [5]. Niestety ustawodawca nie precyzuje szczegółowo minimalnych standardów takiego urządzenia. Przekłada się to na pełną dowolność zakupowanego sprzętu, a tym samym rodzą się obawy co do jego skuteczności ochrony strażaków przez zagrożeniem ze strony prądu elektrycznego podczas prowadzonych działań. Ponadto należy podkreślić, że specyfika służby wiąże się z wysoce ekstremalnymi warunkami pracy wykorzystywanego sprzętu [2]. Dobierając detektor prądu, kupujący sugerują się m.in. jego zakresem pracy (najczęściej od 50 V AC i częstotliwości 50 Hz), zasięgiem, możliwościami wykrywania przewodów pod napięciem pod ziemią i w wodzie, sposobem sygnalizacji zagrożenia, odpornością na niskie i wysokie temperatury oraz szczelnością i wytrzymałością na uszkodzenia mechaniczne. Niestety na chwilę obecną na rynku nie ma dostępnego żadnego detektora, który spełniałby te wymagania. Dlatego też pod uwagę brane są jedynie dostępne modele. Są nimi: AC HotStrick, Fireraft trACer (oba produkcji amerykańskiej) oraz DPPE-1 produkcji polskiej. Wszystkie wymienione detektory prądu mają wspólny mianownik. Jest nim wykrywanie prądu elektrycznego przemiennego. Natomiast budowa, zakres działania oraz sposób pracy jest zgoła odmienny.



Rys. 2. Detektor AC HotStrick [9]

Jeden z najpopularniejszych detektorów używanych przez straż pożarną. Zakres jego detekcji lub czułość jest określana jako odległość między urządzeniem a przewodnikiem. Zbudowany został z myślą o wykrywaniu źródeł napięcia przemiennego AC w zakresie częstotliwości 20÷100 Hz w obudowie bryzgoszczelnej. Wyposażony został we własne źródło zasilania w postaci czterech baterii alkalicznych typu AA. Urządzenie pracuje w trzech trybach (czułościach) pracy: HIGH SENSITIVITY – wysoka czułość pozwalająca na wykrycie napięcia przemiennego z największej odległości, LOW SENSITIVITY – niska, czułość wykrywacza jest zredukowana i FRONT FOCUSED MODE – czułość skupiona, precyzyjne wskazanie źródła napięcia. Detekcja sygnału jest definiowana jako częstotliwość emitowania sygnału co najmniej raz na 2 sekundy [2, 9].

Tabela. 2. Zakresy detekcji w zależności od napięcia detektor AC HotStrick [9]

Napięcie [V]	Częstotliwość [Hz]	Obiekt	Tryb pracy		
			Wysoka	Niska	Skupiona
220	50	Pojedynczy przewodnik (1,8 m nad ziemią)	7,5 m	1,5 m	0,18 m
220	50	Pojedynczy przewodnik (1,8 m nad ziemią)	7,5 m	1,5 m	0,18 m
220	50	Przewodnik leżący na mokrej ziemi	0,9 m	0,15 m	0,025 m
100	50	Tak samo	0,4 m	0,06 m	0,01 m
7,2 kV	60	Napowietrzna linia (jeden izolator)	65 m	21 m	6 m
46 kV	60	Napowietrzna linia przesyłowa	Powyżej 150 m	Powyżej 60 m	Powyżej 20 m



Rys. 3. Detektor Fireraft trACer [10]

Bezdotykowy Detektor Prądu AC umożliwiający wykrycie źródła prądu z bezpiecznej odległości. Sposób sygnalizowania zbliżony jest do ww. detektora AC HotStick, tzn. z wyprzedzeniem wydawane są ostrzeżenia dźwiękowe oraz dodatkowo poprzez migającą diodę LED bez potrzeby dotykania powierzchni, która jest pod napięciem. Ostrzegawczy sygnał dźwiękowy oraz migająca dioda LED zwiększają swoją siłę i częstotliwość wraz ze zbliżaniem się do źródła napięcia. Detektor FireCraft trACer jest urządzeniem wodoodpornym i posiadającym wzmocnioną obudowę. W porównaniu do AC HotSticka, jego kształt i gabaryty umożliwiają schowanie urządzenia w kieszeni. Do wad należy zaliczyć brak możliwości zmiany czułości pracy [10].



Rys. 4. Detektor DPPE-1 [11]

Detektor ten przeznaczony jest do bezdotykowego sprawdzania występowania pola elektrycznego w pobliżu instalacji i urządzeń pracujących pod napięciem w zakresie $0,23 \text{ kV} \div 400 \text{ kV}$ i częstotliwości sieciowej ($50 \div 60 \text{ Hz}$). Jako

jedyny, dzięki swojej budowie w kształcie koła ($\phi = 67$ mm) o niewielkich rozmiarach zamocowanego na opasce daje możliwość zamontowania go na nadgarstku lub na hełmie. Wskazanie odbywa się przez sygnalizację akustyczno-optyczną. Częstotliwość sygnalizacji wzrasta wraz ze zbliżaniem się do przewodnika będącego pod napięciem. Charakterystyka detekcji jest kierunkowa [11].

Opisane detektory mają jedną wspólną cechę. Przeznaczone są do wykrywania prądu przemiennego AC. Zbudowane są w sposób umożliwiający im wykrywanie pola elektromagnetycznego towarzyszącego przepływowi prądu przemiennego. Natomiast dla prądu stałego zjawisko to nie występuje, w związku z czym urządzenia te są zawodne. Takie ograniczenie stanowi poważny problem dla straży pożarnej, ponieważ szereg działań prowadzony jest w obrębie kolejowych sieci trakcyjnych, hybryd, i ostatnio OZE, których wspólną cechą jest praca na prąd stały. Brak możliwości detekcji prądu stałego podnosi ryzyko porażenia ratowników. Konieczne staje się więc posiadanie odpowiedniego sprzętu elektroizolacyjnego stanowiącego ochronę osobistą strażaków.

Ochrona osobista strażaków

Każdy strażak Państwowej Straży Pożarnej biorący udział w akcji ratowniczo-gaśniczej zobligowany jest do stosowania środków ochrony indywidualnej. Tyczy się to zarówno pożarów, jak i miejscowych zagrożeń. Zgodnie z §1 rozporządzenia [4], pod pojęciem środki ochrony indywidualnej rozumie się „urządzenia lub wyposażenie przewidziane do noszenia bądź trzymania w celu ochrony strażaka przed zagrożeniami, które mogą mieć wpływ na jego bezpieczeństwo i zdrowie”. W skład zasadniczych przedmiotów środków indywidualnych zalicza się: ubranie specjalne, rękawice specjalne, kominiarkę, buty strażackie oraz hełm strażacki. Każda ww. odzież podlega obostrzeniom prawnym i normatywnym, co do ich wykonania, sprawności i niezawodności. Strażak zobligowany jest przed rozpoczęciem służby do sprawdzenia stanu wyposażenia osobistego. Każdy uszkodzony sprzęt należy natychmiast wycofać z użytku, do czasu jego naprawy lub zastąpić nowym. Zakresy użytkowania i badania odzieży strażaków są ogólnie narzucone i nie są jednakowe dla wszystkich typów ubrań. Inne kryteria ustala się dla rękawic, inne dla hełmów lub obuwia. Oczywiście wszystkie muszą umożliwić pracę w podwyższonej temperaturze, jednakże podczas działań w obrębie instalacji niskiego napięcia już nie. Wśród wymienionych środków ochrony indywidualnej, buty specjalne gumowe jako jedyne poddane są badaniom elektroizolacyjności. Co za tym idzie, jedyną formą ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym jest obuwie elektroizolacyjne, które zgodnie z normą PN-EN 50321 poddawane jest okresowej kontroli

minimum raz na rok [7]. Pozostała odzież nie podlega takim badaniom, a tym samym nie stanowi żadnej formy zabezpieczenia elektroizolacyjnego. Oczywiście w miarę możliwości i wyposażenia straż pożarna doposaża się w rękawice i drążki elektroizolacyjne. Jednakże nie wszystkie JRG PSP posiadają na swoich samochodach taki sprzęt. Sprawia to, że obuwie staje się jedyną, skuteczną ochroną, ale tylko w przypadku napięcia krokowego lub prądów stępujących do ziemi, co nie zapewni ochrony w przypadku przepływu prądu na drodze ręką.

Wnioski

Zasadne staje się wprowadzenie nowelizacji rozporządzenia dotyczącego szczegółowych zasad bezpieczeństwa i higieny służby strażaków Państwowej Straży Pożarnej, uwzględniającego zagrożenia wynikające z alternatywnych źródeł zasilania.

Należy wprowadzić specjalistyczne szkolenia i warsztaty umożliwiające zapoznanie się strażaków ze sposobami niwelowania zagrożeń porażeniowych od strony OZE.

Zasadne byłoby wprowadzenie stosownych przepisów prawa mówiących o sposobie postępowania w razie pożarów lub innych zagrożeń wynikających z OZE.

Obligatoryjne staje się wyposażenie wszystkich JRG PSP w sprzęt elektroizolacyjny oraz wykonywanie jego okresowych przeglądów i badań.

Na rynku brakuje detektora prądu, który umożliwiłby wykrycie zagrożenia ze strony prądu stałego DC. Dlatego należy podjąć prace nad wdrożeniem urządzenia umożliwiającego detekcję prądu stałego DC.

Obecnie użytkowane przez straż pożarną urządzenia posiadają wiele wad utrudniających ich obsługę w warunkach pożarowych, dlatego należy podjąć działania mające na celu poprawę jakości dostępnych detektorów.

Zaleca się wzmożenie doraźnych kontroli skuteczności działania systemów zabezpieczających, w tym głównego wyłącznika prądu.

Literatura

- [1] Jopek T., „Bezpieczeństwo ratowników podczas działań groźących porażeniem prądem elektrycznym”, *Przegląd Pożarniczy* 6/2012.
- [2] Kustra P., Ptak S., „Ochrona przeciwpożarowa strażaka – detektory napięcia”, *Elektro.info* 10/2014.
- [3] Strojny J. :Bezpieczeństwo użytkowania urządzeń elektrycznych, INPE nr 37, Wydawnictwo COSIW, Warszawa 2011.

- [4] Rozporządzenia MSWiA z 16 września 2008 r. w sprawie szczegółowych zasad bezpieczeństwa i higieny służby strażaków Państwowej Straży Pożarnej (Dz.U. 2008 nr 180 poz. 1115).
- [5] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 21 listopada 2014 r. w sprawie szczegółowych zasad wyposażenia jednostek organizacyjnych Państwowej Straży Pożarnej (Dz.U. 2014 poz. 1793).
- [6] Norma PN-HD 60364-4-41:2009 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym.
- [7] PN-EN 50321:2002 Obuwie elektroizolacyjne do prac przy instalacjach niskiego napięcia.
- [8] IEC – Raport 479-1 Effects of current on human beings and live Stock, ESV, Vienna 2002.
- [9] www.reflex-nowysacz.pl/sklep/urządzenia-pomiarowe/detektory-pradu/detektor-pradu-przemienne-go-ac-hotstick/
- [10] strefa998.pl/detektor-pradu/803-detektor-pradu-ac-tracer.html;
- [11] www.horpol.com/2/395-306,Sprz%C4%99t-ratowniczy-pozosta%C5%82y,Detektor-przemienne-go-pola-elektrycznego-DPPE-1