OPEN ACCESS

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

Marcin SULKOWSKI[1], Jacek KUSZNIER[2], Dominik KOPROWSKI[3]
ORCID: [1]0000-0002-3079-314X, [2]0000-0001-8436-5717
DOI: 10.15199/48.2025.11.39

Analiza zmian stanu technicznego środków ochrony przeciwporażeniowej w instalacjach elektrycznych w budynkach mieszkalnych wielorodzinnych

Analysis of changes in the technical condition of electric shock protection measures in electrical installations in multi-family residential buildings

[1] Marcin Sulkowski, Faculty of Electrical Engineering, Bialystok University of Technology, Bialystok, Poland, e-mail: m.sullkowski@pb.edu.pl
[2] Jacek Kusznier, Faculty of Electrical Engineering, Bialystok University of Technology, Bialystok, Poland, e-mail: j.kusznier@pb.edu.pl
[3] Dominik Koprowski, Faculty of Electrical Engineering, Bialystok University of Technology, Bialystok, Poland

Adres do korespondencji: m.sullkowski@pb.edu.pl

Streszczenie: W referacie skupiono się na analizie zmian stanu technicznego środków ochrony przeciwporażeniowej w instalacjach elektrycznych w budynkach mieszkalnych wielorodzinnych wybudowanych w latach 70-tych i 80-tych ubiegłego wielu. Podstawą analizy były protokoły badań okresowych z blisko 1400 mieszkań, przy czym analiza nie obejmuje tylko ocenę stanu w okresie realizacji badań, ale także analizę procesów modernizacyjnych w tych instalacjach. Przeanalizowano wyniki badań w okresie 15 lat eksploatacji.

Słowa kluczowe: instalacje elektryczne, ochrona przeciwporażeniowa, infrastruktura energetyczna, transformacja energetyczna

Abstract: The paper focuses on the analysis of changes in the technical condition of electric shock protection measures in multi-family residential buildings built in the 1970s and 1980s. The basis for the analysis was the periodic inspection protocols from nearly 1,400 dwellings, with the analysis not only including an assessment of the condition at the time of the inspections, but also an analysis of the modernisation processes in these installations. The results of the tests over a period of 15 years of operation were compared.

Keywords: electrical installations, electric shock protection, electricity infrastructure, transformation of the electricity system

Wstęp

W Polsce mieszkania eksploatowane w budynkach wielorodzinnych stanowią kilkadziesiąt procent ogólnych zasobów mieszkaniowych. Znaczna część z nich, bo aż około 3 mln została skonstruowana i wybudowana w latach 70-tych i 80-tych, a więc okres eksploatacji tych budynków wynosi już około 50 lat. Coraz częściej w tych obiektach prowadzone są w prace modernizacyjne, obejmujących również modernizację instalacji elektrycznej. Prace te przede wszystkim realizowane są przez właścicieli mieszkań i wykonywane są one najczęściej przy okazji prac remontowych w mieszkaniach. Niestety są one często realizowane przez osoby, które nie posiadają odpowiednich kwalifikacji, a weryfikacja jakości wykonanych prac realizowana jest dopiero przy okazji badań okresowych realizowanych przez administratora obiektów.

Omawiany w artykule zagadnienia są częścią procesu transformacji energetycznej.[1] Całość obejmuje zmiany struktury zarówno w zakresie źródeł, przesyłu, dystrybucji, odbioru energii jak również prognozowanie obciążenia i generacji oraz zarządzania energią. [2-4] Stanowi to element budowania nowoczesnych rozwiązań – smart grid. [5-7]

W niniejszej pracy skupiono się na analizie zmian stanu technicznego środków ochrony przeciwporażeniowej w instalacjach elektrycznych w budynkach mieszkalnych wielorodzinnych.

Charakterystyka budynków podlegających analizie

Analizie poddano wyniki badań okresowych jaki przeprowadzono w instalacjach elektrycznych

w 10 budynkach mieszkalnych 11 kondygnacyjnych, wykonanych w technologii wielkopłytowej. Pomiarami objęto instalacje w 1381 mieszkaniach. Budynki wybudowano w następujących latach: 1974 – 2 obiekty; 1976 – 1 obiekt; 1977 – 2 obiekty; 1978 –2 obiekty; 1984 – 1 obiekt; 1986 – 2 obiekty.

Instalacje elektryczne w tych budynkach pierwotnie zostały wykonane w układzie TN-C, przy pomocy przewodów o żyłach miedzianych. Gniazda wtyczkowe ze stykiem ochronnym usytuowane były jedynie w kuchni i łazience. Cechą charakterystyczną osiedla jest umiejscowienie stacji transformatorowych SN/nN w piwnicach wybranych budynków mieszkalnych, co powoduje, że długość WLZ zasilających została ograniczona do minimum. Badania okresowe w powyższych zasobach realizowane były przez przeszkolonych i posiadających uprawnienia pracowników spółdzielni mieszkaniowej, która jest administratorem obiektów.

Struktura stosowanych zabezpieczeń

Instalacje odznaczają się bardzo dużą różnorodnością zabezpieczeń. W obwodach odbiorczych mieszkań wykorzystano następujące zabezpieczenia:

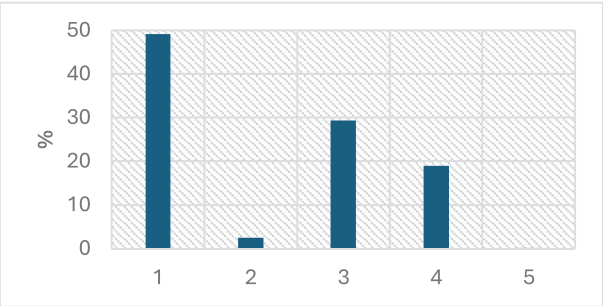
- wyłączniki instalacyjne płaskie – charakterystyka typu B;
- wyłączniki instalacyjne płaskie – charakterystyka typu C;
- wyłączniki instalacyjne wkrętowe – charakterystyka typu L;
- bezpieczniki o wkładkach topikowych – charakterystyka typu BiWts.

W niektórych obwodach brak był zabezpieczeń, gdyż zastosowane wkładki topikowe zostały „zadrutowane" przez użytkowników mieszkań. Strukturę spotykanych zabezpieczeń przedstawiono na rys. 1.

W objętych analizą obiektów nie stwierdzono mieszkań, w których użytkownicy zdecydowali się na zastosowanie sieci typu TN-C-S. Powoduje to, że w żadnym z mieszkań nie zastosowano wyłączników różnicowoprądowych.

W analizowanych obiektach około 79% stosowanych zabezpieczeń stanowią urządzenia ochronne mające charakterystykę czasowo-prądową dwuczęściową, dla wyzwalacza cieplnego i wyzwalacza elektromagnetycznego, w postaci wyłączników instalacyjnych płaskich (charakterystyka typu B lub C) oraz wyłączników instalacyjnych wkrętowych o charakterystyce typu L. Oznacza to, że właśnie w blisko 80% lokali mieszkalnych pierwotne urządzenia ochronne w postaci wkładek topikowych zostały zmienione, przy czym w lokalach których zastosowano wyłączniki instalacyjne płaskie, tzn. 51,6 % instalacji modernizacji podlegała rozdzielnica nN, poprzez dostosowanie jej do montażu wyłączników instalacyjnych płaskich. W pozostałych 29,3% instalacji elektrycznych zastąpiono wkładki bezpiecznikowe wyłącznikami instalacyjnymi wkrętkowymi o charakterystyce typu L, co jest najprostszą metodą modernizacji instalacji elektrycznej.

W 19% instalacji nadal podstawowymi zabezpieczeniami są wkładki bezpiecznikowe, co w przypadku nowych instalacji elektrycznych byłoby już niemożliwe, ze względu na zapisy jakie się znajdują w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowaniu. Jednak przepisy wykonawcze nie działają wstecz, więc stosowanie tego typu zabezpieczeń w obiektach mieszkalnych z lat 70 i 80 XX wieku jest dopuszczalne. Niestety wśród wszystkich zastosowanych wkładek bezpiecznikowych znaleziono 4 wkładki „zadrutowane". Stanowi to niecałe 0,1 % wszystkich zabezpieczeń, co można uznać za wynik całkiem „niezły", jednak świadczy, że nie wszyscy użytkownicy mają pełną świadomość o zagrożeniu jakie wynika z „drutowania" wkładek bezpiecznikowych. Prawdopodobnie wśród zastosowanych w instalacjach elektrycznych wyłączników instalacyjnych (płaskich i wkrętkowych) udział wyłączników niesprawnych może być wyższy niż udział „zadrutowanych" wkładek bezpiecznikowych, jednak prowadzone oględziny oraz zakres badań okresowych uniemożliwiają weryfikację poprawnej pracy tych urządzeń ochronnych.



Rys. 1. Udział poszczególnych typów zabezpieczeń w badanych instalacjach mieszkaniowych, gdzie: 1 – wyłączniki instalacyjne płaskie – charakterystyka typu B; 2 – wyłączniki instalacyjne płaskie – charakterystyka typu C; 3 – wyłączniki instalacyjne wkrętowe – charakterystyka typu L; 4 – bezpieczniki o wkładkach topikowych – charakterystyka typu BiWts

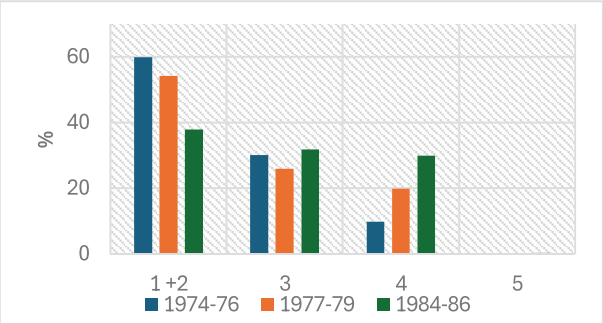
Analiza struktury stosowanych zabezpieczeń, w zależności od wieku budynków, wykazuje, że udział poszczególnych grup zabezpieczeń znacznie się różni w zależności od wieku budynków (rys. 2).

Analiza diagramu z rys. 2 wskazuje, że wyłączniki instalacyjne płaskie dominują w najstarszych mieszkaniach z lat 1974 – 1979. Ich udział jest o bli-

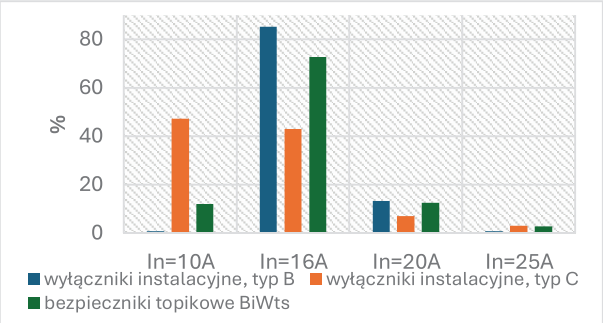
sko 22% większy niż w przypadku mieszkań wybudowanych w latach 1983 – 1986. Jest to spowodowane modernizacją instalacji elektrycznych oraz tablic mieszkaniowych w starszych obiektach, których wiek przekracza już 40 lat. W budynkach z lat 1983–1986 udział wyłącznik wkrętowych oraz bezpieczników z wkładkach topikowych BiWts jest znacznie większy niż w budynkach wybudowanych we wcześniejszym okresie, co świadczy o tym, że w tych mieszkaniach nie przeprowadzano jeszcze gruntownego remontu instalacji elektrycznych. Natomiast można się spodziewać, że w okresie najbliższych 5 lat co najmniej 20–25% tych instalacji zostanie zmodernizowanych. Jest to istotny sygnał, dla pracowników spółdzielni lub wspólnot mieszkaniowych, że należy zwrócić szczególna uwagę na „jakość" wykonywanych przez właścicieli lub lokatorów mieszkań modernizacji. Pięcioletni okres pomiędzy kolejnymi przeglądami i badaniami okresowymi instalacji elektrycznych w obiektach wielorodzinnych wydaje się zbyt długi. Zdaniem autorów należałoby uczulić użytkowników, że każda taka ingerencja w instalację elektryczną powinna zakończyć się przygotowanie protokołu z oględzin i prób potwierdzających „jakość" prac modernizacyjnych. Zwłaszcza, że struktura prądów znamionowych stosowanych przy modernizacji zabezpieczeń nie zawsze jest zgodna z strukturą pierwotnie zastosowanych wkładek topikowych. Na rys. 3 przedstawiono strukturę udziału prądów znamionowych poszczególnych typów zabezpieczeń stosowanych w instalacjach mieszkaniowych.

W przypadku modernizacji tablic mieszkaniowych podstawowym zabezpieczeniem są wyłączniki instalacyjne płaskie o prądzie znamionowym In = 16A. Stanowią one ponad 85% wszystkich stosowanych wyłączników. W przypadku 13,3 % obwodów zasilanych z modernizowanych rozdzielnic zastosowano wyłączniki o prądzie znamionowym In = 20A. Jest to bardzo niepokojące, gdyż wyłączniki te nie zapewniają skutecznej ochrony przed prądem przetężeniowym dla „pierwotnej" instalacji elektrycznej. Instalacje elektryczne w objętych badaniami obiektach na etapie ich budowy wykonane zostały przewodami o przekroju żył wynoszącym 1,5 mm^2 i jeśli podczas modernizacji wymianie nie podlegały również przewody, to warunek skutecznej ochrony przed prądem przeciążeniowym nie jest spełniony. Powoduje to wzrost zagrożenia pożarowego w tych budynkach.

Nawyk stosowania w modernizowanych instalacjach zabezpieczeń o prądzie znamionowym In = 16A, jest dodatkowo o tyle dziwny, że zasilane z obwodów odbiorniki charakteryzują się coraz większą efektywnością energetyczną. W przypadku obwodów zasilających odbiorniki oświetleniowe oraz gniazda wtyczkowe ogólnego przeznaczenia wystarczające byłyby zabezpieczenia o prądzie In = 10A. Wskazuje na to bardzo wysoki udział wyłączników wkrętkowych o takim prądzie znamionowym. Stanowią one ponad 47% zabezpieczeń tego typu, co świadczy, że ich dotychczasowa eksploatacja nie sprawia problemów użytkownikom powodując zbędnych wyłączeń zasilania. W przypadku stosowania wyłączników o prądzie znamionowym In = 10A łatwiej byłoby także zapewnić selektywność działania z zabezpieczeniem przedlicznikowym, które znajduje się w zamkniętej tablicy licznikowej na klatce budynku.



Rys. 2. Udział poszczególnych typów zabezpieczeń w zależności od wieku budynku, gdzie: 1 – wyłączniki instalacyjne płaskie – charakterystyka typu B; 2 – wyłączniki instalacyjne płaskie – charakterystyka typu C; 3 – wyłączniki instalacyjne wkrętowe – charakterystyka typu L; 4 – bezpieczniki o wkładkach topikowych – charakterystyka typu BiWts



Rys. 3. Udział wartości prądów znamionowych wyłączników instalacyjnych płaskich o charakterystyce typu B i C oraz bezpieczników topikowych BiWts

Analizując strukturę stosowanych zabezpieczeń oraz ich prądów znamionowych nie można zapominać o ich funkcji w ochronie przeciwporażeniowej. W wszystkich objętych badaniem instalacjach podstawowym środkiem ochrony przy uszkodzeniu jest samoczynne wyłączenie zasilania, chociaż w przypadku obiektów budynków z lat 70-tych oraz 80-tych powinno się mówić o zerowaniu zgodnie z wymaganiami Zarządzenia Ministra Górnictwa i Energetyki oraz Ministra Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych z 31.12.1968 w sprawie warunków technicznych, jakim powinna odpowiadać ochrona przeciwporażeniowa w urządzeniach elektroenergetycznych o napięciu do 1 kV. Przyjmując kryteria jakie zostały przedstawione w powyższym

zarządzeniu [3] niezależnie od typów stosowanych zabezpieczeń oraz ich prądów znamionowych, warunek skutecznej ochrony przeciwporażeniowej w objętych badaniami instalacjach zostałby zachowany, gdyby wszystkie gniazda posiadały styk ochronny lub nie wykryto w instalacjach drutowanych wkładek bezpiecznikowych.

Niewielkie odległości od stacji transformatorowych oraz duże przekroje kabli zasilających oraz WLZ powodują, że zmierzone wartości impedancji pętli zwarcia nie przekraczały wartości ZS = 1,8Ω. Tylko w przypadku jednego obwodu instalacji pomiar wykazał wartość impedancji pętli ZS = 2,4Ω co było spowodowane poluzowaniem przewodu w gnieździe wtyczkowym. Natomiast nie wolno tych obserwacji generalizować na wszystkie budynki wielorodzinne. Specyfiką obiektów objętych badaniem była lokalizacji stacji transformatorowych w piwnicach budynków. W przypadku innego sposobu zasilania budynków wartości impedancji zwarcia mogłyby być większe i w przypadku stosowania urządzeń ochronnych o prądzie znamionowym In = 25A lub zabezpieczeń o charakterystykach zwłocznych skuteczna ochrona przeciwporażeniowa mogłaby być nie zapewniona.

Znaczenie większym problemem jest niestosowanie w instalacjach gniazd ze stykiem ochronnym. Użytkownicy nie są świadomi, że z gniazd bez styku ochronnego można zasilać odbiorniki wykonane w drugiej klasie ochronności. Nagminną sytuacją było stosowanie takich gniazd do zasilania odbiorników wykonanych w pierwszej klasie ochronności, dla których w przypadku uszkodzenia izolacji podstawowej brak połączenia części przewodzących dostępnych z przewodem ochronno-neutralnym PEN skutkuje brakiem ochrony przy uszkodzeniu.

Analiza skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w objętych badaniami mieszkaniach

W ramach prowadzonych badań zbadano skuteczność ochrony przeciwporażeniowej względem styku ochronnego gniazd wtyczkowych zainstalowanych w kuchniach i łazienkach. Pomiarami impedancji pętli zwarciowej objęto ok. 8200 gniazd w kuchniach oraz ok. 3200 gniazd w łazienkach.

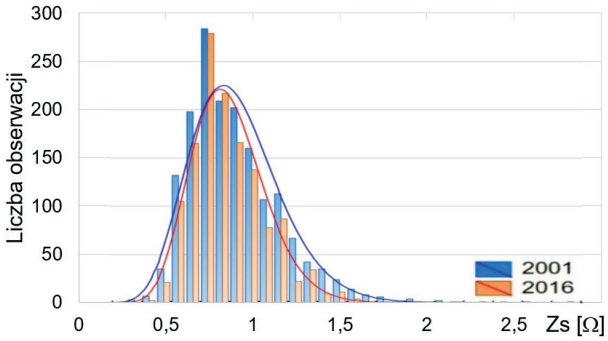
Na rysunku 4 przedstawiono wyniki pomiarów impedancji pętli zwarciowej w obwodach mieszkań, przy czym do analizy przyjęto jedną, maksymalną wartość impedancji pętli zwarciowej jaką uzyskano z pomiarów w danym mieszkaniu. Każde mieszkanie reprezentowane było więc przez jedną wartość impedancji pętli zwarciowej.

Rozkład impedancji pętli zwarciowej, zarówno dla badań przeprowadzonych w 2001 roku oraz 2016, podlega rozkładowi typu LNOR(m,σ), o parametrach:

– m = – 0,148, σ = 0,288 – pomiary 2001 r.,
– m = – 0,194, σ = 0,257 – pomiary 2016 r.

Rozkład impedancji pętli zwarciowej dla badań, zarówno dla badań przeprowadzonych w 2001 roku oraz 2016 podlega rozkładowi typu GAM(b,p) o wartości parametru:

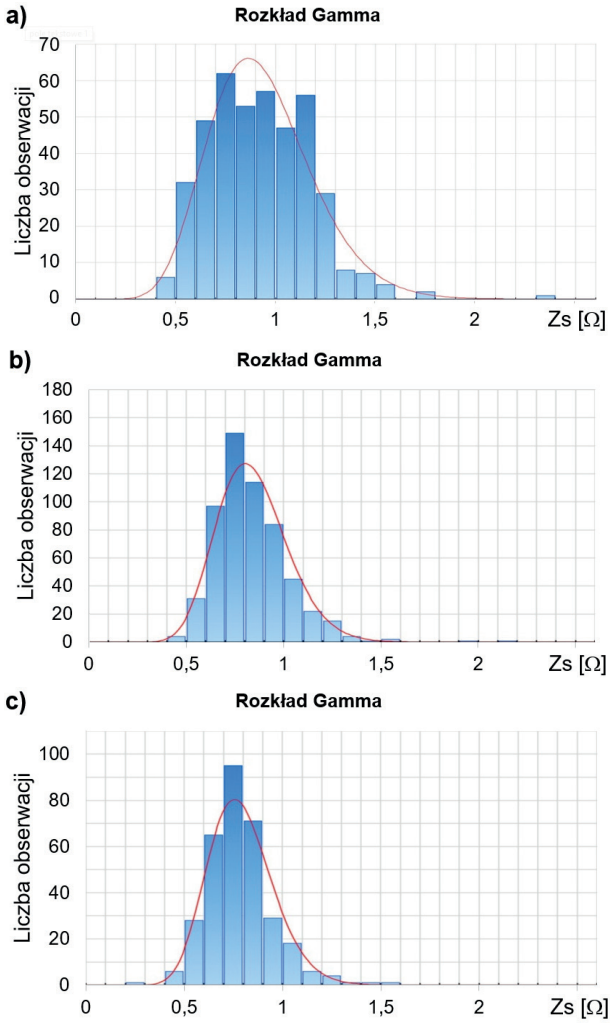
– p = 12,272, b = 0,0733 – pomiary 2001 r.,
– p = 16,775, b = 0,0512 – pomiary 2016 r.



Rys. 4. Rozkład wartości impedancji pętli zwarciowej w obwodach mieszkań, otrzymanych w wyniku pomiarów (do obliczeń wzięto najwyższą, zmierzoną wartość impedancji pętli zwarciowej badanych obwodów mieszkania)

Z tabeli 1 wynika, że w okresie 15 lat pomiędzy pomiarami nastąpił niewielki spadek wartości charakterystycznych w obu grupach pomiarów. Różnice pomiędzy nimi są na tyle nieduże, że mogą wynikać z błędu systematycznego, jakie wprowadzały mierniki, którymi prowadzone były badania. Niewielki spadek może również wynikać z modernizacji instalacji elektrycznej w budynkach mieszkalnych wielorodzinnych. Z przeprowadzonych badań wynika, że w 77% mieszkań impedancja pętli zwarciowej w obwodach instalacyjnych nie przekracza wartości ZS = 1 Ω. Maksymalna impedancja pętli zwarciowej powyżej ZS > 2 Ω występuje zaledwie w 0,15% objętych badaniami mieszkań. Stacje transformatorowo-rozdzielczych SN/nn (zasilające badane budynki mieszkalne) zlokalizowane są na terenie osiedla (w piwnicach niektórych z objętych badaniami budynków mieszkalnych). Jest to powodem niskiej wartości impedancji pętli zwarciowej, gdyż jest niewielka odległość od transformatora do badanego gniazda wtyczkowego.

Inaczej wyglądają rozkłady wartości impedancji pętli zwarciowej, jeżeli weźmie się pod uwagę pomiary impedancji pętli zwarciowej we wszystkich gniazdach wtyczkowych, przy czym przedstawione poniżej charakterystyki dotyczą pomiarów wykonanych w roku 2016. Ponadto wyznaczono je oddzielnie dla obiektów wybudowanych w latach 1974–76, 1977–78 oraz 1984–86.



Rys. 5. Rozkład wartości impedancji pętli zwarciowej w obwodach mieszkalnych w zależności od wieku budynków, a) rozkład dla budynków z lat 1974 – 1976, b) rozkład dla budynków z lat 1977 – 1978, c) rozkład dla budynków z lat 1984 – 1986

Tabela 1. Wartości statystyczne pomiarów przeprowadzonych w 2001 oraz 2016 roku

Rok	2001	2016
Mediana [Ω]	0,85	0,82
Średnia arytmetyczna impedancji pętli zwarciowej ZS [Ω]	0,899	0,859
Odchylenie standardowe σ [Ω]	0,272	0,219
Wartość maksymalna impedancji pętli zwarciowej [Ω]	2,89	2,4

Wszystkie dane opisujące rozkłady z rys. 5 zawarto w tabeli 2. Z przedstawionych w tabeli 2 danych można zauważyć, że rozkłady wartości impedancji pętli zwarciowej różnią się znacząco, w zależności od wieku budynku mieszkalnego.

W przypadku budynków wybudowanych w latach 1977–1978 (rys. 5b) oraz 1983–1986 (rys. 5c) rozkłady te można opisać wykorzystując rozkład normalny. Świadczy o tym wartość parametru p (p > 21). W przypadku budynków wybudowanych w latach 1974–1976 (rys. 5a) konieczne jest wykorzystanie rozkładu typu Gamma do przedstawienia impedancji pętli zwarcia. Związane jest to ze znacznie większą liczbą obwodów elektrycznych, w których impedancja pętli zwarciowej znacznie przekracza wartość średnią arytmetyczną impedancji w próbce. Wraz z wiekiem budynków wartość średnia impedancji pętli zwarciowej rośnie. O postępującej degradacji właściwości styków elektrycznych świadczy miara rozproszenia (odchylenia standardowego) zmiennej losowej wokół wartości średniej. W przypadku budynków powstałych w latach 1974–1976 odchylenie standardowe jest niemal 50% większe niż dla budynków wybudowanych w latach 1983–1986.

Tabela 2. Wartości statystyczne pomiarów budynków oddanych w kolejnych okresach

lata	1974-76	1976-78	1984-86
Parametr skali - b	0,0709	0,0393	0,0343
Parametr kształtu - p	13,164	21,415	23,046
Średnia arytmetyczna impedancji pętli zwarciowej ZS [Ω]	0,934	0,843	0,791
Odchylenie standardowe σ [Ω]	0,281	0,194	0,159
Wartość maksymalna impedancji pętli zwarciowej [Ω]	2,4	2,2	1,57

Podsumowanie

Analiza przedstawionych powyżej wyników pokazuje, że wskazane jest opracowanie przez zarządców obiektów odgórnych wytycznych dotyczących modernizacji elektrycznych. W chwili obecnej często takie prace są realizowane przez osoby postronne nie posiadające odpowiedniej wiedzy co powoduje, że stosowane zabezpieczenia nie są skoordynowane z resztą instalacji elektrycznej. Innym problemem jest brak nadzoru nad jakością prac modernizacyjnych. Nagminnie niewykonywane są badania odbiorcze, które to zgodnie z obowiązującym prawem powinny być realizowane po zakończeniu tego typu prac.

W tej kwestii należałoby poprawić obowiązujące przepisy. W obecnej sytuacji prawnej konsekwencje za niedopełnienie obowiązków są wyciągane dopiero wtedy, gdy w wyniku zaniedbań nastąpi porażenie prądem elektrycznym zagrażające życiu ludzkiemu lub wystąpi pożar, którego przyczyną było zwarcie w instalacji elektrycznej.

Przedstawione badania zostały zrealizowane na Wydziale Elektrycznym i sfinansowane w ramach WZ/WE-IA/3/2023.ji.

Przyjęto: 10.11.2025, **zaakceptowano:** 12.11.2025, **opublikowano:** 24.11.2025

LITERATURA

[1] Popczyk J., Biała Księga Transformacji Energetycznej do Elektroprosumeryzmu. ENERGETYKA nr 8/2023 i nr 10/2023
[2] Konopka K., Konopka Z., „Prospects of Induction Heating in Electrotechnologies and Electroheating – Two Specialized Markets of Electroprosumerism", Przegląd Elektrotechniczny, t. 100, Art. nr 8, 2024, doi:10.15199/48.2024.08.25.
[3] Sulkowski M., Kusznier J., „Impact of photovoltaic installations on the operational safety of public facilities", Przegląd Elektrotechniczny, nr 4, 2025, doi: 10.15199/48.2025.04.21.
[4] Kluj G., „Dylematy przyłączania odnawialnych źródeł energii do sieci dystrybucyjnej niskiego napięcia", PE, t. R. 101, Art. nr ISSN: 0033–2097, 2025, doi: 10.15199/48.2025.04.19
[5] Złotecka D., Rakowska A., "Wpływ transformacji energetycznej na plany odbudowy Krajowego Systemu Elektroenergetycznego." Przegląd Elektrotechniczny, nr 8, 2024, doi:10.15199/48.2024.08.20
[6] Naczyński T., Korab R., Połomski M., „Short-term forecasting of the baseline load of the residential customer using historical data", Przegląd Elektrotechniczny, t. 101, Art. nr 5, 2025, doi: 10.15199/48.2025.05.05.
[7] Dołęga W., "Transformation of the national distribution network - selected aspects". Przegląd Elektrotechniczny, R. 101 NR 5/2025, DOI: 10.15199/48.2025.05.28
[8] Lejdy B., Sulkowski M., „Skuteczność ochrony przeciwporażeniowej w układach o redundancji obciążonej, Przegląd Elektrotechniczny, 81 (2005), nr.4, 57–60
[9] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie wraz z póź. zm. (Dz. U. 2012 nr 75 poz. 690) wraz z późniejszymi zmianami.
[10] Zarządzenie Ministra Górnictwa i Energetyki oraz Ministra Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych z 31. 12.1968 w sprawie warunków technicznych, jakim powinna odpowiadać ochrona przeciwporażeniowa w urządzeniach elektroenergetycznych o napięciu do 1 kV.
[11] Biegelmeier G.: Evaluations of effects of sinusoidal alternating current 50/60Hz and direst current on persons with regard to tolerable risk of harmful electric shock, Private non-profit Foundation Electrical Safety, Vienna 2006.