

Zastosowanie wkładek bezpiecznikowych o charakterystyce szybkiej w obwodach linii napowietrznych niskiego napięcia

Streszczenie. Sieci rozdzielcze niskiego napięcia (nn) eksploatowane w Polsce, są w większości w układzie TN-C, w którym najpowszechniej stosowanym środkiem ochrony przeciwporażeniowej przy uszkodzeniu jest samoczynne wyłączenie zasilania. W obwodach liniach napowietrznych do samoczynnego wyłączenia zasilania powszechnie wykorzystywane są wkładki topikowe o charakterystyce gG. Dla tych obwodów, dla których pomiary eksploatacyjne wykazały nieskuteczną ochronę przeciwporażeniową, stosowane są wkładki topikowe o charakterystyce gF, które nie są przedmiotem norm europejskich: PN-EN 60269-1 oraz PN-EN 60269-2, a ich produkcja oparta jest o normy zakładowe. W artykule przedstawiono propozycję zmiany charakterystyk prądowo-czasowych dotychczasowych wkładek topikowych gF, aby możliwe było spełnienie ww. wymagań normatywnych, m.in. w zakresie sprawdzenia charakterystyk, a w szczególności granic charakterystyk pasmowych.

Abstract. Low-voltage (LV) distribution networks operated in Poland, are mostly in the TN-C system. The most commonly used means of additional protection against electric shock during damage is automatic switching off the power supply. In low voltage overhead line circuits, most often, these are fuse links with gG characteristics. In these circuits, where operational measurements have shown ineffective protection against electric shock, are mostly used fuse links with gF characteristics, which are not subject of European standards: EN 60269-1 and PN EN 60269-2 and their production is based on factory standards. The paper presents a proposal of changing the tripping characteristics of the current gF fuse links in order to be able to meet the normative requirements, including the verification of tripping characteristics, in particular the limits of band characteristics. (**Application of fuse-links with fast characteristics in circuit of low voltage overhead lines**).

Słowa kluczowe: linie napowietrzne, ochrona przeciwporażeniowa, samoczynne wyłączenie zasilania, wkładki topikowe.

Keywords: overhead line, protection against electric shock, automatic shutdown of the power supply, fuse links.

Wstęp

Bezpieczniki są najstarszymi aparatami stosowanymi w urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych. Do zabezpieczania przed przetężeniami, a przede wszystkim przed skutkami zwarć [1-3].

Bezpieczniki topikowe, to aparaty, które wskutek przetopienia jednego lub więcej topików przerywają obwód, w którym są umieszczone, wyłączając prąd, kiedy przekracza on określoną wartość w wystarczająco długim czasie. Bezpiecznikiem topikowym jest zestaw części tworzących kompletny aparat. Natomiast wkładka topikowa to część bezpiecznika zawierająca topik lub topiki, przeznaczona do wymiany po jej zadziałaniu [4, 5].

W obwodach linii napowietrznych niskiego napięcia od wielu lat powszechnie stosowane są wkładki topikowe o pełnozakresowej zdolności wyłączenia i ogólnego przeznaczenia, opisywane jako wkładki topikowe o charakterystyce gG [6].

W obwodach zabezpieczanych wkładkami gG, w których pomiary eksploatacyjne wykazały nieskuteczną ochronę przeciwporażeniową (napięcia dotykowe przekraczają wartości dopuszczalne i nie można uzyskać samoczynnego wyłączenia zasilania w wymaganym czasie) konieczne jest zmniejszenie impedancji pętli zwarcia przez inwestycje wymagające pewnych przygotowań i nakładów, a przede wszystkim czasu na ich realizację.

Od wielu lat w Polsce dość odważnie sięga się w takich przypadkach po wkładki topikowe o pełnozakresowej zdolności wyłączenia i charakterystyce szybkiej często opisywane jako wkładki topikowe o charakterystyce gF [6].

Takie rozwiązanie powinno być traktowane jako tymczasowe, do czasu zaplanowania i realizacji inwestycji zmierzającej do zmniejszenia impedancji pętli zwarcia L-PEN, co pozwoli na powrót do stosowania wkładek topikowych o charakterystyce ogólnego przeznaczenia gG.

Wymagania w zakresie ochrony przeciwporażeniowej w obwodach linii napowietrznych niskiego napięcia

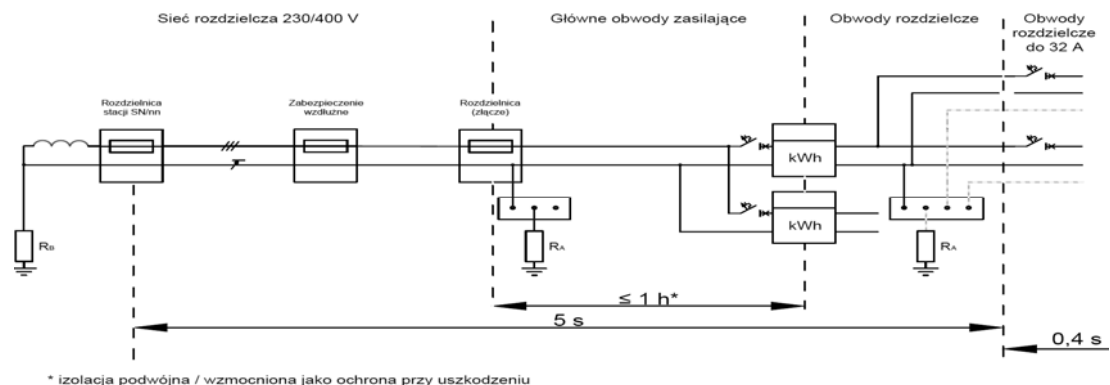
Sieci rozdzielcze niskiego napięcia (nn) eksploatowane w Polsce, są w większości w układzie TN-C, w którym

najpowszechniej stosowanym środkiem ochrony przeciwporażeniowej przy uszkodzeniu jest samoczynne wyłączenie zasilania. Ogół wymagań dla instalacji w układzie TN o napięciu 230/400 V przedstawiono w tabeli 1 i na rysunku 2.

Tabela 1. Zestawienie wymagań odnośnie do czasu samoczynnego wyłączenia zasilania w trójfazowych instalacjach prądu przemiennego o napięciu 230/400 V w układzie TN [5, 9, 10]

Rodzaj obwodu	Układ TN
Obwody odbiorcze o prądzie znamionowym $I_n \leq 32$ A	0,4 s
Obwody odbiorcze o prądzie znamionowym: - $I_n = 32$ A zasilające tylko podłącz. na stałe urz. elektr. - $I_n = 63$ A zasilające co najmn. jedno gniazdo wtyk.	5 s
Obwody rozdzielcze o dowolnym prądzie znam.	5 s
Obwody sieci rozdzielczej zasilające instalację oraz główny obwód zasilający budynku w wykonaniu o izolacji podwójnej lub wzmocnionej	Samoczynne wyłączenie przez poprzedzający bezpiecznik o prądzie znamionowym I_{nf} Prąd wyłączający: $1,6I_{nf}$ – norma [4], $2I_{nf}$ – norma [10]
Obwody, w których nie sposób uzyskać samoczynnego wyłączenia zasilania w wymaganym czasie	Miejscowe połączenia wyrównawcze ochronne ograniczające długotrwałe utrzymujące się napięcie dotykowe na poziomie dopuszczalnym długotrwałe

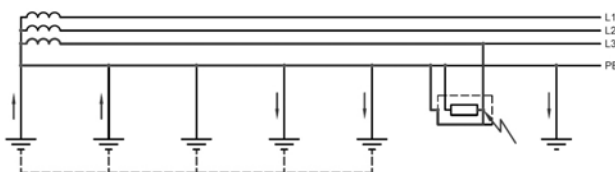
W układzie TN najmniejszy czas samoczynnego wyłączenia zasilania, nie dłuższy niż 0,4 s, wymagany jest w obwodach odbiorczych o prądzie znamionowym nie większym niż 32 A. Czas nie dłuższy niż 5 s dopuszcza się w obwodach odbiorczych, o prądzie znamionowym 32 A, zasilających tylko podłączone na stałe urządzenia elektryczne oraz w obwodach odbiorczych o prądzie znamionowym 63 A zasilające co najmniej jedno gniazdo wtykowe.



Rys.2. Wymagany czas samoczynnego wyłączenia zasilania w instalacjach odbiorczych prądu przemiennego o napięciu 230/400 V w układzie TN

Taki sam czas samoczynnego wyłączenia zasilania jest dozwolony w obwodach sieci rozdzielczych nn, w tym obwodach linii napowietrznych. Czas znacznie większy, nie dłuższy niż 1 godzina, dopuszczają normy w obwodzie głównym zasilającym budynek, łącznie z pierwszą rozdzielnicą, jeżeli mają one wykonanie równoważne izolacji podwójnej lub wzmocnionej (przewody kabelkowe lub kable), a zwarcie doziemne zostanie wyłączone przez zabezpieczenie poprzedzające w sieci rozdzielczej.

Sieci rozdzielcze niskiego napięcia eksploatowane w Polsce, w tym linie napowietrzne, są w większości w układzie TN-C. W poprawnie wykonanym układzie TN-C, z wielokrotnym uziemieniem przewodów ochronno-neutralnych (PEN), tylko znikoma część prądu zwarcia L-PEN (nawet mniej niż 1%) wraca do źródła poprzez uziemienia i ziemię (rys.3).



Rys. 3. Pętla zwarcia L-PEN w układzie TN-C w całości złożona przewodów linii napowietrznej

W takich przypadkach impedancja pętli zwarcia doziemnego L-PEN, w następstwie uszkodzenia izolacji podstawowej, jest w całości złożona z impedancji przewodów obwodu linii napowietrznej nn. Do samoczynnego wyłączenia zasilania w tych obwodach wystarczają bezpieczniki topikowe. Zabezpieczenia te i tak są wymagane w każdym obwodzie w celu ograniczenia cieplnych i elektrodynamicznych skutków zwarc. Tak więc rozszerzenie ich funkcjonalności, bez wzrostu dodatkowych kosztów, dla celów ochrony przeciwporażeniowej, jest jak najbardziej pożądane [11, 12].

Pomiary eksploatacyjne wynikające z Prawa budowlanego [13], w szczególności z Art. 62 ust. 1 pkt 2, wykonywane cyklicznie przez służby eksploatacyjne operatora sieci rozdzielczych, m.in. w celu sprawdzenia skuteczności działania środków ochrony przed porażeniem, niekiedy wykazują nieskuteczne działanie tej ochrony, w szczególności w długich, przekraczających 500 m, a nawet i 1000 m, obwodach linii napowietrznych niskiego napięcia.

Ze względu na fakt, że w układzie TN-C impedancja pętli zwarcia doziemnego L-PEN, w następstwie uszkodzenia izolacji podstawowej, jest w całości złożona z impedancji przewodów linii napowietrznych poprawa skuteczności działania ochrony przeciwporażeniowej sprowadza się do dwóch metod.

Pierwsza metoda polega na zmniejszeniu impedancji pętli zwarcia doziemnego L-PEN w obwodzie linii napowietrznej nn poprzez:

- wymianę istniejących przewodów inne przewody o większym przekroju;
- skrócenie istniejących obwodów poprzez zmianę topologii sieci;
- montaż dodatkowego obwodu (np. podwieszonego na istniejących konstrukcjach wsporczych) i przyłączenie do niego niektórych odbiorców.

Wszystkie trzy sposoby pierwszej metody wymagają nakładów inwestycyjnych, które muszą się pojawić w planie inwestycyjnym. W wielu przypadkach konieczne jest wykonanie i uzgodnienie dokumentacji projektowej, a co najmniej wytycznych, jako dokumentacji uproszczonej. Wykonanie tych czynności powoduje przesunięcie w czasie działań zmierzających do poprawy skuteczności działania ochrony przeciwporażeniowej, na co, biorąc pod uwagę odpowiedzialność za bezpieczeństwo, nie może sobie pozwolić operator sieci rozdzielczych.

Druga metoda polega na wymianie zabezpieczenia nadprądowego na inne o lepszych parametrach. W praktyce, zgodnie z zaleceniami operatorów sieci rozdzielczych, najczęściej wykonuje się [14]:

- montaż i przyłączenie zabezpieczenia wzdłużnego, najczęściej jako rozłącznika izolacyjnego bezpiecznikowego montowanego na słupie;
- wymianę bezpiecznika na inny, o szybszej charakterystyce czasowo-prądowej, w rozdzielnicy zasilającej obwód lub w zabezpieczeniu wzdłużnym.

Oba sposoby drugiej metody mogą być wykonane od razu po ocenie wyników pomiarów przez osoby dozoru i nie wymagają dokumentacji projektowej, jak i znacznych nakładów inwestycyjnych.

Do zabezpieczania obwodów linii napowietrznych nn, powszechnie stosuje się wkładki topikowe o charakterystyce gG [5]. Wkładki te powinny być wykonane zgodnie z normami: PN-EN 60269-1:2010 +A1:2012 +A2:2015-02 [5] i PN-EN 60269-2:2014-06 [15].

W przypadku braku ochrony przeciwporażeniowej dla obwodu linii napowietrznej nn zabezpieczonego wkładką topikową o charakterystyce gG operatorzy sieci rozdzielczych zalecają zastąpienie jej nieznormalizowaną wkładką topikową o charakterystyce gF i powtórne dokonanie oceny ochrony [14].

Stosowanie wkładek topikowych w liniach napowietrznych niskiego napięcia

Wkładki topikowe gF są stosowane w Polsce od wielu lat. W rozporządzeniu [16] przewiduje się możliwość stosowania bezpieczników topikowych (...) do

samoczynnego przerwania prądów zwarcia, przy czym warunek samoczynnego przerwania prądów zwarcia w czasie nie przekraczającym 0,2 s jest spełniony, jeżeli prąd mający je wywołać przekracza [16]:

- 1) dla bezpieczników z wkładką o działaniu szybkim – sześciokrotną wartość prądu znamionowego wkładki;
- 2) dla bezpieczników z wkładką o działaniu zwłocznym – dziesięciokrotną wartość prądu znamionowego wkładki.

Równocześnie obowiązywały przepisy prawa dotyczące ochrony przeciwporażeniowej regulowane zarządzeniami ministrów, m.in. zarządzenie [17].

Ww. rozporządzenie i pozostałe akty prawne w zakresie ochrony przeciwporażeniowej zostały uchylone przez rozporządzenie Ministra Przemysłu z dnia 8 października 1990 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać urządzenia elektroenergetyczne w zakresie ochrony przeciwporażeniowej [18]. W § 17 ust. 3 dopuszcza w sieci rozdzielczej i liniach zasilających (...) czas odłączenia napięcia (...) nie przekraczający 5 s. W urządzeniach, w których dopuszczono samoczynne odłączenie zasilania w czasie nie przekraczającym 5 s wartość prądu I_a mającego spowodować to odłączenie powinna być większa od wartości obliczonej według wzoru:

$$(1) \quad I_a = k \cdot I_n$$

gdzie: wartości k i I_n należało przyjmować zgodnie z tabelą nr 3 lub wyznaczyć z charakterystyk prądowo-czasowych urządzeń wyłączających prąd zwarcia [18].

Dla bezpieczników wielkiej mocy z wkładką topikową szybką o prądzie znamionowym w zakresie od 32 A do 200 A wartość współczynnika k wynosiła 4.

Wymagania normatywne dla wkładek topikowych mocy zawarte zostały w Polskiej Normie PN-E-06160:1971 [19], w której znajdowały się m.in. charakterystyki prądowo-czasowe wkładek o charakterystyce szybkiej (Załącznik 1). Norma ta została zastąpiona w 1991 r. tłumaczeniami angielskich wersji norm: IEC 269-1 [20], IEC 269-2 [21] i IEC 269-2-1 [22], w których nie przewidziano wkładek bezpiecznikowych mocy o charakterystyce szybkiej. Te zmiany w polskiej normalizacji spowodowały konieczność opracowania norm zakładowych na potrzeby produkcji wkładek o charakterystyce gF. Taki stan trwa do chwili obecnej.

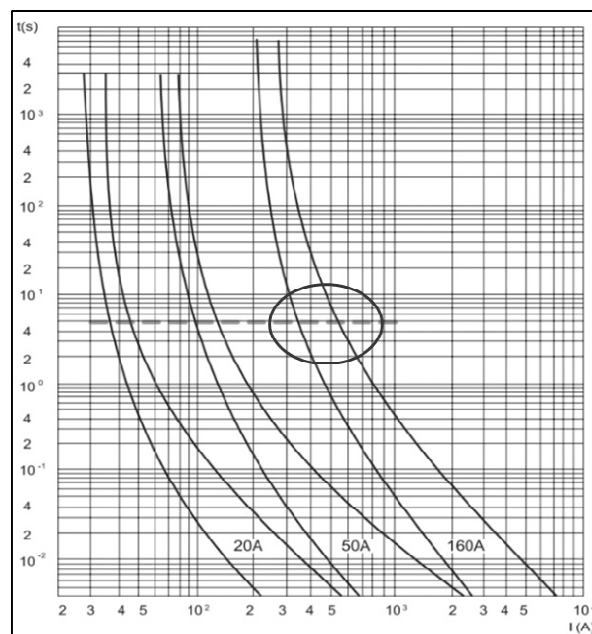
Należy podkreślić, że od tego czasu na rynku polskim zaczęły pojawiać się wkładki topikowe mocy o charakterystyce szybkiej znacząco różniące się między sobą charakterystykami czasowo-prądowymi. Dobór wkładek topikowych przez projektantów wymagał użycia albo współczynnika k z rozporządzenia [18], albo współczynnika k lub analizy charakterystyki czasowo-prądowej konkretnego producenta wkładek. Korzystanie z drugiej metody było znacznie korzystniejsze, ponieważ współczynniki k wkładek topikowych o charakterystyce gF podawane przez producentów wynoszą znacznie poniżej 4. W tabeli 2. zestawiono wartości prądu I_a mającego spowodować odłączenie zasilania wyznaczonego z pasmowych charakterystyk prądowo-czasowych i uzyskanych jako wielokrotność współczynnika k i prądu znamionowego wkładki topikowej o charakterystyce gF.

Warto zwrócić uwagę, że charakterystyki pasmowe podawane przez producentów wkładek topikowych gF są znacznie szersze od charakterystyk pasmowych wkładek gG wyznaczonych w oparciu o uśrednione charakterystyki i odchyłki dopuszczalne przez normy [5, 15]. Przykładowo dla wkładki topikowej gF o prądzie znamionowym 160 A na podstawie danych z charakterystyki prądowo-czasowej pasmowej (rys. 4) dla czasu 5 s wyznaczono uśredniony prąd o wartości 440 A i odchyłkę wynoszącą $\pm 23\%$.

Dopuszczalne przez normy [5, 15] odchyłki wynoszą $\pm 10\%$, a przy wdrożonej kontroli jakości produkcji wkładek topikowych można spełnić ostrzejsze kryteria tolerancji nawet na poziomie $\pm 7\%$ [7, 8].

Tabela 2. Zestawienie wartości prądu I_a mającego spowodować odłączenie zasilania wyznaczonego z pasmowych charakterystyk prądowo-czasowych i uzyskanych jako iloczyn współczynnika k i prądu znam. wkładki topikowej o charakterystyce gF [18, 23]

I_n (A)	$I_a = k \cdot I_n$ $k = 4$ (A)	I_a $U_n = 500$ V wyzn. z $I-t$ (A)	I_a $U_n = 500$ V wyzn. pr. z $I-t$ (A)	I_a $U_n = 400$ V wyzn. pr. z $I-t$ (A)
63	252	160	150	152
80	320	250	238	198
100	400	320	310	235
125	500	370	350	352
160	640	540	530	460
200	800	590	570	598



Rys. 5. Przykładowe charakterystyki prądowo-czasowe pasmowe dla wkładek topikowych gF [23]

Jest to trochę zaskakujące, ponieważ w publikacji [24] przedstawiono przebiegi charakterystyk prądowo-czasowych wkładek topikowych gF typu 00, wyznaczonych na podstawie badań serii informacyjnej, z których wynika, że odchyłki prądu od wartości uśrednionej nie przekraczają $\pm 10\%$.

Można przypuszczać, że charakterystyki prądowo-czasowe wkładek topikowych gF są znacznie węższe niż z ostrożności określone w normach zakładowych i podawanych przez producentów w katalogach. Celowe wydaje się powtórne wyznaczenie pasmowych charakterystyk prądowo-czasowych dla wkładek topikowych gF, a prace nad ich ewentualną poprawą powinny skupiać się nad ich zawężeniem. Badania charakterystyk pasmowych prądowo-czasowych $t-I$ wkładek topikowych gF powinny skupiać się przede wszystkim dla czasu przedłukowego t_v wynoszącego 5 s – wymaganego przepisami czasu samoczynnego wyłączenia zasilania w obwodach linii dystrybucyjnych niskiego napięcia.

Warto również upowszechnić stosowanie wkładek topikowych gF o napięciu znamionowym 400 V, które dla niektórych prądów znamionowych posiadają korzystniejszy współczynnik k niż wkładki topikowe dla napięcia znamionowego 500 V.

Celowe wydaje się również przeprowadzenie badań w zakresie działania wkładek o charakterystyce szybkiej w obwodach linii napowietrznych o długości powyżej 1000 m, których w polskich sieciach rozdzielczych jest jeszcze prawie 65 tys. [24], w których napięcia dotykowe przekraczają wartości dopuszczalne i nie można potwierdzić skutecznego działania ochrony przeciwporażeniowej.

Dla tych obwodów, gdzie wartość napięcia dotykowego przekroczy wartość dopuszczalną, można podjąć próbę zastosowania wkładek o zawężonej pasmowej charakterystyce szybkiej i sprawdzenia skutecznego działania ochrony przeciwporażeniowej. Jest to rozwiązanie tymczasowe, do czasu zaplanowania i realizacji inwestycji zmierzającej do zmniejszenia impedancji pętli zwarcia L-PEN, co pozwoli na powrót do stosowania wkładek topikowych o charakterystyce ogólnego przeznaczenia gG.

Wnioski

Bezpieczniki to nadal najpowszechniej stosowane w Polsce aparaty do zabezpieczania przed przetężeniami, a przede wszystkim przed skutkami zwarć w obwodach rozdzielczych niskiego napięcia.

W obwodach napowietrznych, zabezpieczanych wkładkami topikowymi o charakterystyce gG lub gF, pomiary niekiedy wykazują nieskuteczną ochronę przeciwporażeniową.

Badania charakterystyk pasmowych prądowo-czasowych $t-I$ wkładek topikowych gF powinny skupiać się dla czasu przedłukowego t_v wynoszącego 5 s - wymaganego przepisami czasu samoczynnego wyłączenia zasilania w obwodach linii dystrybucyjnych niskiego napięcia.

Charakterystyki pasmowe prądowo-czasowe $t-I$ wkładek topikowych gF są dość szerokie. Pracę nad poprawą tych charakterystyk powinny skupiać się nad ich zawężeniem.

Dla tych obwodów, gdzie wartość napięcia dotykowego przekroczy wartość dopuszczalną, można podjąć próbę zastosowania wkładek o zawężonej pasmowej charakterystyce szybkiej i powtórnego sprawdzenia działania ochrony przeciwporażeniowej traktując to jednak jako rozwiązanie tymczasowe.

Autorzy: mgr. inż. Schwann Mirosław, KENTIA Firma Konsultingowa, ul. 3 Maja 15/5, 84-200 Wejherowo, E-mail: miroslaw.schwann@kentia.pl; dr hab. inż. Partyka Janusz, prof. PL, Politechnika Lubelska, Wydział Elektrotechniki i Informatyki, Katedra Urządzeń Elektrycznych i Techniki Wysokich Napięć, ul. Nadbystrzycka 38a, 20-618 Lublin, E-mail: j.partyka@pollub.pl.

LITERATURA

- [1] Schwann M.: Zastosowanie wkładek topikowych o charakterystyce szybkiej i bardzo szybkiej w obwodach linii napowietrznych niskiego napięcia – *Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej*, (2019) nr 64, 37-44
- [2] Schwann M.: Poprawa ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym za pomocą samoczynnego wyłączenia zasilania przy wykorzystaniu wkładek bezpiecznikowych w obwodach linii napowietrznych niskiego napięcia – [Materiały] XXVI Konferencja Szkoleniowo-Techniczna KABEL 2019 *Elektroenergetyczne Sieci Kablowe i Napowietrzne, Janów Podlaski*, 12-15.03.2019, 138-154
- [3] Musiał E., Bezpieczniki w nowoczesnych układach zabezpieczeń urządzeń niskiego napięcia, [Materiały] *Ogólnopolskie Szkolenie Techniczne „Zabezpieczenia*

- niskonapięciowych instalacji i urządzeń elektrycznych”* Poznań, październik 2001. Poznań: ENERGO-EKO-TECH. 1-19
- [4] Lipski T.: Bezpieczniki niskonapięciowe, *WNT*, (1968), 31-60
- [5] PN-EN 60269-1:2010 + A1:2012 + A2:2015-02 Bezpieczniki topikowe niskonapięciowe - Część 1: Wymagania ogólne
- [6] Kłopotki R.: Nowe bezpieczniki topikowe o charakterystyce szybkiej gF firmy ETI Polam, *Elektrosystemy*, (2009) Nr III, 68-71
- [7] Bessei H., Bezpieczniki od A do Z. Wkładki bezpiecznikowe mocy. Podręcznik dla użytkowników wkładek bezpiecznikowych nisko- i średnionapięciowych, *NH/HH-Recycling*, Germany, (2012)
- [8] Bessei H., Power Fuses: Manual for User of Low-voltage and High-voltage Fuses, *NH/HH Recycling*, Germany, (2011)
- [9] PN-HD 60364-4-41:2017-09 + A11:2017-11 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed porażeniem elektrycznym
- [10] Norma SEP N SEP-E-001 Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przed porażeniem elektrycznym, Warszawa, (2013)
- [11] Musiał E., Obciążalność cieplna oraz zabezpieczenia nadprądowe przewodów i kabli, *Miesięcznik SEP INPE „Informacje o normach i przepisach elektrycznych”*, (2008) nr 107, 3-41
- [12] Musiał E., Ochrona od porażań w układach IT, TT i TN. Współdziałanie dwóch różnych układów w jednej instalacji, *Miesięcznik SEP INPE „Informacje o normach i przepisach elektrycznych”*, (2013) nr 162-163, 3-68
- [13] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane, t.j. Dz.U.2018.1202 z późniejszymi zmianami
- [14] Behrent Z., Grzelka S., Łopat Ż., Orzechowski A., Schwann M., Wysocki K., Zasady wykonywania pomiarów w ENERGA-OPERATOR S.A. Oddział w Gdańsku, Gdańsk, (2010)
- [15] PN-EN 60269-2:2014-06 Bezpieczniki topikowe niskonapięciowe - Część 2: Wymagania dodatkowe dotyczące bezpieczników przeznaczonych do wymiany przez osoby wykwalifikowane (bezpieczniki głównie do stosowania w przemyśle) - Przykłady znormalizowanych systemów bezpiecznikowych od A do K.
- [16] Rozporządzenie Ministra Górnictwa i Energetyki oraz Ministra Administracji, Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 30 stycznia 1976 r. w sprawie niektórych warunków technicznych, jakim powinna odpowiadać ochrona przeciwporażeniowa w urządzeniach elektroenergetycznych o napięciu do 1 kV, Dz.U.1976.6.31
- [17] Zarządzenie Ministra Górnictwa i Energetyki oraz Ministra Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych z dnia 31 grudnia 1968 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinna odpowiadać ochrona przeciwporażeniowa w urządzeniach elektroenergetycznych o napięciu do 1 kV
- [18] Rozporządzenie Ministra Przemysłu z dnia 8 października 1990r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać urządzenia elektroenergetyczne w zakresie ochrony przeciwporażeniowej. Dz.U.81.473
- [19] PN-E-06160:1971 Bezpieczniki topikowe przemysłowe na znamionowe napięcie izolacji do 1000 V prądu przemiennego i do 1200 V prądu stałego. Ogólne wymagania i badania
- [20] PN-E-06160-10:1991 Bezpieczniki topikowe niskonapięciowe - Ogólne wymagania i badania
- [21] PN-E-06160-20:1991 Bezpieczniki topikowe niskonapięciowe - Wymagania dodatkowe dotyczące bezpieczników przemysłowych przeznaczonych do obsługi przez osoby upoważnione
- [22] PN-E-06160-21:1991 Bezpieczniki topikowe niskonapięciowe - Przykłady typowych bezpieczników znormalizowanych przeznaczonych do obsługi przez osoby upoważnione
- [23] WT – NH. Wkładki topikowe nożowe i osprzęt, podstawy bezpiecznikowe, rozłączniki bezpiecznikowe. Katalog ETI Polam. https://www.etipolam.com.pl/images/product_db/levels/pl-PL/5259_TD.pdf
- [24] Ossowicki J., Białynicki-Birula K., Cwidak K.: Wkładki topikowe wielkości 00 o charakterystyce szybkiej, *Wiadomości Elektrotechniczne* (1995), nr 2
- [25] Ocena statystyczna stanu elektroenergetycznych sieci dystrybucyjnych. Lata 2015-2017. Etap I, *ARE*, Warszawa, maj 2018