



Sławomir SAMEK<sup>1</sup>, Jan STRZAŁKA<sup>2</sup>

Biuro Studiów i Projektów Energetycznych ENERGOPROJEKT-KRAKÓW SA (1), Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie (2)

## Zmiany w wymaganiach dotyczących projektowania i budowy stacji elektroenergetycznych wysokiego napięcia wprowadzone normą PN-E-05115: 2002

**Streszczenie.** Wraz z ustanowieniem Polskiej Normy PN-E-05115 „Instalacje elektroenergetyczne prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1 kV” nastąpiła istotna zmiana w wymaganiach w zakresie projektowania i budowy stacji elektroenergetycznych wysokiego napięcia. W artykule przedstawiono wybrane, szczególnie ważne zdaniem autorów, różnice w podejściu do wymiarowania stacji elektroenergetycznych i zapewnienia bezpieczeństwa personelu prowadzącego eksploatację. Zaprezentowane zagadnienia powinny ułatwić korzystanie z tej normy jej przyszłym użytkownikom.

**Abstract.** (Revision of requirements regarding the design and erection of HV substations presented in PN-E-05115: 2002 standard). The formation of Polish standard PN-E-05115 „Power installations exceeding 1 kV a. c.” resulted in substantial revisions regarding requirements for design and construction of HV substations. The paper demonstrates selected issues that according to the authors are of paramount importance with respect to different approaches to substation dimensioning and ensuring safety of maintenance staff. The issues in question should make the utilization of the standard easier for their prospective users.

**Słowa kluczowe:** stacja elektroenergetyczna, instalacja, analiza wymagań, wytyczne projektowania.

**Key words:** substation, installation, analysis of requirements, guidelines for design.

### Wstęp

W sierpniu 2002 roku Polski Komitet Normalizacyjny ustanowił normę PN-E-05115: *Instalacje elektroenergetyczne prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1 kV* [1]. Dla ludzi związanych z energetyką był to moment szczególny, bowiem po z górą 40 latach, miały wyjść z powszechnego użytkowania Przepisy Budowy Urządzeń Elektroenergetycznych [2], a szczególnie ich rozdział III.

Celem niniejszego artykułu jest przybliżenie najistotniejszych różnic pomiędzy dotychczas funkcjonującymi wymaganiami, a postanowieniami zawartymi w normie PN-E-05115. Autorzy mają nadzieję, że w ten sposób pomogą przyszłym użytkownikom normy w poruszaniu się po jej zapisach. Pojawiają się bowiem nowe określenia i całkowicie bądź częściowo zmienione wymagania. Ze względu na dużą objętość normy, nie wszystkie zmiany mogą być łatwo zauważone i tym samym mogłyby zostać pominięte przy opracowywaniu projektów, zwłaszcza w pierwszym okresie stosowania nowej normy. Aby tego uniknąć, autorzy artykułu, korzystając z wcześniejszej znajomości zagadnień, w tym także z racji uczestniczenia w procesie tłumaczenia na język polski dokumentu HD, podjęli próbę skrótowego naświetlenia tych fragmentów normy PN-E-05115, które zawierają regulacje odmienne od dotychczasowych.

### Charakterystyka ogólna normy

Polska Norma PN-E-05115: *Instalacje elektroenergetyczne prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1 kV* jest tłumaczeniem europejskiego dokumentu harmonizującego HD 637 S1: 1999 *Power installations exceeding 1 kV a. c.* [13]. Dokument harmonizujący był pierwszym krokiem w kierunku unifikacji wymagań dla instalacji wysokiego napięcia w obszarze krajów europejskich. Nie był to krok łatwy, ponieważ wszystkie kraje miały własne regulacje, w oparciu o które, przez szereg lat, realizowano obiekty dla potrzeb energetyki. Z tego powodu dokument HD zawierał załączniki oznaczone jako S i T, w których znalazły się odstępstwa zalegalizowane dla różnych krajów, pozwala-

jące w praktyce posiłkować się, dla niektórych zagadnień, obowiązującymi uprzednio wymaganiami. W trakcie przygotowywania normy, dokument HD został przekazany do Międzynarodowej Komisji Elektrotechnicznej IEC (International Electrotechnical Commission) i aktualnie są prowadzone prace nad przygotowaniem normy o zasięgu nie tylko europejskim, ale także światowym. W październiku 2002 roku została wydana część pierwsza tej normy, jako IEC 61936-1 [12], dotycząca wymagań ogólnych dla instalacji elektroenergetycznych wysokiego napięcia. Można zatem sądzić, że po zakończeniu prac nad normą IEC, Polska stanie wobec konieczności zastąpienia normy PN-E-05115 będącej tłumaczeniem europejskiego dokumentu HD, nowymi wymaganiami zawartymi w dokumencie IEC. A więc czas funkcjonowania normy PN-E-05115 może okazać się stosunkowo krótki. Nie należy jednak postrzegać tego faktu w kategoriach negatywnych. Już teraz bowiem mamy sposobność zapoznawania się z odmiennie sformułowanymi wymaganiami i zupełnie nowymi regulacjami niż te, do których byliśmy dotąd przyzwyczajeni. A odstępstw od dotychczasowej, wieloletniej praktyki jest stosunkowo dużo.

Na wstępie zwraca uwagę terminologia. Norma wprowadza terminologię międzynarodową. Najistotniejszą różnicą jest przyjęcie określenia „instalacja elektroenergetyczna” dla nazwania obiektu, jakim jest stacja lub rozdzielnia elektroenergetyczna, w którym zainstalowane są, połączone ze sobą, urządzenia elektryczne. Dotychczas termin ten był raczej stosowany do określenia zespołów współpracujących urządzeń w zakresie do 1 kV, np. w obiektach budowlanych. W miejsce części pod napięciem pojawiła się część czynna. Ta zmiana wydaje się bardzo słuszną, ponieważ tory prądowe i połączenia nie w każdym układzie pracy muszą się znajdować pod napięciem, a niezależnie od tego konieczne jest zachowanie odpowiednich odległości i odstępów. Część czynna natomiast, to element przeznaczony do pracy pod napięciem, czyli wymagający zachowania rygorów bezpieczeństwa, niezależnie od aktualnego stanu wynikającego z konfigu-

racji sieci. W zakresie ochrony przeciwporażeniowej mówi się o ochronie przy dotyku pośrednim, a nie jak dotychczas o ochronie przed dotykiem pośrednim. I znów trzeba przyznać, że istota zagadnienia jest podana w sposób o wiele bardziej jasny. Bo przecież nie stosujemy zabezpieczeń przed dotknięciem przewodzących elementów konstrukcji wsporczych, czy np. obudów, a jedynie ograniczamy zagrożenia, jakie powstają w przypadku, gdy nastąpi zetknięcie, w warunkach zakłóceń, z dostępnymi częściami przewodzącymi.

Godny podkreślenia jest także bardzo przejrzysty i logiczny układ normy PN-E-05115. Informacje są podawane w sposób umożliwiający stopniowe i systematyczne poznanie zagadnień dających w końcowym efekcie znajomość tematu pozwalającą przystępować do pracy nad tworzeniem instalacji elektroenergetycznych wysokiego napięcia. Dla wykazania logicznego układu normy warto podać tytuły poszczególnych rozdziałów wraz z charakterystyką ich zawartości. Brzmiały one następująco:

1. Zakres normy i normy powołane (normy międzynarodowe i europejskie oraz inne dokumenty normalizacyjne).
2. Definicje (zestawienie stosowanych terminów i ich definicje).
3. Wymagania podstawowe (elektryczne, mechaniczne i środowiskowe oraz specjalne).
4. Izolacja (poziomy izolacji, izolacyjne odstępy powietrzne).
5. Urządzenia (wymagania dotyczące urządzeń elektrycznych, takich jak łączniki, transformatory, przekładniki itp.).
6. Instalacje (wymagania dla instalacji napowietrznych i wewnętrznych, budynków oraz instalowania rozdzielnic w wykonaniu fabrycznym).
7. Środki bezpieczeństwa (ochrona przed dotykiem bezpośrednim, przy dotyku pośrednim, ochrona przeciwpożarowa, ochrona przed wyciekiem cieczy elektroizolacyjnych oraz oznaczenia).
8. Instalacje pomocnicze i systemy sterowania (potrzeby własne, instalacje sprężonego powietrza, kompatybilność elektromagnetyczna obwodów sterowania).
9. Instalacje uziemiające (wymiarowanie i budowa instalacji uziemiających, pomiary instalacji uziemiających).
10. Przegląd i badania odbiorcze (cele, metody i sposoby przeprowadzania przeglądów i badań odbiorczych).

Poza wymienionymi rozdziałami norma zawiera cały szereg załączników, odnoszących się przede wszystkim do instalacji uziemiających i służących wspomaganie projektowania tych instalacji.

Pomimo podkreślonej wyżej przejrzystości układu, norma może być powodem pewnych trudności w jej bezpośrednim stosowaniu. Nie należy jednak tego zagadnienia postrzegać jako błędu. Jest to działanie świadome, bowiem normy wprowadzają wymagania o charakterze ogólnym i trudno w nich znaleźć, wyrażoną w postaci wzoru, czy też wartości liczbowej, odpowiedź na każde, pojawiające się w trakcie projektowania pytanie. Normy mają przede wszystkim za zadanie dostarczyć informacji, na bazie których można tworzyć szczegółowe poradniki czy też wytyczne projektowania. Może to oczywiście być powodem nieporozumień i trudności w rozwiązywaniu praktycznych zagadnień, ale taka jest już współczesna normalizacja, a jak tę sytuację opanować w warunkach polskiej energetyki, zaproponowano w dalszej części artykułu. Jako przykłady niejednoznacznych określeń można przytoczyć wszelkiego rodzaju sformułowania w

rodzaju „należy uwzględnić”, po których są wymieniane zagadnienia, jakich nie można pominąć przy rozwiązywaniu wybranego problemu. O sposobie rozwiązania decyduje już tylko doświadczenie, poziom umiejętności i wiedza techniczna, jaką dysponuje opracowujący dane zagadnienie projektant. Przykładowo w przypadku określenia minimalnej wysokości części czynnych nad dostępnym terenem należy uwzględnić zmniejszenie minimalnych odległości zbliżenia wskutek opadów śniegu na dostępne powierzchnie. Przy czym oczywiście nie ma żadnej informacji, jakie grubości warstwy śniegu należy przyjmować. Ale przecież nie można oczekiwać, aby norma zawierała takie informacje skoro dotyczy ona krajów od basenu Morza Śródziemnego, aż po daleką północ. Pozostaje zatem znajomości zagadnienia i wiedza, jaką dysponuje projektant. Pewne propozycje w tym zakresie można znaleźć w Komentarzu [3].

Inna grupa zagadnień to wymóg dokonywania w wielu przypadkach uzgodnień pomiędzy dostawcą a odbiorcą. Dotychczas wszelkie aspekty techniczne były regulowane przez odpowiednie wymagania, a obowiązkiem projektanta było te wymagania stosować. Teraz w procesie projektowania, przy dokonywaniu wyboru odpowiednich wymagań, powinien także uczestniczyć przyszły użytkownik instalacji. Aby jednak uczestnictwo użytkownika odbywało się z korzyścią dla tworzonego rozwiązania, konieczny jest odpowiednio wysoki poziom znajomości zagadnień. Oczywiście użytkownikom znacząco może tutaj pomóc doświadczenie nabywane podczas eksploatacji istniejących już obiektów. Trzeba jednak prowadzić wnikliwe obserwacje i analizować szczegółowo każdy przypadek występującej sytuacji ruchowej bądź awaryjnej.

Charakteryzując normę PN-E-05115 należy zauważyć, że wymagania w niej zawarte dotyczą napięć od 3 kV aż do 700 kV. Mamy zatem w jednym dokumencie zgromadzone wymagania dla całego spektrum napięć występujących w polskim systemie energetycznym. Jest to o tyle ważne, iż dotychczasowe przepisy określały wymagania tylko do poziomu 220 kV, a wymagania dla stacji wyższych napięć określały instrukcje projektowe.

Należy także zauważyć, iż norma PN-E-05115 zezwala na to, aby w trakcie rozbudowy istniejących obiektów stosować wymagania, jakie obowiązywały w trakcie ich projektowania i budowy. Można zatem powiedzieć, że przepisy PBUE nie powinny być pochopnie wyrzucane, gdyż mogą jeszcze niejednokrotnie stać się użyteczne.

### **Parametry determinujące rozwiązanie stacji elektroenergetycznej**

Zasadnicze znaczenie dla prawidłowego zaprojektowania i zbudowania stacji elektroenergetycznej wysokiego napięcia mają wymagania zawarte w rozdziałach 4, 6, 7 i 9 normy PN-E-05115. Są to rozdziały dotyczące odpowiednio: izolacji, instalacji rozumianej jako cały obiekt stacyjny, środków bezpieczeństwa oraz instalacji uziemiającej. Poniżej skoncentrowano się na zagadnieniach samej instalacji i bezpieczeństwa eksploatacyjnego, a instalacji uziemiającej poświęcono odrębny fragment artykułu.

Tworzenie nowej instalacji rozpoczynamy od doboru odpowiedniego poziomu izolacji, dla każdego występującego w instalacji napięcia. Trudność polega jednak na tym, że zdecydowana większość napięć nominalnych w zakresie od 3 kV aż do 700 kV ma przypisany więcej niż jeden poziom izolacji. Trzeba zatem dokonać wyboru, który powinien się opierać na posiadanym doświadczeniu i odpowiedniej znajomości zagadnień. Wybrany poziom izolacji pozwala stwierdzić, jaki powinien być minimalny odstęp doziemny  $N$ . Czynności doboru poziomu izolacji i odstępu doziemnego dokonujemy w oparciu o tablice 1, 2 i 3 zamieszczone w normie PN-E-

05115. Minimalne odstępów w powietrzu dla wybranych poziomów napięć z zakresów A, B i C przedstawiono w

zamieszczonych poniżej tabelach 1, 2. Wymagania te oparte są na postanowieniach norm [14] i [15].

Tabela 1. Minimalne odstępów w powietrzu, zakres napięciowy A ( $1 \text{ kV} < U_m < 52 \text{ kV}$ ) i B ( $52 \text{ kV} \leq U_m < 300 \text{ kV}$ )

Napięcie nominalne sieci $U_n$ (wartość skuteczna) [kV]	Najwyższe napięcie urządzeń $U_m$ (wartość skuteczna) [kV]	Znamionowe wytrzymałwane napięcie krótkotrwałe częstotliwości sieciowej (wartość skuteczna) [kV]	Znamionowe wytrzymałwane napięcie udarowe piorunowe 1,2/50 $\mu\text{s}$ (wartość szczytowa) [kV]	Minimalny odstęp doziemny i międzyfazowy (N)	
				Instalacje wewnętrzne [mm]	Instalacje napowietrzne [mm]
6	7,2	20	40 60	60 90	120
15	17,5	38	75 95	120 160	160
30	36	70	145 170	270 320	
110	123	185 230	450 550	900 1100	
220	245	325 360 395 460	750 850 950 1050	1500 1700 1900 2100	

Tabela 2. Minimalne odstępów w powietrzu, zakres napięciowy C ( $U_m \geq 300 \text{ kV}$ )

Napięcie nominalne sieci $U_n$ (wartość skuteczna) [kV]	Najwyższe napięcie urządzeń $U_m$ (wartość skuteczna) [kV]	Znamionowe wytrzymałwane napięcie udarowe łączeniowe doziemne 250/2500 $\mu\text{s}$ [kV]	Minimalny odstęp doziemny		Znamionowe wytrzymałwane napięcie udarowe łączeniowe międzyfazowe 250/2500 $\mu\text{s}$ [kV]	Minimalny odstęp międzyfazowy	
			przewód – konstrukcja [mm]	pręt – konstrukcja (N) [mm]		przewód – przewód równoległy [mm]	pręt – przewód [mm]
380 (400)	420	950 1050	2200 2600	2900 3400	1425 1575	3100 3600	3600 4200

Według dotychczasowych PBUE cała opisana powyżej procedura była bardziej uproszczona, bowiem minimalne odstępów doziemne zostały tam bezpośrednio uzależnione od napięcia nominalnego.

Norma PN-E-05115 zawiera także postanowienia dotyczące ochrony przeciwporażeniowej. Postanowienia te i wymagania dotyczą zarówno ochrony przed dotykiem bezpośrednim, jak i ochrony przy dotyku pośrednim. W rozdziale 7 norma [1] wprowadza jako środki ochrony przed dotykiem bezpośrednim: obudowy, przegrody, przeszkody i umieszczenie poza zasięgiem.

Dla każdego z podanych sposobów norma określa szczegółowe wymagania, zarówno dla zamkniętych pomieszczeń ruchu elektrycznego, jak i na zewnątrz tych pomieszczeń.

W tabeli poniżej (Tab.3) przedstawiono zestawienie wymagań pozwalających właściwie określić warunki bezpieczeństwa. Wszystkie te wymagania bezpośrednio zależą od odstępów doziemnych  $N$ . Dlatego poprawne wyznaczenie odstępów doziemnych jest zagadnieniem o charakterze fundamentalnym i należy mu poświęcić odpowiednią uwagę.

Tabela 3. Podstawowe wielkości determinujące rozwiązanie instalacji

Oznaczenie	Określenie	Wartość
$N$	Minimalne odstępów podstawowe, służące do określania odstępów i odległości wymaganych w poszczególnych przypadkach; jest to odstęp doziemny, wyznaczany dla niekorzystnego układu elektrod, dla przepięć piorunowych dla napięć w zakresach A i B, a przepięć łączeniowych w zakresie C	Podane w rozdziale 4 normy PN-E-05115 (tablice 1, 2, 3). Wybrane wartości zamieszczone powyżej w tabelach 1 i 2.
$B$	Odstęp przegrody	$B_1 = N$ dla ścianek pełnych $B_2 = N + 100 \text{ mm}$ dla siatek drucianych, przy stopniu ochrony IP1XB, dla napięć $U_m > 52 \text{ kV}$ $B_3 = N + 80 \text{ mm}$ dla siatek drucianych, przy stopniu ochrony IP2X, dla napięć $U_m \leq 52 \text{ kV}$
$O$	Odstęp przeszkody	$O_1 = N + 200 \text{ mm}$ (min. 500 mm) dla przeszkód w instalacjach wewnętrznych $O_2 = N + 300 \text{ mm}$ (min. 800 mm) dla przeszkód w instalacjach napowietrznych
$C, E$	Odstęp ogrodzenia zewnętrznego instalacji napowietrznej	$C = N + 1000 \text{ mm}$ dla ścianki pełnej $E = N + 1500 \text{ mm}$ dla siatki drucianej
$T$	Odległość zbliżenia dla pojazdów (transport)	$T = N + 100 \text{ mm}$
$H$	Wysokość minimalna nad terenem dostępnym (na terenie zamkniętego obszaru ruchu elektrycznego)	$H = N + 2250 \text{ mm}$ (min. 2500 mm)
$H'$	Wysokość minimalna ponad powierzchnią dostępną przy ogrodzeniu zewnętrznym	$H' = 4300 \text{ mm}$ dla napięć $U_m \leq 52 \text{ kV}$ $H' = N + 4500$ (min. 6000 mm) dla napięć $U_m > 52 \text{ kV}$

Uzupełnienie danych z tabeli 3, mających wpływ na rozwiązanie instalacji stanowią wielkości podane w tabeli 4 oparte na danych pochodzących z Rozporządzenia [8] oraz z norm [6] i [7].

Tabela 4. Uzupełnienie wielkości determinujące rozwiązanie instalacji

Oznaczenie	Określenie	Wartość
$H_{min}$	Najmniejsze dopuszczalne odległości pionowe przewodów elektroenergetycznych linii napowietrznych od poziomu ziemi wg PN-E-05100-1	$5+U/150$ [m], gdzie U oznacza napięcie znamionowe linii w kilowoltach
$D_L$	Odstęp w powietrzu, wyznaczający zewnętrzną granicę strefy prac pod napięciem	Wg Polskiej Normy PN-EN 50110-1 Eksploatacja urządzeń elektrycznych i Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999 roku w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych.
$D_V$	Odstęp w powietrzu wyznaczający zewnętrzną granicę strefy w pobliżu napięcia	

Wielkości  $D_L$  i  $D_V$  pozwalają wyznaczać strefy bezpiecznej pracy. Z kolei znajomość najmniejszych dopuszczalnych odległości pionowych przewodów od ziemi określonych w normie [7] jest niezbędna dla określenia wysokości zawieszenia przewodów przy przekraczaniu ogrodzenia zewnętrznego stacji. Z jednej strony bowiem mamy teren stacji z wymaganiami normy [1], a z drugiej strony obszar otwarty, na którym należy stosować postanowienia normy [7] i dopiero wybór większej z pośród wielkości pochodzących z obu norm zapewni odpowiedni poziom bezpieczeństwa. Dane przedstawione w tabelach 1 i 2, uzupełnione o sposób ich wykorzystania zamieszczony w normie PN-E-05115 w postaci odpowiednich rysunków, dają możliwość właściwego rozmieszczenia elementów instalacji względem siebie i względem innych obiektów.

W normie PN-E-05115 znalazł się także pełny zbiór wymagań dotyczących ochrony środowiska przed wyciekami cieczy elektroizolacyjnych. Określono wielkość misy olejowej i zbiorników awaryjnych pod transformatorami i sposób gromadzenia cieczy w przypadku jej awaryjnego wycieku.

W zakresie wymagań dotyczących ochrony przeciwpożarowej warto zauważyć uzależnienie odstępów pomiędzy transformatorami i innymi obiektami od temperatury zapłonu i wartości opalowej cieczy elektroizolacyjnej zawartej w transformatorze oraz konieczność uwzględnienia nośności, szczelności i izolacyjności ogniowej przy konstruowaniu ścian oddzielenia pożarowego.

### Instalacje uziemiające

Dla ochrony przy dotyku pośrednim w urządzeniach wysokiego napięcia norma [1] nakazuje stosowanie uziemienia. Uziemienie to pełni rolę uziemienia ochronnego, ale zazwyczaj spełnia również rolę uziemienia roboczego i/lub uziemienia odgromowego. Ponieważ większość kryteriów, których spełnienie ma zapewnić trwałość instalacji uziemiającej są takie same dla uziemień pełniących różne funkcje, wymagania odnośnie ochrony przy dotyku pośrednim podano w rozdziale 9 normy zatytułowanym „Instalacje uziemiające”.

Zgodnie z normą [1] ochronę przy dotyku pośrednim uznaje się za skuteczną, jeśli napięcia dotykowe rażeniowe  $U_T$  obliczone lub zmierzone nie przekroczą największych dopuszczalnych napięć dotykowych rażeniowych  $U_{Tp}$ :

$$(1) \quad U_T \leq U_{Tp}$$

Największe dopuszczalne napięcia dotykowe rażeniowe  $U_{Tp}$  w zależności od czasu trwania rażenia  $t_F$  wg [1] przedstawiono na rysunku 1.

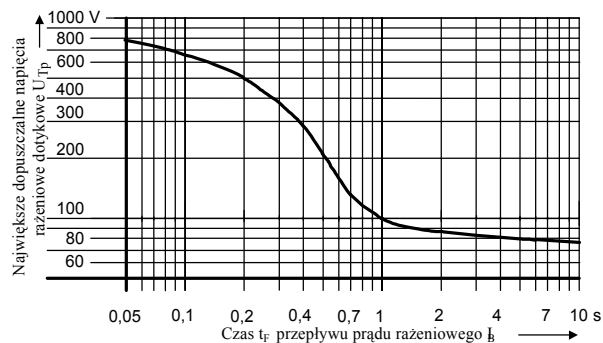
Norma [1] dopuszcza również ocenę skuteczności ochrony przy dotyku pośrednim na podstawie porównania

obliczonych lub zmierzonych napięć dotykowych rażeniowych  $U_{ST}$  i napięć dotykowych rażeniowych dopuszczalnych  $U_{STp}$ , wyznaczonych przy określonej wartości rezystancji dodatkowej  $R_a$  (stanowiska i obuwia).

Norma określa warunki, w których kryteria skuteczności ochrony przy dotyku pośrednim można uznać za spełnione bez sprawdzenia podanych wyżej warunków. Jednym z nich jest spełnienie warunku, aby rozpatrywana instalacja uziemiająca była częścią zespolonej instalacji uziemiającej.

Norma PN-E-05115 [1] podaje również postanowienia dotyczące wykonania wspólnej instalacji uziemiającej dla urządzeń wysokiego i niskiego napięcia oraz wiele wymagań szczegółowych dotyczących łączenia z uziomem obiektu elektroenergetycznego przewodzących ogrodzeń, rurociągów, torów kolejowych, słupowych stacji transformatorowych i obwodów wtórnych przekładników.

Norma [1] wprowadza ponadto w załączniku normatywnym D uzupełniające środki ochrony, nazwane uznanymi środkami typu M. Mają one na celu zmniejszenie prawdopodobieństwa porażeń, dzięki powiększeniu rezystancji na drodze przepływu prądu rażenia lub wyrównywaniu potencjałów.



Rys. 1. Największe dopuszczalne napięcia dotykowe rażeniowe  $U_{Tp}$  w zależności od czasu  $t_F$  przepływu prądu rażeniowego

### Wymagania dotychczas nie regulowane odpowiednimi przepisami

Polska norma PN-E-05115, poza zagadnieniami znanymi z dotychczas obowiązujących przepisów, zawiera także wymagania dla obszarów, które uprzednio nie były w ogóle regulowane bądź znajdowały się w przepisach nie związanych bezpośrednio z energetyką.

W pierwszej kolejności, wśród nowych zagadnień należy wymienić wymagania dla instalowania prefabrykowanych rozdzielnic osłoniętych poddawanych próbie typu, w tym także dla rozdzielnic z izolacją gazową SF<sub>6</sub>. W przypadku rozdzielnic gazowych nie można pominąć ważnych kwestii ochrony przepięciowej i odpowiedniego uziemienia. I mimo iż norma nie daje gotowych receptur to jednak określa

zasadnicze kierunki działań i wymogi do spełnienia. Regulacje dotyczące rozdzielnic prefabrykowanych są bardzo istotne, bowiem dotychczas przy projektowaniu można było jedynie korzystać z literatury zagranicznej i doświadczeń producentów. A należy pamiętać, że rozdzielnice prefabrykowane stosujemy już w polskiej energetyce zawodowej od prawie 15 lat.

W normie PN-E-05115 znalazły się także podstawowe zasady kompatybilności elektromagnetycznej obwodów sterowania. Podane w tym zakresie wymagania pozwalają na zapewnienie warunków do bezkonfliktowego współistnienia w ramach jednego obiektu obwodów, w których płyną prądy rzędu dziesiątek kiloamperów z obwodami, w których przepływy prądowe sięgają zaledwie miliamperów.

#### Odstępstwa dla krajów należących do CENELEC

Na etapie przygotowywania dokumentu harmonizującego HD, kraje należące do CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardisation – Europejski Komitet Normalizacji Elektrotechnicznej) miały prawo wprowadzania własnych regulacji w formie wymagań krajowych. Są one podane w załącznikach S i T. Wartość tych wymagań dla polskiego użytkownika normy jest znikoma. Stanowią one natomiast materiał poznawczy i dydaktyczny. Mogą być też wykorzystane w przyszłości przy opracowywaniu wytycznych projektowania, opartych na normie PN-E-05115 i będących doprecyzowaniem jej postanowień.

#### Potrzeba ujednoczenia wymagań dla energetyki polskiej

Analizując zawarte w normie PN-E-05115 wariantowe propozycje rozwiązań, istniejący obszar dowolności interpretacji oraz wymogi uzgodnień pomiędzy dostawcą i odbiorcą, łatwo dojść do przekonania, że w oparciu o postanowienia tej samej normy mogą powstawać, przy tych samych uwarunkowaniach zewnętrznych, istotnie różniące się stacje energetyczne. W skrajnym przypadku może to mieć miejsce nawet na obszarze działania jednego użytkownika. Taką sytuację trudno byłoby uznać za korzystną, chociażby z punktu widzenia bezpiecznego prowadzenia eksploatacji. Powstaje, więc pytanie, w jaki sposób radzić sobie z zaistniałą sytuacją. Odpowiedź rodzi się tylko jedna. Istnieje pilna potrzeba opracowania ujednoczonych wymagań dla jak najszerzej grupy użytkowników, może nawet dla całej energetyki polskiej. Posiadając takie ujednoczone wymagania można byłoby zaoszczędzić wiele czasu potrzebnego teraz na powtarzające się uzgodnienia i analizy. Przykładem wprowadzania jednolitych wymagań mogą być Zasady [11] wydane przez Polskie Sieci Elektroenergetyczne SA.

Podobny charakter mają opracowania [9] i [10]. Jest to krok we właściwym kierunku, bowiem może dać energetyce istotne uproszczenie procesu projektowania i tego typu działania, przy poparciu wszystkich zainteresowanych, powinny być bezwzględnie kontynuowane.

#### LITERATURA

- [1] Polska Norma PN-E-05115 Instalacje elektroenergetyczne prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1 kV
- [2] Przepisy Budowy Urządzeń Elektroenergetycznych, Wydawnictwa Przemysłowe WEMA, Warszawa 1997
- [3] Nartowski Z., Jabłoński W., Nahotko M., Samek S., Komentarz do normy PN-E-05115 Instalacje elektroenergetyczne prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1 kV, Centralny Ośrodek Szkolenia i Wydawnictw SEP, Warszawa 2003
- [4] Nartowski Z., Samek S., Koniec ery PBUE. Polska norma PN-E-05115 Instalacje elektroenergetyczne prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1 kV, *Energetyka*, 582 (2002), nr 12, 907-910
- [5] Nartowski Z., Polska Norma PN-E-05115: 2002 - Instalacje elektroenergetyczne prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1 kV, *Biuletyn INPE*, styczeń-luty 2003, nr 49, 26-36
- [6] Polska Norma PN-EN 50110-1: 2001 Eksploatacja urządzeń elektrycznych
- [7] Polska Norma PN-E-05100-1: 1998 Elektroenergetyczne linie napowietrzne. Projektowanie i budowa. Linie prądu przemiennego z przewodami roboczymi gołymi
- [8] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999 roku w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych
- [9] Kosztaluk R., Mikulski J., Wskazówki koordynacji izolacji i ochrony od przepięć sieci o napięciu znamionowym do 110 kV, Instytut Energetyki, Warszawa 1998
- [10] Kosztaluk R., Mikulski J., Wskazówki koordynacji izolacji sieci przesyłowych, Instytut Energetyki, Warszawa 1998
- [11] Anderson E., Bielecki J., Jasiński E., Kulikowski J., Piłatowicz A. Zasady ochrony od przepięć i koordynacja izolacji sieci elektroenergetycznych, Polskie Sieci Elektroenergetyczne SA, Warszawa 2001
- [12] International Standard IEC 61936-1 Power installations exceeding 1 kV a. c. – Part 1: Common rules
- [13] HD 637 S1: 1999 Power installations exceeding 1 kV a. c.
- [14] Polska Norma PN-EN 60071-1:1999 Koordynacja izolacji. Definicje, zasady i reguły
- [15] Polska Norma PN-EN 60071-2:2000 Koordynacja izolacji. Przewodnik stosowania

**Autorzy:** mgr inż. Sławomir Samek, Biuro Studiów i Projektów Energetycznych ENERGOPROJEKT-KRAKÓW SA, Dział Projektowania Stacji, ul. Mazowiecka 21, 30-019 Kraków, E-mail: [S.Samek@energoprojekt.krakow.pl](mailto:S.Samek@energoprojekt.krakow.pl); dr inż. Jan Strzałka, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Katedra Elektroenergetyki, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, E-mail: [janstrz@uci.agh.edu.pl](mailto:janstrz@uci.agh.edu.pl)