

Ochrona przed zagrożeniem pożarowym wywołanym przez doziemne wyładowanie piorunowe

Andrzej Sowa
Politechnika Białostocka

Podstawowym zadaniem urządzenia piorunochronnego jest ochrona obiektu przed zagrożeniami występującymi podczas bezpośredniego wyładowania piorunowego w ten obiekt. Jednym z zagrożeń stwarzanych przez rozpryskujący się prąd piorunowy jest możliwość wywołania pożaru w obiekcie. Ryzyko wystąpienia pożaru wzrasta, jeśli w miejscach zagrożenia występują materiały lub urządzenia palne.

Wzrost zagrożenia pożarowego wynika z możliwości wystąpienia:

- erozji termicznej metalu w miejscu jego bezpośredniego kontaktu z kanałem piorunowym (miejsce wpływania prądu piorunowego),
- wzrostu temperatury przewodów pod wpływem przepływającego przez nie prądu piorunowego,
- zapłonu materiałów palnych w bezpośrednim sąsiedztwie kanału piorunowego lub przeskoku iskrowego,
- przeskoków iskrowych w miejscach występowania materiałów lub urządzeń palnych,
- uszkodzenia lub błędnego działania systemów ochrony przeciwpożarowej w obiekcie budowlanym.

Ostatni z przedstawionych czynników zagrożenia nie wywołuje bezpośrednio pożaru, ale może ograniczyć lub nawet wyeliminować możliwości jego automatycznego gaszenia.

Zagrożenie stwarzane przez bezpośrednie działanie prądów piorunowych

Przeprowadzenie oceny zagrożenia pożarowego wymaga posiadania podstawowych informacji o prądach piorunowych wyładowań doziemnych. Zalecane przez normy ochrony odgromowej [4, 6, 12] wartości podstawowych parametrów charakteryzujących prądy piorunowe pierwszego i kolejnych wyładowań piorunowych w kanale zestawiono w tabeli 1.

W wielokrotnym doziemnym wyładowaniu piorunowym występuje również, bardzo istotny z punktu widzenia zagrożenia piorunowego, prąd składowej długotrwałej. Jest on charakteryzowany przez wartość maksymalną, czas T_L trwania na poziomie 10% wartości maksymalnej oraz ładunek całkowity Q_L (Tabela 2).

Podstawowe informacje dotyczące skutków przepływu prądu pierwszego wyładowania piorunowego w zestawiono w tabeli 3. Do obliczeń przyrostu temperatury przewodów oraz objętości metalu wytopionego przez przepływający prąd należy wykorzystać dane zestawione w tabeli 4.

Informacje przedstawione w tabelach 3 i 4 powinny pomóc w ocenie zagrożenia cieplnego, jakie wywołuje bezpośrednie wyładowanie piorunowe w przewodzące elementy (przewody lub pokrycia z blach) oraz przepływ prądu piorunowego. Może to być niezwykle istotne w ocenie:

- Możliwości umieszczenia zwodów lub przewodów odprowadzających na ścianach wykonanych z materiału palnego. Taki sposób układania zaleca norma, jeśli temperatura przewodów przy przepływie prądu piorunowego nie przekroczy dopuszczalnej dla danego materiału.

Tabela 1. Wartości podstawowych parametrów charakteryzujących prądy piorunowe wyładowań doziemnych [6, 12]

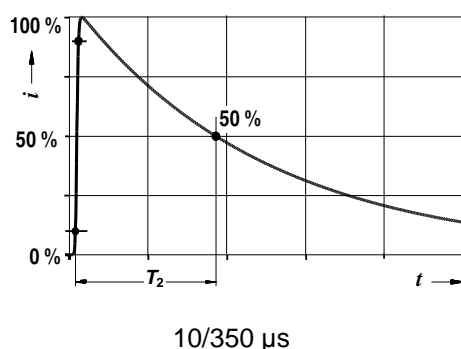
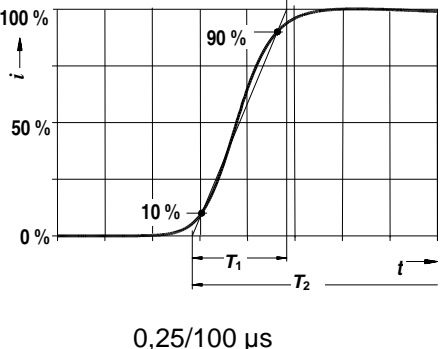
Parametry charakteryzujące prąd piorunowy	Pierwsza składowa			Kolejna składowa		
	Poziom ochrony			Poziom ochrony		
	I	II	III i IV	I	II	III i IV
Wartości szczytowe [kA]	200	150	100	50	37,5	25
Stromość narastania [kA/μs]	20	15	10	200	150	100
Kształt [T1/T2]						
Ładunek impulsowy [C] *	100	75	50	--	--	--
Całkowity ładunek [C] **	300	225	150	--	--	--
Energia właściwa [kJ/Ω]	10 000	5600	2500	--	--	--
<p>* - Ponieważ zasadnicza część całkowitego ładunku jest zawarta w pierwszym udarze to uznaje się, że podane wartości zawierają ładunek wszystkich udarów krótkotrwałych,</p> <p>** - Ładunek całkowity - suma ładunku krótkotrwałego i ładunku składowej długotrwałej prądu.</p>						

Tabela 2. Wartości podstawowych parametrów charakteryzujących prąd piorunowy długotrwałej składowej wyładowania piorunowego [6, 12]

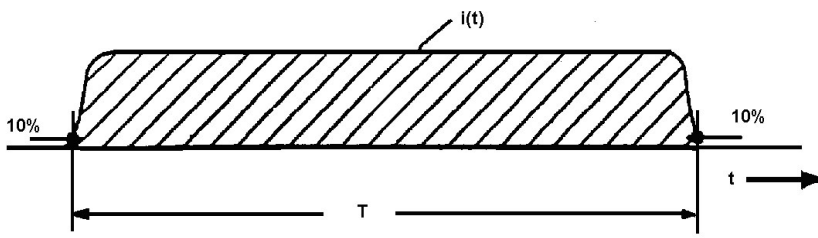
Składowa wyładowania	Poziom ochrony	Wartość szczytowa	Kształt	Całkowity ładunek C **
Długotrwała składowa prądu	I	400A	Czas trwania 0,5 s	200
	II	300A		150
	III i IV	200A		100
	 <p>Przebieg czasowy długotrwałej składowej prądu piorunowego</p>			

Tabela 3. Zestawienie podstawowych informacji umożliwiających ocenę zagrożenia pożarowego wywołanego przez prąd piorunowy

Skutek	Ocena zagrożenie											
Przyrost temperatury przewodu	Wzrost temperatury przewodu o $\Delta \vartheta$ pod wpływem przepływającego prądu piorunowego można wyznaczyć z zależności [12]:											
	$\Delta \vartheta = \frac{1}{\alpha} \left(\exp \frac{\frac{W}{R} \cdot \alpha \cdot \rho}{S^2 \cdot \gamma \cdot c_w} - 1 \right)$											
gdzie : ρ - rezystywność metalu ($\Omega \cdot m$), γ - gęstość metalu ($kg \cdot m^{-3}$), c_w - ciepło właściwe ($J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$), α - współczynnik temperaturowy (K^{-1}), S^2 - przekrój przewodu (m^2). W/R - energia właściwa (J/Ω)												
Przyrost temperatury przewodów przy przepływie prądu piorunowego												
przekrój w mm^2	Aluminium			Stal miękka			Miedz			Stal nierdzewna		
	Przyjęty poziom ochrony											
	III+IV	II	I	III+IV	II	I	III+IV	II	I	III+IV	II	I
4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
10	564	*	*	*	*	*	169	542	*	*	*	*
16	146	454	*	1120	*	*	56	143	309	*	*	*
25	52	132	283	211	913	*	22	51	98	940	*	*
50	12	28	52	37	96	211	5	12	22	190	460	940
100	3	7	12	9	20	37	1	3	5	45	100	190
* - wzrost temperatury powoduje eksplozję lub stopienie przewodu.												
Wytopienie kropel z przewodu	Krytyczną wartość ładunku wymaganą do wytopienia takiej ilości metalu, która spowoduje powstawanie kropel, określa równanie [12]:											
	$Q_w = \frac{\pi \cdot r^3}{K_e}$											
	gdzie: K_e – współczynnik erozji, r - promień przewodu.											
Krytyczne wartości ładunku dla przewodów wykonanych z różnych materiałów												
Średnica przewodu		Ładunek Q (As)										
		Stal			Miedz			Aluminium				
5 mm		32,72			18,11			9,82				
6 mm		56,64			31,29			16,96				
7 mm		89,79			49,70			26,93				
8 mm		134,04			74,19			40,21				
9 mm		190,85			105,63			57,25				
10 mm		261,79			144,90			78,53				
11 mm		348,45			192,87			104,53				
Erozja termiczna blachy	Do obliczeń objętości metalu wytopionego przez przepływający prąd piorunowy można wykorzystać zależność [12]:											
$V = \frac{Q \cdot U_e}{\gamma \cdot c_w \cdot (\vartheta_s - \vartheta_u) + c_s} \quad [m^3]$												
gdzie: Q – ładunek wyładowania [As], U_e – przyelektrodowy spadek napięcia [V]. γ – gęstość metalu [kg/m^3], c_w – ciepło właściwe [$J/kg \cdot K$], c_s – ciepło topnienia [J/kg], ϑ_s – temperatura topnienia [$^{\circ}C$], ϑ_u – temperatura otoczenia [$^{\circ}C$].												

Tabela 4. Wartości współczynników występujących w równaniach w tabeli 3

Współczynnik	Materiał			
	Aluminium	Stal miękka	Miedź	Stal nierdzewna
$\gamma(\frac{kg}{m^3})$	2 700	7 700	8 920	8 10 ³
$c_w(\frac{J}{kg \cdot K})$	908	469	385	500
$\rho(\Omega m)$	29 10 ⁻⁹	120 10 ⁻⁹	17,8 10 ⁻⁹	0,7 10 ⁻⁹
$\alpha(1 / K)$	4,0 10 ⁻³	6,5 10 ⁻³	3,92 10 ⁻³	0,8 10 ⁻³
$v_s(^0 C)$	658	1 530	1080	1 500
$C_s(\frac{J}{kg})$	397 · 10 ³	272 10 ³	209 · 10 ³	--

- Możliwości wystąpienia ewentualnych uszkodzeń naturalnych elementów przewodzących wykorzystywanych do odprowadzania prądu piorunowego (blachy pokrycia dachowego, elementy fasad itp.).
- Zagrożeń wywołanych przez przepływ prądu piorunowego w połączeniach wyrównawczych.
- Zagrożenia stwarzanego przez prąd piorunowy podczas bezpośrednich wyładowań piorunowych w urządzenia technologiczne poza budynkami (np. zbiorniki, rurociągi, aparaty wyposażone w zawory, kominki, złącza).

Analizując zagrożenie piorunowe w środowisku palnym należy również uwzględnić przeskoki iskrowe. Podczas wyładowania piorunowego może wystąpić iskrzenie termiczne i napięciowe. Iskrzenie termiczne występuje w miejscach przepływu prądów o dużych wartościach przez słabo wykonane połączenia pomiędzy dwoma przewodzącymi materiałami.

Intensywność iskrzenia termicznego jest związana z energią właściwą i jest szczególnie groźna przy przepływie prądu pierwszego wyładowania głównego w kanale.

Iskrzenie napięciowe wynika z przekroczenia napięcia przeskoku przez napięcia indukowane w pętłach występujących w obiekcie budowlanym (pętla tworzone przez różnorodne instalacje przewodzące). Iskrzenia napięciowe wywoływane są najczęściej przez szybko narastający prąd kolejnej składowej wyładowania piorunowego.

Ochrona obiektów pokrytych materiałami łatwopalnymi

W obiektach posiadających dachy wykonane z materiałów łatwopalnych ochronę odgromowa zapewniają zwody poziome podwyższone, zwody niez izolowane pionowe lub wysokie poziome niez izolowane. Podstawowe informacje o zasadach tworzenia siatki zwodów na dachach obiektów budowlanych zestawiono w tabeli 5.

Z punktu widzenia ochrony odgromowej drewniane pokrycia i podłoża pokryć metalowych dachu powinny być kwalifikowane jako materiały trudno zapalne. Zalecane jest impregnowanie tego rodzaju pokryć środkami zwiększającymi ich odporność na zapalenie.

Podobną ocenę zawarto w normie PN-EN 62305-3, w której stwierdzono, że pokrycia i powłoki drewniane są „mniej palne”.

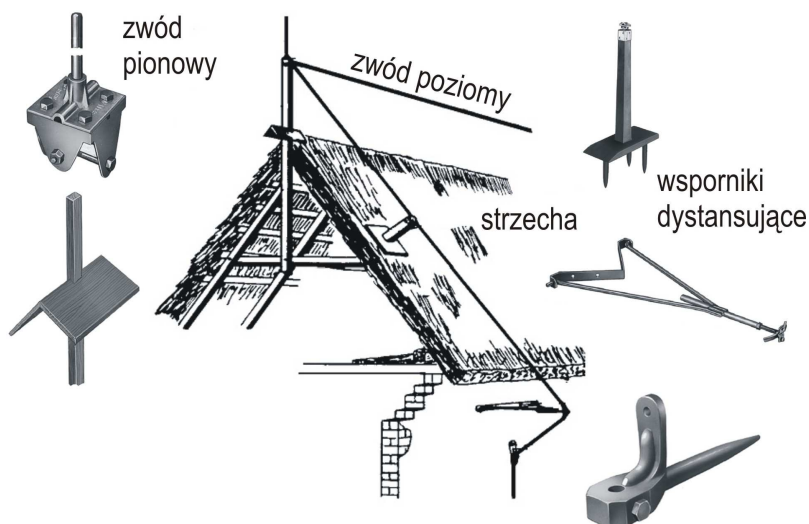
W obiektach budowlanych, których dachy wykonano z materiału łatwo zapalnego należy zastosować wymagane odstępstwa (10 cm lub 15 cm – tabela 5) pomiędzy przewodami zwodów a materiałem pokrycia dachu.

Tabela 5. Zasady montażu zwodów na dachach wielospadowych

Pokrycie dachu	Wymagania montażowe
Dachy kryte strzechą	Jeśli nie są stosowane stalowe paski do układania materiałów pokrycia, przewody zwodów powinny być umieszczone w odległości nie mniejszej niż 0,15 m od powierzchni dachu.
Dachy wykonane są z materiału łatwo zapalnego	Ochronę przed zagrożeniem stwarzanym przez prąd piorunowy zapewniają zwody poziome podwyższone, zwody nieizolowane pionowe lub poziome wysokie nieizolowane. Zwody powinny być umieszczone w odległości nie mniejszej niż 0,1 m od powierzchni dachu.

Przykładowe rozwiązanie instalacji piorunochronnej na dachu krytym słomą przedstawiono na rys. 1. Istnieje również możliwość zastosowania zwodów pionowych połączonych z przewodami o izolacji wysokonapięciowej (rys. 1).

a)



b)



Rys. 1. Zwody podwyższone na dachach krytych słomą lub łatwopalnym materiałem, a) typowa instalacja ułożona ponad powierzchnią dachu, b) zastosowanie zwodów pionowych połączonych z przewodami o izolacji wysokonapięciowej

Wybierając takie rozwiązanie należy ściśle przestrzegać wymagań związanych z zastosowaniem takich przewodów (najczęściej informacje zawarte w katalogach).

Należy zauważyć, że łatwopalne części obiektu poddawane ochronie nie powinny pozostawać w bezpośrednim styku z elementami urządzenia piorunochronnego i nie powinny pozostawać bezpośrednio pod jakąkolwiek metalową powłoką dachu, która może być przebita przez wyładowanie piorunowe.

Jednocześnie sugerowana jest możliwość podejmowania różnorodnych działań w celu ochrony przed niebezpiecznymi skutkami nagrzewania się przewodów przy przepływie prądów piorunowych. Zalecane jest zwiększanie przekroju przewodów urządzenia piorunochronnego, zwiększanie odstępów pomiędzy tymi przewodami a dachem lub nawet zastosowanie izolacji niepalnej pomiędzy przewodami z prądem piorunowym a powierzchnią dachu.

Zgodnie z interpretacją dokonaną przez Normalizacyjną Komisję Problemową nr 55 [19] konieczność stosowania zwodów podwyższonych ma uzasadnienie tylko w przypadku strzech ze słomy lub innych materiałów równoważnych pod względem łatwopalności i nie dotyczy drewnianych pokryć dachowych.

Przyjęcie takiej interpretacji powoduje, że na dachach z gontów lub desek drewnianych można stosować zwody niskie ułożone w odległości nie mniejszej niż 2 cm nad powierzchnią dachu lub bezpośrednio na nim.

Ochrona przed zagrożeniami piorunowymi urządzeń systemów przeciwpożarowych

Bezpośrednie prądu piorunowego stwarza nie tylko możliwość wywołania pożaru w obiekcie budowlanym, ale również zagraża systemom ochrony przeciwpożarowej. Ocena zagrożenia i zasady doboru urządzeń ochrony przed narażeniami piorunowymi przedstawione zostaną na przykładzie elektronicznego systemu wykrywania i sygnalizacji pożaru.

Podstawowym elementem takiego systemu jest centrala, do której dochodzą przewody od detektorów (czujki dymu, płomieni, przyciski alarmowe itp.) rozmieszczonych w obiekcie. W centrali następuje przetwarzanie danych i po wykryciu pożaru uruchomiona zostaje sygnalizacja alarmowa oraz rozpoczyna się zaprogramowana procedura alarmowa.

Przed doбором urządzeń do ograniczania przepięć dochodzących do centrali należy zebrać informacje dotyczące:

- Rozmieszczenia detektorów systemu sygnalizacji pożaru w analizowanym obiekcie i poza nim, (jeśli takie występują).
- Wartości sygnałów napięciowych.
- Sposobów połączenia centrali z innymi systemami w obiekcie (inne systemy ochrony obiektu, sieć telekomunikacyjna).
- Wymagań dotyczących zasilania centrali.
- Ewentualnych sposobach ograniczania przepięć zastosowanych w centrali do ochrony przyłączy zasilania i sygnałowych.
- Poziomie odporności udarowej przyłączy zasilania i sygnałowych centralek.

Poziomy odporności udarowej przyłączy urządzeń systemów przeciwpożarowych

Poziomy odporności udarowej poszczególnych urządzeń systemu przeciwpożarowego powinien przedstawić producent na podstawie wyników badań odwzorowujących występujące zagrożenie piorunowe.

W warunkach laboratoryjnych zagrożenie stwarzane przez przebiecia atmosferyczne odwzorowuje się narażając urządzenia na działanie udarów napięciowo prądowych o kształcie $1,2/50 \mu\text{s}/\mu\text{s} - 8/20 \mu\text{s}/\mu\text{s}$ (odpowiednio kształt napięcia i prądu udarowego) [10].

Szczegółowe informacje dotyczące wymaganych poziomów odporności udarowej urządzeń systemów alarmowych, pożarowych i włamaniowych zawarte są w normach PN-EN 50130-4 [15].

Norma **PN-EN 50130-4** określa następujące poziomy odporności przyłączy zasilania napięcia sieciowego przemiennego urządzeń na działanie udarów napięciowo-prądowych $1,2/50 - 8/20$:

- linia – linia **0,5 kV i 1,0 kV** (odpowiada badaniu odporności pomiędzy L a N),
- linia – ziemia **0,5; 1,0; 2,0 kV** (odpowiada badaniu odporności pomiędzy L/N a PE).

Poziomy odporności przyłączy innych linii zasilania oraz sygnałowych według tej normy wynoszą:

- linia – ziemia **0,5 kV i 1,0 kV** (odpowiada badaniu odporności na zaburzenia wspólne).

Możliwość prowadzenia badań udarami o różnych wartościach szczytowych powoduje, że przed przystąpieniem do doboru urządzeń do ograniczania przepięć należy sprawdzić, jaki poziom odporności udarowej deklaruje producent urządzeń systemu przeciwpożarowego.

Ograniczanie przepięć dochodzących do urządzeń systemów przeciwpożarowych

W systemie ochrony przeciwpożarowej, podczas wyładowania piorunowego w obiekt lub w jego sąsiedztwie, centrala jest narażona na bezpośrednie oddziaływanie pola elektromagnetycznego oraz przepięć dochodzących z instalacji zasilającej oraz z torów sygnałowych.

Obecnie ochrona systemów przeciwpożarowych przed bezpośrednim oddziaływaniem pola elektromagnetycznego nie jest praktycznie rozpatrywana gdyż brak wymagań dotyczących badań odporności centralek lub całych systemów na działanie impulsowego pola magnetycznego.

Ograniczanie przepięć w instalacji elektrycznej

Ochrona przed uszkodzeniem centrali systemu przeciwpożarowego przez rozprzyskający się prąd piorunowy oraz przebiecia atmosferyczne dochodzące z instalacji elektrycznej wymaga:

1. Posiadania jednoznacznej informacji od producenta centrali o przeprowadzonych badaniach kompatybilności elektromagnetycznej oraz poziomach odporności przyłączy zasilania central na działanie udarów $1,2/50-8/20$.
2. Zastosowania dwu- lub trójstopniowy systemu ograniczania przepięć w instalacji elektrycznej zasilającej centralę w obiekcie budowlanym posiadającym urządzenie piorunochronne.
3. Ze względu na zakres badań central i potrzebę zapewnienie niezawodnego ich działania należy określić zagrożenie piorunowe instalacji elektrycznej i zastosować odpowiednio dobrane iskiernikowe urządzenie do ograniczania przepięć SPD (ang. Surge Protective Device) typu 1.
4. W przypadku braku analizy zagrożenia piorunowego instalacji elektrycznej należy zastosować iskiernikowe SPD typu 1 chroniące przed prądami impulsowymi o wartościach szczytowych nie mniejszych od 12,5 kA na fazę.

5. W przypadku obiektu bez urządzenia piorunochronnego i braku możliwości bezpośrednim oddziaływaniem części prądu piorunowego na instalację elektryczną można zastosować jedno-stopniowy system warystorowych SPD typu 2 lub systemu dwustopniowego układów SPD typu 2 i 3.

Ograniczanie przepięć dochodzących z linii przesyłu sygnałów

W obwodach przesyłu sygnałów odpowiednio dobrane i zainstalowane elementy i układy ograniczające przepięcia powinny zapewnić bezawaryjne działanie chronionych central i nie wpływać na jakość ich pracy.

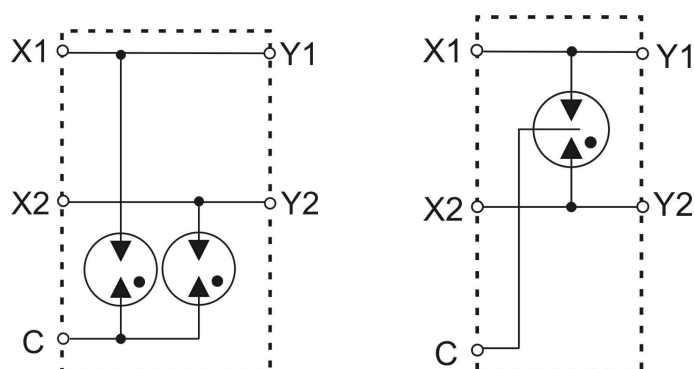
W przypadku ograniczania przepięć dochodzących do centrali z linii przesyłu sygnałów (np. linie czujek, linie telekomunikacyjne) mogą być wykorzystywane SPD zawierające elementy gazowyładowcze lub elementy gazowyładowcze i diody badane zgodnie z wymaganiami kategorii C lub D (Tabela 5).

Tabela 5. Zakres badań różnych kategorii SPD [11]

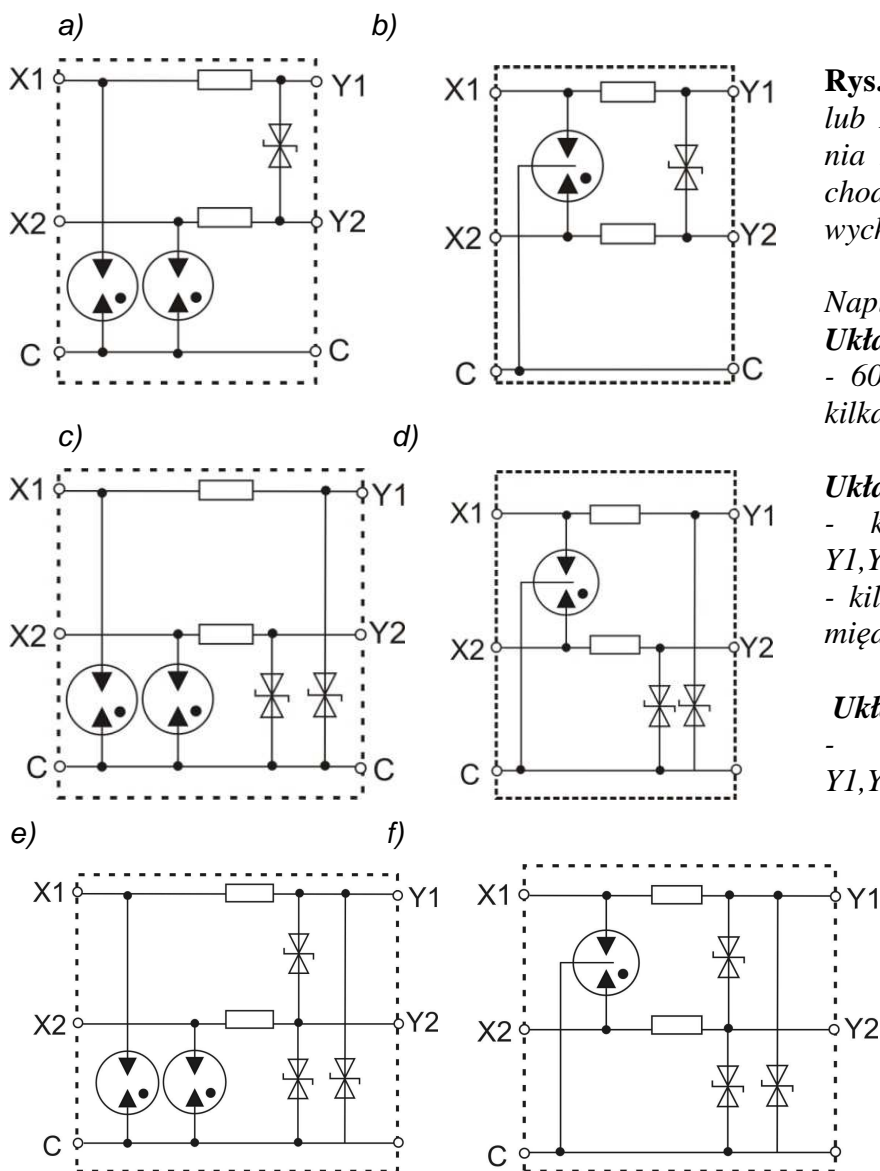
Kategoria	Typ testu	Napięcie w obwodzie otwartym	Prąd płynący po zwarciu
C1	Szybko narastający	0,5 kV lub 1 kV 1,2/50	0,25 kA lub 0,5 kA 8/20
C2		2 kV, 4 kV lub 10 kV 1,2/50	1 kA, 2 kA lub 5 kA 8/20
C3		≥ 1 kV 1 kV/ μ s	10 A, 25 A lub 100 A 10/1 000
D1	Dużej energii	≥ 1 kV	0,5 kA, 1 kA lub 2,5 kA 10/350
D2		≥ 1 kV	1 kA, 2,5 kA 10/250

Zapewnienie ochrony wymaga to zamontowania urządzeń do ograniczania przepięć we wszystkich liniach dochodzących od detektorów do centrali.

Podstawowe układy SPD kategorii C ograniczających przepięcia w torach sygnałowych przedstawiono na rys. 2 i 3.



Rys. 2. Podstawowy układ połączeń elementów gazowyładowczych zapewniających napięciowe poziomy ochrony 600 V - 800 V (SPD kategorii C lub D)



Rys. 3. Schematy SPD kategorii C lub D przeznaczonych do ograniczania napięć i prądów udarowych dochodzących do przyłączy sygnałowych centrali

Napięciowe poziomy ochrony:

Układy a) i b)

- 600 V - 800 V pomiędzy Y1, Y2 a C -
kilkadziesiąt woltów pomiędzy Y1 i Y2

Układy c) i d)

- kilkadziesiąt woltów pomiędzy Y1, Y2 a C
- kilkadziesiąt – kilkaset woltów pomiędzy Y1 i Y2

Układy e) i f)

- kilkadziesiąt woltów pomiędzy Y1, Y2 a C oraz pomiędzy Y1 i Y2

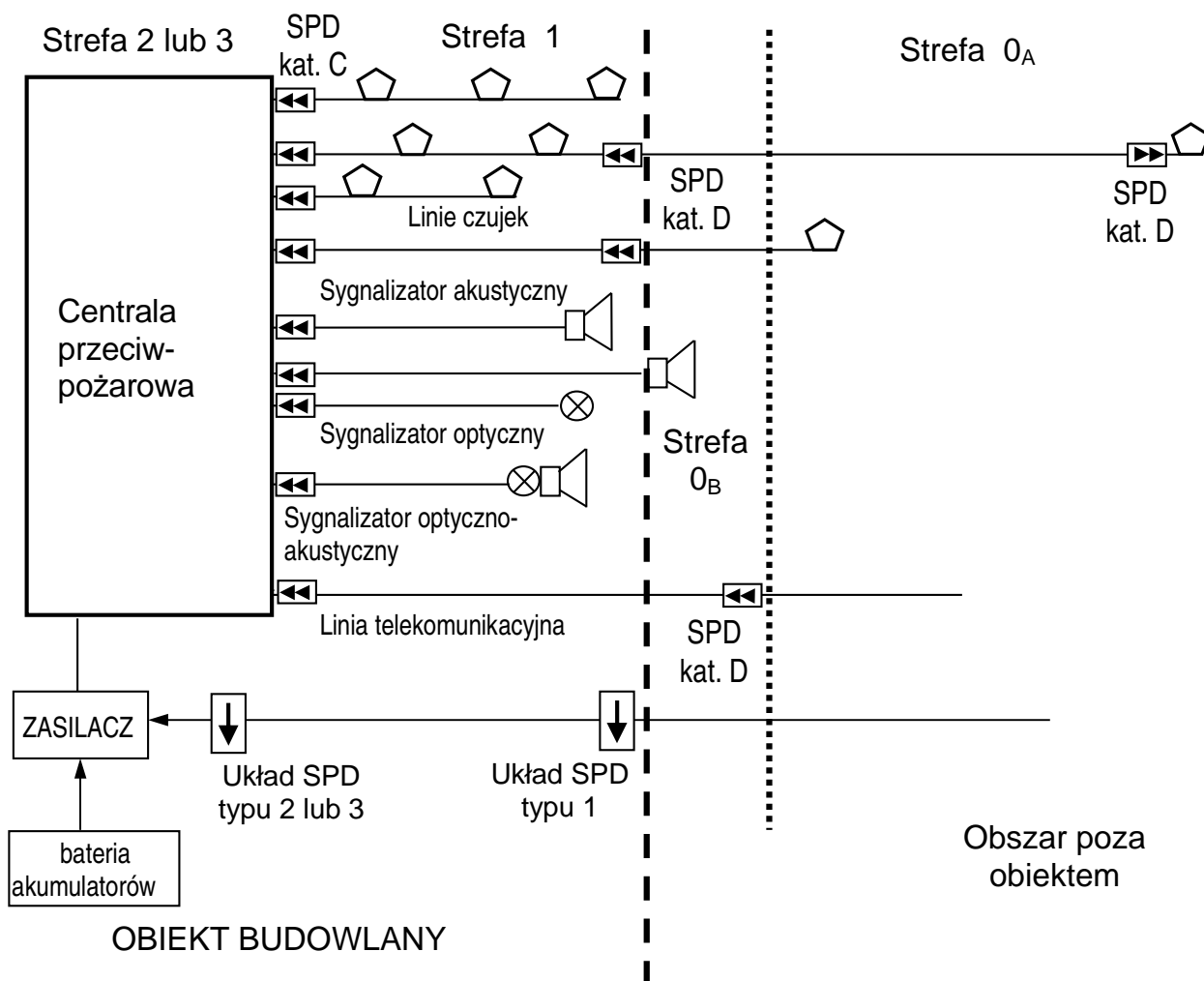
Układy iskierników gazowych przedstawione na rys. 2 ograniczają przepięcia do poziomu 600V - 800V i mogą być stosowane do ochrony przyłączy sygnałowych o poziomie odporności udarowej ok. 1000 V.

W przypadku urządzeń, których przyłącza charakteryzuje mniejsza odporność udarowa należy zastosować układy składające się z iskierników i diod (rys. 3.).

Jeśli zachodzi potrzeba instalacji czujek lub elementów sygnalizacji alarmu poza obiektem budowlanym należy dobierając parametry SPD uwzględnić możliwość zagrożenia stwarzanego przez rozpryskujący się prąd piorunowy. W takim przypadku SPD powinny zapewnić ochronę przed prądem o kształcie 10/350 (SPD kategorii D). Schematy takich SPD są analogiczne do przedstawionych na rys. 2 i 3.

Dobierając właściwości SPD oraz ich rozmieszczenie należy wykorzystać zalecenia strefowej koncepcji ochrony odgromowej i przepięciowej [7, 12, 13].

Przykładowe rozwiązanie kompleksowego systemu ograniczania przepięć w instalacji elektrycznej oraz w liniach przesyłu sygnałów przedstawiono na rys. 4.



Rys. 4. Przykład kompleksowego systemu ograniczania przepięć dochodzących do centrali przeciwpożarowej

Podsumowanie

Poprawnie zaprojektowane i wykonane urządzenie piorunochronne jest szczególnie ważne w obiektach zagrożonych pożarem oraz wyposażonych w elektroniczne systemy ochrony przeciwpożarowej. Zapewnienie bezawaryjnego działania takich systemów wymaga ograniczenia do odpowiednich poziomów przepięć w instalacji elektrycznej.

Należy również rozważyć potrzebę stosowania urządzeń do ograniczania przepięć dochodzących do przyłączy sygnałowych central.

Zastosowane SDP nie mogą wpływać na jakość pracy systemu ochrony przeciwpożarowej a ich dobór i rozmieszczenie powinno być dokonane przez specjalistę współpracującego z producentem systemu przeciwpożarowego oraz jednostkami atestującymi takie systemy.

Przedstawione sposoby ograniczania przepięć chronią system przeciwpożarowy przed uszkodzeniem, ale nie eliminują całkowicie możliwości zakłócenia w jego poprawnym działaniu.

W najgorszym przypadku, w wyniku takich zakłóceń piorunowych, może zadziałać system gaszący, co może być bardzo kłopotliwe i kosztowne.

Dodatkowo w czasie błędnego zadziałania zużywane są środki gaszące, co może spowodować brak możliwości gaszenia systemu w przypadku wystąpienia rzeczywistego zagrożenia pożarowego.

Literatura

1. **PN-86/E-05003/01**: *Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Wymagania ogólne.*
2. **PN-89/E-05003/03** *Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Ochrona obostrzona*
3. **PN-IEC 61024-1:2001**, *Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne.*
4. **PN-IEC 61024-1-1:2001**, *Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne. Wybór poziomów ochrony dla urządzeń piorunochronnych.*
5. **PN-IEC 61024-1-2:2002**, *Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne. Przewodnik B – Projektowanie, montaż, konserwacja i sprawdzanie urządzeń piorunochronnych.*
6. **PN-IEC 61312-1:2001**, *Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym. Zasady ogólne.*
7. **PN-IEC/TS 61312-2:2002**, *Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym (LEMP). Część 2. Ekranowanie obiektów, połączenia wewnątrz obiektów i uziemienia.*
8. **PN-IEC/TS 61312-3:2003**, *Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym. Część 3. Wymagania urządzeń do ograniczania przepięć (SPD).*
9. **PN-IEC 60364-4-443:1999**, *Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przez przepięciami. Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi i łączeniowymi.*
10. **PN-EN 61000-4-5:1998**, *Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Metody badań i pomiarów. Badania odporności na udary*
11. **PN-EN 61643-21:2002(U)**, *Niskonapięciowe urządzenia ograniczające przepięcia – Część 21: Urządzenia ograniczające przepięcia w sieciach telekomunikacyjnych i sygnalizacyjnych. Wymagania eksploatacyjne i metody badań*
12. **PN-EN 62305-1:2006/AC:2007(oryg.)**, *Ochrona odgromowa – Część 1: Wymagania ogólne.*
13. **PN-EN 62305-3:2006(oryg.)**, *Ochrona odgromowa – Część 3: Uszkodzenie fizyczne obiektów budowlanych i zagrożenie życia.*
14. **PN-EN 12094-1:2003**, *Stałe urządzenia gaśnicze. Podzespoły do urządzeń gaśniczych gazowych. Część 1. Wymagania i metody badań elektrycznych central automatycznego-sterowania*
15. **PN-EN 50130-4**, *Systemy alarmowe. Kompatybilność elektromagnetyczna. Norma dla grupy wyrobów. Wymagania dotyczące odporności urządzeń alarmowych, pożarowych, włamanio- wych i osobistych.*
16. **PN-EN 54-5:2003**, *Systemy sygnalizacji pożarowej. Część 5: Czujki ciepła. Czujki punktowe.*
17. **PN-EN 54-7:2004**, *Systemy sygnalizacji pożarowej. Część 7. Czujki dymu. Czujki punktowe działające z wykorzystaniem światła rozproszonego, światła przechodzącego lub jonizacji.*
18. **PN-EN 54-11:2004**, *Systemy sygnalizacji pożarowej. Część 11. Ręczne ostrzegacze pożarowe.*
19. Interpretacja postanowień norm PN-86/E-05003/01 i PN-86/E-05003/02 dokonana przez NKP nr 55 w dniu 17.12.1997 r.