



Ochrona przed przepięciami systemów nadzoru wizyjnego CCTV



Opracowanie:

dr inż. Tomasz Maksimowicz

RST Sp. z o.o.

15-620 BIAŁYSTOK
ul. Elewatorska 17/1

tel.: 792 350 100

www.rst.bialystok.pl

e-mail: rst@rst.bialystok.pl



Białystok, maj 2012 r.

1. Wstęp

Systemy telewizji przemysłowej (CCTV *ang. closed-circuit television*) wykorzystywane są do nadzoru oraz zwiększenia bezpieczeństwa obiektów wewnątrz budynków oraz w ich otoczeniu. W celu ochrony i zapewnienia niezawodności systemów CCTV powinny być one zabezpieczone przed oddziaływaniem wyładowań atmosferycznych, które stanowią istotne zagrożenie dla ich poprawnego funkcjonowania. Szkody wywołane przez bezpośrednie lub pośrednie (przepięcia indukowane) oddziaływanie prądu pioruna mogą skutkować nie tylko poważnymi stratami finansowymi związanymi z fizycznym uszkodzeniem sprzętu ale przede wszystkim z utratą funkcjonalności systemu zmniejszając bezpieczeństwo obiektu.

2. Źródła zagrożeń

Istnieje wiele dróg przeniku przepięć stanowiących zagrożenie dla poszczególnych podzespołów systemu CCTV, w skład którego wchodzi urządzenia w centrum nadzoru wizyjnego oraz punkty kamerowe rozmieszczone często na rozległych przestrzeniach.

Kamery umieszczane na zewnętrznej konstrukcji budynków lub na słupach w terenie otwartym narażone są na bezpośrednie oddziaływanie prądu piorunowego. Energia jaką niesie impuls pioruna może spowodować zniszczenie nie tylko sprzętu znajdującego się na zewnątrz budynku, ale może także przeniknąć poprzez linie zasilające i sygnałowe do jego wnętrza powodując jeszcze poważniejsze straty w centrum nadzoru wizyjnego. O ile uszkodzenie pojedynczej kamery powoduje jedynie częściową utratę usług to awaria urządzeń w centrum systemu może spowodować całkowitą przerwę w jego funkcjonowaniu a także utratę ważnych danych. W związku z tym wszelkie elementy zewnętrzne systemu powinny znajdować się w strefie ochronnej instalacji odgromowej (LPS *ang. lightning protection system*) zgodnie z obowiązującymi normami serii PN-EN 62305 [1].

Istotne źródło zagrożenia stanowią przepięcia pochodzące z zewnętrznych linii zasilających obiekt. Przy bezpośrednim wyładowaniu w linie energetyczne prąd pioruna przy braku odpowiednich zabezpieczeń zagraża wszystkim podzespołom wymagającym zasilania. Ze względu na często znaczne długości tras kablowych zagrożenie dla systemu stanowią także przepięcia indukowane. W tym przypadku zagrożone są nie tylko połączenia z punktami kamerowymi na zewnątrz budynku, ale także w jego wnętrzu. Na przepięcia narażone są zarówno linie zasilające (AC lub DC), jak i sygnałowe (tory wizji i sterowania kamer). Poziomy odporności zdefiniowane w normach dotyczących systemów alarmowych, w tym systemów CCTV, opisano w PN-EN 50130-4 [2]. Wartości szczytowe udarów stosowane w badaniach kompatybilności urządzeń (maksymalnie do 2 kV udar 1,2/50 μ s) oraz maksymalne napięcia wytrzymywane przez te urządzenia są znacznie mniejsze od wartości

przebieg jakiego mogą pojawić się w okablowaniu wskutek wyładowań atmosferycznych w związku z czym konieczne jest stosowanie środków ochrony przed przepięciami.

Niestety praktyka pokazuje, że sami projektanci i wykonawcy systemów CCTV zwiększają zagrożenie nie tylko dla samego systemu ale także dla życia ludzkiego poprzez złe rozmieszczanie punktów kamerowych i błędne prowadzenie tras kablowych. Wynika to przede wszystkim z braku podstawowej wiedzy z zakresu ochrony odgromowej. W przypadku instalowania podzespołów systemu CCTV na istniejących budynkach rzadko zwraca się uwagę na zachowanie bezpiecznych odstępów izolacyjnych pomiędzy kamerami a zwojami lub przewodami odprowadzającymi instalacji odgromowych. Przykłady często popełnianych błędów montażowych przedstawiono na rysunku 1. W przypadku bezpośredniego wyładowania pioruna w budynek, przy przepływie prądu przez przewody odprowadzające LPS może nastąpić przeskok iskry do umieszczonych zbyt blisko instalacji (kamer lub przewodów). Prowadzenie kabli wzdłuż przewodów odprowadzających stwarza możliwość przeniknięcia częściowego prądu pioruna do wewnętrznych instalacji systemu powodując nie tylko zniszczenia urządzeń elektronicznych ale także stwarzając zagrożenie porażenia istot żywych.



Rys. 1. Błędy przy montażu kamer systemu CCTV: niezachowanie bezpiecznych odstępów izolacyjnych i prowadzenie kabli wzdłuż przewodu odprowadzającego instalacji odgromowej

3. Ochrona odgromowa

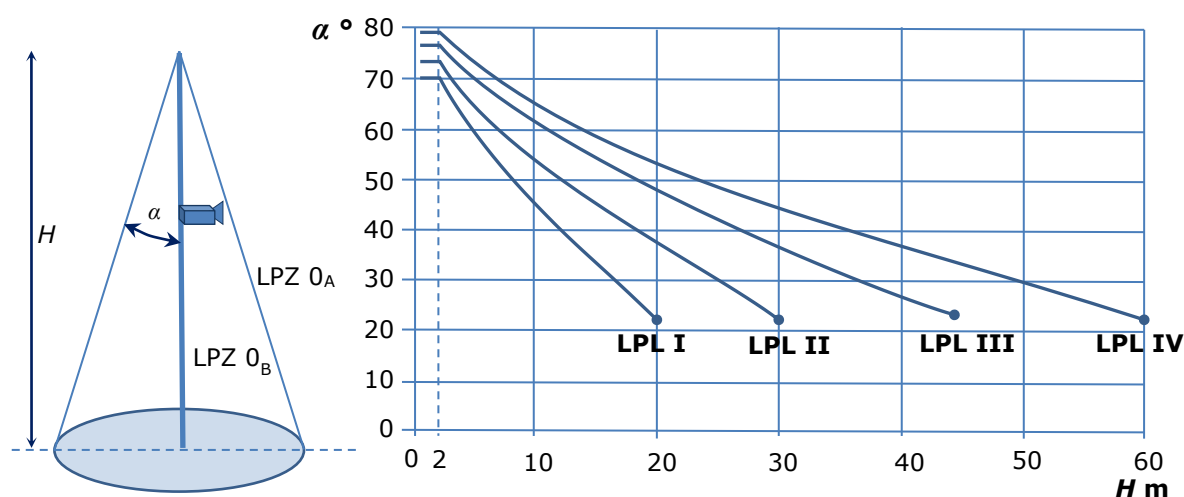
Koncepcja ochrony przedstawiona w serii norm PN-EN 62305 zakłada podział obiektu na strefy ochrony odgromowej (LPZ, *ang. lightning protection zone*), które można zdefiniować jako:

LPZ 0_A – strefa na zewnątrz budynku, w której występuje zagrożenie wyładowania bezpośredniego oraz oddziaływanie całkowitego prądu pioruna i całkowitego pola magnetycznego;

LPZ 0_B – strefa na zewnątrz budynku, w której nie występuje zagrożenie wyładowania bezpośredniego ale możliwe jest oddziaływanie częściowego prądu pioruna lub prądów indukowanych oraz całkowitego pola magnetycznego;

LPZ 1...N – strefy wewnątrz obiektu, w których nie występuje zagrożenie wyładowania bezpośredniego, ale możliwe jest oddziaływanie ograniczonego prądu pioruna lub prądów indukowanych oraz całkowitego lub stłumionego pola magnetycznego.

Wszystkie kamery umieszczane na zewnętrznych ścianach lub dachu budynku oraz na słupach kamerowych, powinny znajdować się w strefie LPZ 0_B tworzonej przez konstrukcję budynku lub układ zwodów pionowych i poziomych instalacji odgromowej. Strefę 0_B wyznacza się metodą wirtualnej kuli toczonej po powierzchni obiektu (metoda bardziej dokładna) lub na podstawie kąta osłonowego α w przypadku zwodów pionowych. W części trzeciej serii norm PN-EN 62305 zdefiniowano cztery klasy LPS, odpowiadające poszczególnym poziomom ochrony odgromowej (LPL *ang. lightning protection level*). Dla każdej z klas zdefiniowano między innymi wymagania dotyczące minimalnych odstępów między zwodami i przewodami odprowadzającymi instalacji odgromowej, promienia toczonej kuli r oraz wartości kątów osłonowych α dla zwodów pionowych (Tablica 1).



Rys. 2. Zależność kąta osłonowego α od wysokości H zwodu pionowego względem płaszczyzny odniesienia i poziomu ochrony odgromowej LPL

Kamery umieszczane na słupach także powinny znajdować się w strefie osłonowej tworzonej przez zwody pionowe. Zwody te powinny być połączone z uziemem obiektu.

Przy projektowaniu rozmieszczenia kamer i tras kabli na budynku należy uwzględnić możliwość przeskoków iskrowych z elementów LPS przewodzących prąd pioruna. Wszelkie instalacje powinny znajdować się w bezpiecznych odstępach izolacyjnych od zwodów i przewodów odprowadzających, które nie powinny być mniejsze niż:

$$s = \frac{k_i}{k_m} \times k_c \times l$$

gdzie:

k_i – współczynnik zależny od wybranej klasy LPS: 0,08, 0,06 lub 0,04 odpowiednio dla LPS klasy I, II lub III i IV

k_m – współczynnik zależny od materiału izolacji, przyjmujący wartości 1 dla powietrza lub 0,5 dla betonu, cegieł lub drewna

k_c – współczynnik zależny od rozptywu prądu w elementach LPS

l – długość (w m) wzdłuż przewodu LPS od punktu w którym rozpatrywany jest odstęp s do punktu najbliższego połączenia wyrównawczego

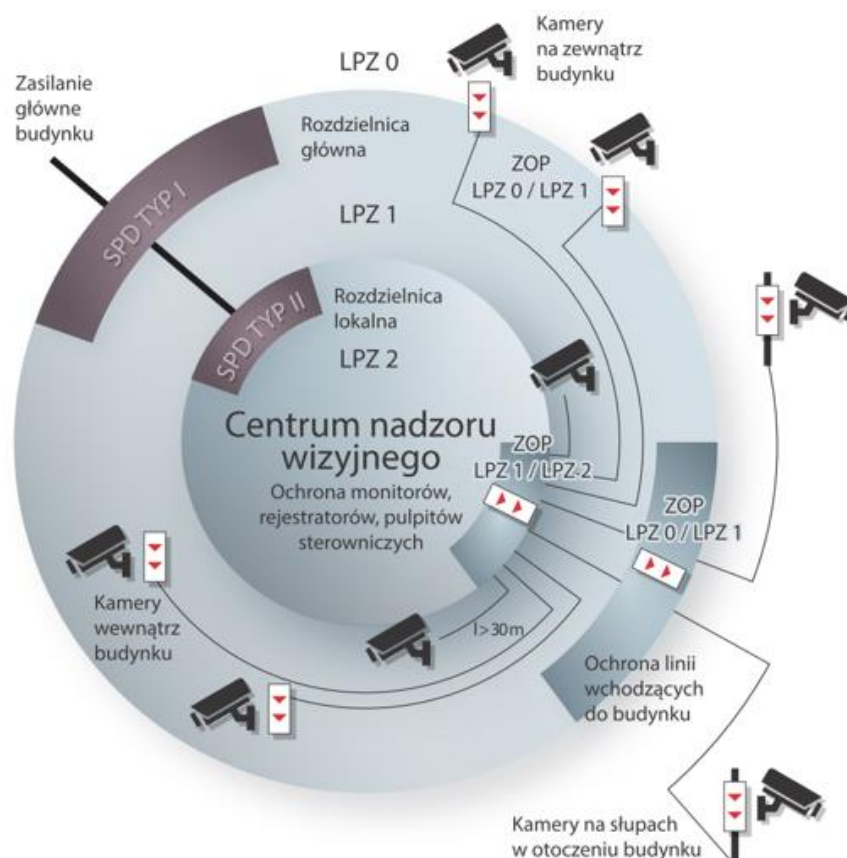
W pierwszej edycji norm PN-EN 62305 (przywołanej w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury) wartość współczynnika k_c wyznaczana była w zależności od liczby przewodów odprowadzających oraz od typu uziemienia (uziom poziomy/pionowy typu A lub uziemienie otokowe typu B). W drugiej edycji norm przedstawiono natomiast metodę uproszczoną oraz metodę dokładną. Metoda uproszczona zakłada wartości k_c równe 1, 0,66 lub 0,44 w zależności od liczby przewodów odprowadzających odpowiednio dla 1, 2 lub 3 i więcej przewodów. Metoda dokładna pozwala na oszacowanie czy możliwe są mniejsze odstęp s jednak wymaga głębszej analizy rozptywu prądu pioruna w instalacji LPS. W niektórych przypadkach możliwe jest także wybranie wartości k_c na podstawie przedstawionych w normie przykładów.

4. Ochrona przed przepięciami

Ochrona przed przepięciami powinna być projektowana zgodnie ze strefową koncepcją ochrony opisaną w serii norm PN-EN 62305. Poza opisanymi wcześniej strefami zewnętrznymi LPZ 0_A i LPZ 0_B w ogólnym przypadku analizy systemów CCTV można zdefiniować także dwie strefy wewnętrzne:

- LPZ 1 – wnętrze budynku;
- LPZ 2 – pomieszczenie centrum nadzoru wizyjnego (LPZ 2 zawiera się w LPZ 1).

W przypadku niewielkich budynków może nie występować potrzeba określania strefy LPZ 2. Strefowa koncepcja ochrony zakłada stosowanie układów do ograniczania przepięć na granicach poszczególnych stref. Chronione powinny być wszelkie linie zasilające oraz sygnałowe, do których zalicza się tory wizji i sterowania kamer. Wewnątrz budynku układy ochronne powinny być stosowane na wejściu wszystkich linii do pomieszczenia centrum nadzoru wizyjnego (granica LPZ 1/2) co pozwala na zabezpieczenie znajdujących się tam urządzeń do których zaliczyć można monitory, rejestratory, krosownice czy pulpity sterownicze. Poszczególne punkty kamerowe znajdujące się wewnątrz budynku wymagają także dodatkowego zabezpieczenia gdy długość tras kablowych od strefy LPZ 2 jest większa niż kilkanaście metrów ze względu na możliwe przepięcia indukowane. Kamery umieszczone na zewnętrznej konstrukcji budynku i słupach wymagają także zabezpieczenia. W przypadku gdy kamera jest umieszczana na ścianie budynku wszelkie linie zasilające i sygnałowe powinny być wprowadzone do wnętrza jak najkrótszą drogą. Linie z kamer znajdujących się w terenie zaleca się wprowadzać do budynku i zabezpieczać w jednym punkcie (granica LPZ 0/1). Koncepcja strefowej ochrony przed przepięciami systemu CCTV przedstawiona została na rysunku 3.



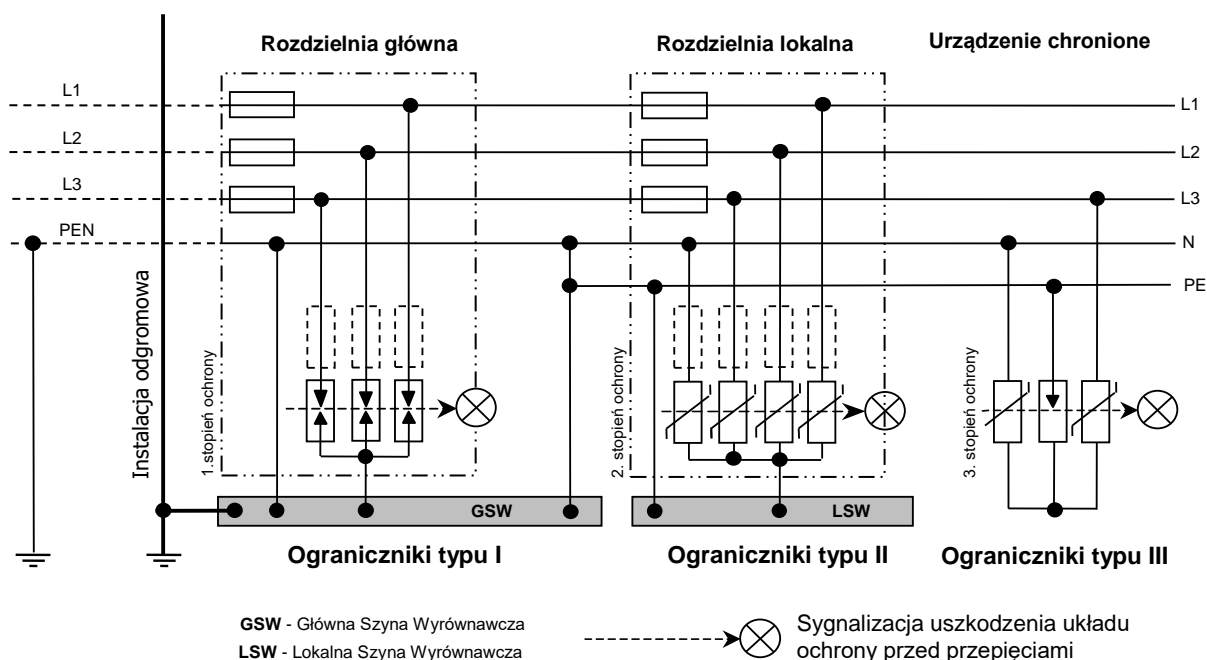
Rys. 3. Koncepcja strefowej ochrony przed przepięciami systemu CCTV

Ochrona zasilania

Ograniczniki przepięć stosowane w liniach zasilających powinny spełniać wymagania zwarte w PN-EN 61643-11 [5] gdzie opisano metody badań takich układów. Zdefiniowano trzy typy ograniczników opisane w tablicy 1.

Tablica. 1. Typy ograniczników przepięć dla sieci rozdzielczych niskiego napięcia

Typ I	ochrona przed bezpośrednim prądem pioruna, badane prądem udarowym o kształcie 10/350 μ s, stosowane w rozdzielnicach głównych
Typ II	ochrona przed przepięciami indukowanymi i napięciami „resztkowymi” z ograniczników typu I, badane prądem udarowym o kształcie 8/20 μ s, stosowane w rozdzielnicach lokalnych
Typ III	ochrona przed przepięciami indukowanymi, badane prądem udarowym o kształcie 8/20 μ s, charakteryzujące się niskimi poziomami napięć ochronnych, stosowane w rozdzielnicach lokalnych lub bezpośrednio przy urządzeniach

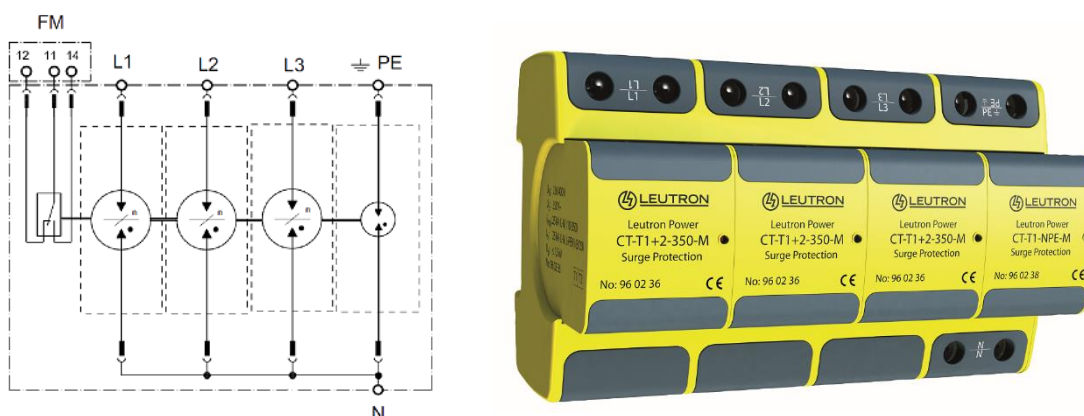


Rys. 4. Przykład stosowania ograniczników różnego typu w sieci zasilającej typu TN-C-S

Ochrona od strony zasilania energetycznego powinna być zapewniona już w rozdzielni głównej na wejściu linii zasilającej do budynku (granica stref LPZ 0_A/1). Należy stosować tam ograniczniki typu I. Obecnie są to najczęściej iskiernikowe ograniczniki przepięć wykonywane w technologii bezwydmuchowej zdolne do odprowadzenia prądu piorunowego o wartości szczytowej nawet do 100 kA impulsu 10/350 μ s. Ograniczniki typu I zapewniają zazwyczaj poziom ochrony poniżej 4 kV lub 2,5 kV, stąd niezbędne jest stosowanie drugiego stopnia ochrony w postaci ograniczników typu II w rozdzielni lokalnej zasilającej

centrum nadzoru wizyjnego (granica stref LPZ 1/2). Ograniczniki przepięć w rozdzielnic lokalnej powinny zapewnić ograniczenie wartości szczytowych uderów poniżej maksymalnych wartości napięć wytrzymywanych przez znajdujące się tam urządzenia.

Dopuszcza się także stosowanie ograniczników kombinowanych typu I + II zdolnych do odprowadzenia prądu piorunowego i ograniczających napięcia do niższych poziomów (rys. 5).



Rys. 5. Układ ogranicznika Leutron typu CT-T1+2/3+1-350-FM (ogranicznik typu I + II) do zabezpieczenia rozdzielni głównej

Jeżeli długość linii zasilającej pomiędzy danym urządzeniem w centrum nadzoru lub punktem kamerowym a rozdzielnicą lokalną jest większa niż kilkanaście metrów to bezpośrednio przy urządzeniu końcowym należy stosować także ograniczniki przepięć typu 3 w celu ochrony przed przepięciami indukowanymi. Ograniczniki przepięć należy dobierać odpowiednio dla napięcia znamionowego zasilania kamer - najczęściej jest to napięcie przemiennie 230 V lub 24 V, lub napięcie stałe 12 V. Przy zasilaniu napięciem niższym niż 230 V często bezpośrednio przy kamerach stosowane są przetwornice, w takim przypadku ochrona przed przepięciami powinna być zastosowana na wejściu napięcia zasilającego przetwornicę.

Ochrona torów sygnałowych

Ograniczniki przepięć stosowane do linii sygnałowych powinny spełniać standardy zgodne z normą PN-EN 61643-21. W kartach katalogowych takich ograniczników można spotkać się z oznaczeniami kategorii C1, C2, C3, D1 lub D2.

Kategorie te definiują poziomy uderów na jaki narażony jest dany typ ogranicznika podczas badań a tym samym określają jego odporność uderową. Obecnie większość układów posiada kategorie C1/C2/C3. Ograniczniki kategorii D1 charakteryzują się wyższym poziomem odporności i są w stanie odprowadzić nawet częściowy prąd pioruna. Charakterystykę poszczególnych kategorii przedstawiono w tabelicy 2.

Tablica. 2. Parametry udarów prądowych i napięciowych stosowanych w badaniach ograniczników przepięć dla linii sygnałowych

Kategoria	Typ próby	Napięcie obwodu otwartego	Prąd obwodu zwartego	Minimalna liczba udarów
C1	Szybki czas narastania	0,5 kV lub 1 kV, 1,2/50 μ s	0,25 kA lub 0,5 kA, 8/20 μ s	300
C2		2 kV, 4 kV lub 10 kV, 1,2/50 μ s	1 kA, 2 kA lub 5 kA, 8/20 μ s	10
C3		≥ 1 kV, 1 kV/ μ s	10 A, 25 A lub 100 A, 10/1000 μ s	300
D1	Duża energia	≥ 1 kV	0,5 kA, 1 kA lub 2,5 kA, 10/350 μ s	2
D2		≥ 1 kV	1 kA lub 2,5 kA, 10/250 μ s	5

W systemach CCTV do transmisji sygnału wizji wykorzystywane są różne standardy sygnałów z wykorzystaniem linii koncentrycznych (zarówno sygnały analogowe jak i różne warianty transmisji cyfrowej), transmisja po parze oraz Ethernet - w tym często z wykorzystaniem zasilania kamer w standardzie PoE. W niektórych przypadkach dodatkowo zabezpieczenia wymaga obwód sterowania kamery w standardzie RS485 czy RS422. Ograniczniki przepięć powinny być dobierane z uwzględnieniem napięć znamionowych i zakresów częstotliwości sygnałów stosowanych w danym systemie. Napięciowy poziom ochrony ogranicznika powinien być mniejszy niż maksymalne napięcie wytrzymywane przez chronione urządzenie. Przykłady ograniczników przepięć dla linii sygnałowych przedstawiono na rysunku 6.


 RST CCTV BNC-I
a)

 RST NET PoE
b)

 RST Guard 5V HF
c)

Rys. 6. Przykłady ograniczników przepięć linii sygnałowych różnych standardów: a) linia koncentryczna; b) Ethernet/PoE; c) para żył

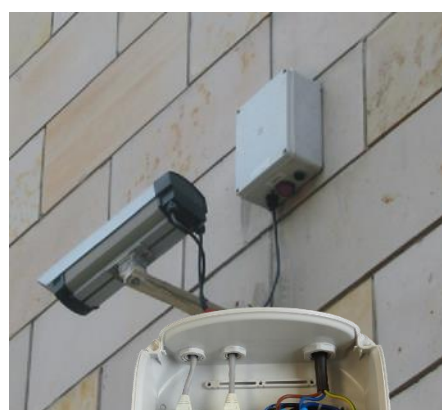
Obecnie dostępnych jest wiele rozwiązań dedykowanych do ochrony przed przepięciami systemów CCTV. Na rysunku 7a przedstawiono przykłady układów do ochrony multiplekserów lub rejestratorów w centrum nadzoru wizyjnego. Układ RST Safe CCTV pozwala na zabezpieczenie torów wizji po parze oraz obwodów sterowania kamer. Układ RST Safe NET PoE z kolei pozwala na zabezpieczenie do 10 torów transmisji Ethernet z zasilaniem w standardzie PoE. Rysunek 7b przedstawia z kolei układ do kompleksowego zabezpieczenia punktu kamerowego z ochroną przed przepięciami toru wizji oraz zasilania kamery w jednej obudowie. Takie rozwiązanie może być stosowane bezpośrednio przy kamerze umieszczonej na ścianie na zewnątrz budynku lub słupie kamerowym.



RST Safe CCTV



RST Safe NET PoE



RST TV/IP/230VAC/0/UV

a)

b)

Rys. 7. Dedykowane układy do ochrony systemów CCTV: a) ochrona torów sygnałowych centrum dozoru wizyjnego; b) złącze ochrony przed przepięciami punktu kamerowego

5. Podsumowanie

Ochrona odgromowa i przed przepięciami wykonana zgodnie z obowiązującymi normami pozwala na uniknięcie strat materialnych oraz zwiększa niezawodność systemów nadzoru wizyjnego CCTV. Należy przy tym zwracać szczególną uwagę na rozmieszczenie punktów kamerowych i prowadzenie tras kablowych względem elementów LPS z zachowaniem bezpiecznych odstępów izolacyjnych. Układy ograniczników przepięć powinny być

stosowane nie tylko do ochrony poszczególnych punktów kamerowych ale także do zabezpieczenia centrum nadzoru wizyjnego.

Bibliografia

1. PN-EN 62305-1 Ochrona odgromowa -- Część 1: Zasady ogólne
2. PN-EN 62305-3 Ochrona odgromowa -- Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia
3. PN-EN 62305-4 Ochrona odgromowa -- Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach
4. PN-EN 50130-4 Systemy alarmowe -- Część 4: Kompatybilność elektromagnetyczna -- Norma dla grupy wyrobów: Wymagania dotyczące odporności urządzeń systemów sygnalizacji pożarowej, sygnalizacji włamania, sygnalizacji napadu, CCTV, kontroli dostępu i osobistych
5. PN-EN 61643-11 Niskonapięciowe urządzenia do ograniczania przepięć -- Część 11: Urządzenia do ograniczania przepięć w sieciach rozdzielczych niskiego napięcia -- Wymagania i próby
6. PN-EN 61643-21 Niskonapięciowe urządzenia ograniczające przepięcia -- Część 21: Urządzenia do ograniczania przepięć w sieciach telekomunikacyjnych i sygnalizacyjnych -- Wymagania eksploatacyjne i metody badań