

# Ochrona przed przepięciami systemów dozoru wizyjnego VSS



## **Opracowanie:**

dr inż. Tomasz Maksimowicz

## **RST sp. z o.o.**

15-620 BIAŁYSTOK  
ul. Elewatorska 17/1

tel.: +48 792 350 100

[www.rst.pl](http://www.rst.pl)

e-mail: [rst@rst.pl](mailto:rst@rst.pl)



**Białystok, kwiecień 2020 r.**

## 1. Wstęp

Przeznaczeniem systemów telewizji dozorowej (VSS ang. video surveillance system) jest nadzór oraz zwiększenie bezpieczeństwa wszelkiego rodzaju obiektów wewnątrz budynków oraz w ich otoczeniu. Aby system VSS skutecznie pełnił swoje funkcje, konieczne jest zapewnienie jego niezawodności i ciągłości pracy w każdych warunkach. Dla poprawnego funkcjonowania urządzeń w normalnych warunkach pracy konieczne jest spełnienie wymogów z zakresu kompatybilności elektromagnetycznej. Zapewnienie odporności systemów VSS przed skutkami oddziaływania wyładowań atmosferycznych wymaga już z kolei stosowania dodatkowych zabezpieczeń w postaci elementów ochrony przed przepięciami. 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 i ograniczeniem bezpieczeństwa obiektu.

## 2. Źródła zagrożeń

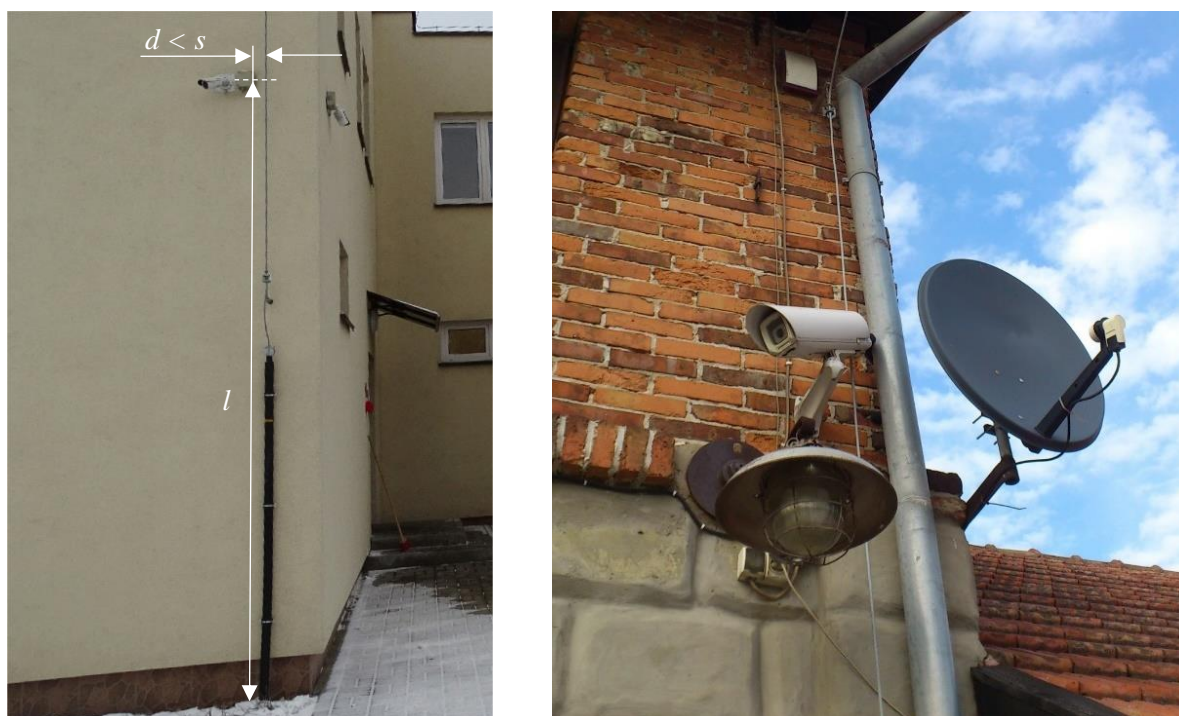
Wpływ oddziaływania wyładowań atmosferycznych na systemy elektroniczne jest tym większy, im bardziej rozległa jest sieć połączeń pomiędzy poszczególnymi urządzeniami. Tak więc, skutki burz będą z pewnością bardziej odczuwalne dla użytkownika rozległego systemu monitoringu w obiekcie przemysłowym, niż w niewielkim obiekcie prywatnym. Podstawowa zasada jest taka, im dłuższe są trasy kablowe pomiędzy poszczególnymi urządzeniami tym bardziej są one podatne na indukowanie się w nich przepięć. Nawet jeżeli transmisja wizji odbywa się kablem światłowodowym, który nie jest podatny na oddziaływanie pioruna, to kamera zawsze wymaga doprowadzenia zasilania. W największym stopniu narażone na uszkodzenia należy uznać wszystkie kamery instalowane na zewnątrz obiektów. Po pierwsze, mogą być wyeksponowane na oddziaływanie prądu pioruna lub jego części, a po drugie, ze względu na lokalizację, ich trasy kablowe mogą być bardzo długie, a tym samym, bardziej narażone na indukcyjne efekty wyładowań pobliskich.

Nigdy nie można wykluczyć ryzyka bezpośredniego uderzenia pioruna w kamerę umieszczoną na dachu budynku lub na słupie w terenie otwartym. Ze względu na energię przenoszoną przez prąd pioruna taka kamera w większości

przypadków uległaby po prostu fizycznemu zniszczeniu. Przy wyładowaniu w kamerę zewnętrzną, część prądu pioruna może przeniknąć do wnętrza obiektu poprzez obwody zasilania lub transmisji wizji, powodując uszkodzenia nie tylko urządzeń rejestrujących ale także innych obecnych systemów powiązanych pośrednio chociażby przez instalację zasilającą. O ile uszkodzenie pojedynczej kamery powoduje jedynie częściową utratę usług, to awaria urządzeń rejestrujących, w centrum systemu, może spowodować całkowitą przerwę w jego funkcjonowaniu, a także utratę ważnych danych. W przypadku kamer na słupach ryzyko wyładowania bezpośredniego jest ,w ogólnym przypadku, znikome ale zależy oczywiście od wysokości słupa lub masztu i jego wyeksponowania względem otaczających obiektów.

Kamery instalowane na elewacjach budynków, chociaż zazwyczaj nie są narażone na bezpośrednie uderzenie pioruna, to mogą być narażone na jego częściowe prądy. Niestety, wynika to najczęściej z błędów popełnianych przez projektantów lub wykonawców. Klasyczny obraz stanowią kamery na narożnikach budynków umieszczone tuż przy przewodzie odprowadzającym urządzenia piorunochronnego (rys. 1.). Kwestia braku zachowywania odstępów separujących wynika najprawdopodobniej nie tyle z lekceważenia tej kwestii, co z braku świadomości w tym zakresie. Jeżeli odległość pomiędzy przewodem odprowadzającym (lub zwodem), a kamerą lub podłączonym do niej okablowaniem będzie zbyt mała, to będzie istniało duże ryzyko przeskoku części prądu pioruna do obwodowy kamery. Bardzo często projekty dotyczące teletechniki i ochrony odgromowej wykonywane są niezależnie, często nawet przez różne biura projektowe. Przy braku wzajemnych konsultacji, efektem końcowym, są właśnie takie sytuacje. Niestety brak świadomości w tym zakresie zauważalny jest także u wykonawców, jak i samych użytkowników.

Do źródeł zagrożeń należy także zaliczyć przepięcia, jakie mogą wystąpić w sieci elektroenergetycznej. Do tego typu zagrożeń, zalicza się zarówno przepięcia pochodzenia atmosferycznego, jak i przepięcia łączeniowe. Te pierwsze związane są nie tylko z bezpośrednim uderzeniem pioruna w napowietrzną linię niskiego napięcia. Prąd pioruna, przy wyładowaniu doziemnym, może także przeniknąć częściowo do linii kablowej. Ponadto, ze względu na często bardzo duże długości, linie energetyczne podatne są na indukowanie się w nich przepięć na skutek oddziaływania wyładowań doziemnych w odległości nawet do kilkuset metrów [2].



**Rys. 1.** Błędy przy montażu kamer systemów telewizji dozоровej powodowane zbyt małymi odległościami od przewodów urządzenia piorunochronnego

W ogólnym przypadku, analizując wszelkiego rodzaju zagrożenia związane z oddziaływaniem wyładowań atmosferycznych, należy uznać, że podstawowe zagrożenie dla systemów dozoru wizyjnego stanowią przepięcia indukowane. Bezpośrednie uderzenie pioruna w obiekt lub element systemu VSS, chociaż powoduje największe straty, to statystycznie może się zdarzyć, typowo, raz na kilkanaście lub kilkadziesiąt lat. Wyładowania pobliskie, związane ze znacznie mniejszymi energiami zaburzeń, okazują się w ostatecznym rozrachunku zdecydowanie bardziej niebezpieczne, ponieważ mogą oddziaływać na rozpatrywany obiekt nawet kilkanaście razy w ciągu roku.

### 3. Ochrona odgromowa

Implementacja zasad ochrony według obowiązujących norm serii PN-EN 62305 [1], zakłada podział obiektu na strefy ochrony odgromowej (LPZ *ang. lightning protection zone*). W ogólnym przypadku, ze względu na potencjalne zagrożenia wyróżnia się następujące strefy LPZ:

**LPZ 0<sub>A</sub>** – strefa zewnętrzna, w której występuje zagrożenie wyładowania bezpośredniego oraz oddziaływanie całkowitego prądu pioruna i całkowitego pola magnetycznego;

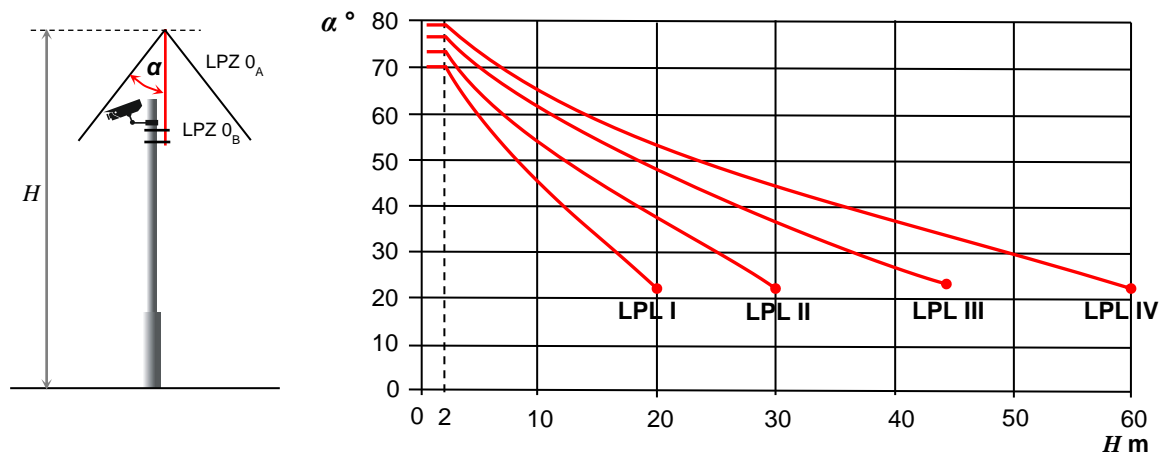
**LPZ 0<sub>B</sub>** – strefa zewnętrzna, w której nie występuje zagrożenie wyładowania bezpośredniego ale możliwe jest oddziaływanie częściowego prądu pioruna lub prądów indukowanych oraz całkowitego pola magnetycznego;

**LPZ 1...N** – strefy wewnętrzne, w których nie występuje zagrożenie wyładowania bezpośredniego, prądy udarowe z linii zewnętrznych są ograniczone ale możliwe jest oddziaływanie przepięć resztkowych lub prądów indukowanych oraz całkowitego lub stłumionego pola magnetycznego.

Ogólna zasada strefowej koncepcji ochrony zakłada dobór odpowiednich środków ochrony na granicach kolejnych LPZ, w celu dostosowania warunków elektromagnetycznych do poziomów wytrzymywanych przez znajdujące się w danej strefie urządzenia. Upraszczając i przekładając to na język bardziej zrozumiały: obiekt poddawany ochronie i urządzenia zewnętrzne należy objąć strefą LPZ 0<sub>B</sub> wyznaczoną przez układ zwodów LPS, aby ograniczyć skutki bezpośredniego uderzenia pioruna, a przepięcia we wszelkich obwodach elektrycznych i elektronicznych należy ograniczyć do poziomów wytrzymywanych przez urządzenia za pomocą ograniczników przepięć (SPD, *ang. surge protective device*).

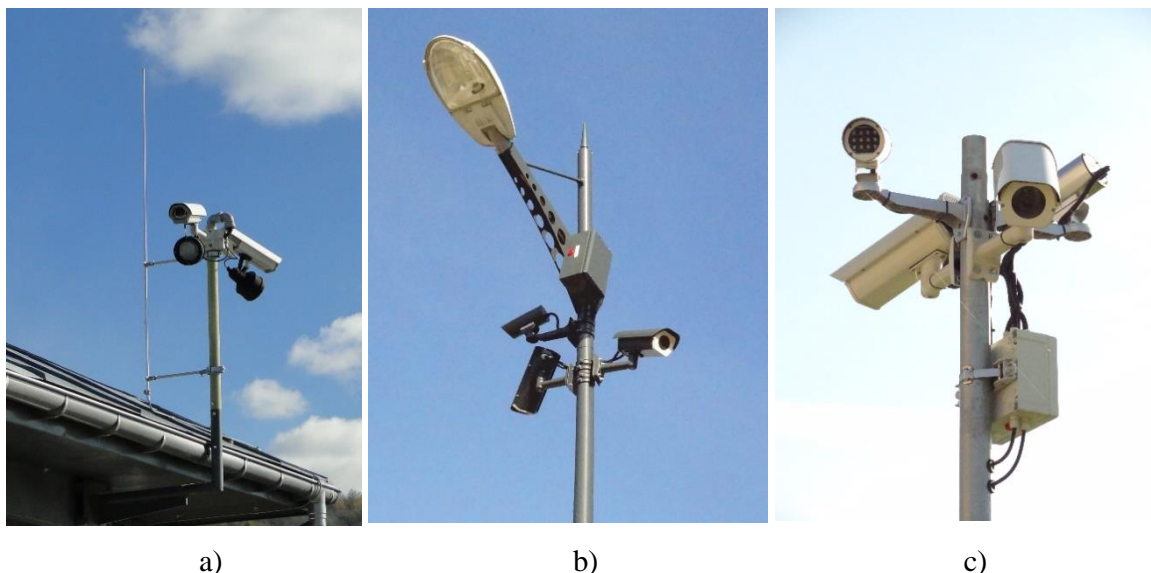
Projekt urządzenia piorunochronnego (LPS) w odniesieniu do systemów telewizji dozorowej powinien uwzględniać dwie podstawowe kwestie: zapewnienie stref ochronnych LPZ 0<sub>B</sub> dla kamer zewnętrznych i zachowanie bezpiecznych odległości między przewodami LPS, a wszystkimi elementami systemu VSS.

Strefy ochronne wyznacza się powszechnie znanymi metodami toczonej kuli (metoda najbardziej dokładna), albo kąta ochronnego (rys. 2) [3]. Seria norm PN-EN 62305 definiuje 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  $\alpha$  dla zwodów pionowych. Idea klas różnicuje LPS ze względu na skuteczność: im wyższa klasa (I – najwyższa), tym skuteczniejsza ochrona m.in. dzięki większemu zagęszczeniu przewodów LPS. Do projektowania zwodów chroniących kamery należy przyjąć klasę LPS określoną dla danego obiektu.



**Rys. 2.** Zależność kąta osłonowego  $\alpha$  od wysokości  $H$  zwodu pionowego względem płaszczyzny odniesienia i poziomu ochrony odgromowej LPL

Kamery na dachach budynków, jako zewnętrzny element obiektu, powinny znajdować się w obrębie strefy LPZ 0<sub>B</sub>, zawsze, gdy budynek wyposażony jest w urządzenie piorunochronne. Takie kamery stanowią często potencjalnie najbardziej narażony na wyładowanie bezpośrednie punkt budynku, zwłaszcza gdy są instalowane w pobliżu narożników budynku. W wielu przypadkach wymaga to zastosowania dodatkowego zwodu pionowego (rys. 3a).



a)

b)

c)

**Rys. 3.** Przypadki kamer zewnętrznych:

a) kamera na dachu budynku b) kamera na słupie oświetleniowym c) kamera na słupie

Ochrona kamer na słupach i masztach przed bezpośrednim uderzeniem pioruna wymaga indywidualnego podejścia. Często urządzenia instalowane są na słupach oświetleniowych, których konstrukcja samoistnie zapewnia strefę ochronną. W tych przypadkach pozostaje jednak zawsze kwestia braku zachowanych odległości bezpiecznych między elementami systemu VSS, a konstrukcją słupa, która przy władowaniu przewodzi prąd pioruna – z tego względu istotna w tym przypadku jest ochrona przed przepięciami.

Często zadawane jest pytanie czy chronić kamerę na słupie zwodem pionowym? Jeżeli jest to kamera na 5-metrowym słupie, w otoczeniu innych budynków, lub kamera strzegąca placu parkingowego to taka ochrona przed bezpośrednim uderzeniem pioruna może być zbyt kosztownym dodatkiem. Natomiast, jeżeli jest to kamera o bardzo dużej wartości, zamontowana na kilkunastometrowym słupie, która monitoruje obszar graniczny kraju lub terenu wojskowego, to nie powinno być żadnych wątpliwości czy taką ochronę dodatkową stosować. Należy zawsze brać pod uwagę nie tylko koszt kamery, ale także jej przeznaczenie. W przypadku, gdy podjęta jest decyzja o takiej ochronie, należy jednak brać pod uwagę także kwestie zachowania odstępów separujących lub zastosowanie przewodów odprowadzających w izolacji wysokonapięciowej.

Kamery instalowane na elewacji budynków znajdują się najczęściej w strefie ochronnej tworzonej przez LPS chroniący bryłę budynku. Należy natomiast zwracać uwagę na zachowanie bezpiecznych odległości od przewodów odprowadzających aby uniknąć sytuacji takich jak na rysunku 1. Przy projektowaniu rozmieszczenia kamer i tras kablowych należy uwzględnić wymagany odstęp separujący, który zgodnie z punktem 6.3 normy PN-EN 62305-3 [3] oblicza się z zależności:

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

gdzie:

$k_i$  – współczynnik zależny od wybranej klasy LPS;

$k_m$  – współczynnik zależny od materiału izolacji;

$k_c$  – 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 lub uziomu.

Wartości współczynników przedstawiono w tabelicy 1. Temat ten szczegółowo przeanalizowano w [4]. W ogólnym przypadku typowe odstępy wymagane między kamerą na elewacji, a przewodem odprowadzającym nie są wygórowane i typowo nie przekraczają kilkunastu centymetrów. Ponieważ wartość  $s$  zależy od długości  $l$  wzdłuż przewodów LPS od rozpatrywanego punktu do uziemienia, to większe odległości będą wymagane dla kamer chronionych przez zwody pionowe na dachach budynków.

**Tablica 1.** Wartości współczynników do obliczeń odstępów separujących

$k_i$		$k_c$		$k_m$	
LPS klasy III-IV	0,04	$n = 1^*$	1	powietrze	1
LPS klasy II	0,06	$n = 2$	0,66	beton, cegły, drewno	0,5
LPS klasy I	0,08	$n > 2$	0,44		

\* - dotyczy LPS odseparowanego i zwodów pionowych;  $n$  - liczba przewodów odprowadzających

#### 4. Ochrona przed przepięciami

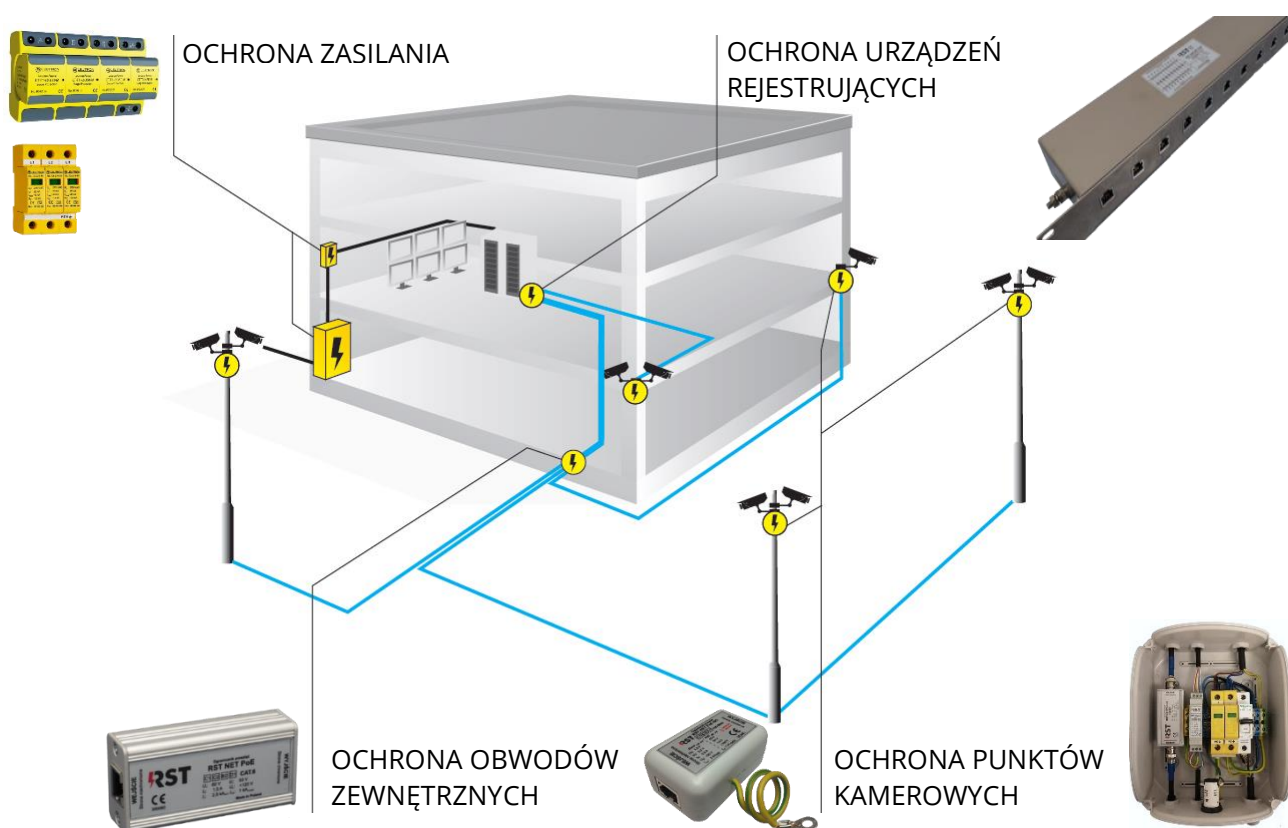
Ochrona przed przepięciami systemów dozoru wizyjnego jest kwestią dosyć złożoną. Najczęstsze pytania stanowią: które obwody należy zabezpieczyć i w jakich miejscach stosować urządzenia do ograniczania przepięć? Odwołując się do zasad opisanych w PN-EN 62305, strefę LPZ 1 w ogólnym przypadku stanowi wnętrze obiektu, w którym znajdują się urządzenia rejestrujące. Jeżeli jest to obiekt rozległy, to pomieszczenie z tymi urządzeniami może stanowić dodatkową wydzieloną strefę LPZ 2. Praktyczne lokalizacje ograniczników przepięć przedstawiono poglądowo na rysunku 4.

W pierwszej kolejności należy wyróżnić ochronę zasilania elektroenergetycznego. Ponieważ każde urządzenie jest w jakiś sposób pośrednio zasilane z rozdzielni głównej, to podstawę, stanowi zabezpieczenie obiektu od przepięć wnikających z zewnętrznej sieci energetycznej. W drugiej kolejności należy wyznaczyć zespół urządzeń rejestrujących, które w dzisiejszych czasach, stanowią najczęściej urządzenia informatyczne: przełączniki sieciowe (switche), serwery i dyski twarde. O ile uszkodzenie pojedynczej kamery powoduje utratę jedynie części funkcjonalności systemu, to uszkodzenia switcha lub serwera może doprowadzić do całkowitej wyłączenia systemu, a przede wszystkim utraty cennych danych. Zgodnie ze strefową koncepcją ochrony, należy także chronić wszystkie obwody kamer zewnętrznych. Stosowanie ochrony na granicy stref LPZ0/1 ma na celu ograniczenie przeniknięcia prądów udarowych do wnętrza obiektu, w którym, mogą doprowadzić do uszkodzenia, nie tylko urządzeń



końcowych do których są bezpośrednio podłączone, ale także wszelkich innych systemów, których okablowanie jest prowadzone równoległe z przewodami kamer zewnętrznych. Kwestia ochrony przed przepięciami konkretnych indywidualnych kamer jest kwestią indywidualną. W przypadku kamer wewnętrznych, taka ochrona na ogół nie jest wymagana, chyba że, jest to na przykład hala magazynowa o długości kilkuset metrów i ochrona może być wtedy zalecana ze względu na długości tras kablowych. Ochronę zaleca się natomiast dla kamer zewnętrznych, głównie ze względu na większe długości tras kablowych oraz ryzyko oddziaływania częściowych prądów pioruna na zewnątrz obiektu.

Bardzo istotną kwestią w projektowaniu ochrony jest także zachowanie konsekwencji. Jeżeli w danym punkcie kamerowym stosujemy ochronę przed przepięciami, to powinna ona obejmować wszelkie media przewodzące, z uwzględnieniem obwodów zasilania i transmisji sygnałów.



**Rys. 4.** Lokalizacja ograniczników przepięć w systemie VSS

#### 4.1. Ochrona zasilania

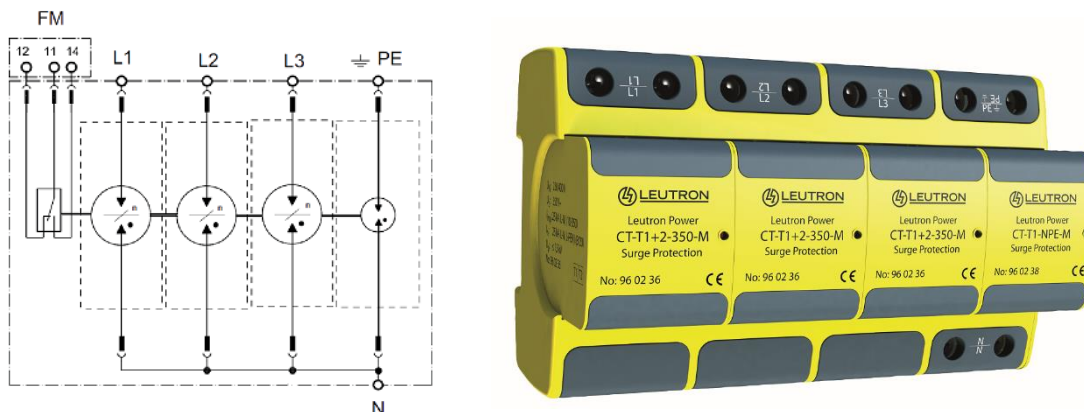
Obecnie największy problem w doborze ograniczników przepięć do ochrony zasilania polega na zbyt dużym wyborze produktów dostępnych na rynku. Ograniczniki przepięć stosowane w liniach zasilających powinny spełniać wymagania zwarte w PN-EN 61643-11 [5]. Klasyfikację i właściwości poszczególnych typów SPD opisano m.in. w [6]. W tabelicy 2. przedstawiono natomiast podstawowe typy SPD w aspekcie systemu telewizji dozorowej.

**Tablica. 2.** Typy ograniczników przepięć dla sieci rozdzielczych niskiego napięcia

Typ SPD	Parametr charakterystyczny	Właściwości	Miejsce stosowania
Typ 1+2	$I_{imp}$ (10/350 $\mu$ s); $I_n$ (8/20 $\mu$ s)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ochrona przed prądem pioruna (10/350 <math>\mu</math>s)</li> <li>odprowadzenie głównej energii przepięć do uziemienia</li> <li>zalecane SPD iskiernikowe lub typu kombinowanego z elementem ucinającym napięcie w każdej gałęzi ochronnej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozdzielnica główna lub złącze kablowe</li> <li>kamery o znaczeniu strategicznym na masztach lub wieżach</li> </ul>
Typ 2	$I_n, I_{max}$ (8/20 $\mu$ s)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ochrona przed przepięciami indukowanymi</li> <li>zapewnienie odpowiedniego napięciowego poziomu ochrony dla urządzeń zasilanych z rozdzielnic lokalnej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozdzielnica lokalna, zasilająca urządzenia rejestrujące</li> <li>kamera zewnętrzna</li> </ul>
Typ 3	$U_{oc}$ (1,2/50 $\mu$ s) $I_{SC}$ (8/20 $\mu$ s)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ochrona przed przepięciami indukowanymi</li> <li>niski napięciowy poziom ochrony</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>bezpośrednio przy urządzeniach wewnętrznych</li> </ul>

Patrząc od strony zewnętrznej sieci energetycznej, pierwszy stopień ochrony przed przepięciami instalowany jest albo w złączu kablowym albo w rozdzielnic głównej (RG). W tym miejscu zalecane są ograniczniki Typu 1+2, które powinny charakteryzować się odpornością na prądy pioruna i odpowiednio niskim napięciowym poziomem ochrony. Ponieważ w praktyce, z rozdzielnic głównej, często zasilane są także urządzenia końcowe, to zaleca się SPD o napięciowym poziomie ochrony  $U_p \leq 1,5$  kV. Ogranicznik zamontowany w rozdzielnic głównej, ma na celu ochronę nie tylko przed przepięciami przychodzącymi z zewnętrznej sieci energetycznej, ale również, w przypadku obiektów wyposażonych w LPS, także ochronę przed wzrostem potencjału uziemienia przy bezpośrednim uderzeniu pioruna. Z tego względu w rozdzielnicach głównych zaleca się stosować SPD iskiernikowe (rys. 5) lub typu kombinowanego z elementem ucinającym

napięcie w każdej gałęzi ochronnej. Ogranicznik, w tym miejscu, stanowi ochronę nie tylko dla systemu VSS ale także dla wszystkich pozostałych urządzeń w obiekcie.



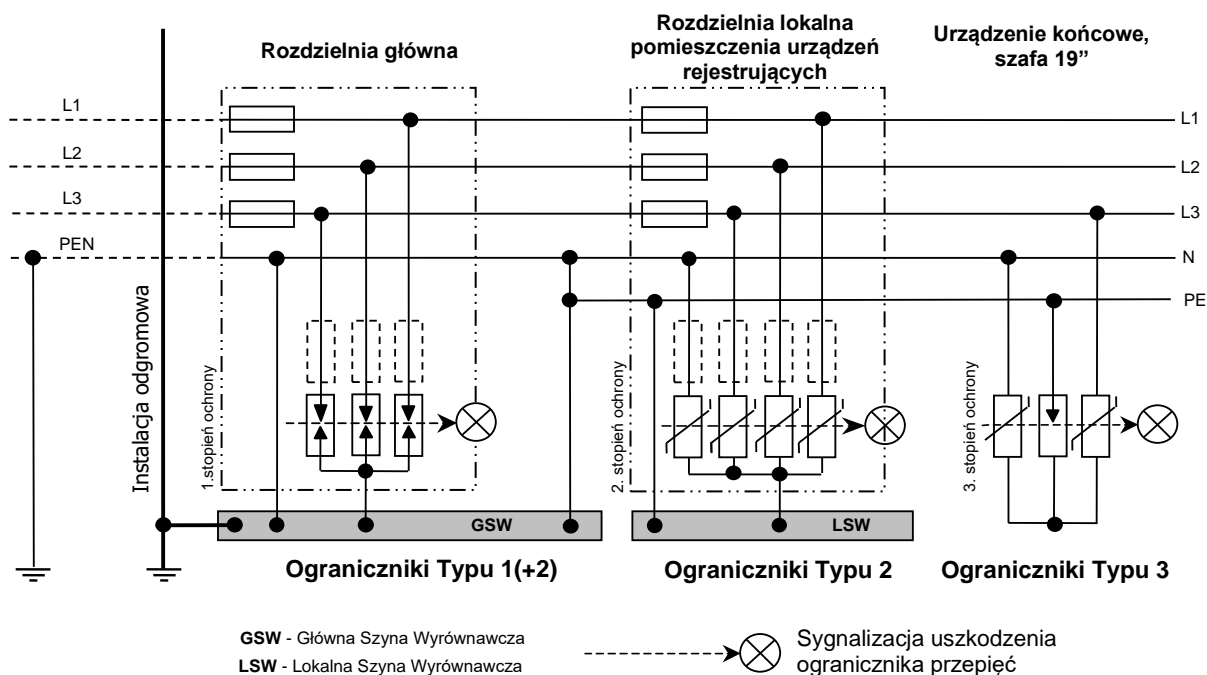
**Rys. 5.** Układ ogranicznika Leutron typu CT-T1+2/3+1-350-FM (SPD Typu 1+2) do zabezpieczenia zasilania elektroenergetycznego w rozdzielnicy głównej

Jeżeli urządzenia rejestrujące znajdują się w wydzielonym pomieszczeniu, odległym od RG, to w rozdzielnicy lokalnej należy zamontować kolejny stopień ochrony w postaci SPD Typu 2. W tej lokalizacji wystarczający jest ogranicznik wytrzymujący prądy indukowane ( $8/20 \mu s$ ). Odporność na prądy pioruna, w tym miejscu, nie jest konieczna, a co więcej, stosowanie tutaj ograniczników Typu 1(+2) nie powinno w ogóle się zdarzać, ze względu na możliwy brak koordynacji SPD.

Ograniczniki Typu 2 mogą być stosowane także do bezpośredniej ochrony kamer zewnętrznych. Co prawda, bezpośrednio przy urządzeniach VSS zaleca się stosować ograniczniki Typu 3, ale dotyczy to ochrony urządzeń wewnętrznych. W przypadku urządzeń zewnętrznych wartości prądów indukowanych mogą okazać się zbyt wysokie dla ograniczników Typu 3. Kolejne pytanie to, czy jeżeli kamera jest narażona na bezpośrednie uderzenie pioruna to należy ją chronić ogranicznikiem Typu 1? Takie rozwiązanie ma uzasadnienie jedynie w wyjątkowych sytuacjach, gdzie kamera jest bardzo droga, znajduje się na wysokim maszcie i pełni strategiczne funkcje.

Aktualnie obwody zasilania kamer, często, nie są już zasilane przy wykorzystaniu typowych wartości napięć 230 V lub 24 V prądu przemiennego. Wszyscy producenci dążą do zasilania kamer w standardzie PoE. Jest to rozwiązanie najbardziej wygodne, ponieważ umożliwia transmisję danych i

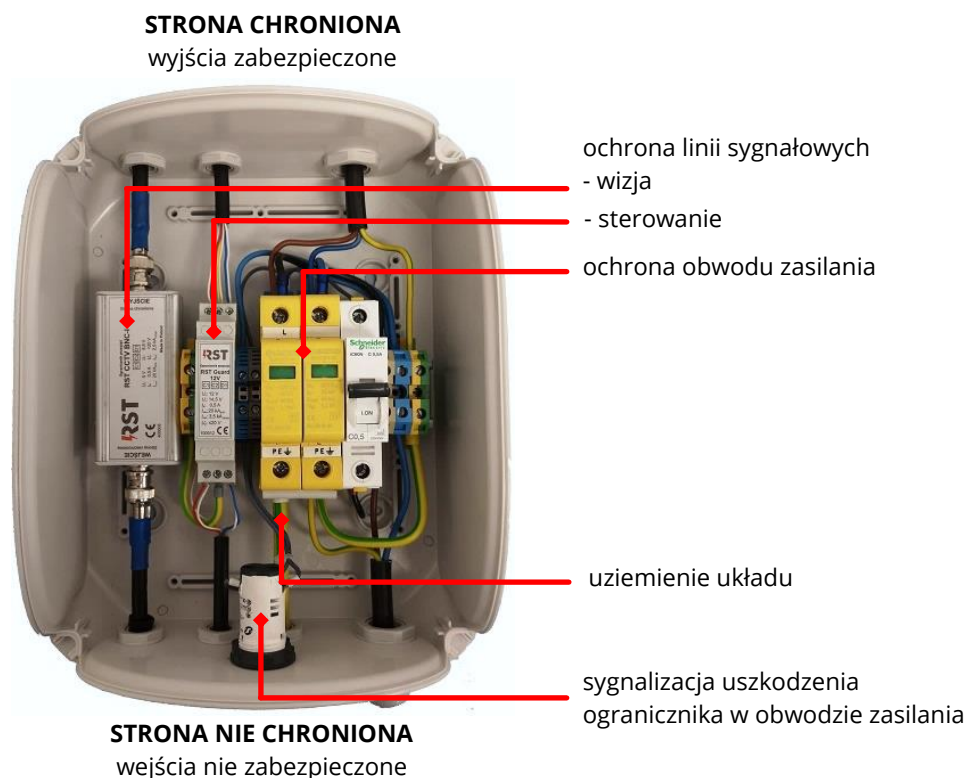
zasilanie jednym przewodem wieloparowym, na dość znaczne odległości, a sama ochrona jest zbudowana na bazie jednego uniwersalnego ogranicznika przepięć. Czasami jednak i taki punkt kamerowy, wymaga dodatkowego zasilania większej mocy, grzałek lub promienników podczerwieni, więc nadal często będą potrzebne dodatkowo typowe ograniczniki.



**Rys. 6.** Przykład stosowania ograniczników różnego typu w sieci zasilającej typu TN-C-S

#### 4.2. Ochrona torów sygnałowych

Większość systemów telewizji dozоровej projektowanych jest w dzisiejszych czasach w oparciu o kamery IP zasilane w standardzie *Power over Ethernet* (PoE). Transmisja sygnałów analogowych wizji, kablem koncentrycznym, czy tzw. transmisja „po parze” odchodzą już do przeszłości. Jeszcze parę lat temu, do kamer, doprowadzane były osobnymi przewodami zasilanie 230 V, sygnał wizji i niekiedy także sygnał sterowania kamerą. Taka konfiguracja, pociągała za sobą także złożoność układów zabezpieczających, przed przepięciami, punkt kamerowy, w których każdy obwód wymagał osobnego ogranicznika przepięć (rys. 7). Obecnie wszystko to, w wielu przypadkach, może być zastąpione jednym przewodem Ethernet, zabezpieczonym jednym ogranicznikiem przepięć. Do zewnętrznych punktów kamerowych, w wielu przypadkach, w dalszym ciągu doprowadza się jednak także osobne zasilanie grzałek, promienników IR czy przetworników światłowodowych.



**Rys. 7.** Przykładowy układ RST TV do ochrony przed przepięciami punktu kamerowego

Dobór ograniczników przepięć do ochrony obwodów transmisji danych jest bardziej złożony niż w przypadku zasilania ze względu na różnorodność standardów transmisji. W ogólnym przypadku, ogranicznik przepięć powinien być „niewidoczny” i nie wpływać na parametry sygnału użytkowego. Tak jednak nigdy nie będzie, zwłaszcza, jeżeli w SPD stosowane są elementy półprzewodnikowe (diody, układy scalone, warystory), które ze względu na swoje pojemności, mogą ograniczać pasmo transmisyjne. Z tego względu, istotny jest odpowiedni dobór SPD pod kątem parametrów chronionego obwodu. Szczególnie istotne może to się okazać w przypadku kamer IP z zasilaniem PoE, w których, transmisja danych może odbywać się tylko wybranymi, lub wszystkimi parami.

Ograniczniki do ochrony zasilania sklasyfikowane są według poszczególnych Typów, natomiast SPD do ochrony linii sygnałowych, które powinny spełniać wymagania normy PN-EN 61643-21 [6], sklasyfikowane są według kategorii prób udarowych. W kartach katalogowych takich ograniczników można spotkać się z oznaczeniami kategorii: C1, C2, C3, D1 lub D2. Kategorie te definiują liczbę, wartość szczytową i kształt udarów na jaki narażony jest ogranicznik podczas badań, a tym samym, charakteryzują jego odporność udarową. Obecnie większość

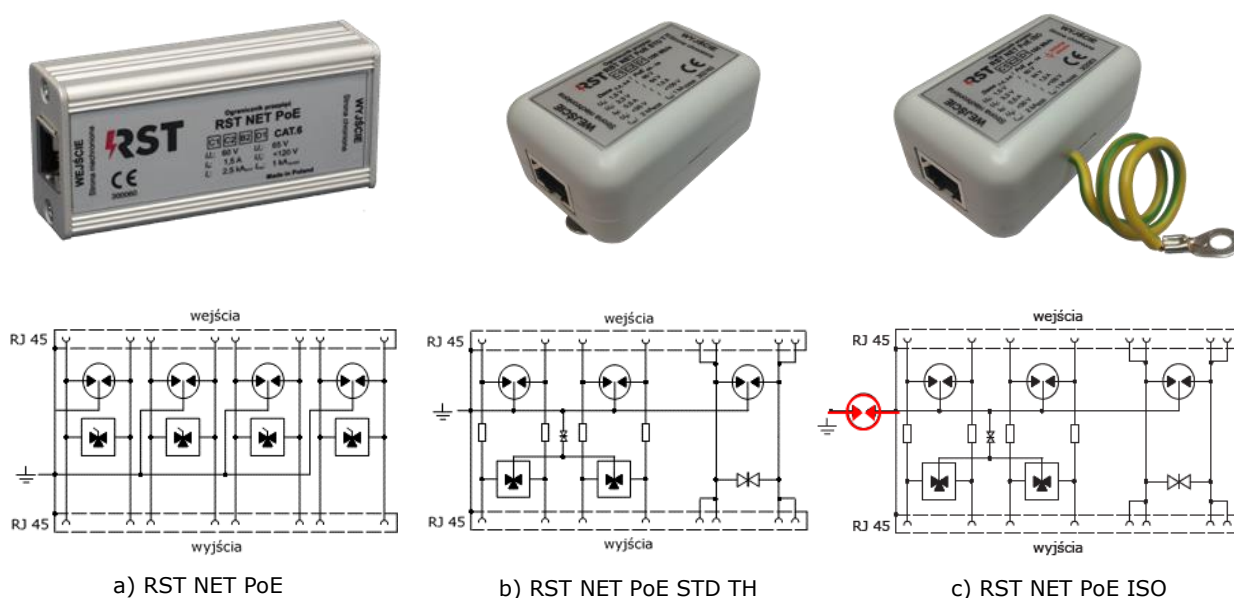
urządzeń sklasyfikowanych jest według kategorii C, gdzie C1 i C2 odpowiada odpornościom na prądy indukowane, a C3 charakteryzuje w praktyce napięcia zadziałania SPD przy bardzo małych prądach zakłóceń. Różnica między kategorią C1 i C2 polega na wartościach szczytowych i liczbie uderów: SPD kategorii C2 jest badane mniejszą liczbą uderów, ale o większych wartościach szczytowych. Ograniczniki kategorii D1 charakteryzują się z kolei wyższą wytrzymałością, ze względu na odporności, na udary o kształcie 10/350  $\mu$ s, odpowiadające częściowym prądom pioruna. Jakie praktyczne znaczenie ma kategoria D1? Zgodnie ze strefową koncepcją ochrony, taki SPD powinien być stosowany do ochrony obwodów kamer zewnętrznych, które znajdują się poza obszarem strefy LPZ 1. Charakterystykę poszczególnych kategorii przedstawiono w tabelicy 3.

**Tablica 3.** Kategorie prób i odpowiadające im parametry uderów prądowych i napięciowych stosowanych w badaniach ograniczników przepięć dla linii sygnałowych

Kategoria	Typ próby	Napięcie obwodu otwartego	Prąd obwodu zwartego	Minimalna liczba uderów
<b>C1</b>	Szybki czas narastania	0,5 kV lub 1 kV, 1,2/50 $\mu$ s	0,25 kA lub 0,5 kA, 8/20 $\mu$ s	300
<b>C2</b>		2 kV, 4 kV lub 10 kV, 1,2/50 $\mu$ s	1 kA, 2 kA lub 5 kA, 8/20 $\mu$ s	10
<b>C3</b>		$\geq 1$ kV, 1 kV/ $\mu$ s	10 A, 25 A lub 100 A, 10/1000 $\mu$ s	300
<b>D1</b>	Duża energia	$\geq 1$ kV	0,5 kA, 1 kA lub 2,5 kA, 10/350 $\mu$ s	2
<b>D2</b>		$\geq 1$ kV	1 kA lub 2,5 kA, 10/250 $\mu$ s	5

Wybierając urządzenie do zabezpieczenia kamery IP zasilanej w standardzie PoE należy zwrócić uwagę na schemat SPD i konfigurację ochrony poszczególnych par. Jeżeli mamy do czynienia z zaawansowanym systemem, stawiającym wymagania transmisji według kategorii 5, 5E czy nawet 6, to należy zastosować także odpowiedni ogranicznik. Wymaganie określonej, wysokiej, kategorii okablowania strukturalnego narzuca konieczność transmisji danych wszystkimi parami, co powinien także umożliwiać wstawiany szeregowo w chroniony obwód ogranicznik. Z kolei, w wielu mniej wymagających systemach, gdzie wymaga się jedynie określonej szybkości transmisji danych 100 Mb/s lub 1 gb/s, dane przesyłane są tylko parami 1-2 i 3-6, a zasilanie PoE doprowadzone jest między parami 4/5 – 7/8. Na rysunku 8. przedstawiono przykłady ograniczników przeznaczone do ochrony kamer IP. Analizując schematy SPD można zauważyć, że pierwszy z elementów (RST NET PoE, rys 8a) posiada jednakową konfigurację ochronną każdej z par. Uwzględniając deklarowane parametry transmisyjne

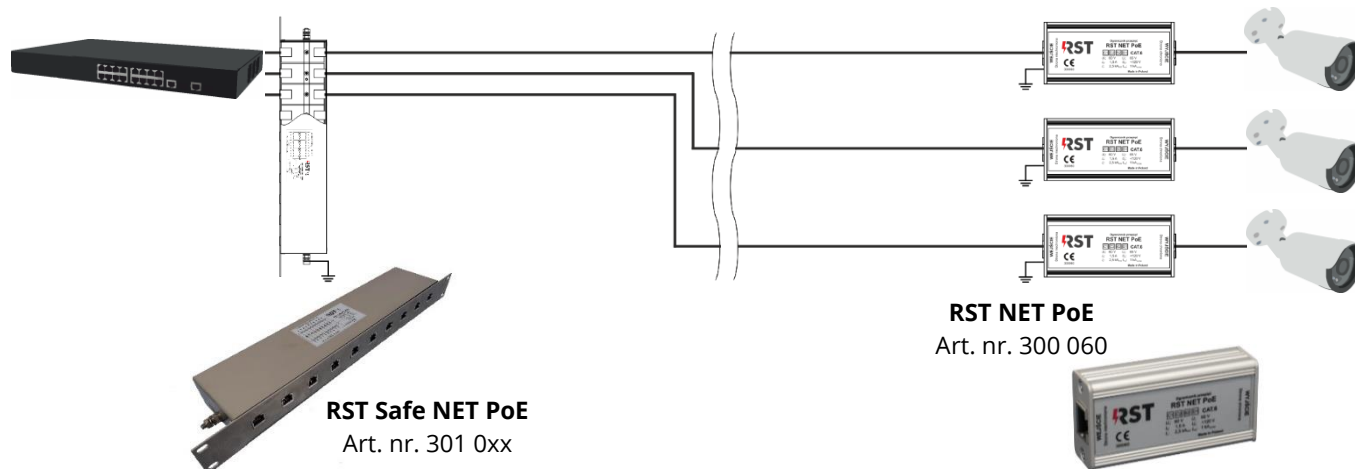
(Cat. 6) i poziomy napięć znamionowych pracy SPD na poziomie  $U_n = 60 \text{ V}$ , jest to produkt uniwersalny, który umożliwia transmisję danych wszystkimi parami, z jednoczesnym zasilaniem w dowolnym standardzie PoE. Taki element może także być skutecznie stosowany do ochrony typowych sieci informatycznych. W pozostałych elementach występuje połączenie par 4/5 i 7/8 (RST NET PoE STD - rys 8b, RST NET PoE ISO - rys 8c), co ogranicza zastosowanie takiego elementu do standardowych systemów telewizji dozоровej, opisanych wcześniej w drugim przypadku. Nie oznacza to jednak, że jest to produkt gorszy. Ze względu na mniej złożoną konstrukcję taki produkt może być oferowany zazwyczaj w niższej cenie i będzie stanowił optymalne rozwiązanie wszędzie tam, gdzie nie stawia się wygórowanych wymagań odnośnie transmisji danych.



**Rys. 8.** Przykłady ograniczników przepięć do ochrony kamer IP

Urządzenia przedstawione na rysunku 8 stosowane są do zabezpieczania indywidualnych obwodów lub bezpośrednio do ochrony kamer. Tam, gdzie w jednym miejscu zabezpieczenia, wymaga większa liczba przewodów, bardziej praktyczne zastosowanie mają układy ochrony zbiorczej. Ma to miejsca, na przykład, na wejściu do budynku (granica stref LPZ 0/1) obwodów kamer zewnętrznych lub bezpośrednio przy urządzeniach rejestrujących. Urządzenia te są w stanie zabezpieczyć większą liczbę torów sygnałowych, zintegrowanych w jednej obudowie, przystosowanej najczęściej do montażu w szafach 19". Na rysunku 9 przedstawiono ideę doboru elementów do ochrony przed przepięciami systemu VSS: do indywidualnej ochrony punktów kamerowych należy stosować

pojedyncze elementy (np.: RST NET PoE), natomiast przy urządzeniach rejestrujących – układy ochrony zbiorczej (np.: RST Safe NET PoE).



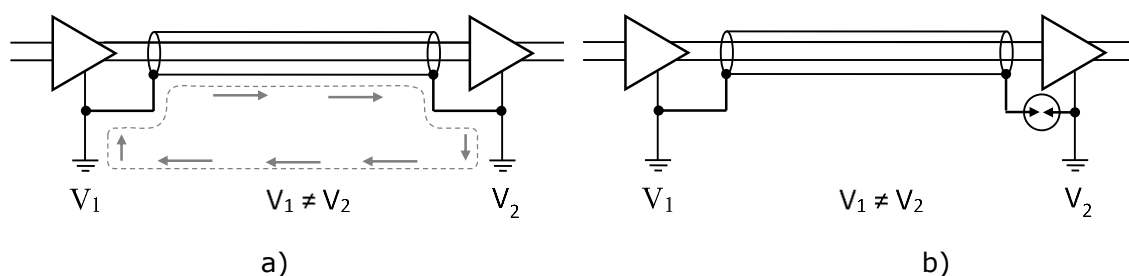
**Rys. 9.** Idea ochrony systemu VSS: zabezpieczenie zbiorcze urządzeń rejestrujących i ochrona indywidualnych obwodów kamer.

W trakcie budowy systemów ochrony przed przepięciami, należy zawsze pamiętać o konieczności uziemienia SPD w celu umożliwienia odprowadzenia energii prądów uderowych. Jeżeli do kamery doprowadzony jest obwód zasilania 230 V to zazwyczaj uziemienie jest realizowane przez wykorzystanie przewodu PE. Jeżeli natomiast do kamery doprowadzona jest wyłącznie skrętka wieloparowa to do prawidłowej pracy SPD konieczne jest lokalne uziemienie – tzn. podłączenie do systemu PE obiektu. W niektórych przypadkach może to prowadzić do niepożądanych efektów, związanych z różnicą potencjałów odległych punktów uziemienia np.: kamery i przełącznika sieciowego. W przypadku środowisk przemysłowych, czy otoczeniu trakcji kolejowej, mogą wystąpić znaczące różnice wartości potencjałów odległych punktów uziemienia. Może to prowadzić do przepływu, przez ekran, niepożądanych prądów wyrównawczych (rys. 10a) mogących prowadzić do zakłóceń transmisji danych lub nawet uszkodzenia urządzeń. Takie prądy, nawet o niedużych wartościach, mogą okazać się niebezpieczne, ponieważ płyną nieustannie prowadząc do uszkodzeń sprzętu, np.: do przeciążenia termicznego i „wypalenia” wejść przełączników sieciowych.

Rozwiązaniem tego problemu jest uziemienie pośrednie ekranu kabla transmisyjnego po stronie urządzenia zlokalizowanego w terenie. Jest to najczęściej realizowane poprzez odgromnik gazowy (GDT), który w normalnych warunkach pracy zapewnia izolację względem uziemienia, a w warunkach



zakłóceń zmienia swój stan, na zwarcie, w celu umożliwienia odprowadzenia energii zaburzeń do ziemi (rys. 9b). W połączeniu z ochroną przed przepięciami, uziemienie pośrednie, mogą zapewnić specjalne ograniczniki przepięć z dodatkowym elementem GDT (np.: RST NET PoE ISO – rys. 8c). Innym rozwiązaniem jest zastosowanie samego elementu iskiernikowego (np.: RST S20 Art. nr. 103 050).



**Rys. 10.** Wpływ różnicy potencjałów odległych punktów uziemiających:  
 a) obustronne bezpośrednie uziemienie ekranu – przepływ prądów wyrównawczych;  
 b) pośrednie uziemienie ekranu po stronie punktu zewnętrznego

## 5. Podsumowanie

W kwestii zapewnienia skutecznej ochrony odgromowej, o konieczności zachowywania odstępów separujących, świadomym powinni być zarówno projektanci, wykonawcy jak i sami inwestorzy czy też zarządcy obiektów. Błędy w tym zakresie, dotyczące w szczególności systemów alarmowych, można spotkać niemal na każdym kroku. Skutecznym środkiem ochrony może okazać się zatem zwiększenie świadomości i niedopuszczanie do stwarzania podobnych zagrożeń.

O zastosowaniu elementów ochrony przed przepięciami, w pierwszej kolejności, decydują projektanci, a następnie inwestorzy, którzy zatwierdzają proponowane rozwiązania. Jeżeli projektant nie uwzględni takiej ochrony i nie uświadomi o jej potrzebie inwestora, to najprawdopodobniej nie pojawi się ona na żadnym z kolejnych etapów realizacji inwestycji. Łatwiej przekonać inwestorów do ochrony obwodów zasilania 230 V, ponieważ to wprost wynika z zapisów wielu norm dotyczących zarówno ochrony odgromowej, jak i instalacji elektrycznych. Zapisów dotyczących konieczności stosowania ochrony obwodów sygnałowych, które mówiłyby jasno, kiedy i jakie ograniczniki należy stosować, trudno szukać w aktualnych normach. Stosując strefową koncepcję ochrony odgromowej zgodnie z

PN-EN 62305 należy jednak chronić wszelkie obwody, zarówno zasilające, jak i transmisji danych.

Należy także zawsze pamiętać, że poziomy odporności urządzeń, na badania z zakresu kompatybilności elektromagnetycznej są niewystarczające dla poprawnego działania tych urządzeń w przypadku wystąpienia przepięć pochodzenia atmosferycznego. Ochronę przed przepięciami w systemach zabezpieczeń technicznych, do których zalicza się systemy dozoru wizyjnego, należy traktować jako środek podwyższający niezawodność funkcjonowania całego systemu, a często również i obiektu.

### Literatura

- [1] PN-EN 62305-2 Ochrona odgromowa -- Część 2: Zarządzanie ryzykiem
- [2] PN-EN 62305-1 Ochrona odgromowa -- Część 1: Zasady ogólne
- [3] PN-EN 62305-3 Ochrona odgromowa -- Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia
- [4] T. Maksimowicz, *Odstępy separujące jako środek ochrony odgromowej*, elektro.info 3/2019, s.57-61
- [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