

CO CZŁONEK ŚLĄSKIEJ IZBY BUDOWNICTWA O INSTALACJI ODGROMOWEJ WIEDZIEĆ POWINIEN

dr inż. Konrad Sobolewski
mgr inż. Janusz Budniok



BUDNIOK
TECHNIKA

AGENDA

Podstawy prawne stosowania ochrony odgromowej.

Elementy składowe ochrony odgromowej.

Ryzyko piorunowe.

Odstępy izolacyjne.

Uziemienia.

Ograniczanie przepięć w instalacji elektrycznej.

Ochrona odgromowa fotowoltaiki.

PODSTAWY PRAWNE.



ROZPORZĄDZENIA

Rozporządzenie Ministra z dn. 12 kwietnia 2002 r. jasno informuje nas o obowiązku wyposażania budynków w instalację chroniącą od wyładowań atmosferycznych.

- Rozdział 1, par. 53, ust. 2: **Budynek należy wyposażyć w instalację chroniącą od wyładowań atmosferycznych.** Obowiązek ten odnosi się do budynków wymienionych w Polskiej Normie dotyczącej ochrony odgromowej obiektów budowlanych.
- Rozdział 8, par. 184, pkt. 3: **Instalacja piorunochronna, o której mowa w par. 53 ust. 2, powinna być wykonana zgodnie z Polską Normą dotyczącą ochrony odgromowej obiektów budowlanych.**
- Rozdział 8, par. 183, ust. 1: W instalacjach elektrycznych należy stosować: pkt. 7: połączenia wyrównawcze główne i miejscowe łączące przewody ochronne z częściami przewodzącymi innych instalacji i konstrukcji budynku; pkt. 10: urządzenia ochrony przeciwprzepięciowej.

USTAWA

Ustawa „Prawo budowlane” z dnia 7. lipca 1994 r. definiuje obowiązki użytkownika w zakresie konserwacji instalacji odgromowej:

- Art. 62, ust. 1, pkt. 2: okresowej, co najmniej raz na 5 lat, polegającej na sprawdzeniu stanu technicznego i przydatności do użytkowania obiektu budowlanego, estetyki obiektu budowlanego oraz jego otoczenia; kontrolą tą powinno być objęte również badanie instalacji elektrycznej i piorunochronnej w zakresie stanu sprawności połączeń, osprzętu, zabezpieczeń i środków ochrony od porażeń, oporności izolacji przewodów oraz uziemień instalacji i aparatów;

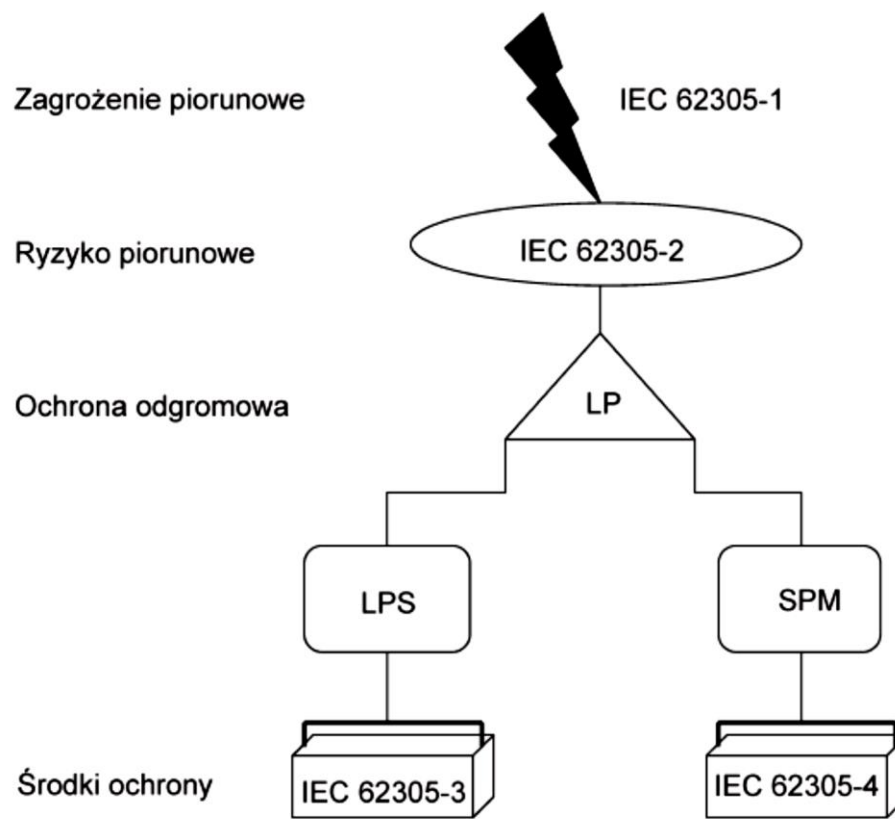
USTAWA

Ustawa ta poniekąd określa osobę uprawnioną do przeprowadzenia takiej kontroli:

- Art. 62, ust. 5: Kontrole stanu technicznego instalacji elektrycznych, piorunochronnych i gazowych, o których mowa w ust. 1 pkt 1 lit. c i pkt 2, mogą przeprowadzać **osoby posiadające kwalifikacje wymagane przy wykonywaniu dozoru nad eksploatacją urządzeń, instalacji oraz sieci energetycznych i gazowych.**

Niestety spora część osób z powyższymi uprawnieniami ma nikłą wiedzę o aktualnej normalizacji w zakresie ochrony odgromowej.

NORMALIZACJA



NORMALIZACJA

Inne normy powołane:

- PN-IEC 60364-4-443: Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi.
- PN-IEC 60364-4-444: Ochrona przed zakłóceniami elektromagnetycznymi (EMI) w instalacjach obiektów budowlanych.
- PN-IEC 60364-5-534: Urządzenia do ochrony przed przepięciami.
- PN-HD 60364-5-54: Uziemienia, przewody ochronne i przewody połączeń ochronnych.
- PN-IEC 60364-4-442: Ochrona instalacji niskiego napięcia przed przepięciami i uszkodzeniami przy doziemieniach w sieciach wysokiego napięcia.
- PN-EN 50310: Stosowanie połączeń wyrównawczych i uziemiających w budynkach z zainstalowanym sprzętem informatycznym.
- seria norm PN-EN 62561-1...7 - Elementy urządzenia piorunochronnego (LPSC).

NORMALIZACJA

Przepisy jednoznacznie informują, że należy wybierać elementy instalacji wysokiej jakości, co dodatkowo powinno być poświadczone odpowiednimi certyfikatami i badaniami.

W myśl normy PN-EN 62305 „urządzenie piorunochronne (LPS) powinno być projektowane i wykonywane przez projektantów i wykonawców urządzeń piorunochronnych”.

Brak tych dokumentów może nie tylko uniemożliwić odbiór realizowanego obiektu, ale też zablokować wypłatę ewentualnego odszkodowania.

OBOWIĄZKOWOŚĆ NORM ODGROMOWYCH



Status norm PN-EN w świetle obowiązującego prawa i odpowiedzi na interpelacje poselskie

7

Odpowiedź podsekretarza stanu w Ministerstwie Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej - z upoważnienia ministra - na interpelację nr 19761 w sprawie wyrażenia stanowiska na temat charakteru prawnego Polskich Norm - Warszawa, dnia 19 sierpnia 2013 r.

„W konsekwencji przywołane w załączniku do rozporządzenia ministra infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690, z późn. zm.), normy są **obowiązujące**, a inwestorzy oraz pozostali uczestnicy procesu budowlanego powinni je stosować.”



G. Masłowski: Posiedzenie PKOO SEP w trakcie konferencji EMC Europe 2016 - Wrocław, dnia 9 września 2016 roku

OBOWIĄZKOWOŚĆ NORM ODGROMOWYCH



Status norm PN-EN w świetle obowiązującego prawa
i odpowiedzi na interpelacje poselskie

22

PODSUMOWANIE

Stanowisko Polskiego Komitetu Ochrony Odgromowej SEP w sprawie stosowania
Polskich Norm dotyczących ochrony odgromowej obiektów budowlanych

Rzeszów, dnia 22.10.2012 roku

„Polski Komitet Ochrony Odgromowej (PKOO) działający od marca 1958 r. w ramach Stowarzyszenia Elektryków Polskich stanowczo i konsekwentnie podtrzymuje konieczność projektowania i wykonywania ochrony odgromowej obiektów budowlanych zgodnie z wymaganiami aktualnych Polskich Norm, które są identyczne z normami europejskimi (EN) oraz międzynarodowymi (IEC).

G. Maśłowski: Posiedzenie PKOO SEP w trakcie konferencji EMC Europe 2016 – Wrocław, dnia 9 września 2016 roku

NORMALIZACJA

W kwestii dopuszczalnego stosowania zwodów tzw. aktywnych to **jest to nieprawda**.

Powoływana często pseudo-norma francuska NF-C 17-102:1995 jest wewnętrznym dokumentem Francji i nie ma przeniesienia na grunt europejski.

Na chwilę obecną sami Francuzi wycofują się z tych rozwiązań.

Jest wiele dokumentów bazujących na podstawach naukowych, doświadczalnych oraz obserwacyjnych, które jasno dowodzą, że rozwiązania aktywne nie są wcale lepsze niż tradycyjne.

Na pewno są wielokrotnie droższe, a stosowane zgodnie ze wskazówkami ich producentów niebezpieczne dla zdrowia i życia ludzi oraz infrastruktury elektrycznej w „chronionych” obiektach.

IDEA OCHRONY ODGROMOWEJ



SKUTKI WYŁADOWAŃ ATMOSFERYCZNYCH

W przypadku budynku są one następujące:

- uszkodzenia termiczne i mechaniczne,
- zapłony pożarowe i wybuchowe,
- awarię urządzeń wewnętrznych wskutek LEMP,
- porażeniowe istot żywych.

W przypadku linii elektrycznej są one następujące:

- uszkodzenia termiczne i mechaniczne przewodów i izolacji,
- porażenie elektryczne istot żywych.

W obu przypadkach mogą być one powodowane bezpośrednio przez prąd piorunowy, przez prądy i napięcia indukowane oraz przez iskry wtórne, np.: wytopienie metalu w miejscu uderzenia pioruna jest powodowane przez ładunek, rozgrzanie przewodów w innym miejscu – przez energię, uszkodzenia mechaniczne i spadki napięć - przez prąd, a napięcia indukowane - przez stromość narastania prądu.

SKUTKI WYŁADOWAŃ PIORUNOWYCH



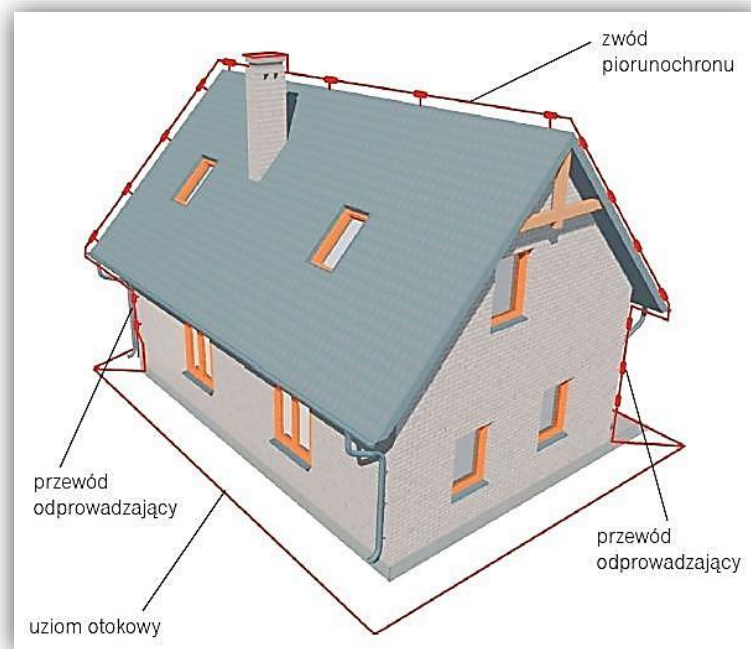
INSTALACJA PIORUNOCHRONNA

Zewnętrzna instalacja piorunochronna składa się z trzech podstawowych elementów:

- zwodów odgromowych,
- przewodów odprowadzających,
- uziomu odgromowego.

Dodatkowo można wskazać:

- połączenia wyrównawcze,
- elektryczną izolację (odstępy separacyjne) od zewnętrznego LPS.



STREFY OCHRONY ODGROMOWEJ

Według norm skuteczną ochroną przepięciową jest „**strefowa koncepcja ochrony odgromowej**”.

W myśl tej zasady budynek jest podzielony na strefy, z których każda kolejna jest narażona w coraz mniejszym stopniu na występowanie przepięć w celu ochrony najistotniejszych urządzeń końcowych z punktu widzenia pracy danego obiektu.



SZACOWANIE RYZYKA

Ochrona odgromowa jest potrzebna, jeżeli ryzyko R (R_1 do R_3) jest większe niż tolerowany jego poziom R_T

$$R > R_T$$

W takim przypadku należy zastosować środki ochrony, by zredukować ryzyko R (R_1 do R_3) do tolerowanego poziomu R_T

$$R \leq R_T$$

Jeżeli więcej niż jeden typ straty może wystąpić, to **dla każdego** typu tych strat ($L1$, $L2$ i $L3$) powinien być spełniony warunek $R \leq R_T$.

BŁĘDY POPEŁNIANE PRZY PROJEKTOWANIU I REALIZACJI

Najczęściej błędy popełniane są już we wstępnym etapie projektowania, gdyż klasa instalacji odgromowej (LPS) przyjmowana jest albo bez jakichkolwiek wyliczeń, albo jest określana na podstawie nieobowiązujących już norm serii PN-E 05003.

Obecnie klasa LPS określana powinna być na podstawie analizy ryzyka zagrożenia piorunowego wg 2. arkusza normy PN-EN 62305.

Niestety, jest to procedura złożona, z którą większość projektantów nie radzi sobie do dnia dzisiejszego pomimo upływu kilku lat od wprowadzenia obligatoryjnego obowiązku jej stosowania.

BŁĘDY POPEŁNIANE PRZY PROJEKTOWANIU I REALIZACJI

Istotny problem podczas projektowania i wykonywania instalacji odgromowych stanowi również brak określenia bezpiecznych odstępów izolacyjnych.

W związku z tym, w praktyce można spotkać np. anteny, oprawy oświetleniowe czy kamery CCTV zamontowane zbyt blisko przewodów odprowadzających.

Niekiedy montowane produkty rzekomo zwiększające wytrzymałość izolacyjną i zmniejszające wymagany odstęp izolacyjny nie spełniają ani wymagań, ani zakładanej funkcji.

ZWODY LPS

Nierzadkim problemem jest niewłaściwe rozmieszczenia zwodów LPS. Praktyka pokazuje np., że coraz częściej do ochrony urządzeń na dachach stosuje się iglice odgromowe (zwody pionowe), których wysokość nie zawsze jest dostateczna dla zapewnienia odpowiedniej strefy ochronnej.

Powszechnie niezrozumienie dotyczy również stosowania zbyt wysokich zwodów pionowych. Ich stosowanie wiąże się z nieuzasadnionym zwiększeniem powierzchni zbierania wyładowań bezpośrednich przez chroniony obiekt, co tym samym, zwiększa ryzyko bezpośredniego uderzenia pioruna.

SYSTEMY UZIEMIAJĄCE I KOROZJA

Należy także pamiętać o powszechnie popełnianych błędach przy projektowaniu i wykonywaniu systemów uziemiających, nieodłącznej części instalacji odgromowej. Z uwagi na trwałe umieszczenie uziomu w gruncie dobór materiałów na elementy uziomu wymaga specjalnej troski i wiedzy o zjawiskach korozyjnych, na co zwrócono szczególną uwagę w aktualnej edycji norm odgromowych.

Dobór nieodpowiednich materiałów, o wątpliwej jakości, może prowadzić do przyspieszonej korozji uziomu i w rezultacie utratę właściwości ochronnych instalacji odgromowej. Ten sam problem dotyczy materiałów stosowanych do wykonania wszelkiego rodzaju zacisków, uchwytów, wsporników, przewodów, masztów i iglic odgromowych.

ODSTĘPY IZOLACYJNE

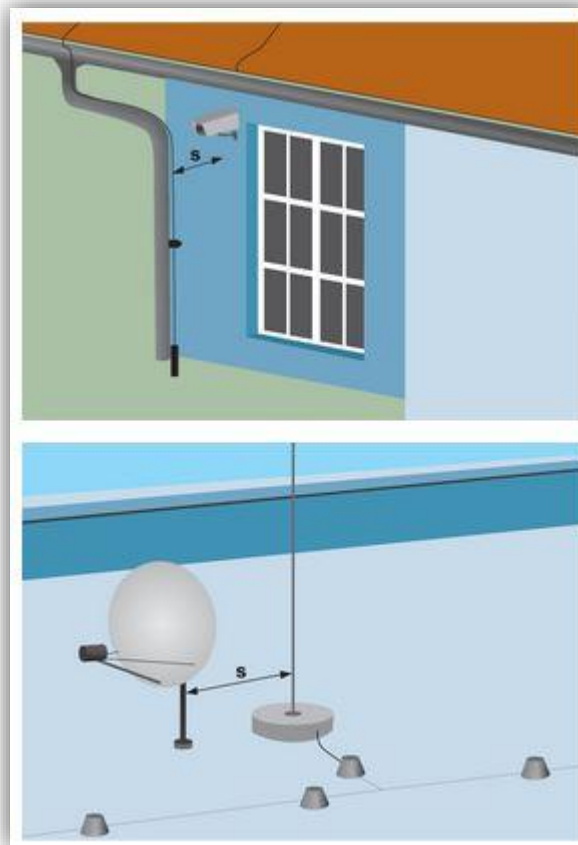


OKREŚLANIE ODSTĘPÓW IZOLACYJNYCH

Wzór:

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

- k_i - zależy od klasy LPS,
- k_c - zależy od prądu pioruna płynącego w przewodach odprowadzających,
- k_m - zależy od materiału izolacji elektrycznej, l - długość w metrach mierzona wzdłuż zwodu lub przewodu odprowadzającego od punktu, w którym jest rozpatrywany odstęp izolacyjny do punktu najbliższego połączenia wyrównawczego.



ODSTĘPY IZOLACYJNE — TAK NIE ROBIMY!



ODSTĘPY IZOLACYJNE — TAK NIE ROBIMY!



www.napiecie.salama.pl

ODSTĘPY IZOLACYJNE — TAK NIE ROBIMY!



ODSTĘPY IZOLACYJNE — TAK NIE ROBIMY!



www.napiecie.salam.pl

JAKOŚĆ POŁĄCZEŃ



UZIEMIENIA



UZIOMY

W rozważaniach nad rozpraszaniem prądu pioruna w gruncie (zachowanie wielkoczęstotliwościowe), dla minimalizacji jakichkolwiek potencjalnie niebezpiecznych przepięć, ważnym kryterium dotyczącym uziomów jest ich kształt i wymiary.

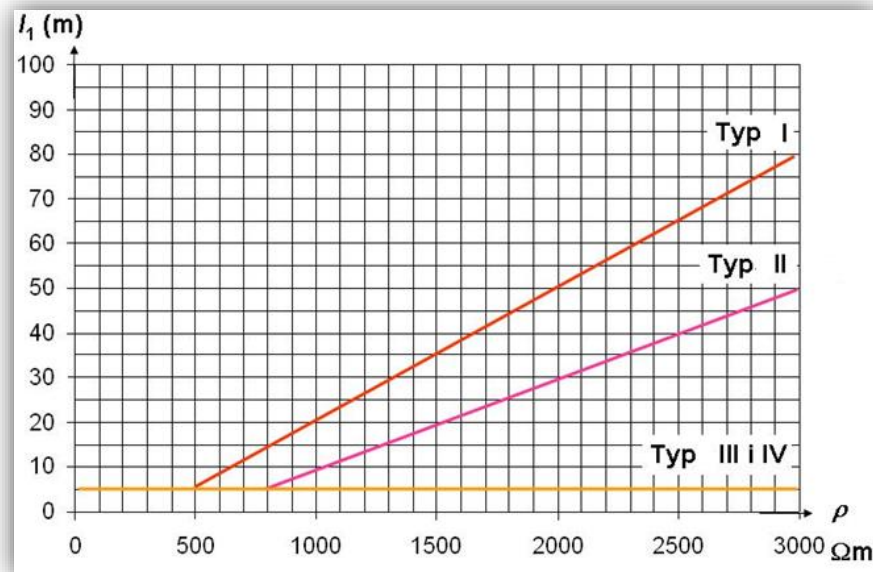
Na ogół zalecana jest mała rezystancja uziemienia (w miarę możliwości mniejsza niż 10Ω w pomiarach przy małej częstotliwości).

Z punktu widzenia ochrony odgromowej jest preferowany i odpowiedni do wszystkich celów (tj. do ochrony odgromowej, układów elektroenergetycznych i układów telekomunikacyjnych) prosty zintegrowany układ uziomów,

DŁUGOŚĆ UZIOMÓW

Minimalna długość każdego uziomu od podstawy każdego przewodu odprowadzającego jest równa:

- l_1 dla uziomów poziomych,
- $0,5 l_1$ dla uziomów pionowych,
- $r_e \geq l_1$ dla uziomów otokowych.



JAKA REZYSTANCJA

Dlaczego 10 Ω ?

Przykład obliczeniowy.

Założenie (na bazie pomiarów różnych uziemień, z lekkim zaokrągleniem w górę) – indukcyjność uziomu 2 mH.

Znaczenie rezystancji i indukcyjności zmienia się w zależności od rodzaju prądu:

- stały,
- przemienny, np. 50 Hz,
- udarowy.

JAKA REZYSTANCJA

Prąd stały.

$$U = R \cdot I$$

$$U = 10 \cdot 10^4 = 100 \text{ kV}$$

Zależność liniowa – większa rezystancja to większe napięcie, mniejsza rezystancja to proporcjonalnie mniejsze napięcie.

JAKA REZYSTANCJA

Prąd przemienny 50 Hz.

$$U = Z \cdot I = \sqrt{R^2 + X^2} \cdot I$$

$$U = \sqrt{10^2 + (2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0.002)^2} \cdot 10^4 = 100,131 \text{ kV}$$

Pojawia się człon indukcyjny, którego reaktancja zależy od częstotliwości.

Dla 50 Hz jej wpływ nie jest bardzo znaczący.

JAKA REZYSTANCJA

Prąd uderowy.

$$U = R \cdot i + L \frac{di}{dt}$$

$$U = 10 \cdot 10^4 + 0.002 \frac{10^4}{10^{-6}} = 100 \text{ kV} + 20 \text{ MV}$$

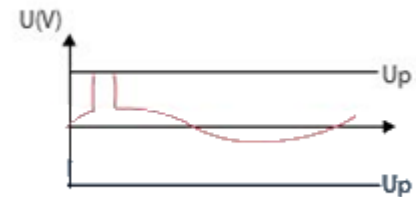
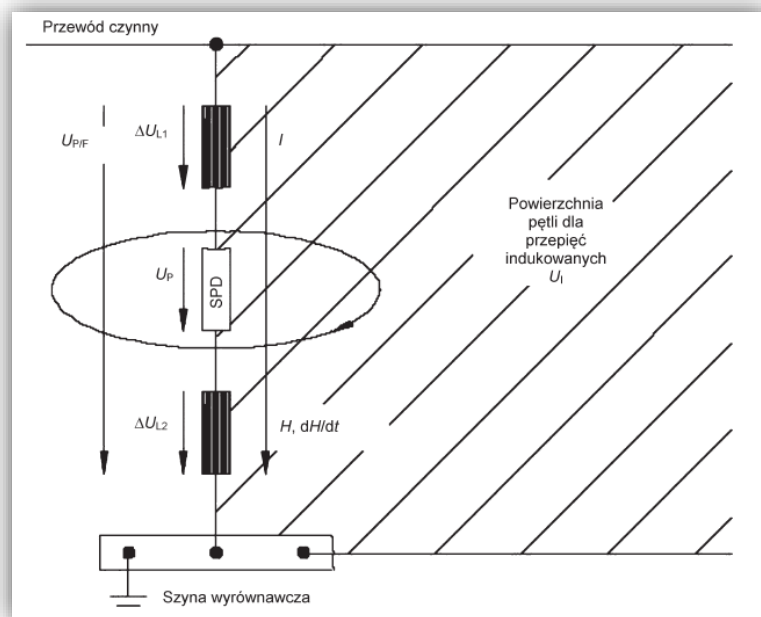
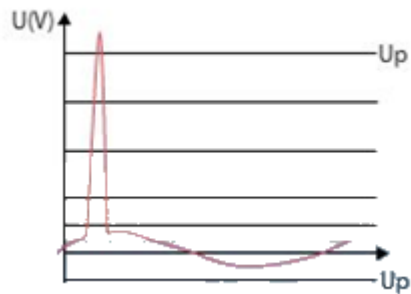
Człon rezystancyjny przestaje mieć znaczenie.

PRZEPIĘCIA W INSTALACJI ELEKTRYCZNEJ



BUDNIOK
TECHNIKA

PODSTAWA OCHRONY PRZEPIĘCIOWEJ



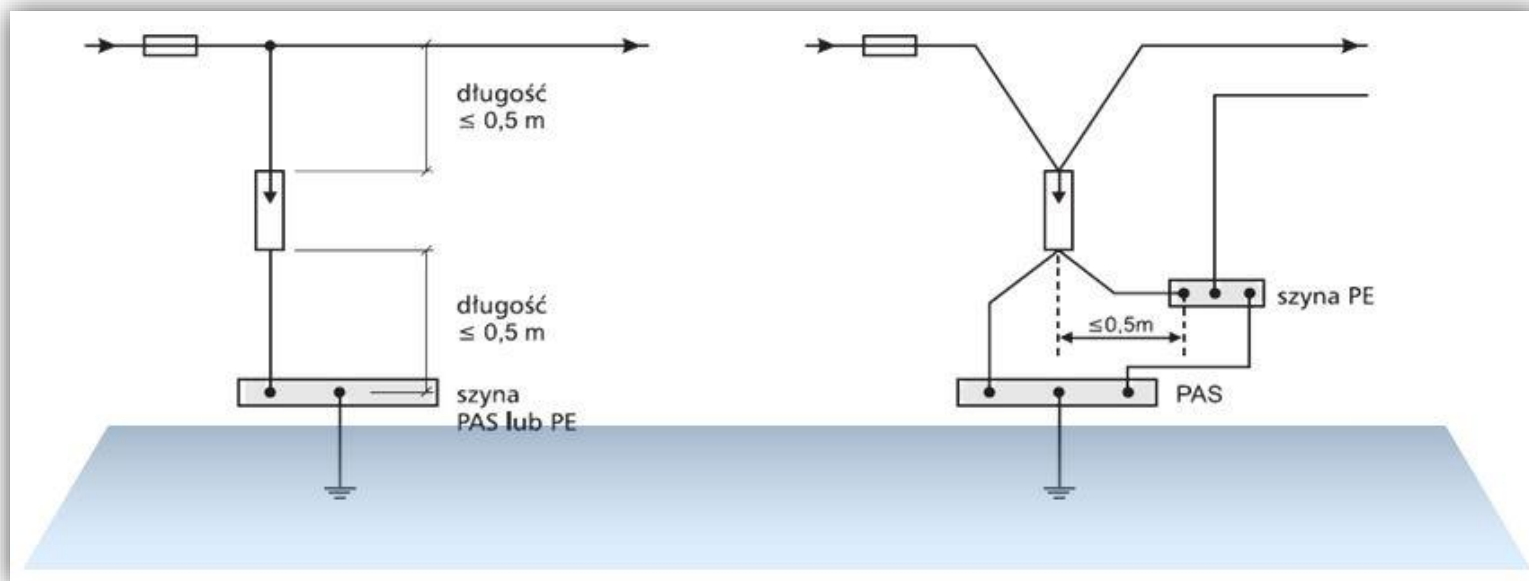
PRÓBY UDAROWE OGRANICZNIKÓW PRZEPIĘĆ

Ograniczniki przepięć testowane są udarami o dwóch podstawowych kształtach:

- ograniczniki typu T1 udarem 10/350 μs ,
- ograniczniki typu T2 udarem 8/20 μs .

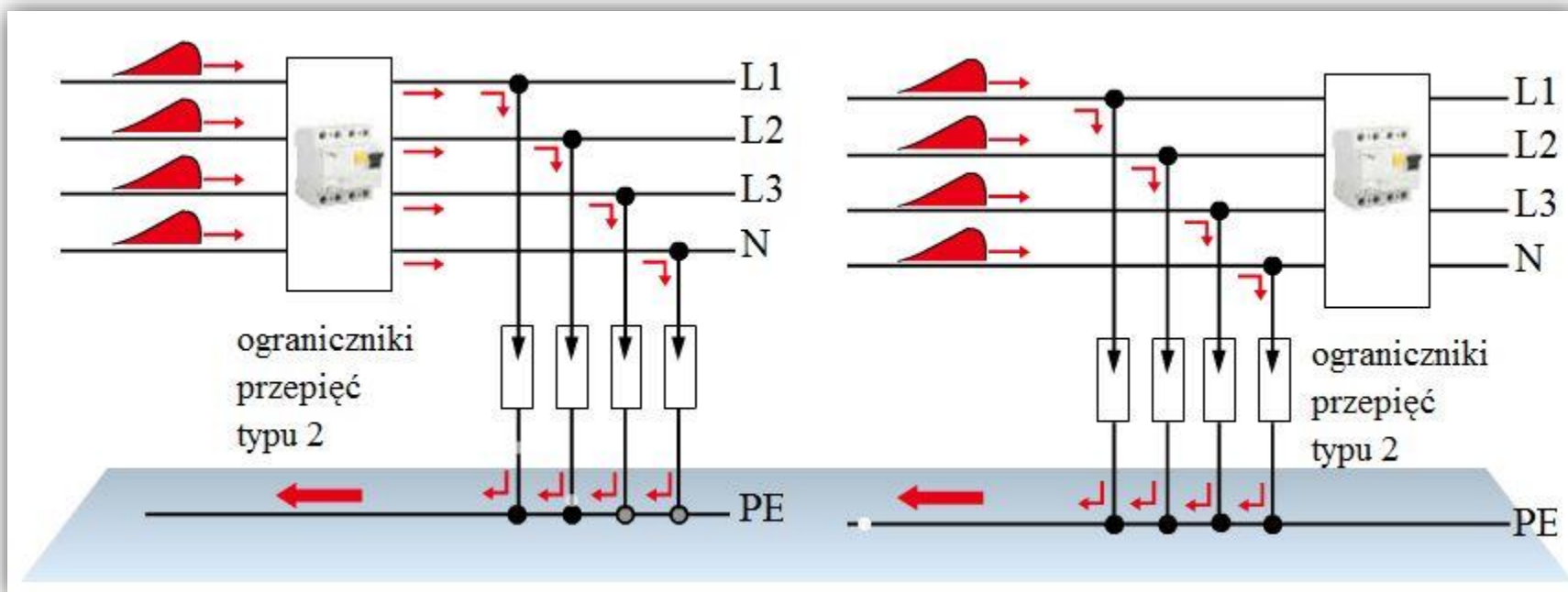
W przypadku ograniczników typu III stosuje się udar złożony.

WYMAGANIA MONTAŻOWE DLA OGRANICZNIKÓW PRZEPIĘĆ



OGRANICZNIKI PRZEPIĘĆ A WYŁĄCZNIKI RÓŻNICOWOPRĄDOWE

Montaż ograniczników przepięć w układzie z wyłącznikami różnicowoprądowymi:



OCHRONA STOPNIOWANA

Sieć zasilająca oraz sieć transmisji danych cyfrowych znajdujące się w budynku z instalacją piorunochronną, przez którą przepływa prąd wyładowania atmosferycznego.

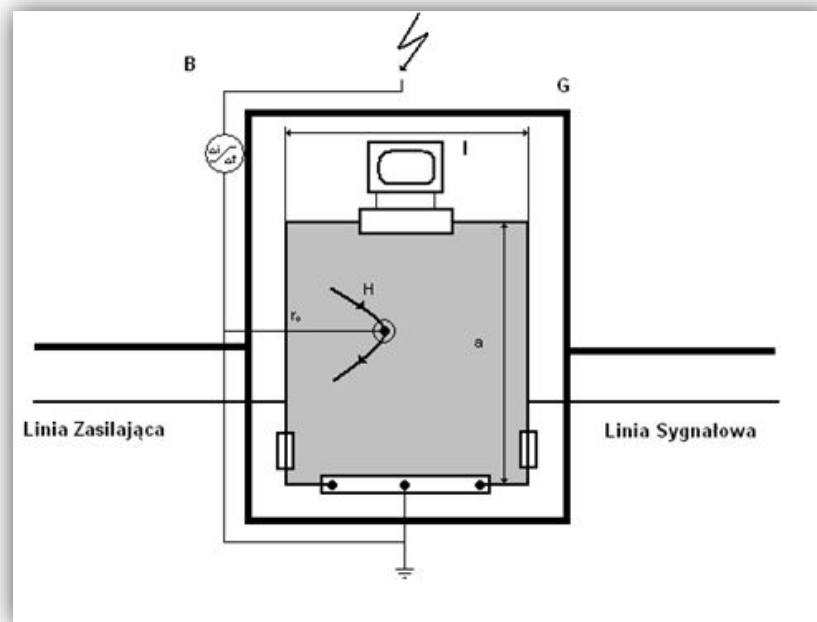
$$R_0 = 11 \text{ m}$$

$$a = 15 \text{ m}$$

$$l = 10 \text{ m}$$

$$di/dt = 200 \text{ kA}/\mu\text{s}$$

$$u_{st} = 540 \text{ kV}$$



OCHRONA STOPNIOWANA

Dla formalności komplet obliczeń:

$$B = \frac{\mu I}{2\pi r} = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 2 \cdot 10^5}{2\pi \cdot 11} = 0,0036 \text{ T}$$

$$u_{n1} = S \cdot \frac{dB}{dt} = 15 \cdot 10 \cdot \frac{0,0036}{10^{-6}} = 540 \text{ kV}$$

OZNACZENIE OGRANICZNIKÓW PRZEPIĘĆ



I, II, III

- oznaczenie klas prób zgodnie z PN-IEC 61643-1

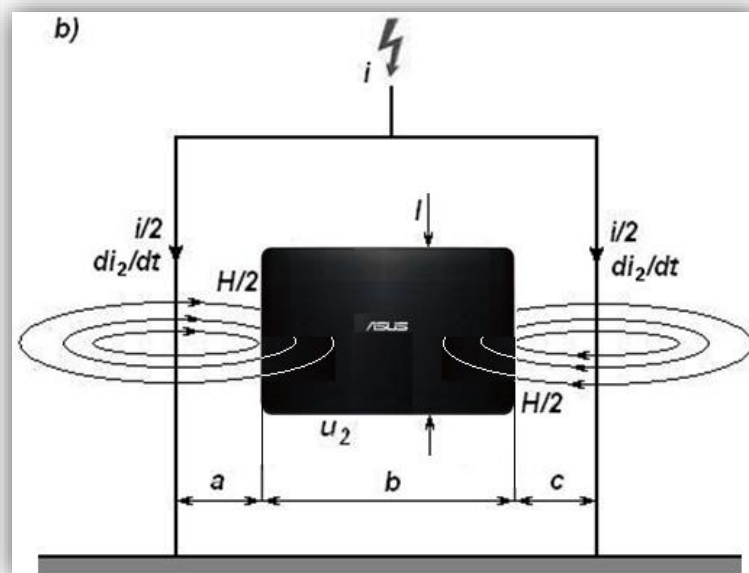
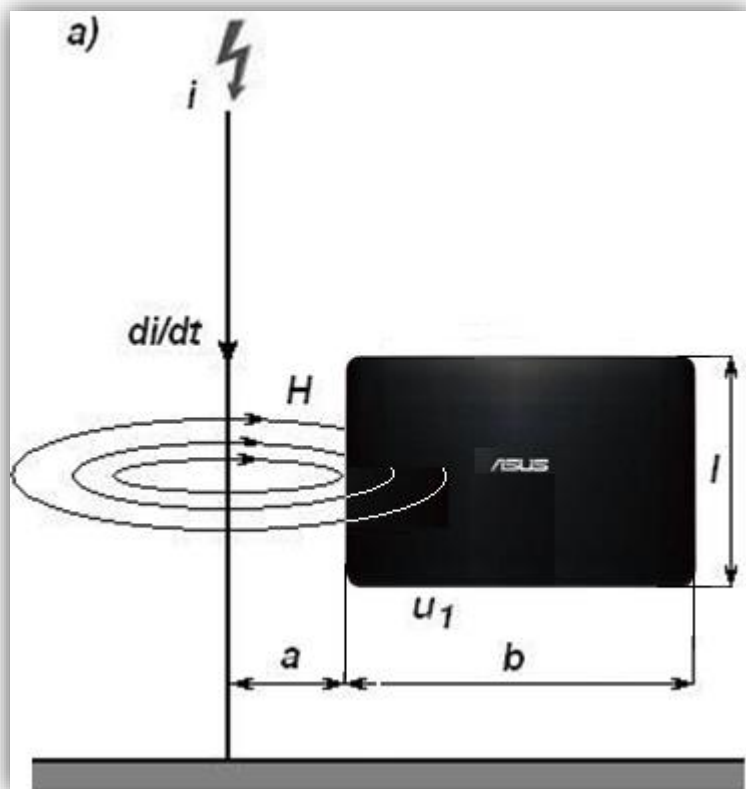
T1, T2, T3

- ograniczniki przepięć typu 1, 2 i 3 zgodnie z EN 61643-11

B, C, D

- oznaczenie klas prób zgodnie z DIN VDE V 0675 Teil 6

DYGRESJA W KIERUNKU ESE



UBEZPIECZENIA

Definicja przepięcia – różne, niekoniecznie dokładne i techniczne.

Przedmiot ochrony – niektóre urządzenia nie są objęte ubezpieczeniem.

Wyłączenia odpowiedzialności – brak ochrony przepięciowej.

Wysokość odszkodowania – procent rzeczywistych szkód.

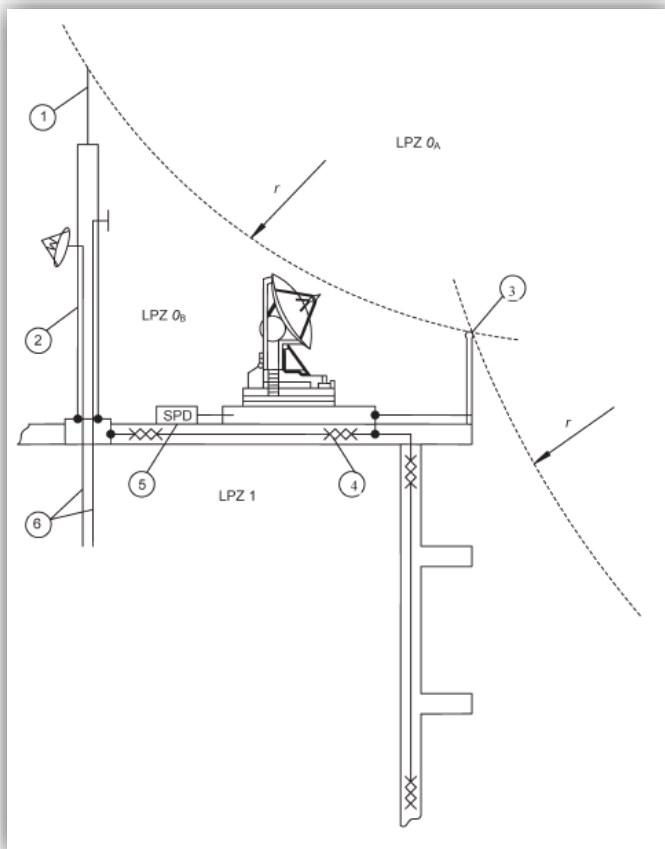
**Brak ochrony przepięciowej, brak uziemienia, niefachowy montaż
= brak odszkodowania.**

**Regresja kosztów odszkodowania – odpowiedzialność projektanta
/ wykonawcy / inwestor / zarządca**

OCHRONA ODGROMOWA FOTOWOLTAIKI



OCHRONA URZĄDZEŃ ZEWNĘTRZNYCH



Tam, gdzie jest to możliwe, urządzenie należy umieścić w strefie ochronnej LPZ 0B, tworzonej na przykład przez zwód lokalny, w celu ochrony tego urządzenia przed bezpośrednimi wyładowaniami piorunowymi.

OCHRONA MODUŁÓW PV

Instalacje fotowoltaiczne w rozumieniu prawa zaliczane są do budowli stanowiących całość techniczno-użytkową wraz z instalacjami i urządzeniami, a w związku z tym podlegają przepisom dotyczącym obiektów budowlanych.

Dodatkowo w rozporządzeniu dla budynków (w tym również dla budowli) wymagane jest stosowanie w instalacjach elektrycznych urządzeń ochrony przeciwprzepięciowej (§183 pkt. 1 podpunkt 10), a także wymagana jest instalacja chroniąca od wyładowań atmosferycznych (§53 pkt. 2).

Podstawową normą dotyczącą ochrony przepięciowej w instalacjach elektrycznych w obiektach budowlanych jest norma PN-HD 60364-4-443:2016-03.

OCHRONA MODUŁÓW PV

Zmieniając stan obiektu i konfigurację połączeń elektrycznych zmienia się również prawdopodobieństwo szkody piorunowej, gdyż jest ono zależne od charakterystyki obiektu, wytrzymałości udarowej zainstalowanych urządzeń oraz spodziewanego prądu piorunowego, ale także od skuteczności zastosowanych środków ochronnych.

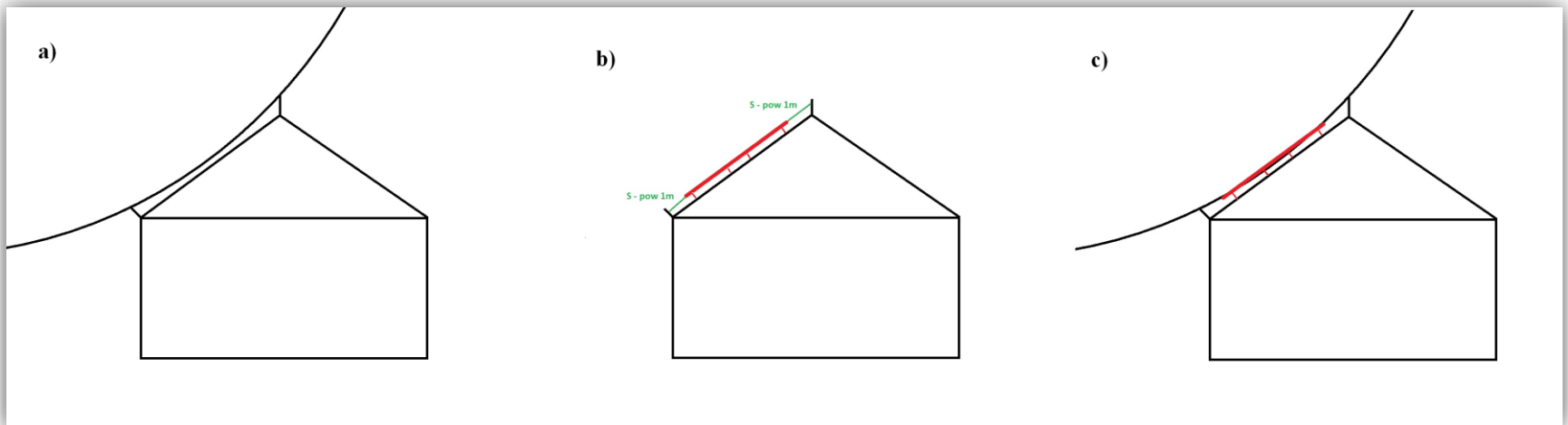
Drugie z zagrożeń wynika z połączenia instalacji fotowoltaicznej z wewnętrzną instalacją elektryczną obiektu. Zgodnie z rozporządzeniem Główny Wyłącznik prądu budynku powinien odcinać dopływ energii elektrycznej do wszystkich odbiorników (z wyjątkiem obwodów zasilających instalacje i urządzenia, których funkcjonowanie jest niezbędne podczas pożaru), w związku z tym włącznie z instalacją fotowoltaiczną na dachu.

OCHRONA MODUŁÓW PV

Ponadto instalacja elektryczna doprowadzona do modułów fotowoltaicznych może być źródłem przepięć w przypadku bezpośredniego lub pobliskiego wyładowania piorunowego, a zgodnie z wytycznymi norm odgromowych, instalacja elektryczna przechodząc przez granice poszczególnych stref ochronnych powinna być wyposażona w tych miejscach w urządzenia ograniczające przepięcia.

WERYFIKACJA STREF OCHRONNYCH

Konieczna jest weryfikacja stref ochronnych utworzonych przez istniejące już zwody.



POMIARY I BADANIA



ZAKRES POMIARÓW I BADAŃ

Kontrolę i badania instalacji odgromowej należy wykonywać:

- sprawdzenie dokumentacji technicznej,
- w czasie budowy (prace zanikowe, zakryte, kontrolne),
- po zakończeniu budowy,
- okresowo ze względu na obowiązujące przepisy prawa oraz warunki lokalne,
- po zmianach lub naprawach,
- po uderzeniu pioruna w obiekt.

Zakres badań jest następujący:

- kontrola dokumentacji technicznej (powykonawczej, eksploatacyjnej),
- oględziny,
- próby i pomiary,
- protokół (ocena stanu).

KONTROLA LPS

Sprawdzenie dokumentacji technicznej - dokumentacja techniczna powinna zostać sprawdzona pod względem kompletności, spełniania postanowień niniejszej normy i zgodności wykonania instalacji.

Kontrola wizualna – powinna pozwolić uzyskać informacje, czy:

- projekt spełnia postanowienia normy PN-EN 62305,
- instalacja znajduje się w dobrym stanie,
- nie ma obluzowanych połączeń oraz przypadkowych przerw w przewodach i w złączach,
- żadna część systemu nie została osłabiona przez korozję, zwłaszcza na poziomie gruntu,
- przewody wyrównawcze i ekrany kablowe są nieuszkodzone,
- nie zaszły w międzyczasie żadne uzupełnienia lub zmiany w chronionym budynku, które wymagałyby dodatkowej ochrony,
- nie ma żadnych oznak uszkodzenia systemu LPS, urządzeń SPD, czy żadnych awarii bezpieczników chroniących SPD.

POMIARY LPS

Należy wykonać następujące czynności pomiarowe:

- pomiar ciągłości, szczególnie ciągłości tych części LPS, które nie były widoczne podczas kontroli przeprowadzonej po ich instalacji i które obecnie są niedostępne dla oględzin,
- pomiar rezystancji systemu uziemienia dla całości oraz osobno dla każdego punktu probierczego. Jeżeli rezystancja systemu uziemienia jako całości przekracza $10\ \Omega$, to należy przeprowadzić test stwierdzający czy dany uziom spełnia warunki min. długości zgodnej z klasą LPS.

Różnice między różnymi metodami pomiarowymi:

- statyczna,
- udarowa,
- dwucęgowa.

RAPORT Z KONTROLI

Kontrolujący powinien sporządzić raport z kontroli, który powinien być przechowywany razem z dokumentacją projektową systemu ochrony odgromowej i z raportami z poprzednio przeprowadzonych kontroli i konserwacji.

System ochrony odgromowej powinien być konserwowany regularnie dla uzyskania gwarancji, że się nie zepsuje, ale będzie w sposób nieprzerwany spełniał wymagania, dla których został pierwotnie zaprojektowany.

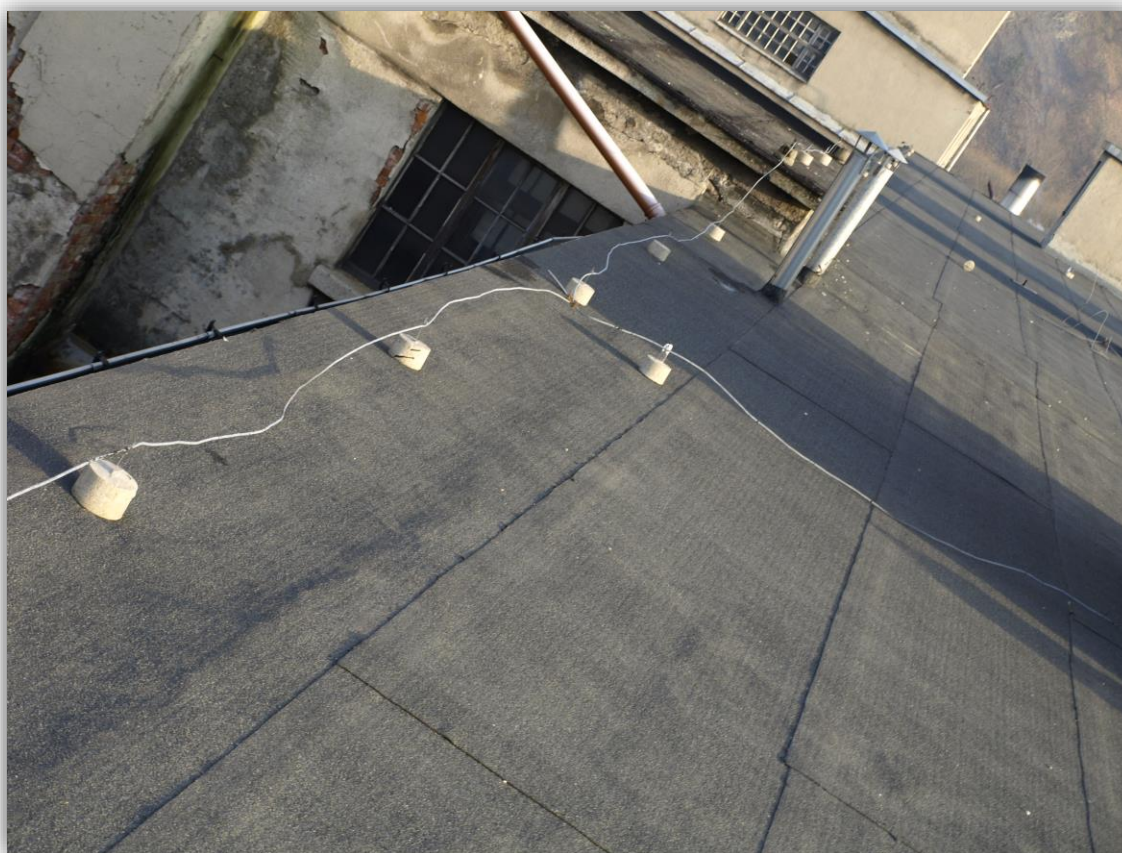
PRZEGLĄD OKRESOWY



PRZEGLĄD OKRESOWY



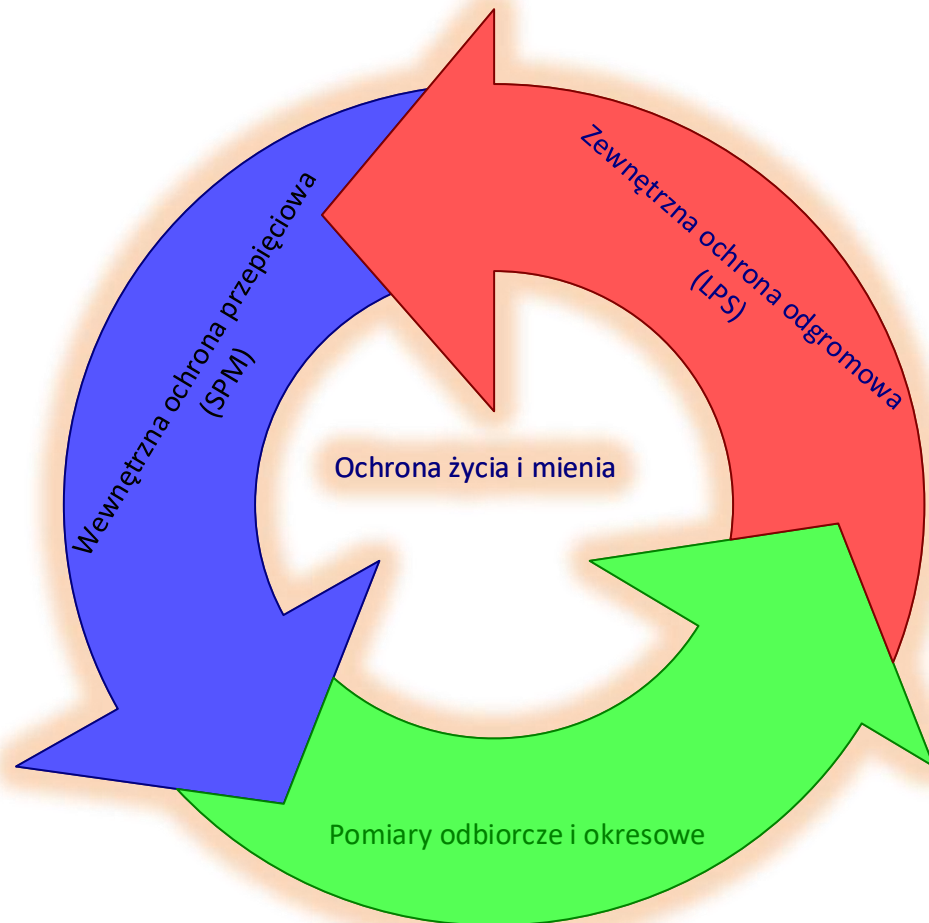
PRZEGLĄD OKRESOWY



WŁAŚCIWY DOBÓR I MONTAŻ



KOMPLEKSOWE PODEJŚCIE



CZAS ŻYCIA UZIEMIENIA

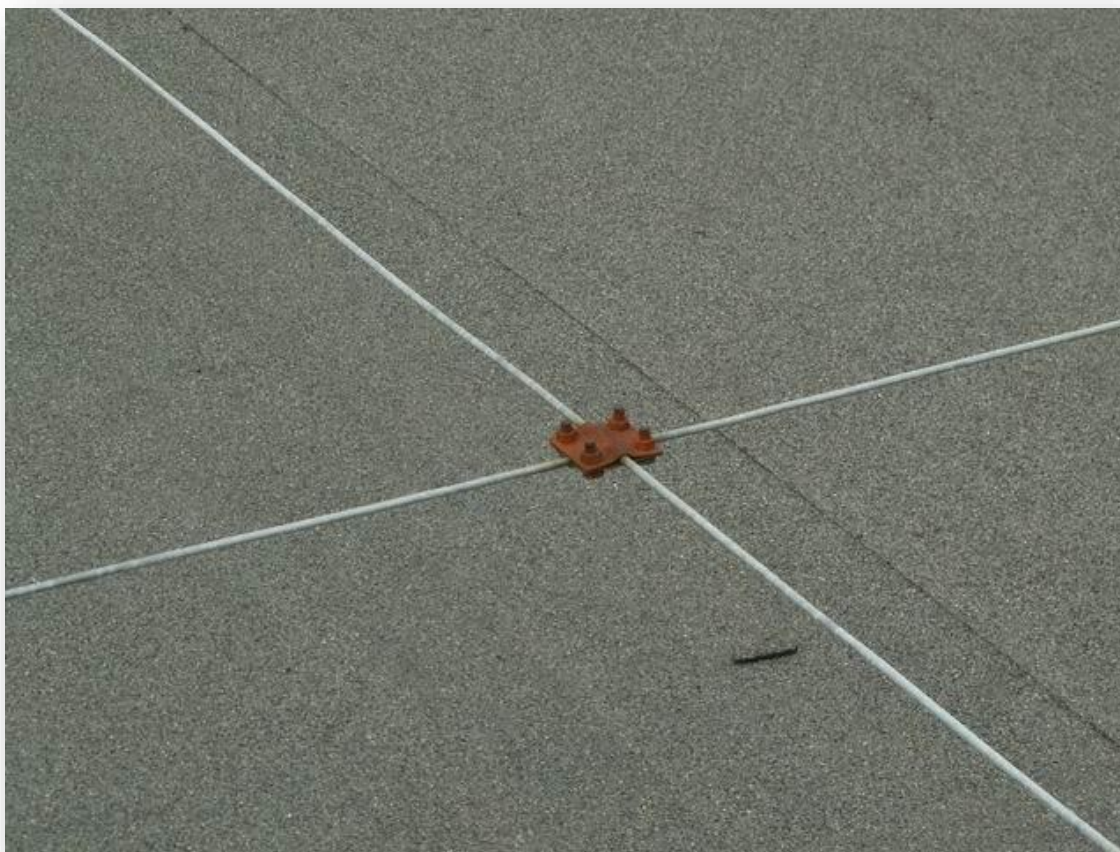
mgr inż. Janusz Budniok



BUDNIOK
TECHNIKA



ŚMIERĆ INSTALACJI



ŚMIERĆ INSTALACJI



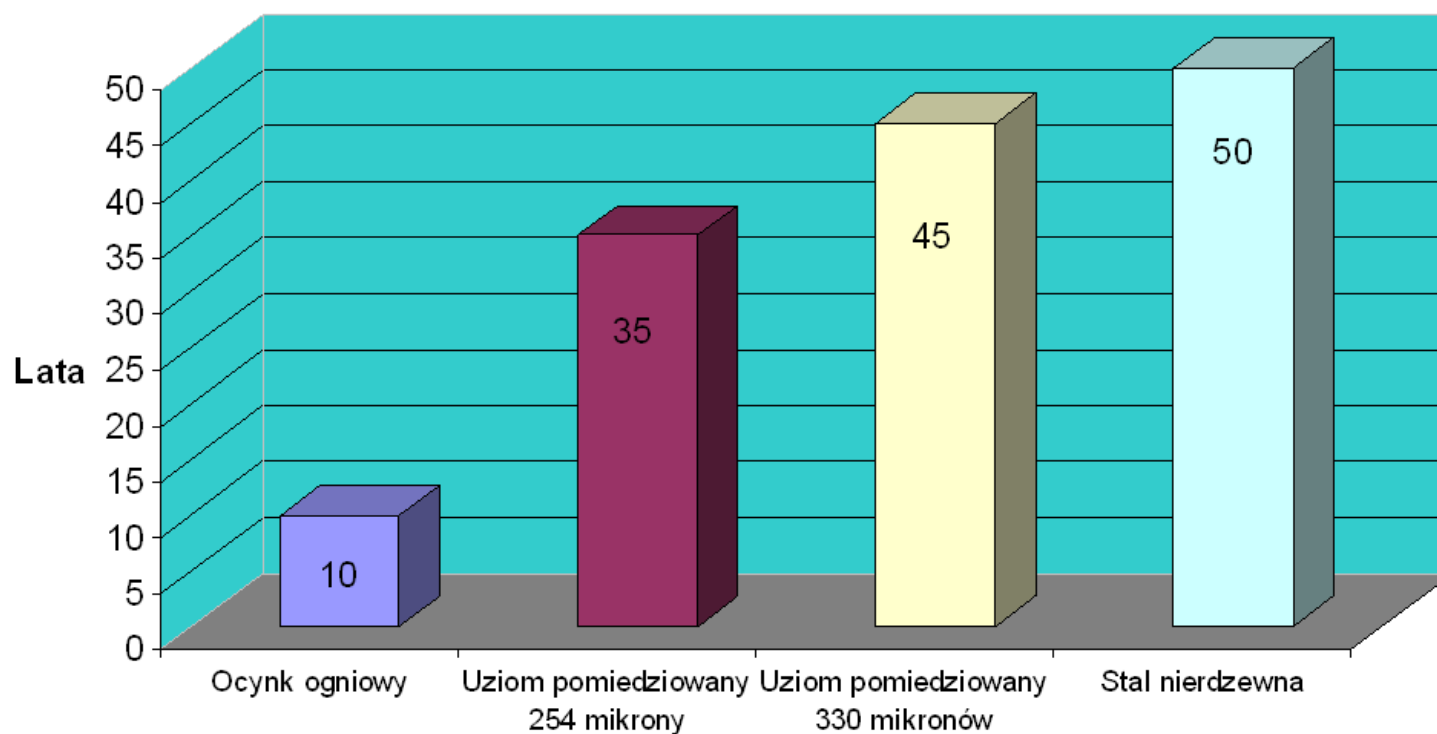
RYNKOWO DOSTĘPNE WG PROJEKTOWANEGO CZASU EKSPLOATACJI

	uziom poziomy	uziom pionowy
stal czarna	-	-
	5-10	5-10
stal powlekana cynkiem	+	+
	czarna stal + 5 do 10 lat = od 10 do 20 lat	czarna stal + 5 do 7 lat = od 10 do 20 lat
stal powlekana elektrolitycznie miedzią	+	+
	70µm Cu do 15-20 lat ; 250µm Cu 35 - 40 lat	250µm Cu 35 – 40 lat
stal nierdzewna Cr18Ni9	+	+
	ponad 50 lat	ponad 50 lat
miedź	+	+
	ponad 50 lat	ponad 50 lat
uziom GEM	+	+
	Zależy od użytego uziemienia metalicznego	Zależy od użytego uziemienia metalicznego
uziom chemiczny	+	+
	zależne od środowiska gruntu	

PROPOZYCJE KOMPLETNYCH SYSTEMÓW

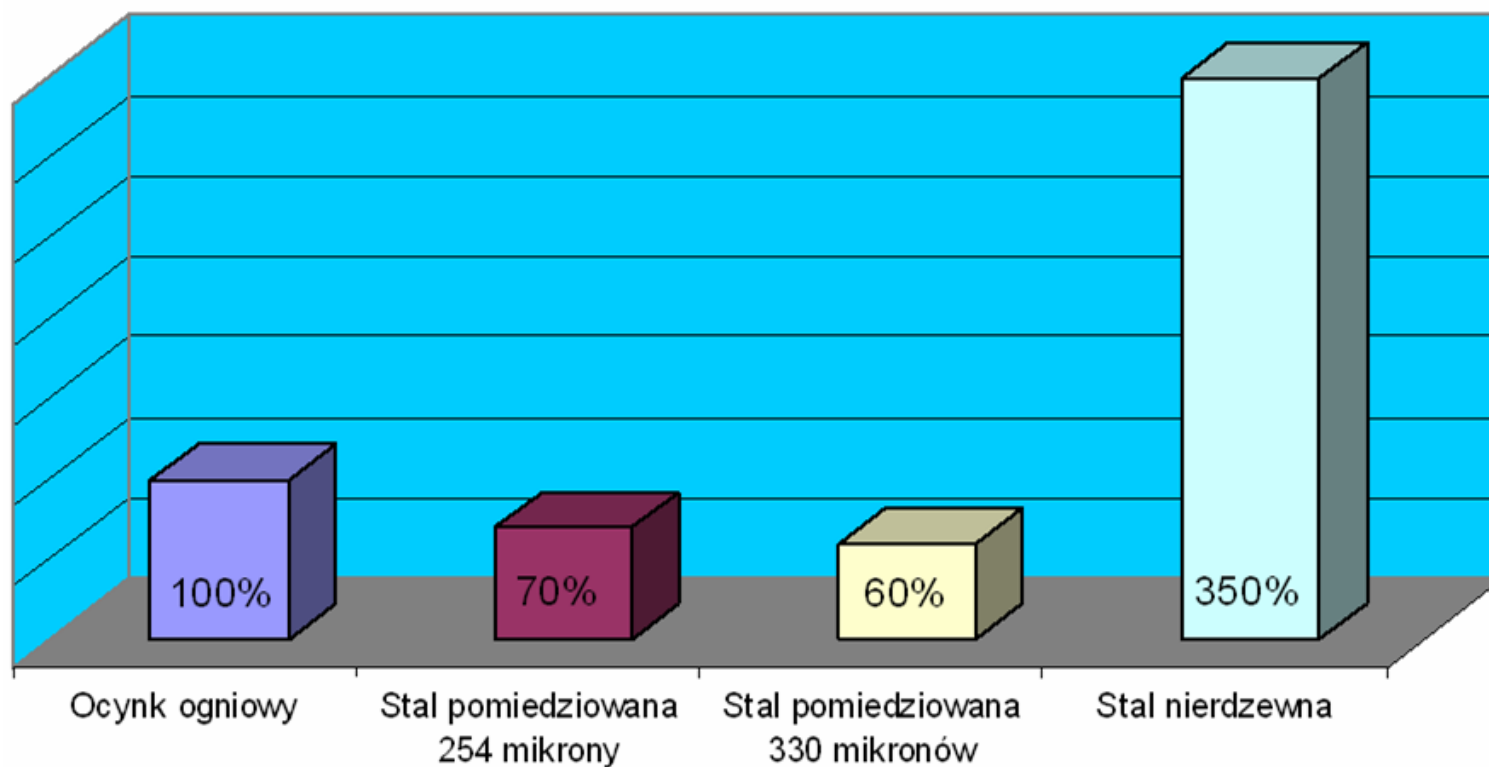
		Dla gruntu łatwego	Dla gruntu średniego	Dla gruntu trudnego
rezystywność [Ωm]	Trwałość w latach	Piasek, gleba	Duża spoistość gruntu, nieliczne niewielkie kamienie, gruz	Żwiry, iły, liczne kamienie w tym duże
Rezystywność niska do 300Ωm	10 - 20 lat	Fe-C/Zn ø16mm	Fe-C/Zn ø16mm Fe-C/Zn ø20mm	Fe-C/Zn bednarka + płyty
	35 - 40 lat	Fe-C/Cu ø5.8"	Fe-C/Cu ø5.8 L>10m	Fe-C/Cu ø3/4"
Rezystywność średnia do 1000Ωm	10 - 20 lat	Fe-C/Cu ø16mm Fe-C/Zn ø20mm	Fe-C/Zn ø20mm + bednarka	Fe-C/Zn ø20mm bednarka + płyty + GEM
	35 - 40 lat	Fe-C/Cu ø5.8 L>10m	Fe-C/Cu ø3/4 L>10m	Fe-C/Cu ø3/4 " L>10m
Rezystywność wysoka powyżej 1000Ωm	10 - 20 lat	Fe-C/Cu ø16mm lub Fe-C/Zn ø20mm + bednarka	Fe-C/Zn ø20mm + bednarka + GEM	Fe-C/Zn ø20mm bednarka + płyty + GEM
	35 - 40 lat	Fe-C/Cu ø5.8 L>10m + Fe-C/Cu ø10mm	Fe-C/Cu ø5.8 L>10m + Fe-C/Cu ø10mm	Fe-C/Cu ø3/4" + Fe-C/Cu ø10mm + GEM

UZIOMY – PRZEWIDYWANY OKRES UŻYTKOWANIA



KOSZT UZIOMU NA ROK EKSPLOATACJI

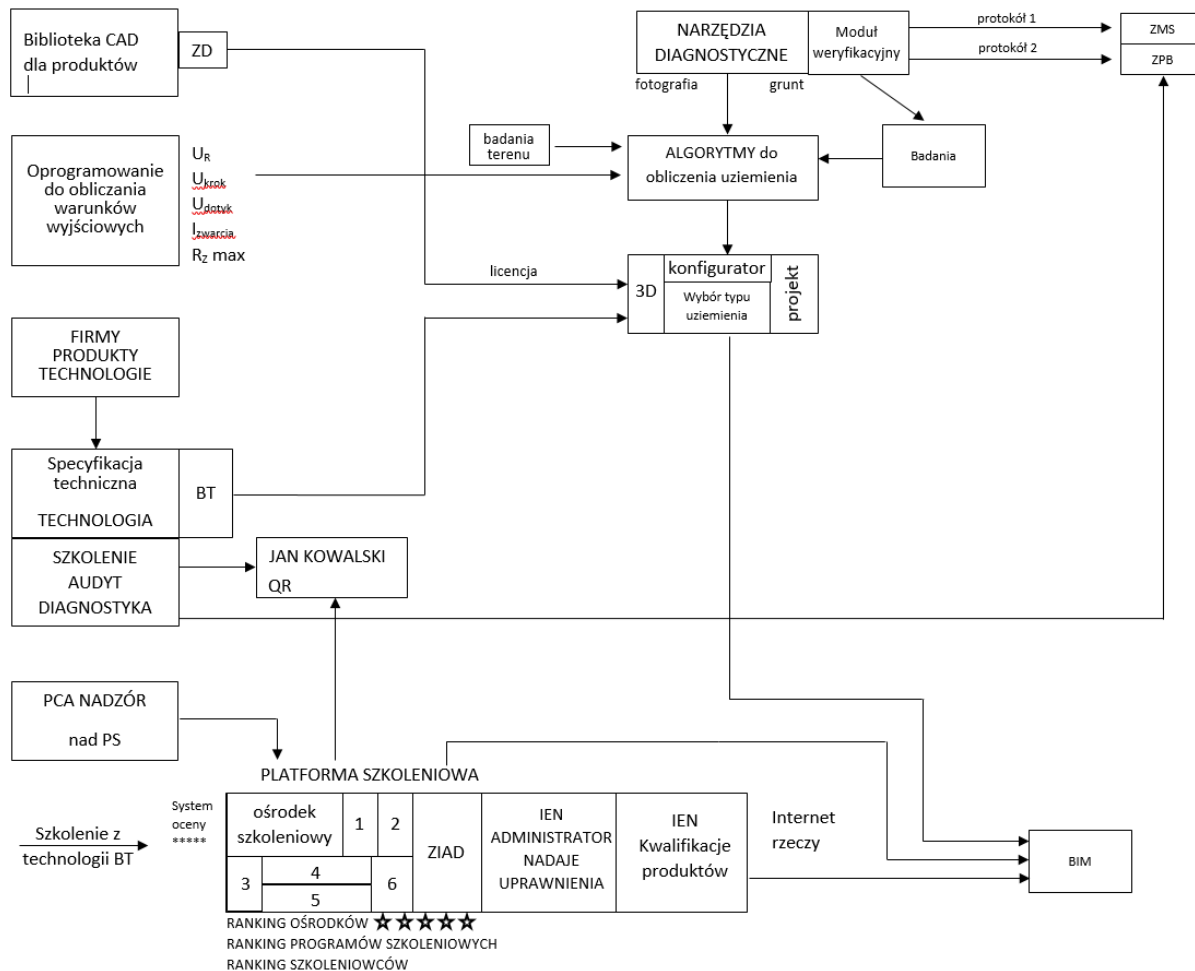
Koszt uziom należy rozpatrywać w danym odcinku czasu!



PORÓWNANIE KOSZTORYSOWE MATERIAŁU

Zestawienie cenowe systemów				
Nazwa wariantu	Materiał bez rabatu [PLN]	Żywotność [lat]	cena w przeliczeniu za miesiąc [PLN]	całkowity koszt materiału w czasie życia obiektu [PLN]
(FeC/Cu250 fi 3/4" + fi 13mm+Bednarka FeZn) + EGZO	4 009,04 zł	15	11,14 zł	8 018,07 zł
(FeC/Cu250 fi 5/8" + bednarka FeC/Cu70 + bednarka FeC/Cu70) + EGZO	3 352,56 zł	15	9,31 zł	6 705,11 zł
(FeC/Cu250 fi 5/8" + fi 10mm + fi 13mm) + EGZO	3 181,19 zł	40	3,31 zł	3 181,19 zł
(FeC/Cu250 fi 5/8" + fi 8mm + fi 13mm) + EGZO	3 016,76 zł	40	3,14 zł	3 016,76 zł
(FeC/Cu250 fi 5/8" + bednarka FeC/Zn60 + bednarka FeC/Zn60) + połączenie mechaniczne	2 169,72 zł	15	6,03 zł	4 339,44 zł
(FeC/Zn80 fi 16mm + bednarka FeC/Zn60 + bednarka FeC/Zn60) + połączenie mechaniczne	1 650,77 zł	15	4,59 zł	3 301,54 zł

ALGORYTM DZIAŁANIA



KONSULTACJE, SZKOLENIA, EKSPERTYZY



Janusz Budniok

j.budniok@budniok.pl



Michał Światłoch

biuro@instalacjeodgromowe.pl



Konrad Sobolewski

konrad.sobolewski@pw.edu.pl

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

Kontakt:
konrad.sobolewski@pw.edu.pl