

Aktualne wyniki rejestracji parametrów wyładowań atmosferycznych na obszarze Polski i ich wpływ na projektowanie ochrony odgromowej

Stanisław Wojtas



**POLITECHNIKA
GDAŃSKA**

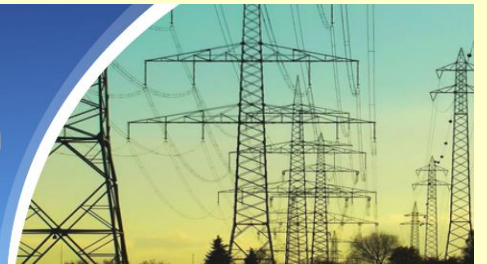
Katedra Mechatroniki i Inżynierii Wysokich Napięć
Wydział Elektrotechniki i Automatyki



Członek Prezydium Polskiego
Komitetu Ochrony Odgromowej



Stowarzyszenie
Elektryków Polskich
Oddział Gdańsk



Komisja Ochrony Odgromowej obiektów
Budowlanych

WPROWADZENIE

Zagrożenia powodowane przez wyładowania atmosferyczne:

-Bezpośrednie zagrożenie dla ludzi:

- USA – rocznie ok. 93 ofiary śmiertelne, 250 inne obrażenia
- Polska – rocznie ok. 6 ofiar śmiertelnych,

-Straty materialne wskutek bezpośrednich uderzeń

- zniszczenia i pożary

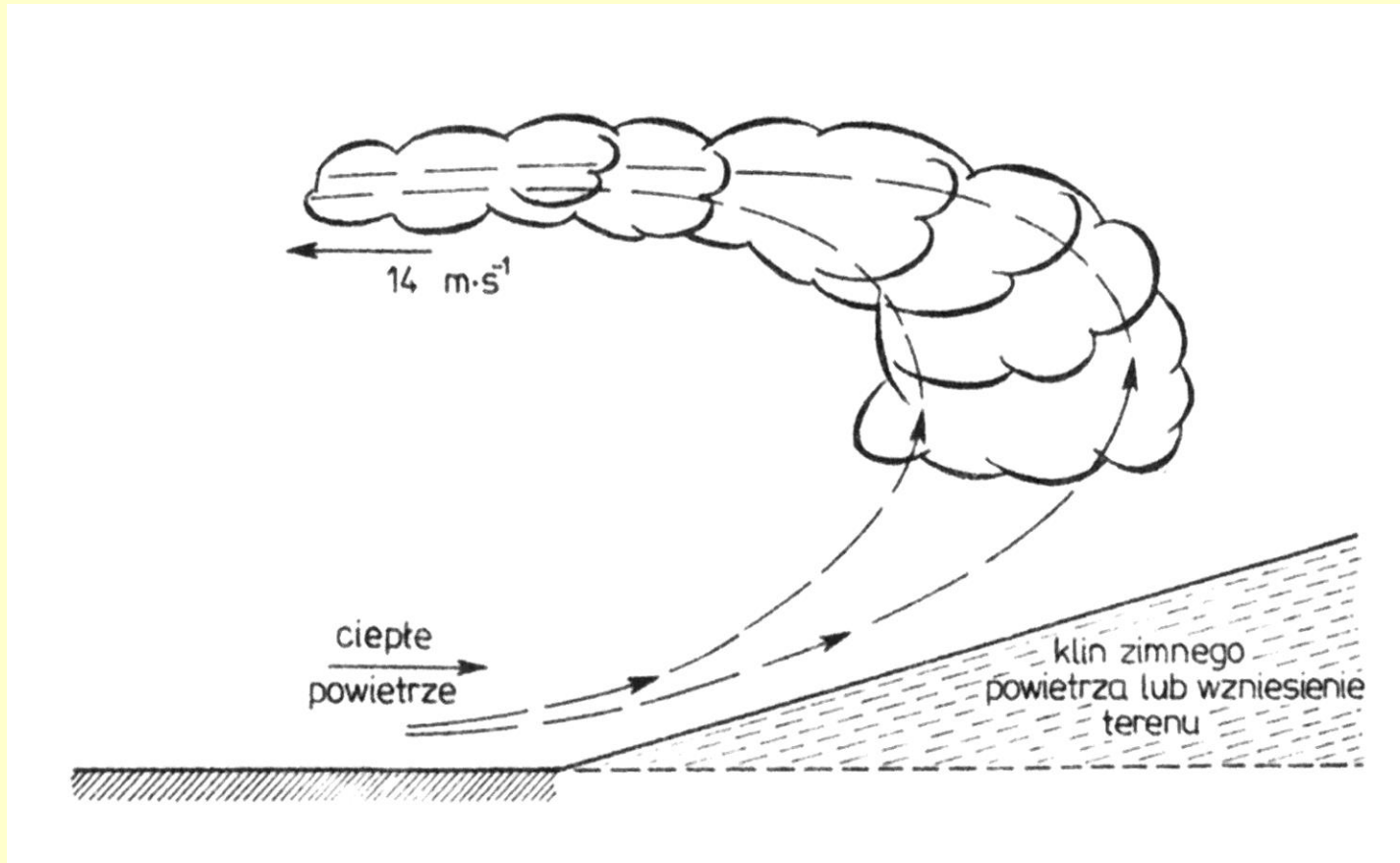
-Uszkodzenia urządzeń elektrycznych przez przepięcia indukowane w systemie oraz instalacjach elektrycznych

- systemy komputerowe
- sprzęt elektroniczny
- komunikacja lotnicza

Parametry wyładowań atmosferycznych niezbędne do projektowania skutecznych systemów ochrony odgromowej

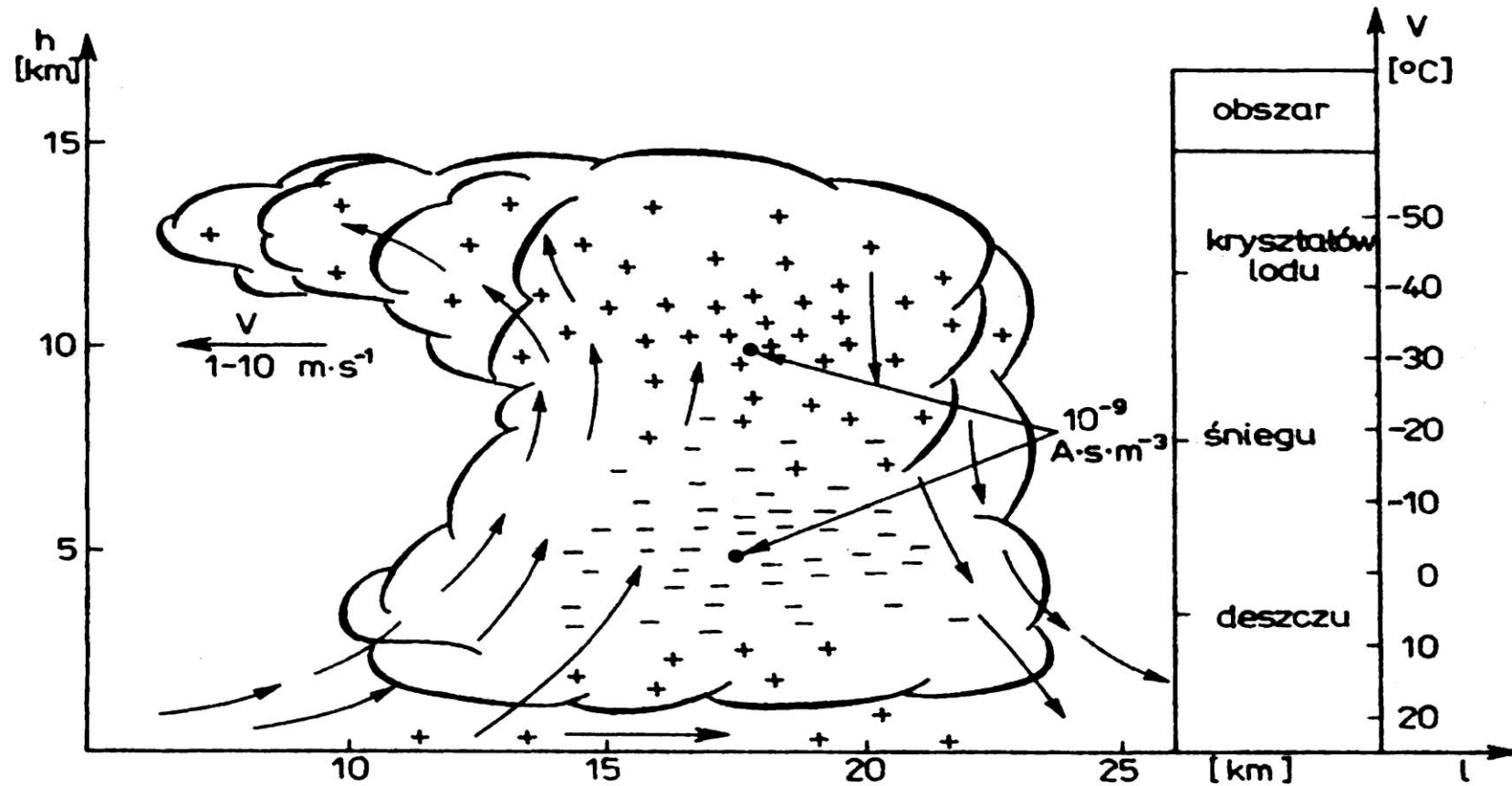
=>konieczność badań parametrów wyładowań atmosferycznych

Mechanizm powstawania burz termicznych i frontowych



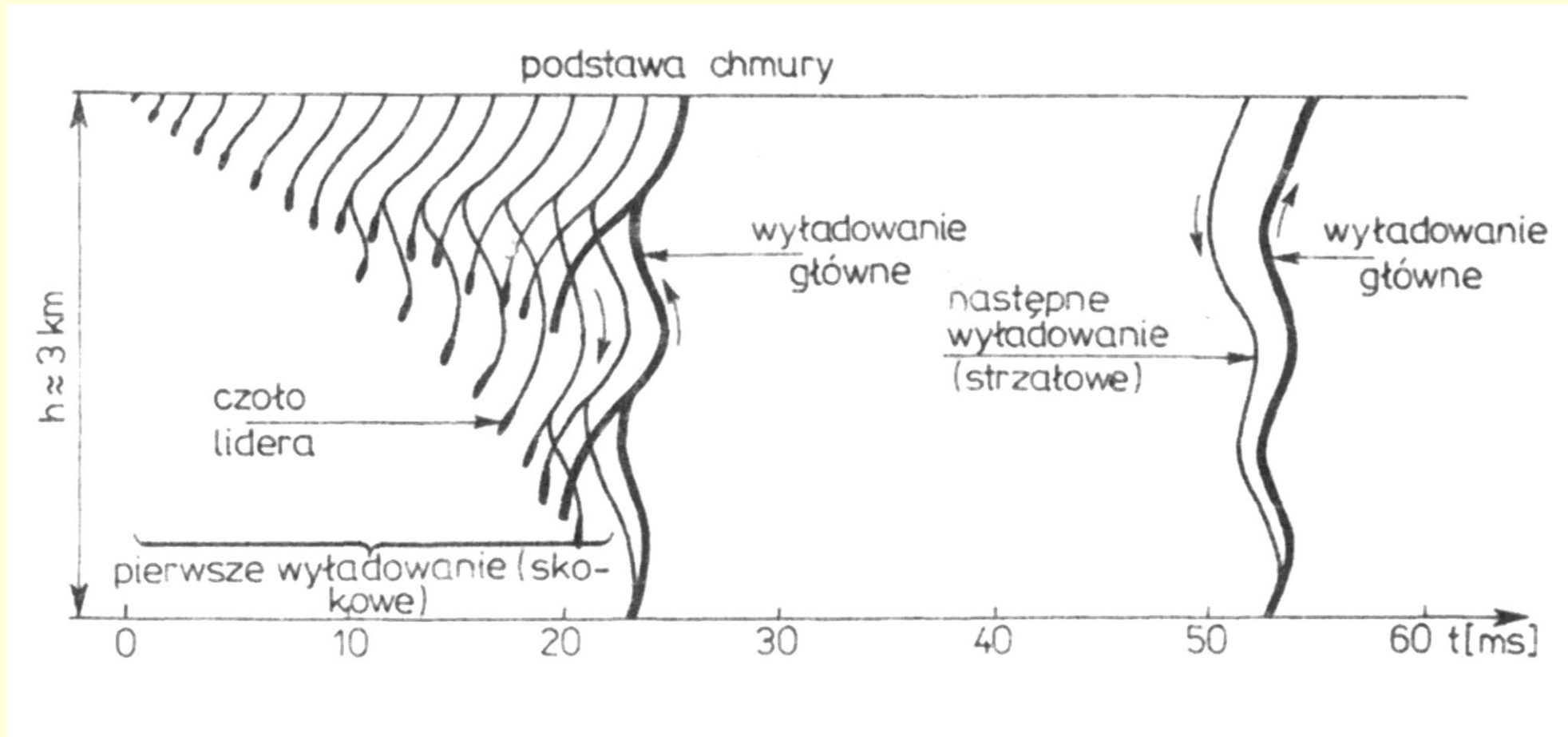
Natężenie pola elektrycznego na powierzchni ziemi przy pogodzie bezchmurnej wynosi ok. 1 V/cm

Typowa chmura burzowa – hipotezy powstawania ładunków – teorie: kondensacyjna, influencyjna, rozrywania kropel, ładowanie się narastających kryształków lodu i inne



- pole elektryczne burzowe wynosi kilkadziesiąt – kilkaset V/cm
- wewnątrz chmury nawet do kilku tysięcy V/cm

Badania wyładowań za pomocą aparatów fotograficznych szybkobieżnych



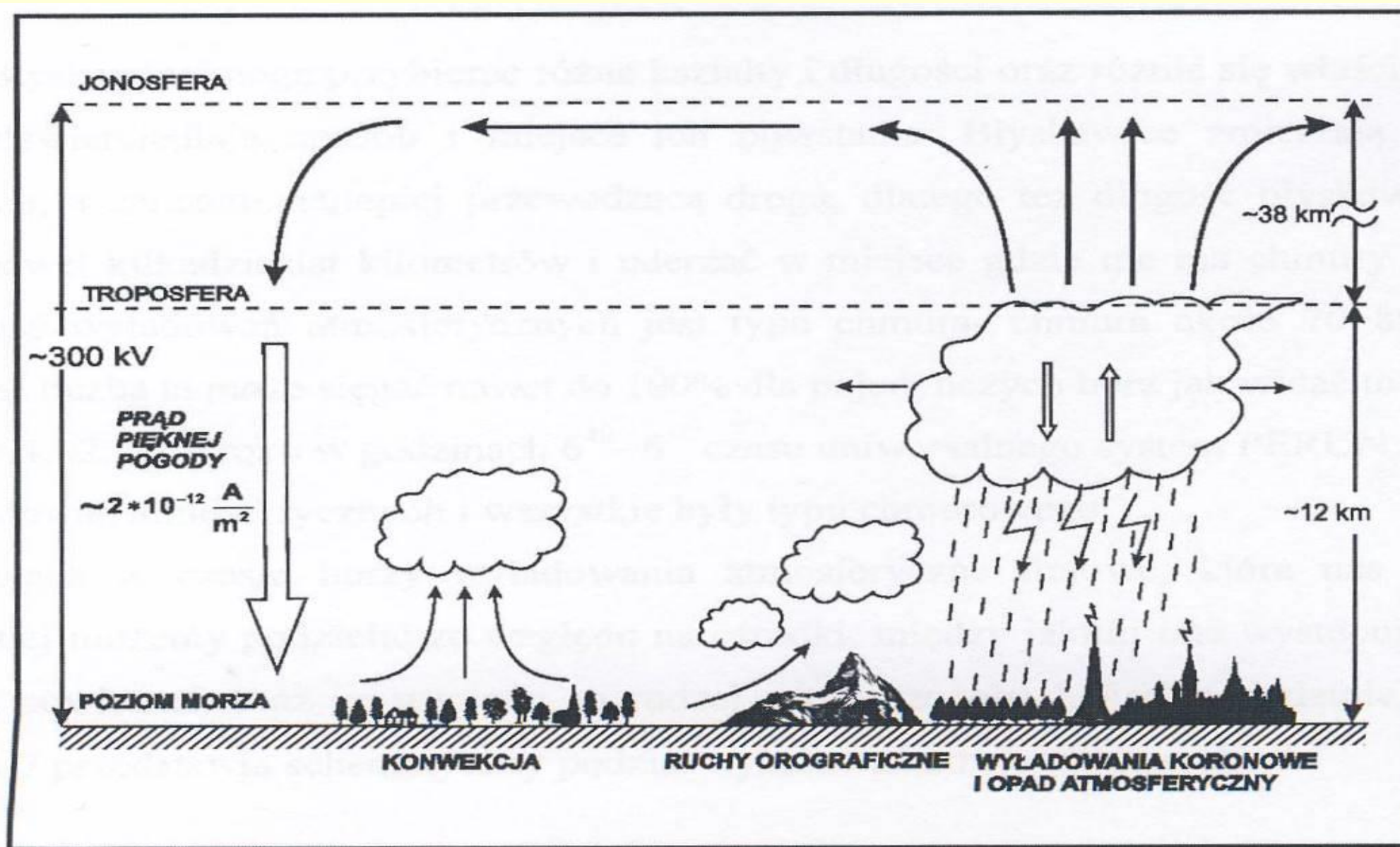
Średnia prędkość czoła w granicach 0,1 do 2 m/ μ s

Prędkość wyładowania głównego – 10 – 100 m/ μ s

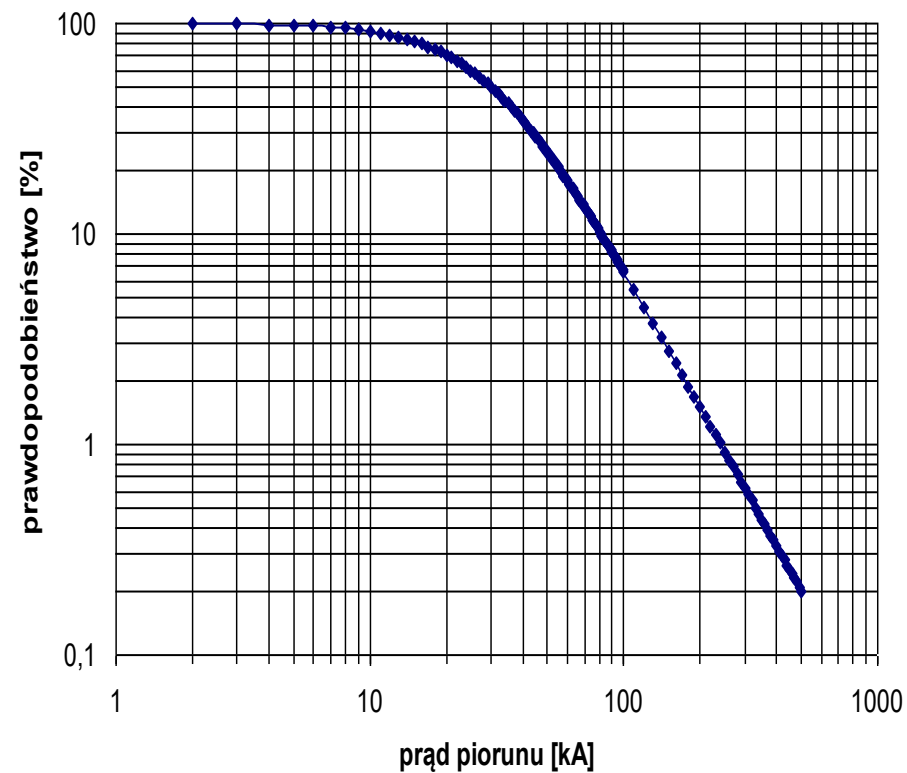
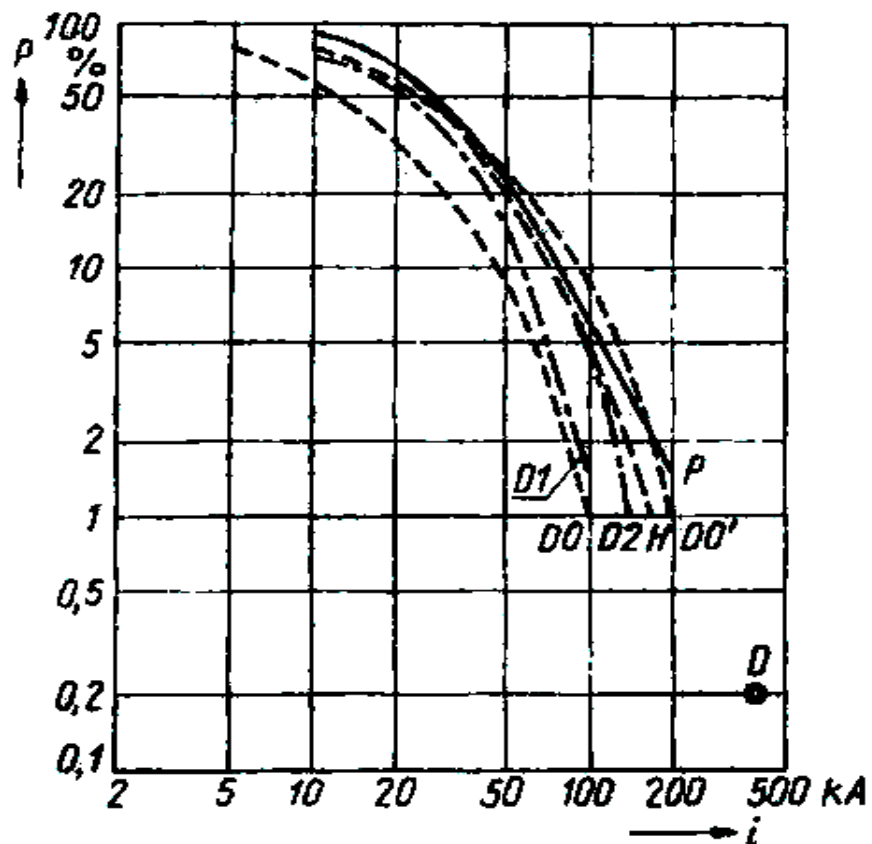


Uderzenie boczne

Globalny obwód elektryczny kuli ziemskiej



Wyniki rejestracji piorunowych metodami klasycznymi



wg Szpora:
II poł. XXw. w PG

$$p = \frac{18100}{i^{2,205} + 1810}$$

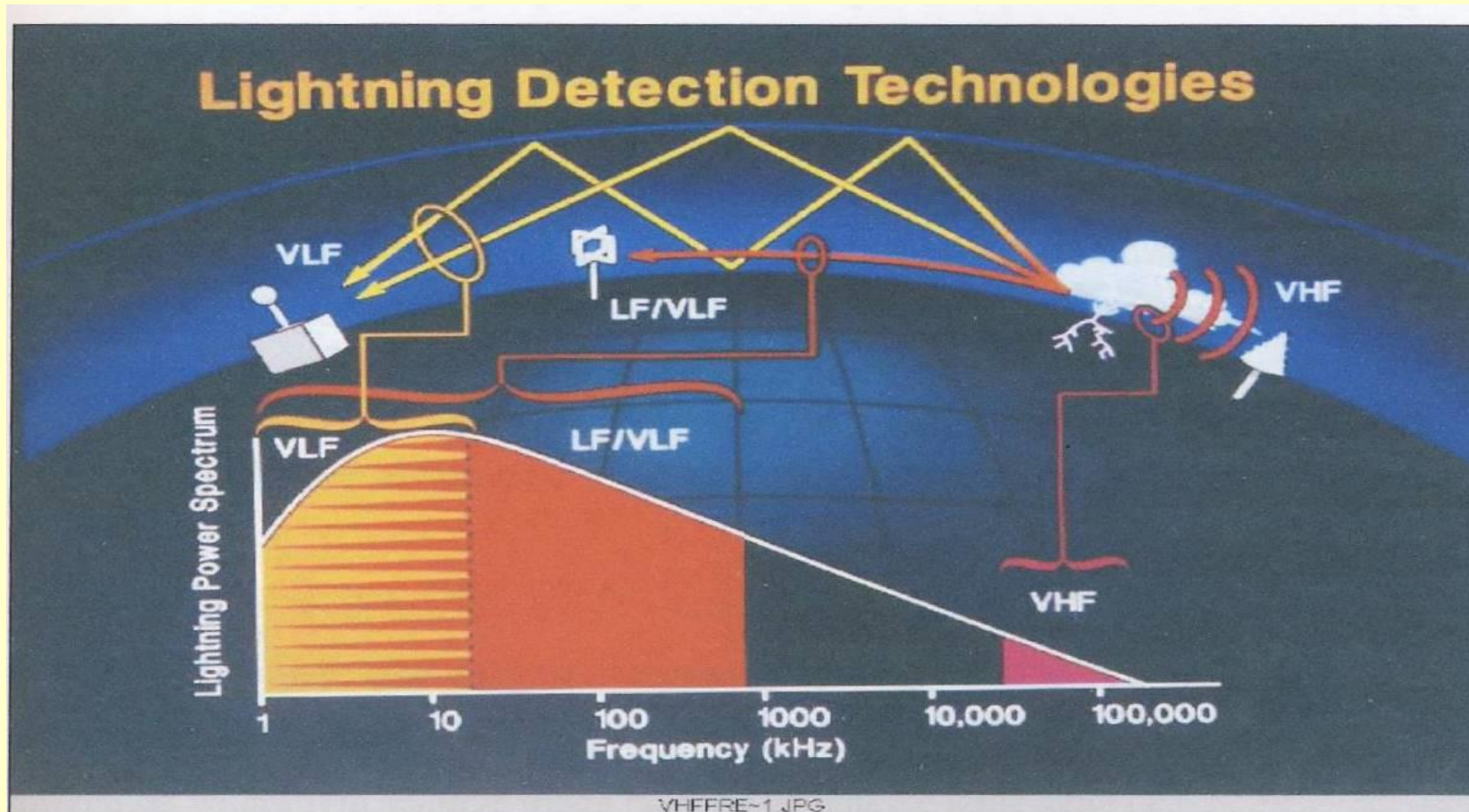
$p=50\%$
 $i \approx 30 \text{ kA}$

Nowe techniki badań wykorzystujące zjawisko emisji energii przez wyładowanie atmosferyczne – XX/XXI wiek

Wyładowania wstępne (lider) - emisja VHF(MHz)

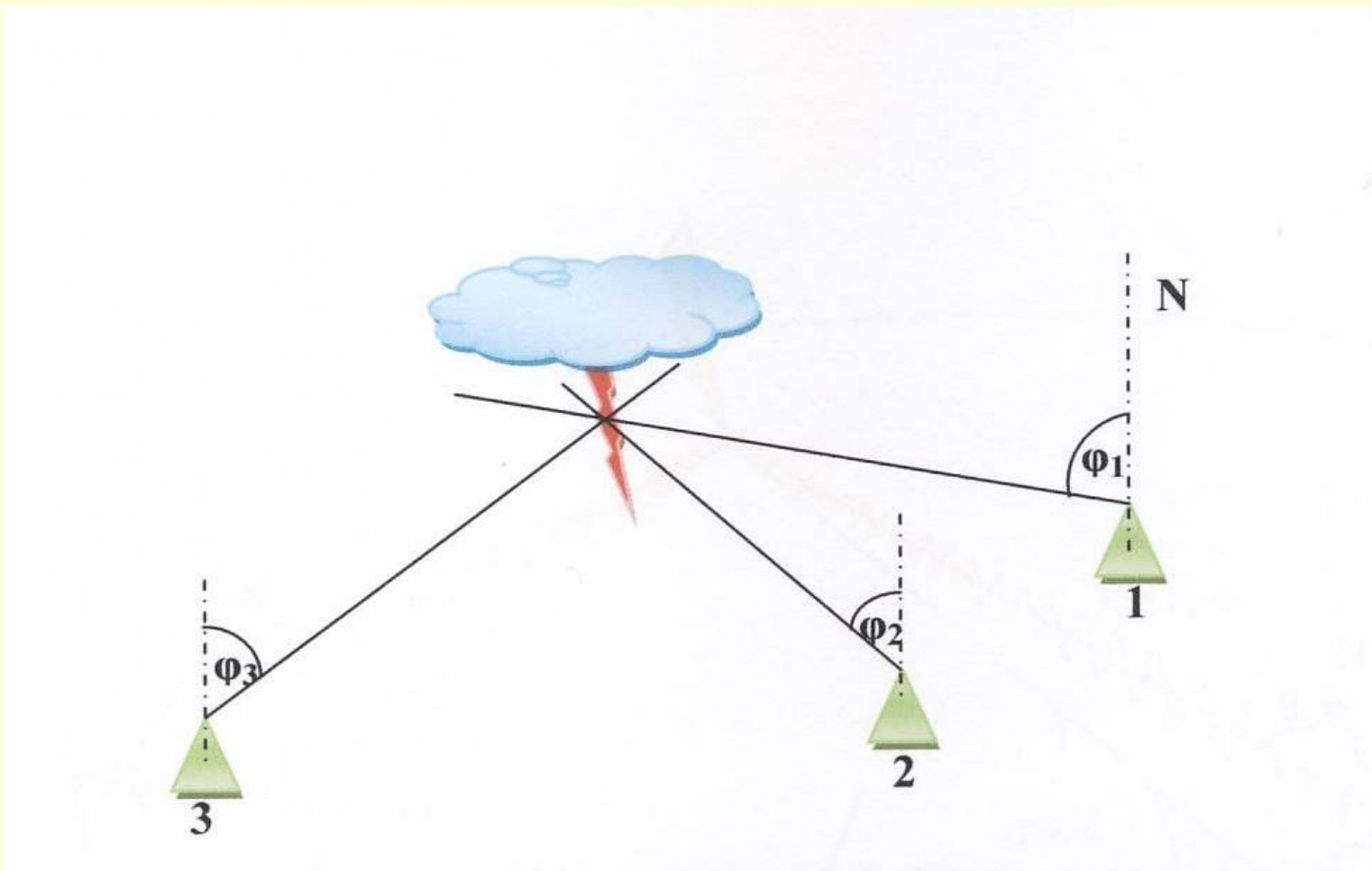
Wyładowanie główne – LF i VLF (kHz)

Różne techniki
lokalizacji

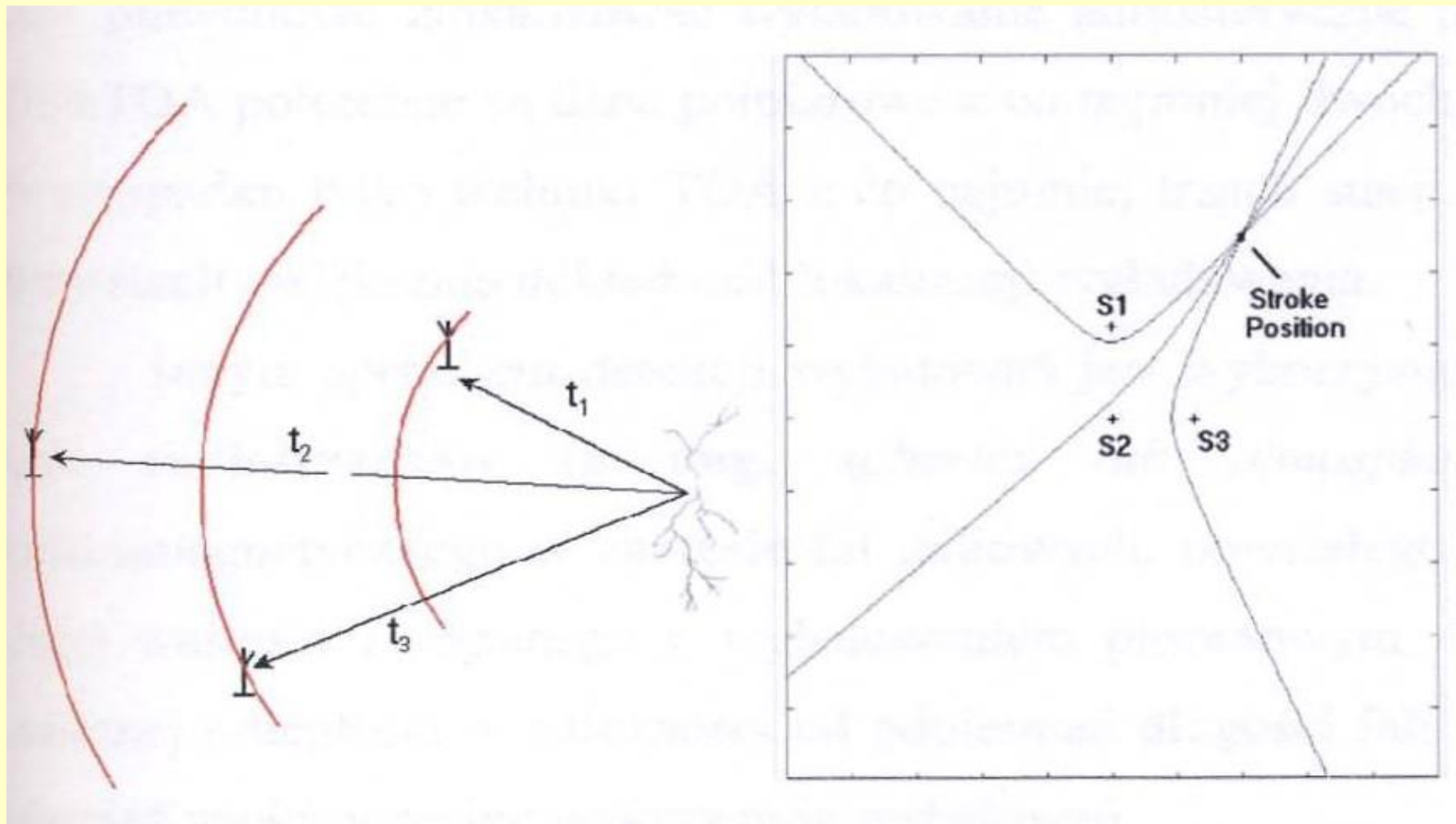


Metody lokalizacji wyładowań atmosferycznych

MDF – Magnetic Direction Finder , zarejestrowanie azymutów nadchodzących sygnałów z minimum 2 anten kierunkowych (LF i VLF), tylko wyładowania doziemne

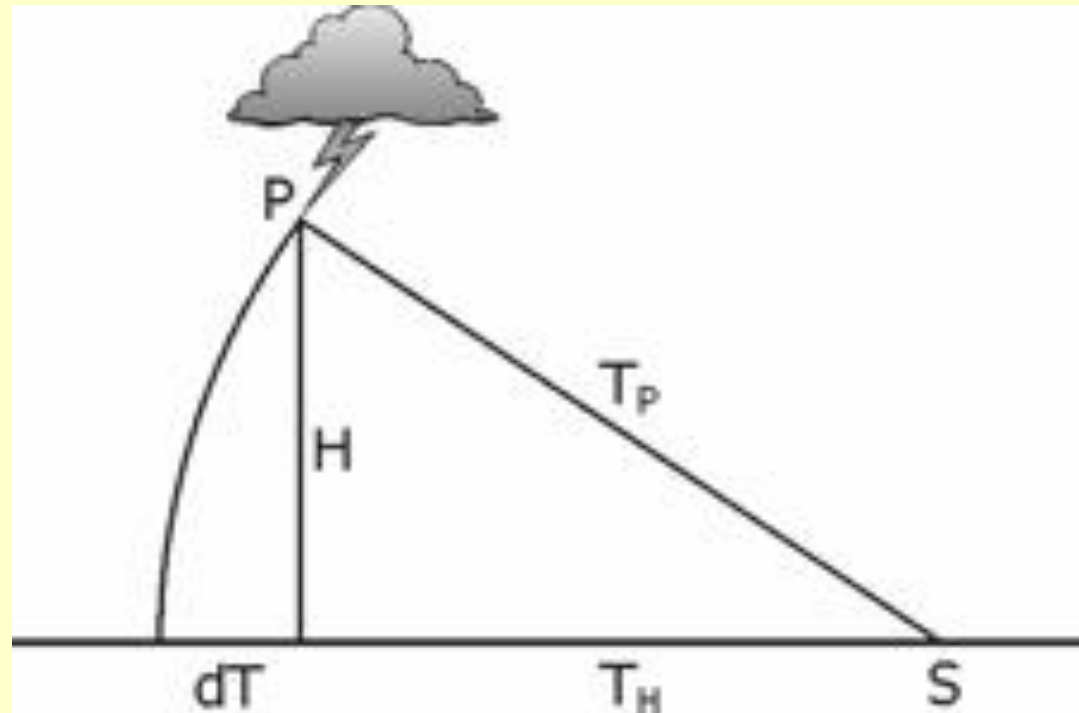
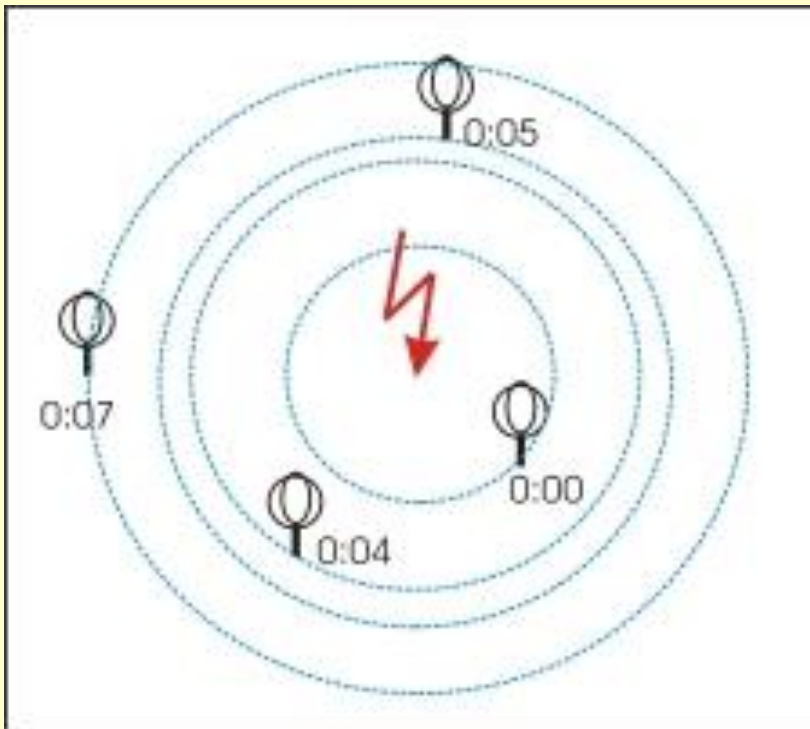


TOA – Time Of Arrival, precyzyjny pomiar różnicy czasów dotarcia sygnałów do minimum 3 anten, czasy – z GPS, (LF i VLF), rozróżnienie wyładowań doziemnych i między chmurami

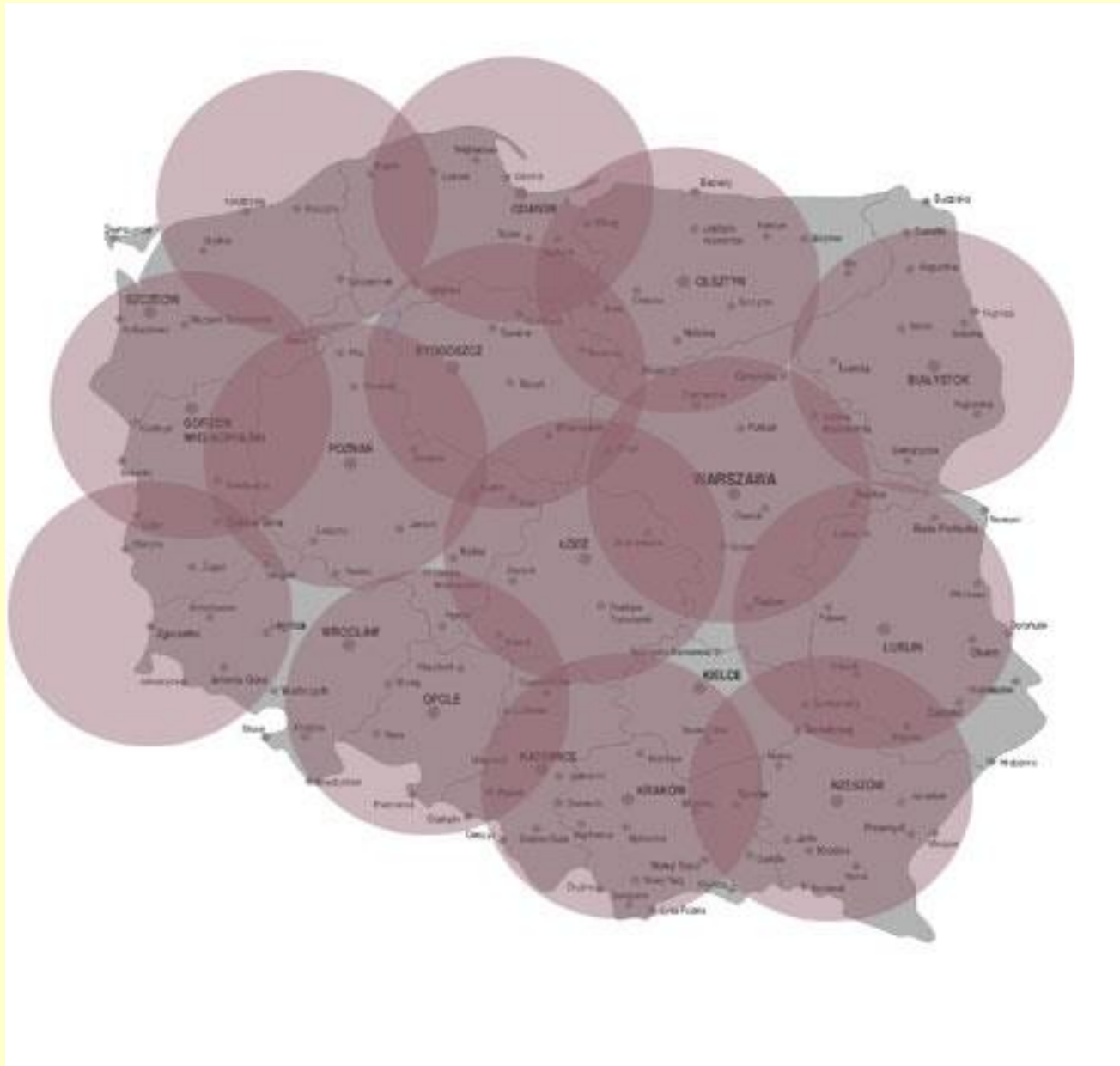


LINET – Lightning Detection Network

- prof. Betz, Uniwersytet w Monachium, Instytut Fizyki Atmosfery – Niemcy
- technika TOA, dobra dokładność, niskie koszty
- w Polsce 5 anten w 2006 r. (m. in. w P.G., obecnie - 14
- wyładowania doziemne + między chmurami (program 3D),



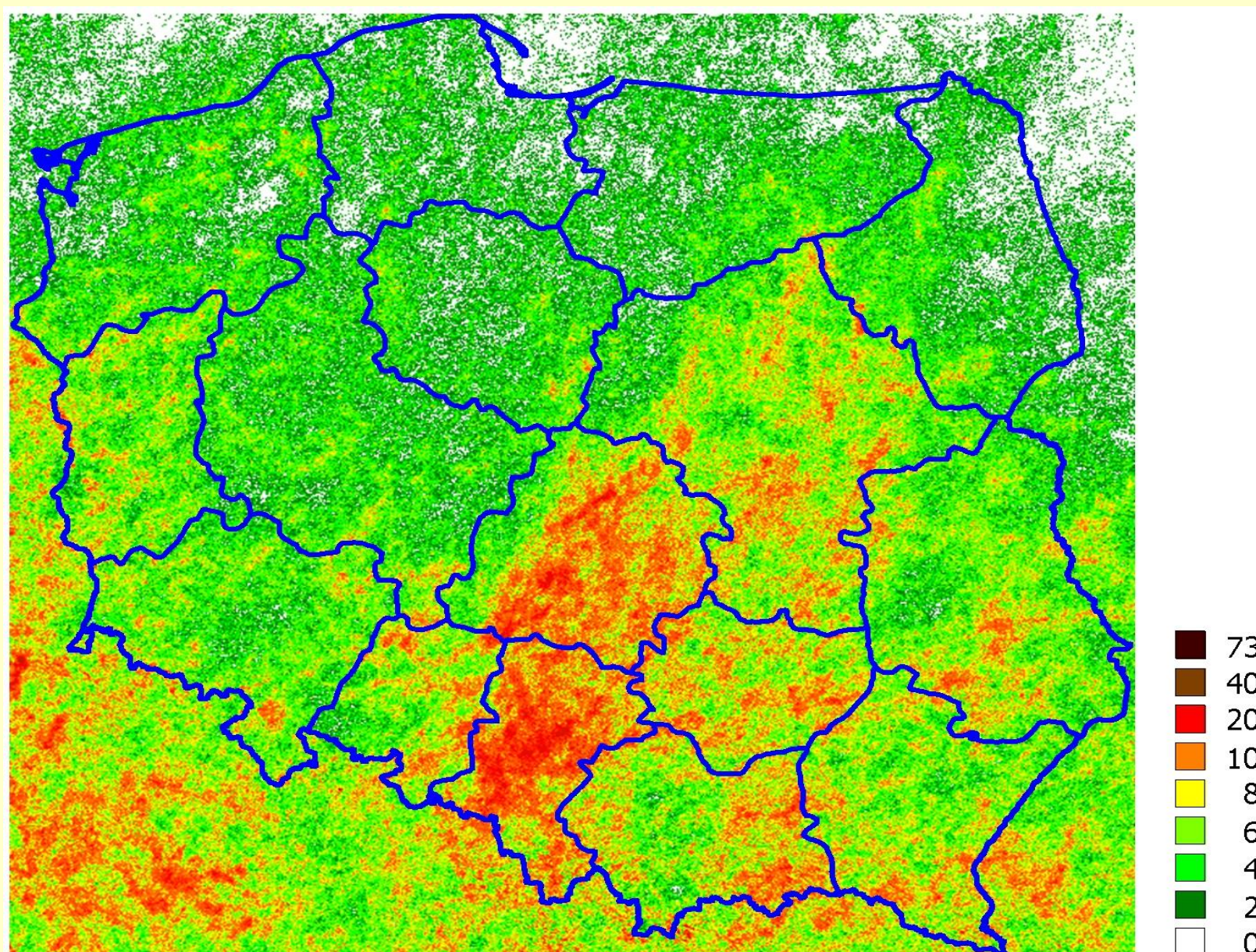
LINET – sensory sieci na terenie Polski

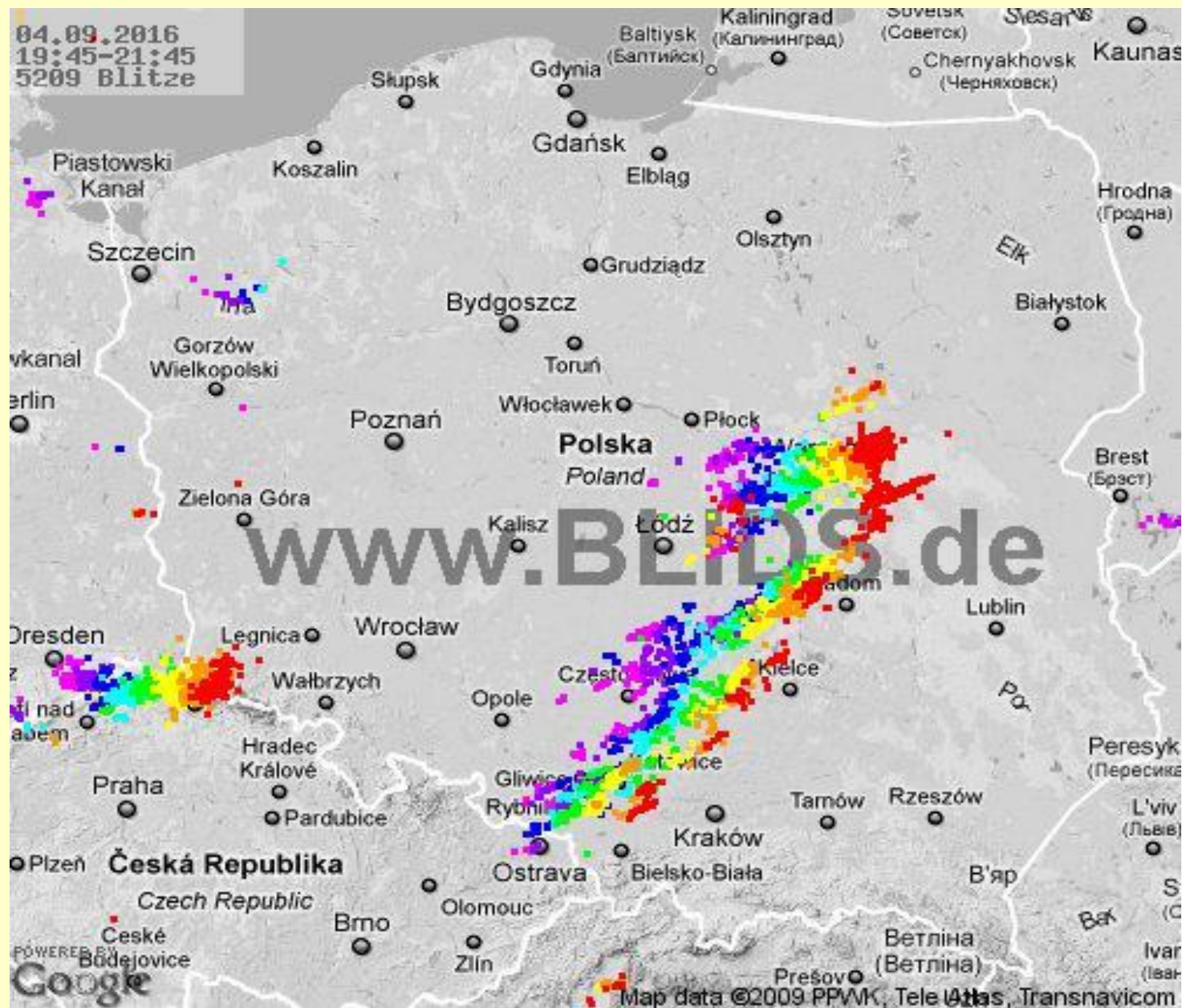


Stacja LINET na budynku KMilWN PG

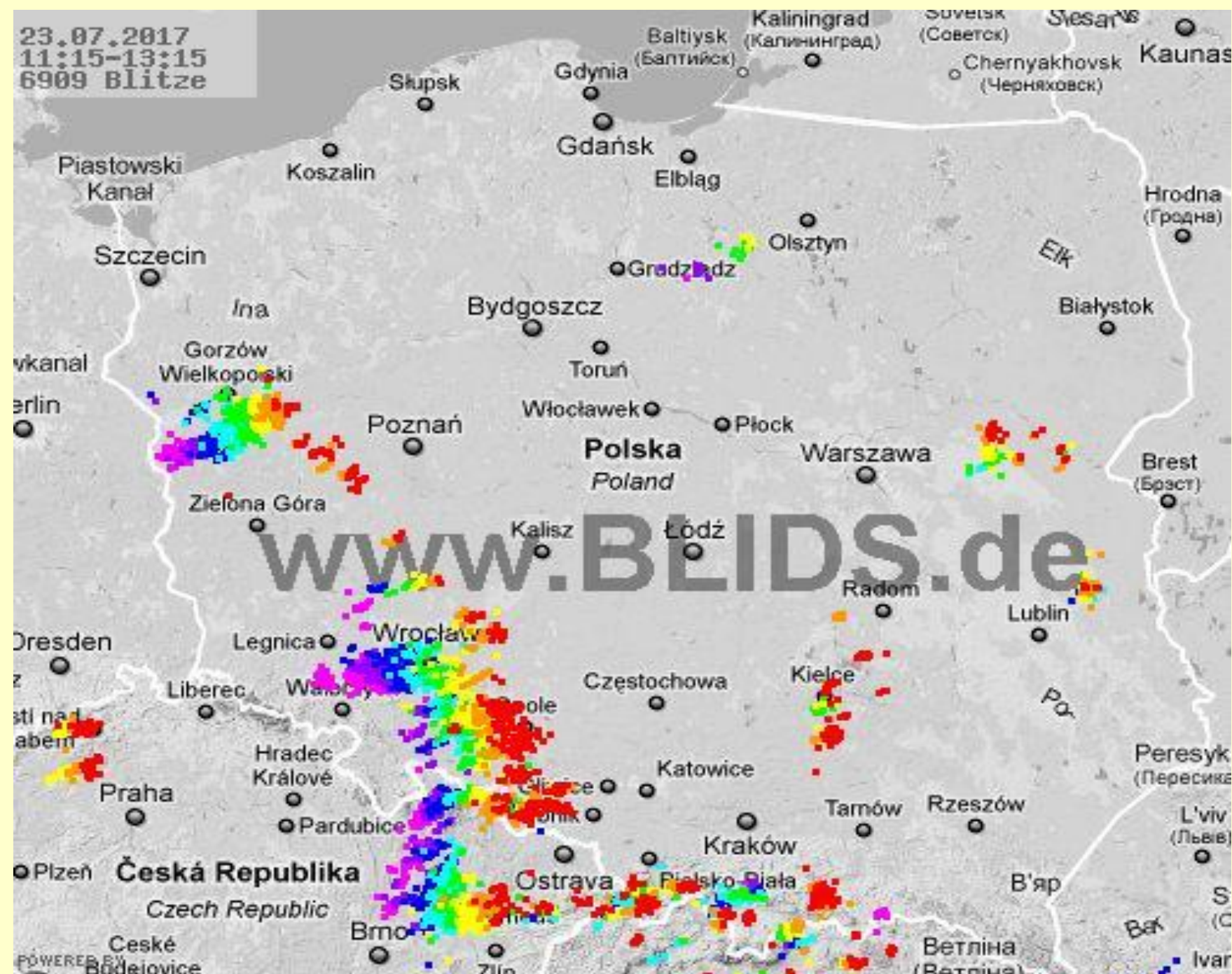


Średnia roczna liczba doziemnych wyładowań atmosferycznych na 1 km² na obszarze Polski w latach 2008 - 2015 – mapa sporządzona na podstawie danych z systemów „on line”





23.07.2017
11:15-13:15
6909 Blitze



Liczba dni burzowych na obszarze Polski wprowadzona do przepisów normalizacyjnych

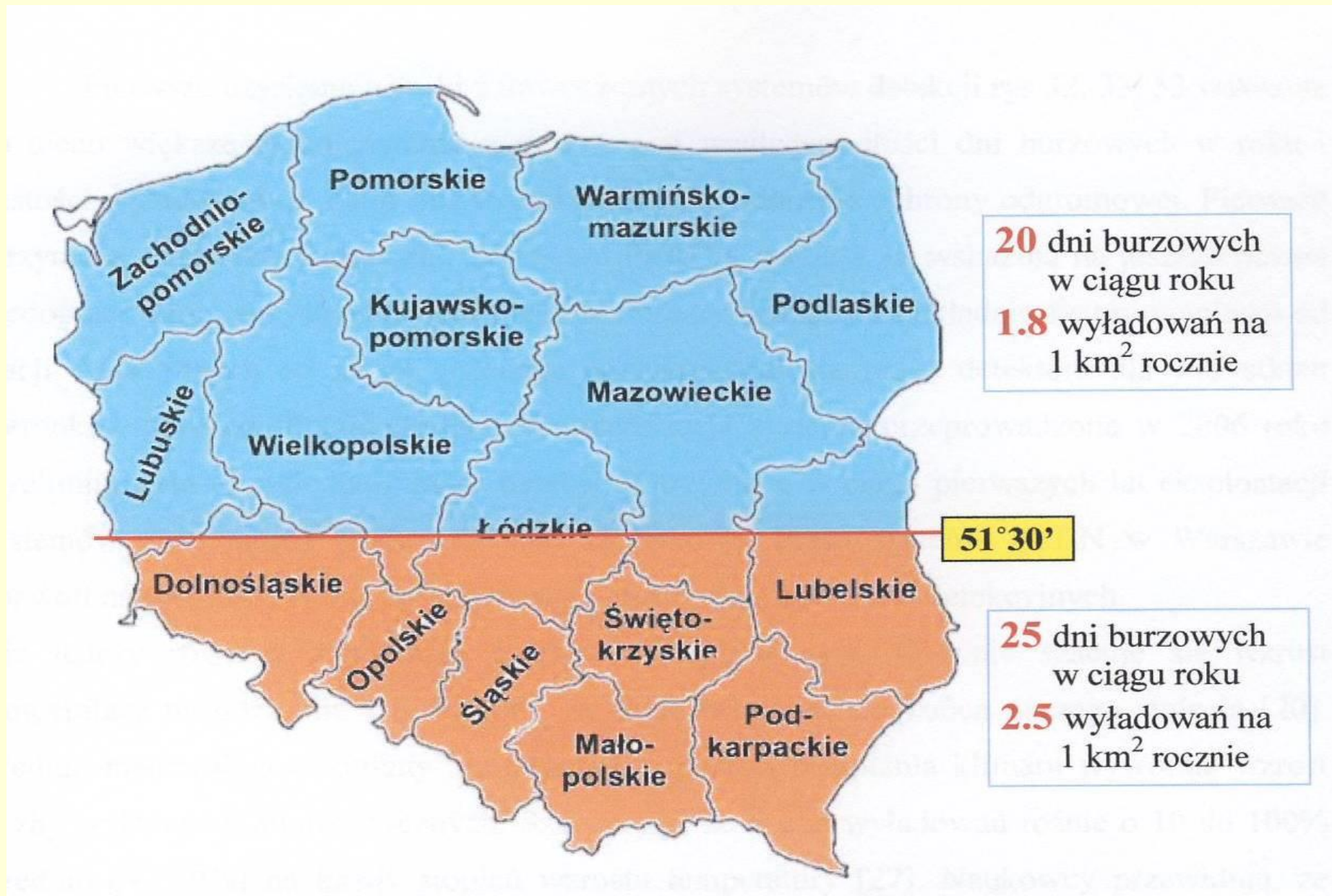
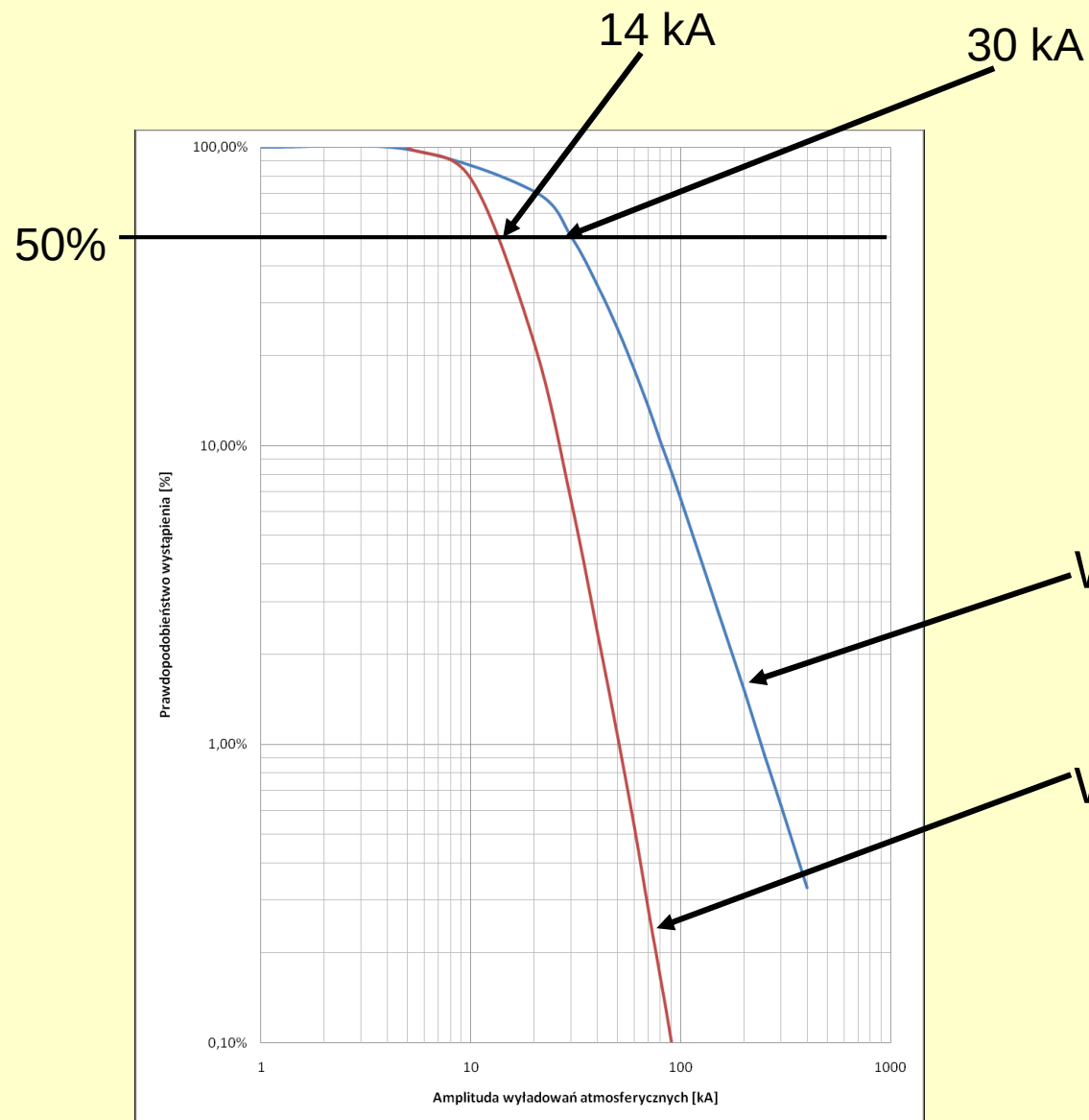


Tabela **Błąd! W dokumencie nie ma tekstu o podanym stylu..1** Zestawienie danych z lat 2008-2015

	Gęstość wyładowań		
	wył/m ² /rok		
Rok	Cały obszar	Obszar północny - powyżej 51°30` N	Obszar południowy - poniżej 51°30` N
2008	7,13	4,86	10,16
2009	7,49	5,06	10,74
2010	3,75	2,78	5,05
2011	5,15	3,56	7,27
2012	5,21	4,32	6,4
2013	3,2	2,37	4,32
2014	3,38	3,21	3,61
2015	2,56	2,36	2,84
Średnia	4,73	3,57	6,30

Krzywe procentowe szczytowych wartości prądów piorunowych



$$p = \frac{181000}{i^{2,205} + 1810}$$

Wyniki badań klasycznych

Wyniki z systemu LINET

Ustawa Prawo budowlane

Artykuł 5:

„ obiekt budowlany wraz ze związanymi z nim urządzeniami budowlanymi należy projektować i budować w sposób określony w przepisach, w tym techniczno-budowlanych, oraz zgodnie z zasadami wiedzy technicznej, zapewniając spełnienie podstawowych wymagań dotyczących bezpieczeństwa konstrukcji, ... pożarowego i ... użytkowania budynku ...”.

**Rozporządzenie 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 wraz z późn. zmianami]
aktualna wersja z 20 grudnia 2010 r.**

**§ 53. ust. 2. Budynek należy wyposażać w instalację
chroniącą od wyładowań atmosferycznych. Obowiązek
ten odnosi się do budynków wyszczególnionych w
Polskiej Normie dotyczącej ochrony odgromowej
obiektów budowlanych.**

**§ 184. ust. 3. Instalacja piorunochronna, o której mowa
w § 53 ust. 2, powinna być wykonana zgodnie z Polską
Normą dotyczącą ochrony odgromowej obiektów
budowlanych.**

Załącznik – spis norm powołanych

ZASADNICZE NORMY POWOŁANE W ROZPORZĄDZENIU

PN-EN 62305

- **PN-EN 62305-1:2008 Ochrona odgromowa - Część 1:
Wymagania ogólne**
- **PN-EN 62305-2:2008 Ochrona odgromowa - Część 2:
Zarządzanie ryzykiem**
- **PN-EN 62305-3:2009 Ochrona odgromowa - Część 3:
Uszkodzenia fizyczne obiektów budowlanych i zagrożenie
życia**
- **PN-EN 62305-4:2009 Ochrona odgromowa - Część 4:
Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach
budowlanych**

Status prawny Polskich Norm

Wg **ustawy** o normalizacji od 2001 roku stosowanie Polskich Norm nie jest obligatoryjne.

Normy serii 62305 zostały przywołane w **rozporządzeniu** do ustawy prawo budowlane.

=> próby interpretacji o braku konieczności stosowania PN w ochronie odgromowej obiektów budowlanych,

=> w tle piorunochrony ESE

=> próba zmiany zapisu w rozporządzeniu na „ochrona odgromowa powinna spełniać wymagania PN lub nor stosowanych w UE” – we Francji norma dopuszczająca stosowanie ESE

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

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).

Stanowisko powyższe PKOO uzasadnia następującymi okolicznościami:

1) Polskie Normy serii PN-EN 62305 dotyczące ochrony odgromowej obiektów budowlanych są wynikiem prac Międzynarodowej Komisji Elektrotechnicznej (TC 81 IEC) oraz Europejskiego Komitetu Normalizacyjnego w zakresie Elektrotechniki (TC 81X CENELEC), w których biorą udział wybitni eksperci z całego świata w tym również eksperci będący członkami PKOO, delegowani do tych prac przez Polski Komitet Normalizacyjny;

2) Polskie Normy serii PN-EN 62305 stały się obowiązkowe, gdyż zostały enumeratywnie powołane w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690, załącznik 1 do cyt. rozporządzenia, ostatnia zmiana z dnia 10 grudnia 2010 r., Dz. U. nr 239, poz. 1597);

3) Nie ma żadnego uzasadnienia dla stosowania w Polsce innych wymagań dotyczących ochrony odgromowej budynków, niż tych zawartych w serii PN-EN 62305, a w szczególności powoływanie się na francuski dokument opracowany przez producentów tzw. „aktywnych” urządzeń ochrony odgromowej, nazywany normą francuską NF C 17-102. W dokumencie tym zawarte jest szereg sprzeczności w stosunku do wymagań zamieszczonych w serii norm PN-EN 62305, a zwłaszcza dotyczących zasad wymiarowania stref ochronnych dla obiektów budowlanych;

4) Polski Komitet Ochrony Odgromowej podziela stanowisko międzynarodowych gremiów naukowych, wypracowane głównie przez ekspertów skupionych przy uznanej Międzynarodowej Konferencji Ochrony Odgromowej (International Conference on Lightning Protection – www.iclp-centre.org), iż tzw. zwody odgromowe pionowe z wczesną emisją strimera (ang. ESE – Early Streamer Emission), nazywane powszechnie „zwodami aktywnymi” nie zwiększają skuteczności ochrony odgromowej w stosunku do określanej w serii norm PN-EN 62305. Jeśli projektanci lub wykonawcy ochrony odgromowej uznają za właściwe stosować tzw. „zwody aktywne”, to należy je instalować w sposób zgodny z Polskimi Normami, tak jak przewidziano to dla klasycznych zwodów pionowych, zwanych także zwodami Franklina;

5) Polski Komitet Ochrony Odgromowej wyraża swoje głębokie zaniepokojenie częstymi przypadkami instalowania w Polsce tzw. „zwodów aktywnych” w sposób niezgodny z wymaganiami serii norm PN-EN 62305 (lub norm wcześniej powoływanych w ww. Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury). Jest to karygodnym łamaniem przepisów prawnych w zakresie ochrony odgromowej. Stan taki jest niestety akceptowany w sposób świadomy lub nieświadomy (np. wynikający z braku wiedzy technicznej oraz wymagań normatywnych w zakresie ochrony odgromowej) przez struktury nadzoru budowlanego, niektórych projektantów i wykonawców urządzeń piorunochronnych lub właścicieli budynków, często dezinformowanych w tym zakresie przez producentów lub dystrybutorów tzw. „zwodów aktywnych”.

Ocena zagrożenia piorunowego

- Szkody piorunowe to:
 - porażenia ludzi, pożary, wybuchy, uszkodzenia mechaniczne, uszkodzenia elektryczne, utrata danych, nieprawidłowe funkcjonowanie systemów, itp.
- Rozmiary szkód są zależne od wielu czynników:
 - mechanizmu wyładowań: intensywności burzowej, parametrów pioruna, lokalizacji obiektu, jego wymiarów i in.,
 - parametrów obiektu: właściwości konstrukcyjnych, rodzaju wyposażenia, typu prowadzonej w nim działalności,
 - zastosowanych środków ochrony odgromowej zewnętrznej i wewnętrznej.

Metody oceny zagrożenia piorunowego

Ocena analityczna ryzyka wystąpienia szkody wykorzystuje:

- elementy rachunku prawdopodobieństwa i teorii niezawodności z uwagi na losowy charakter zjawisk piorunowych,
- odrębne modele niezawodnościowe dla różnych przypadków oddziaływania piorunowego,
- dane o statystyce szkód z licznych badań oraz obserwacji eksploatacyjnych.

Metoda pozwala ocenić:

- czy i w jakim stopniu zastosowane *LPS* jest skuteczne,
- efekty ekonomiczne zastosowanego *LPS*.

Aktualnie, podstawa decyzji o potrzebie zastosowania LPS w konkretnym obiekcie i jego skuteczności to wyłącznie wymagania Rozporządzenia MI z grudnia 2010 r. oraz zalecenia normy PN-EN 62305-2:2008, powołanej przez rozporządzenie – w przypadku inwestycji rozpoczętych po 20 marca 2011 r. (data wniosku o pozwolenie na budowę lub zgłoszenia budowy).

Ocena ryzyka szkód piorunowych jest odpowiednikiem oceny wskaźnika zagrożenia piorunowego zalecanej przez normy wcześniejsze.

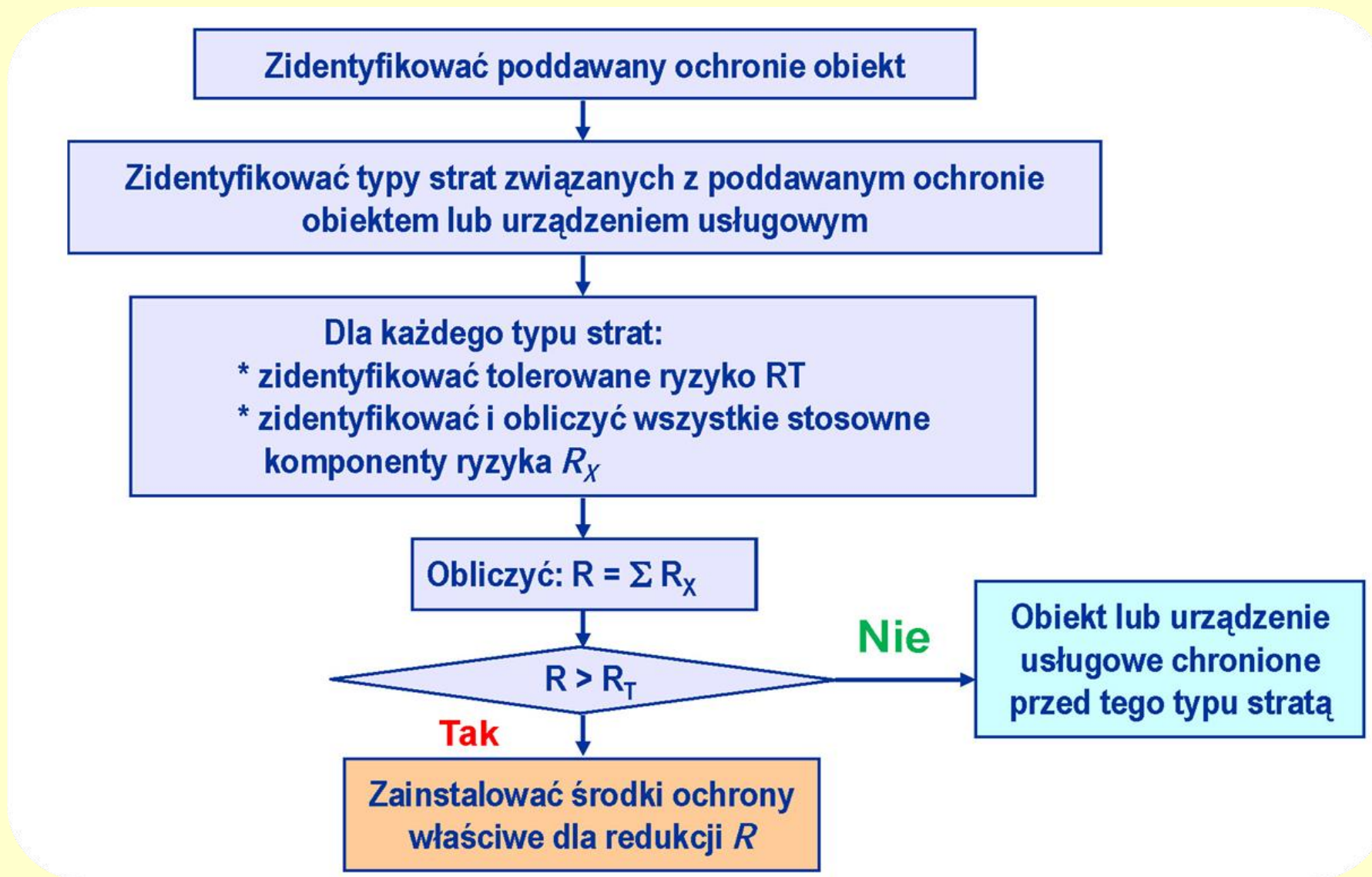
Zalecana procedura postępowania - należy:

- wyznaczyć spodziewane ryzyko szkód piorunowych dla obiektu, dochodzących do niego instalacji usługowych oraz zamontowanych w nim urządzeń biorąc pod uwagę parametry opisujące obiekt, jego wyposażenie i usytuowanie oraz szeroki zakres szkód,*
- określić akceptowaną wartość ryzyka, uzależnioną od wielu czynników technicznych i ekonomicznych,*
- wybrać właściwe środki ochrony w celu redukcji ryzyka spodziewanego do dopuszczalnej jego granicy lub poniżej tej granicy.*

Procedura ustalania potrzeby stosowania LPS wg PN-EN 62305-2:2008

- Pierwsza faza działań to identyfikacja i obliczenia wszystkich komponentów ryzyka R_x , które tworzą ogólne ryzyko R .
- Druga faza to ustalenie ryzyka tolerowanego R_T , które przyjmuje wartości:
 - $R_T = 10^{-5}$ zawsze, gdy szkody mogą powodować utratę życia człowieka,
 - $R_T = 10^{-3}$ jeżeli występuje możliwość utraty usług publicznych i/lub utraty dziedzictwa kulturowego,
 - w innych sytuacjach wartości ryzyka R_T powinny być określone przez odpowiednie instytucje,
- Kolejne fazy to ponowne obliczenia.

Ogólne zasady procedury ustalania potrzeby stosowania LPS wg PN-EN 62305



Określenia wg PN-EN 62305-2:2008

Przyczyny szkód (S) wynikających z miejsca trafienia pioruna:

- S1: bezpośrednie wyładowanie piorunowe w obiekt,
- S2: wyładowanie w ziemię w pobliżu obiektu,
- S3: wyładowanie bezpośrednie w linię dochodzącą do obiektu (w instalacje usługowe),
- S4: wyładowanie w ziemię w pobliżu linii zewnętrznej,

Określenia wg PN-EN 62305-2:2008

Typy szkód (*D*):

*D*1: porażenie istot żywych wskutek napięć krokowych i/lub dotykowych,

*D*2: uszkodzenia mechaniczne, chemiczne, termiczne, pożar, wybuch, itp.,

*D*3: uszkodzenie lub zakłócenie pracy układów elektrycznych i elektronicznych.

Ryzyko szkód piorunowych R wg PN-EN 62305-2:2008

R jest wartością prawdopodobnych średnich strat w roku dla każdego typu straty (w obiekcie i w urządzeniu usługowym). Norma wyróżnia kilka rodzajów ryzyka:

- kojarzonych z obiektem (R)
 - $R1$: ryzyko utraty życia ludzkiego.
 - $R2$: ryzyko utraty usługi publicznej.
 - $R3$: ryzyko utraty dziedzictwa kulturowego,
 - $R4$: ryzyko utraty wartości ekonomicznej.

Przy bezpośrednim trafieniu pioruna w obiekt:

R_A - komponent związany z porażeniem istot żywych napięciem dotykowym i/lub krokowym na zewnątrz, w odległości do 3 m od obiektu;

R_B - komponent związany z uszkodzeniami fizycznymi obiektu i jego wyposażenia, skutek przeskoków odwrotnych wewnątrz lub na zewnątrz budynku wywołujących pożar lub eksplozję, których skutki mogą także stanowić zagrożenie dla środowiska;

R_C - komponent związany z uszkodzeniami instalacji wewnątrz obiektu wskutek oddziaływania piorunowego impulsu elektromagnetycznego po trafieniu pioruna w obiekt;

Przy trafieniu pioruna w pobliżu obiektu:

R_M - komponent związany z uszkodzeniami instalacji wewnątrz obiektu wskutek oddziaływania piorunowego impulsu elektromagnetycznego powstałego przy wyładowaniach w pobliżu obiektu.

PN-EN 62305-2:2008

- Komponenty ryzyka (definicje)

Przy trafieniu pioruna we wprowadzaną do obiektu linię:

R_U - komponent związany z porażeniem ludzi wskutek napięć dotykowych wewnątrz obiektu, po wpłynięciu prądu piorunowego przewodami linii do budynku;

R_V - komponent związany z uszkodzeniami fizycznymi obiektu i jego wyposażenia, wskutek przeskoków odwrotnych w miejscu wejścia linii do budynku (najczęściej) przy dopływie z linii prądu pioruna;

R_W - komponent związany z uszkodzeniami instalacji wewnątrz obiektu wskutek przepięć przeniesionych do obiektu, pochodzących od przepięć indukowanych w liniach dochodzących do obiektu

Przy trafieniu pioruna w pobliżu wprowadzanej do obiektu linii:

R_Z - komponent związany z uszkodzeniami instalacji wewnątrz obiektu wskutek przepięć przeniesionych do obiektu, pochodzących od przepięć indukowanych w liniach dochodzących do obiektu.

PN-EN 62305-2:2008

Rodzaje ryzyka - zależności dla komponentów

Rodzaje ryzyka oblicza się jako:

- $R_1 = R_A + R_B + R_C^{1)} + R_M^{1)} + R_U + R_V + R_W + R_Z^{1)}$
- $R_2 = R_B + R_C + R_M + R_V$
- $R_3 = R_B + R_W + R_Z$
- $R_4 = R_A^{2)} + R_B + R_C + R_M + R_B^{2)} + R_V^{1)} + R_Z$

Uwaga:

- 1) tylko dla obiektów zagrożonych eksplozją, dla szpitali z wyposażeniem elektrycznym do ratowania życia oraz dla innych obiektów, w których uszkodzenie wewnętrznych urządzeń zagraża życiu ludzkiemu,
- 2) tylko dla obiektów rolniczych, w których mogą być zagrożone porażeniem zwierzęta.

Obliczanie ryzyka wg PN-EN 62305-2:2008

Każdy rodzaj ryzyka to suma odpowiednich komponentów, a każdy z nich może być oszacowany za pomocą równania ogólnego:

$$R_x = N_x \cdot P_x \cdot L_x$$

N_x – spodziewana średnia roczna liczba wyładowań piorunowych oddziałujących na obiekt, jego urządzenia i instalacje zewnętrzne,

P_x – prawdopodobieństwo uszkodzenia obiektu lub nietolerowanego zakłócenia pracy urządzenia,

L_x – wynikowa strata ekonomiczna.

Obliczenia P_x wg PN-EN 62305-2:2008

- P_x zależy od parametrów technicznych obiektu chronionego oraz zastosowanych środków ochrony.
- Brak środków ochrony to pewność wystąpienia szkody, natomiast zastosowanie określonych środków w obiekcie zmniejsza to prawdopodobieństwo.
- Dokładną procedurę obliczania P_x zawiera załącznik do normy podające współczynniki redukujące prawdopodobieństwo uszkodzenia.
- W obliczeniach uwzględnia się działanie takich czynników jak:
 - zainstalowania w obiekcie LPS i LPMS o określonym poziomie skuteczności,
 - ekranowania elektromagnetycznego obiektu i przewodów wewnętrznych,
 - niektórych parametrów technicznych obiektu,
 - zastosowania w obiekcie środków przeciwpożarowych, napisów ostrzegawczych itp.,
 - rodzaju i właściwości kabli zastosowanych w liniach zewnętrznych

Dokładna procedura obliczania P_x w załączniku B normy.

Obliczenia L_x wg PN-EN 62305-2:2008

L_x czyli wielkość strat ekonomicznych zależy od:

- przeznaczenia obiektu,
- liczby ludzi i czasu ich obecności w obiekcie,
- rodzaju świadczonych usług publicznych,
- wartości dóbr utraconych przez uszkodzenie piorunowe,
- rodzaju środków służących ograniczeniu rozmiaru strat.

Dokładna procedura obliczania L_x w załącznikach C, D i E normy.

Obliczanie średniej rocznej liczby wyładowań w obiekt (N_D)

$$N_D = N_g * A_{d/b} * C_{d/b},$$

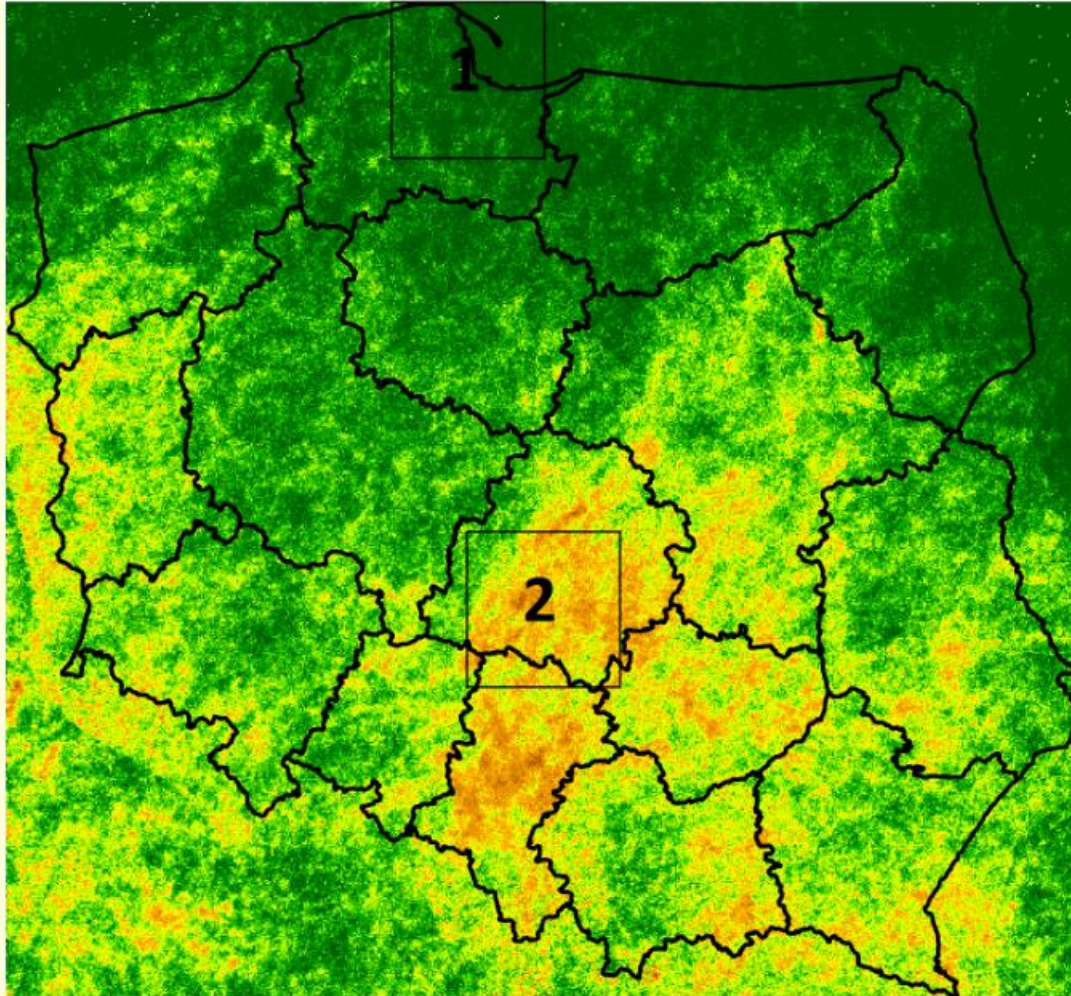
gdzie:

N_g – gęstość doziemnych wyładowań piorunowych [$1/(\text{km}^2 \cdot \text{rok})$],

$A_{d/b}$ – powierzchnia zbierania budynku [m^2],

$C_{d/b}$ – współczynnik położenia obiektu

Gęstość wyładowań doziemnych zarejestrowana w systemie LINET w latach 2008-2015



Liczba wyładowań na km² w latach 2008-2015:

Powyżej 51°30' – 3,57

Poniżej 51°30' – 6,30

1. W prostokącie o pow. ok.. 10000 km² w okolicach Gdańska – 1,96
2. W prostokącie województwo łódzkie – 8,97

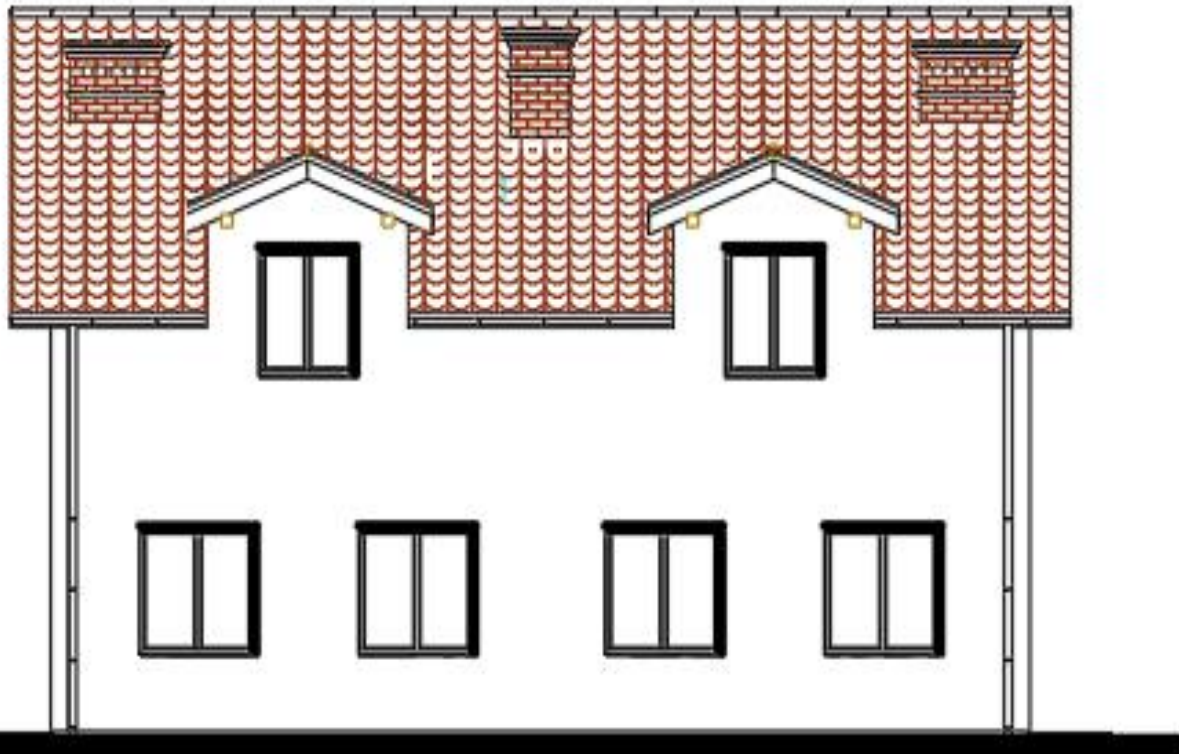
=>*jak te gęstości mogą wpływać na projektowanie ochrony odgromowej?*

Procedura ustalania potrzeby stosowania LPS wg PN-EN 62305-2:2008

- Pierwsza faza działań to identyfikacja i obliczenia wszystkich komponentów ryzyka R_x , które tworzą ogólne ryzyko R .
- Druga faza to ustalenie ryzyka tolerowanego R_T , które przyjmuje wartości:
 - $R_T = 10^{-5}$ zawsze, gdy szkody mogą powodować utratę życia człowieka,
 - $R_T = 10^{-3}$ jeżeli występuje możliwość utraty usług publicznych i/lub utraty dziedzictwa kulturowego, straty materialne
 - w innych sytuacjach wartości ryzyka R_T powinny być określone przez odpowiednie instytucje,
- Kolejne fazy to ponowne obliczenia.

Opis obiektu:

- budynek mieszkalny jednorodzinny o wymiarach zewnętrznych 15mx15mx7m,
- budynek znajduje się w środowisku wiejskim,
- obiekt odosobniony z dachem dwuspadowym pokrytym dachówką,
- budynek znajduje się na piaskach i żwirach o średniej rezystywności gruntu $500 \Omega \cdot m$
- obiekt zasilany ze stacji transformatorowej linią napowietrzna o długości 1000m



Obliczenia klasy ochrony odgromowej dla tego obiektu posadowionego kolejno :

- w obszarze 1
- w obszarze 2

Wyniki obliczeń ryzyka wystąpienia szkody analizowanego obiektu posadowionego w różnych obszarach

	Obszar 1			Obszar 2		
	gęstość wyładowań	obliczone ryzyko		gęstość wyładowa ń	obliczone ryzyko	
	wył/m ² /rok	Utrata życia ludzkiego R1	Utrata wartości ekonomicznej R4	wył/m ² /rok	Utrata życia ludzkiego R1	Utrata wartości ekonomicznej R4
powyżej 51°30` wg Normy	1,8	1,81E-06	3,33E-04	1,8	1,81E-06	3,33E-04
poniżej 51°30` wg Normy	2,5	2,52E-06	4,62E-04	2,5	2,52E-06	4,62E-04
średnia z lat 2008- 2015	1,96	1,97E-06	3,63E-04	8,97	9,03E-06	1,66E-03

Podsumowanie

1. Dane odnośnie gęstości wyładowań znajdujące się w aktualnej normie pochodzą z drugiej połowy ubiegłego wieku i zostały uzyskane tradycyjnymi metodami badań.
2. Obecnie parametry wyładowań atmosferycznych są pozyskiwane w ramach rejestracji „online”.
3. Wyniki z kilku ostatnich lat wskazują na:
 - Większą liczbę wyładowań na km² niż w danych klasycznych
 - Mniejszą średnią amplitudę prądu niż w danych z ubiegłego wieku
4. Konieczność podjęcia działań zmierzających do uwzględnienia wyników aktualnych rejestracji do przepisów normalizacyjnych

Dziękuję za uwagę