



ipc

**Wybrane aspekty ochrony
przed porażeniem w
sieciach WN i NN**

dr inż. Edward Siwy

Wieloletni projekt realizowany na zlecenie PTPIREE



Opracowanie powszechnie stosowanych,
jednolitych
wytycznych ochrony przed porażeniem
w sieciach elektroenergetycznych
w zakresie projektowania, budowy i eksploatacji

Obiekty:

- stacje SN/nn, SN/SN i SN oraz linie nn
- linie kablowe i napowietrzne w sieciach SN
- stacje i linie WN i NN

Wytyczne wdrażane aktualnie przez OSD

Zespół autorski:

dr inż. Edward Siwy
dr inż. Mirosław Kiełboń
dr inż. Krzysztof Maźniewski

Współpraca i konsultacje:

prof. dr hab. inż. Kurt Żmuda
prof. dr hab. inż. Gerhard Bartodziej

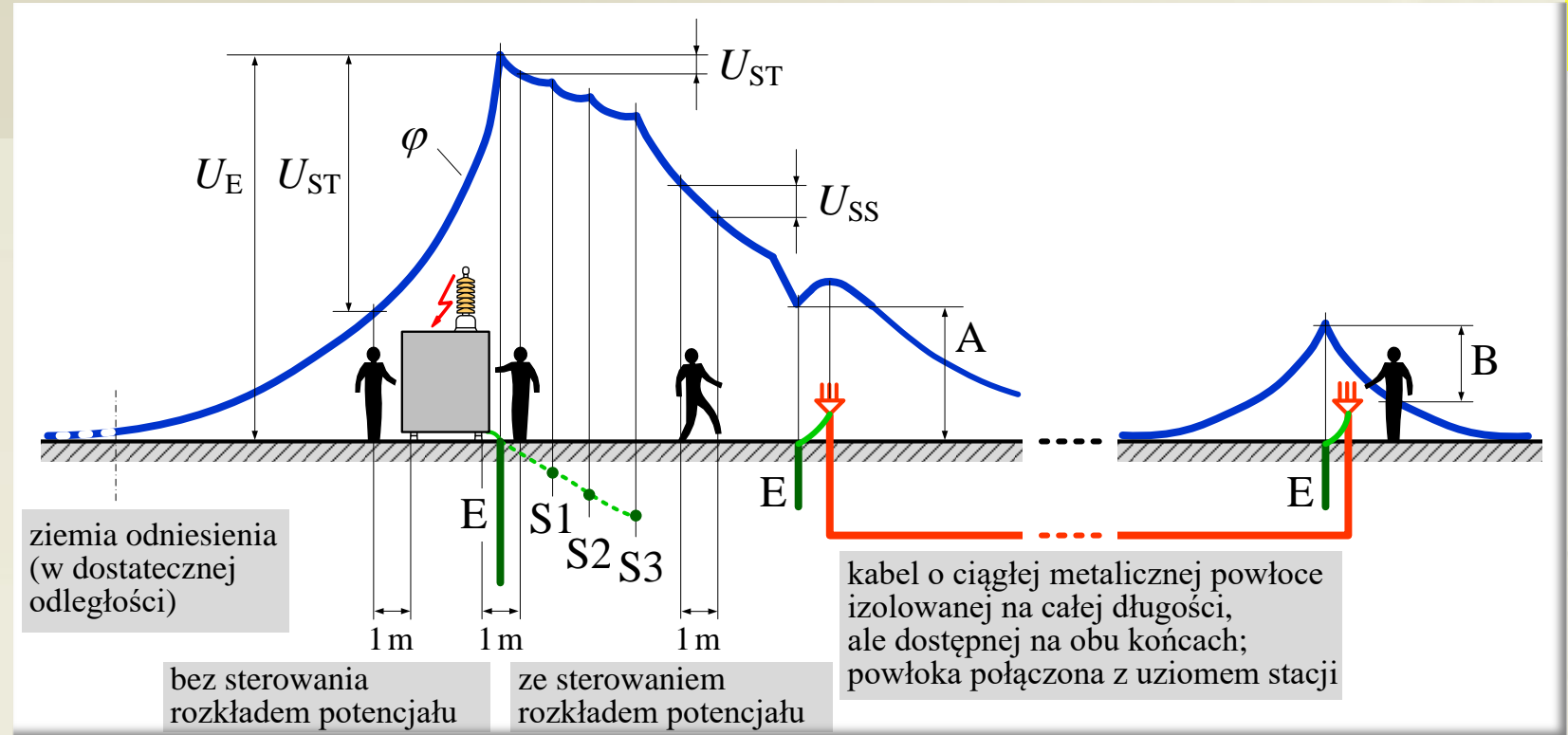
Zespół PTPIREE:

Przedstawiciele OSD

Gradient potencjału

Wielkość decydująca o wymaganiach w stosunku do ochrony przed porażeniem w sieciach WN i NN

Przykładowy rozkład potencjału na powierzchni gruntu i napięcia wywołane prądem uziomowym.

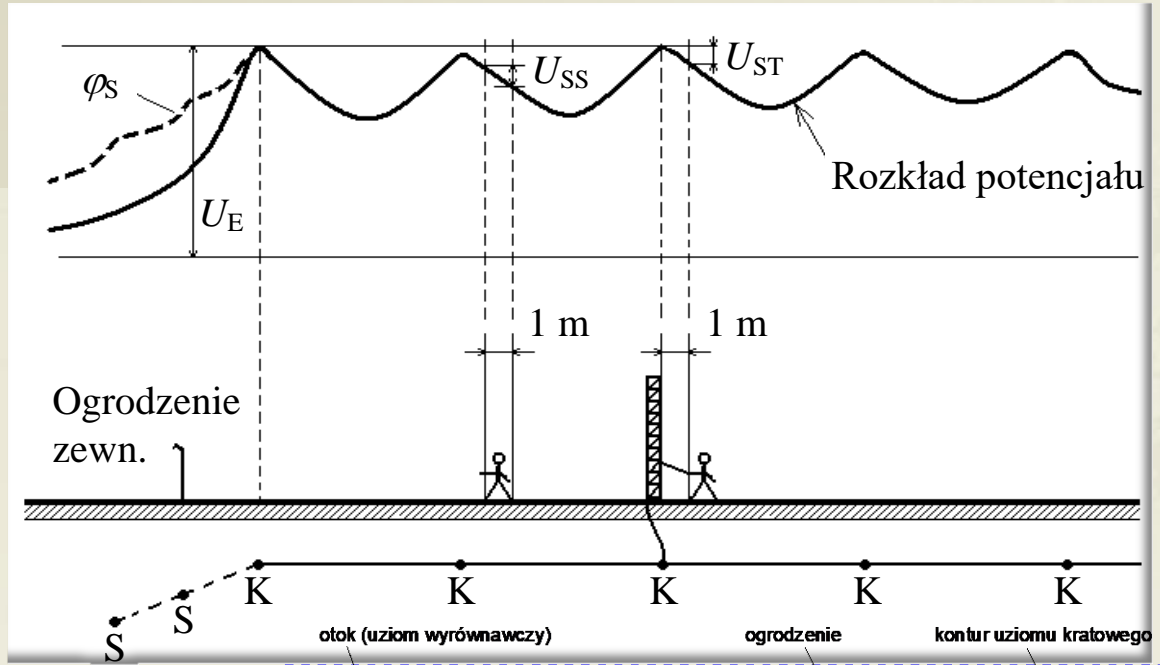


- E - uziom,
- S1, S2, S3 - uziomy wyrównawcze (np. uziom otokowy) - połączone z uziemieniem E,
- U_E - napięcie uziomowe,
- U_{ST} - napięcie dotykowe spodziewane,
- U_{SS} - napięcie krokowe spodziewane,
- A - przeniesione napięcie dotykowe, gdy powłoka kabla nie jest uziemiona na odległym końcu,
- B - przeniesione napięcie dotykowe, gdy powłoka kabla jest uziemiona na obu końcach,
- φ - potencjał powierzchni ziemi

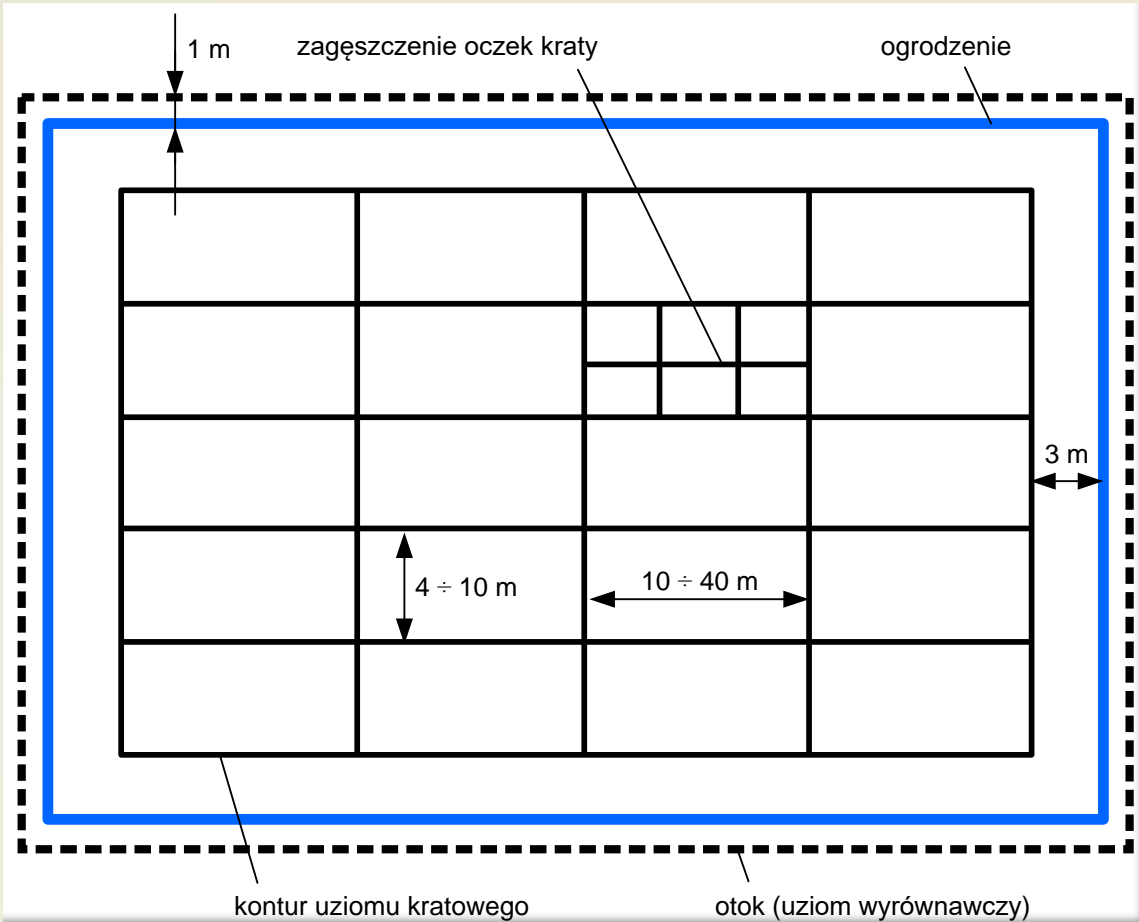
Wysterowanie potencjału – w większości praktycznych przypadków środek konieczny do zapewnienia skuteczności ochrony przed porażeniem w sieciach WN i NN

Ochrona stacji WN i NN

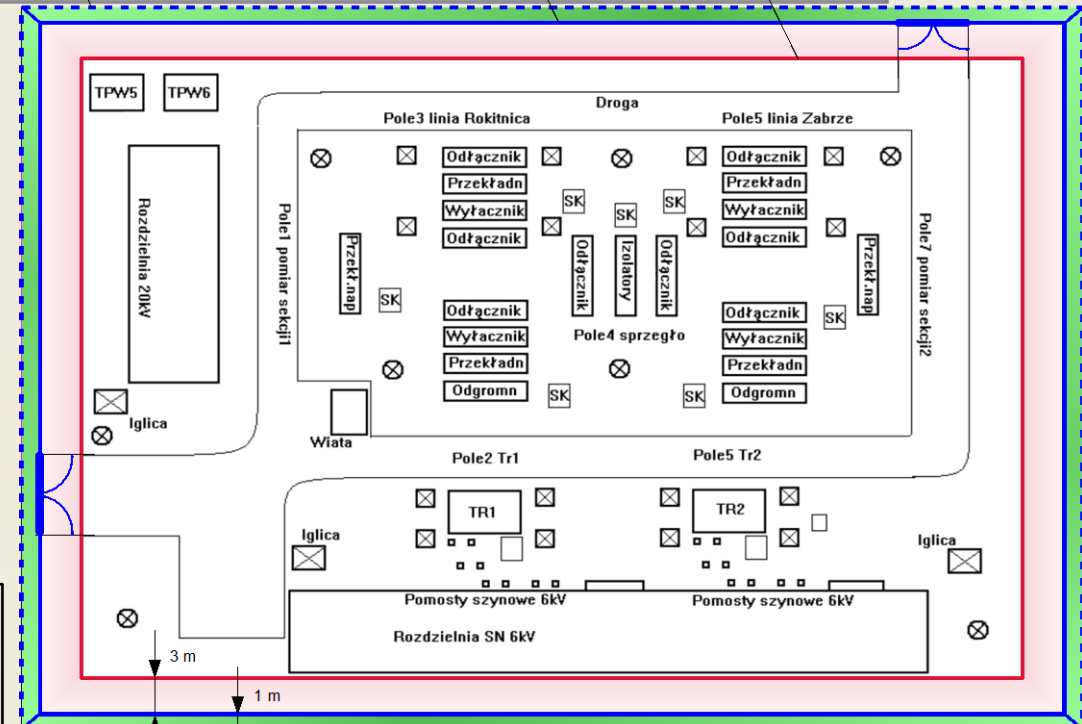
Rozkład potencjału na stacji



Uziom kratowy stacji napowietrznej



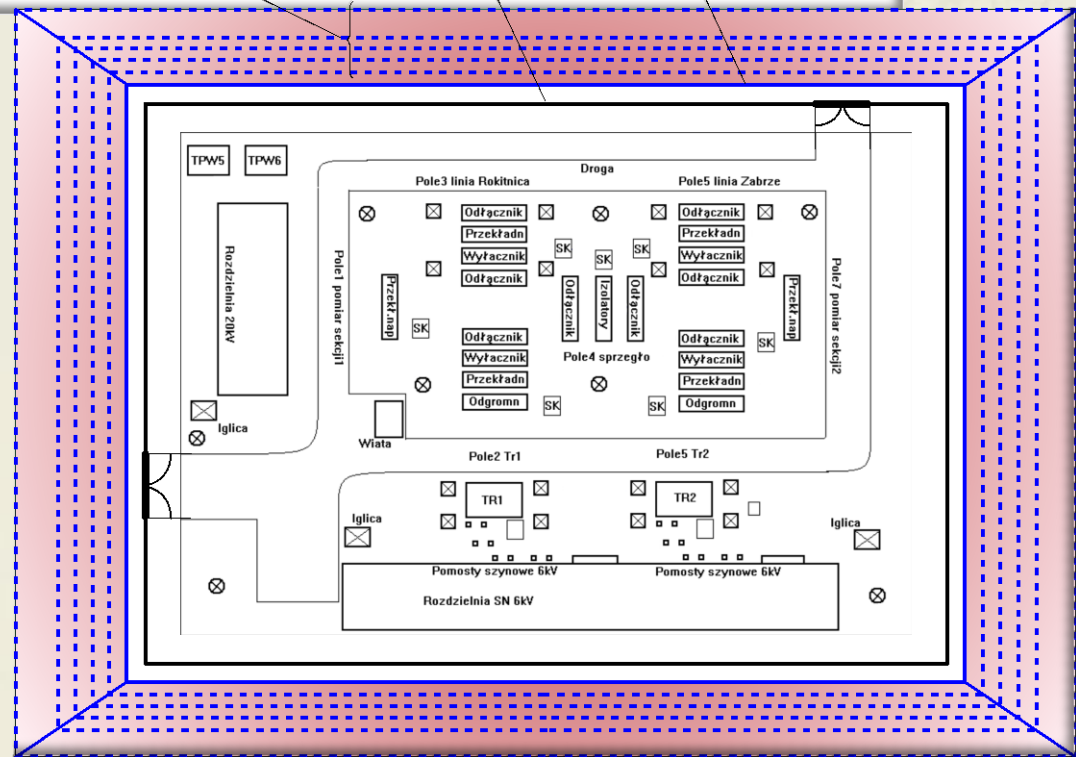
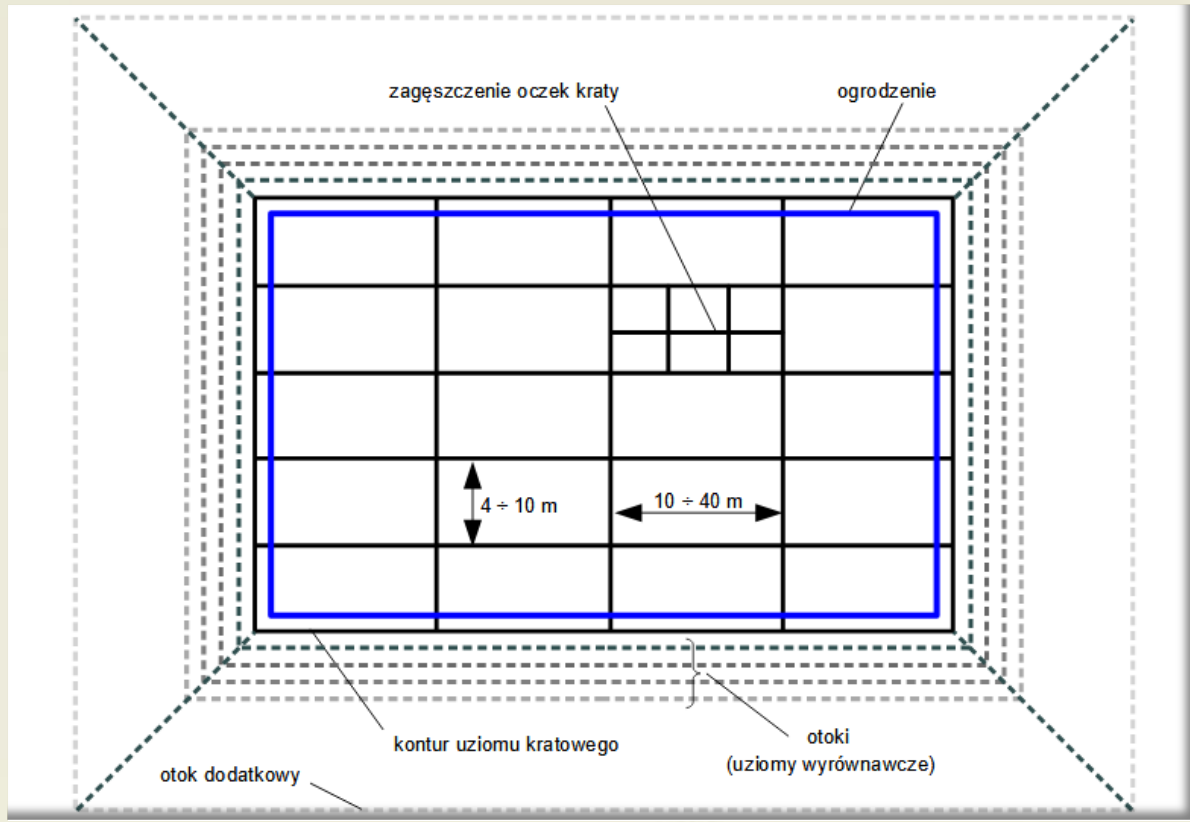
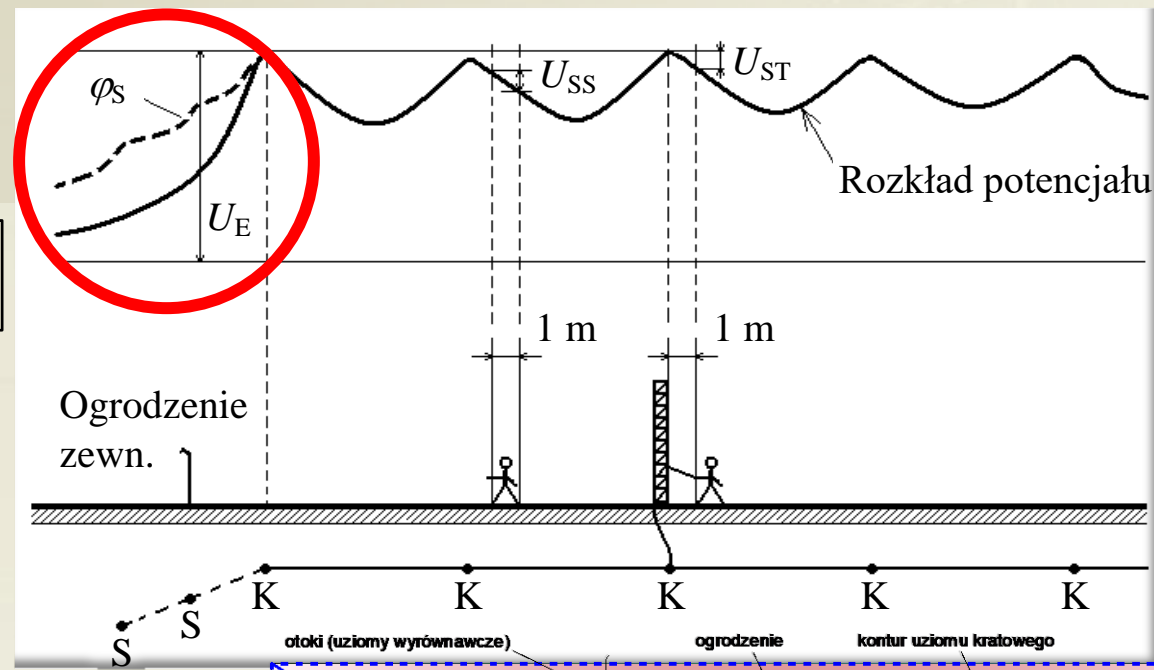
Lokalizacja urządzeń na stacji WN i NN



Ochrona stacji WN i NN w terenie zurbanizowanym (ZIU)

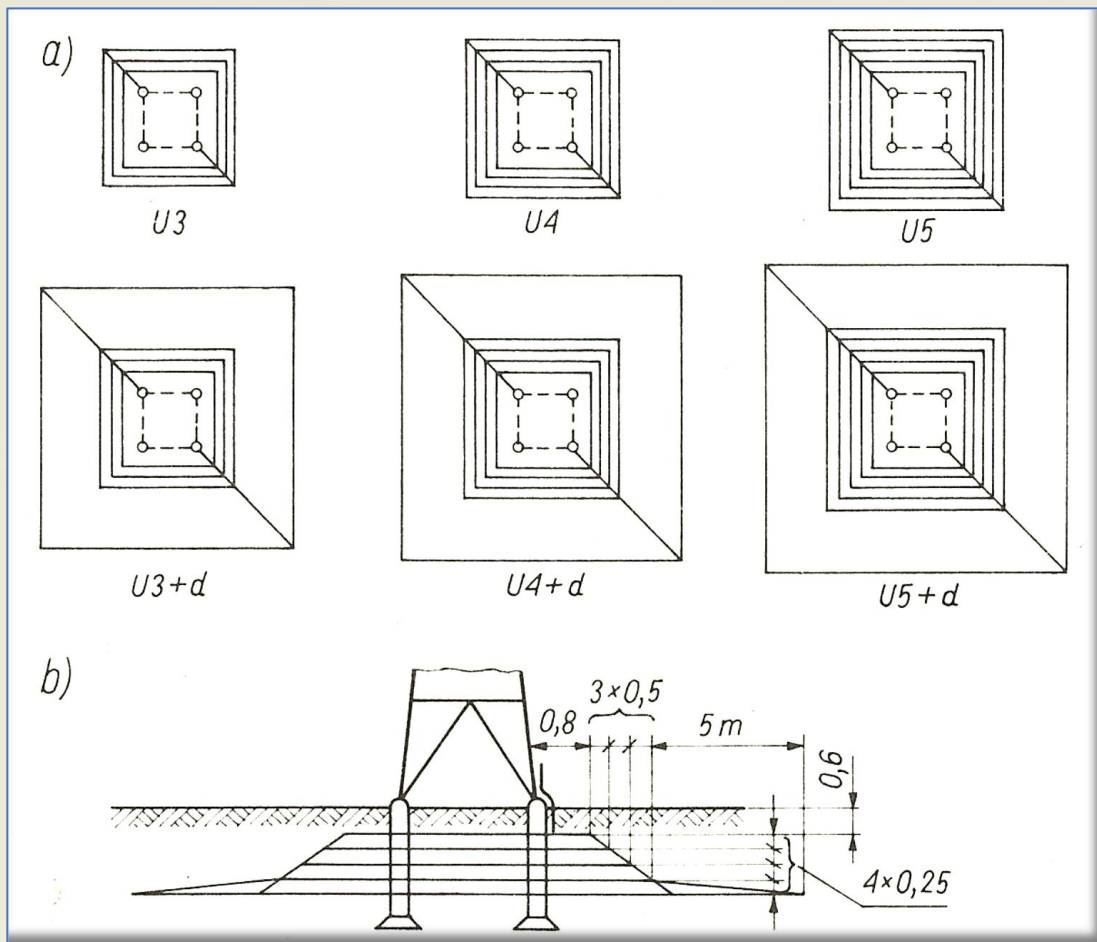
Uziom kratowy stacji napowietrznej

Rozkład potencjału na stacji

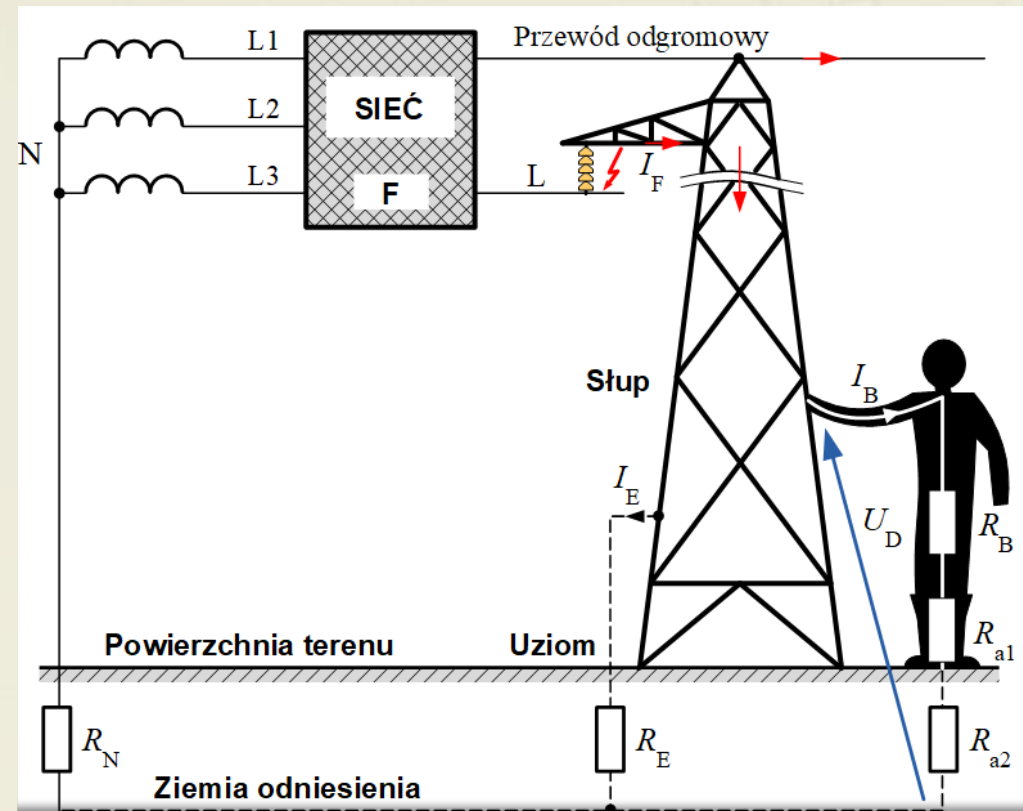


Lokalizacja urządzeń na stacji WN i NN

Ochrona konstrukcji wsporczych linii WN i NN



Typowe układy uziomowe wyrównawcze (typowe uziemienia ochronne) dla słupów linii napowietrznych 110 ÷ 400 kV posiadają charakterystyczną budowę. Składają się one z wielu poziomych otoków, przy czym kolejne otoki są pograżone na coraz to większą głębokość.



Ochronie podlegają wyłącznie konstrukcje wsporcze zlokalizowane na obszarach częstego przebywania ludzi

Czas doziemienia – podstawowy parametr mający wpływ na wymagania skuteczności ochrony

Czas ten jest zdeterminowany przez układy EAZ – zabezpieczenia odległościowe, automatyka SPZ

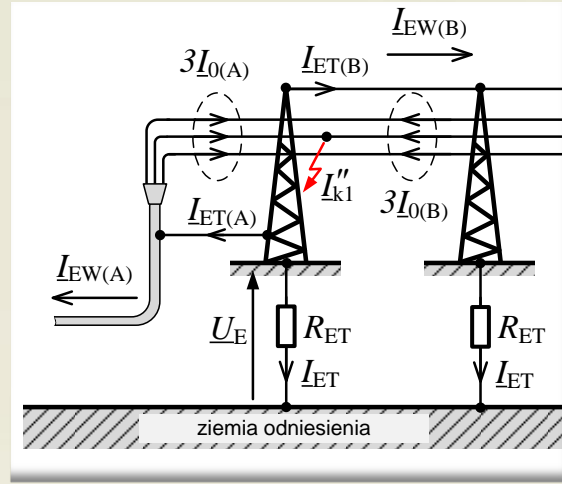
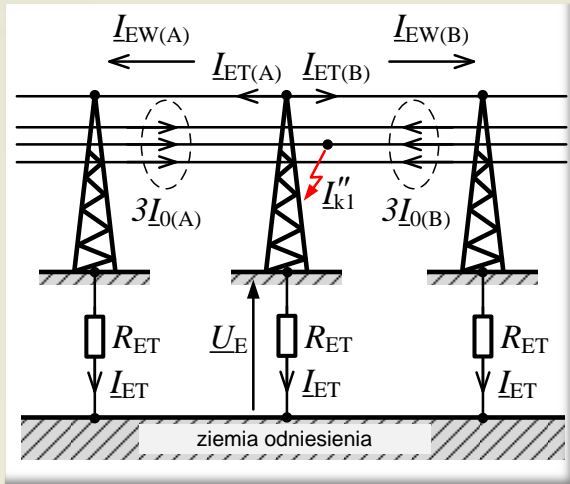
Czas ten wyznacza się dla pracy zabezpieczeń podstawowych

W liniach 110 kV są to czasy rzędu 0,2 – 0,4 s w pierwszej strefie zabezpieczenia odległościowego z automatyką SPZ.

W praktyce często błędnie przyjmuje się czasy znacznie dłuższe związane z działaniem LRW (nawet ponad 1 s).

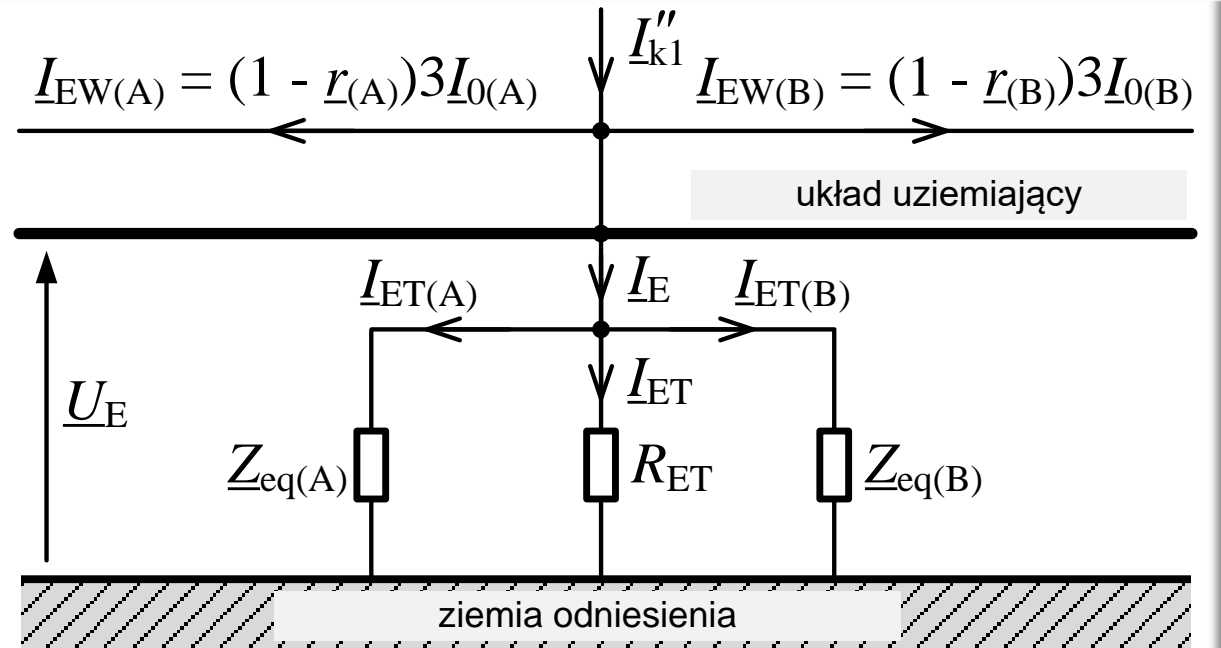
Czas doziemienia	Największe dopuszczalne napięcie dotykowe rażeniowe ($U_{D1} = U_{Tp}$) i dotykowe spodziewane (U_{D2} , U_{D3} i U_{D4}), w V			
	U_{D1}	U_{D2}	U_{D3}	U_{D4}
t_F (s)				
0,05	716	2 291	4 316	7 016
0,10	654	1 967	3 654	5 904
0,15	595	1 776	3 295	5 320
0,20	537	1 587	2 937	4 737
0,25	484	1 417	2 616	4 215
0,30	431	1 247	2 295	3 693
0,35	378	1 078	1 978	3 178
0,4	325	908	1 657	2 656
0,45	272	738	1 336	2 134
0,50	220	570	1 020	1 620
0,6	199	507	903	1 431
0,7	178	444	786	1 242
0,8	158	382	670	1 054
0,9	137	319	553	865
1,00	117	257	437	677
2,00	96	201	336	516
3,00	92	192	320	491
4,00	89	184	305	467
5,00	86	175	290	443
10,00	85	173	285	435

Ochrona konstrukcji wsporczych linii WN i NN – aspekty obliczeniowe



Rozptyw prądu zwarcia jednofazowego - zastępczy układ „drabinkowy”

Rozptyw prądu zwarcia jednofazowego przy zwarcu na słupie linii

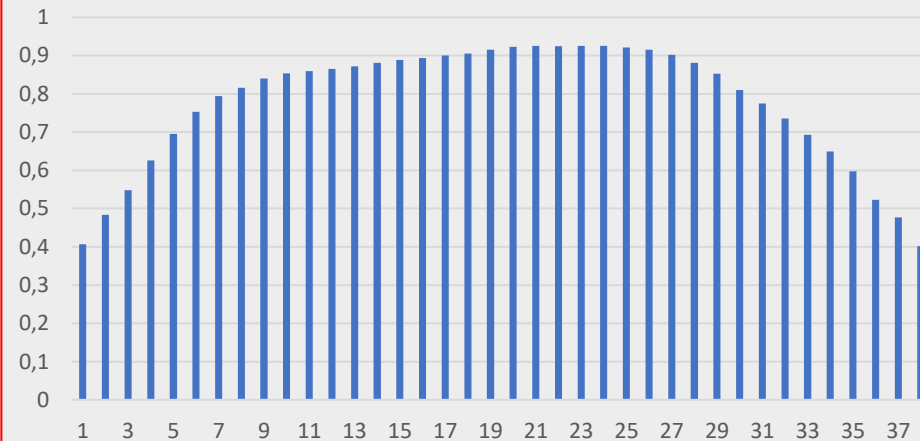


Kryteria skuteczności ochrony konstrukcji wsporczych linii WN i NN

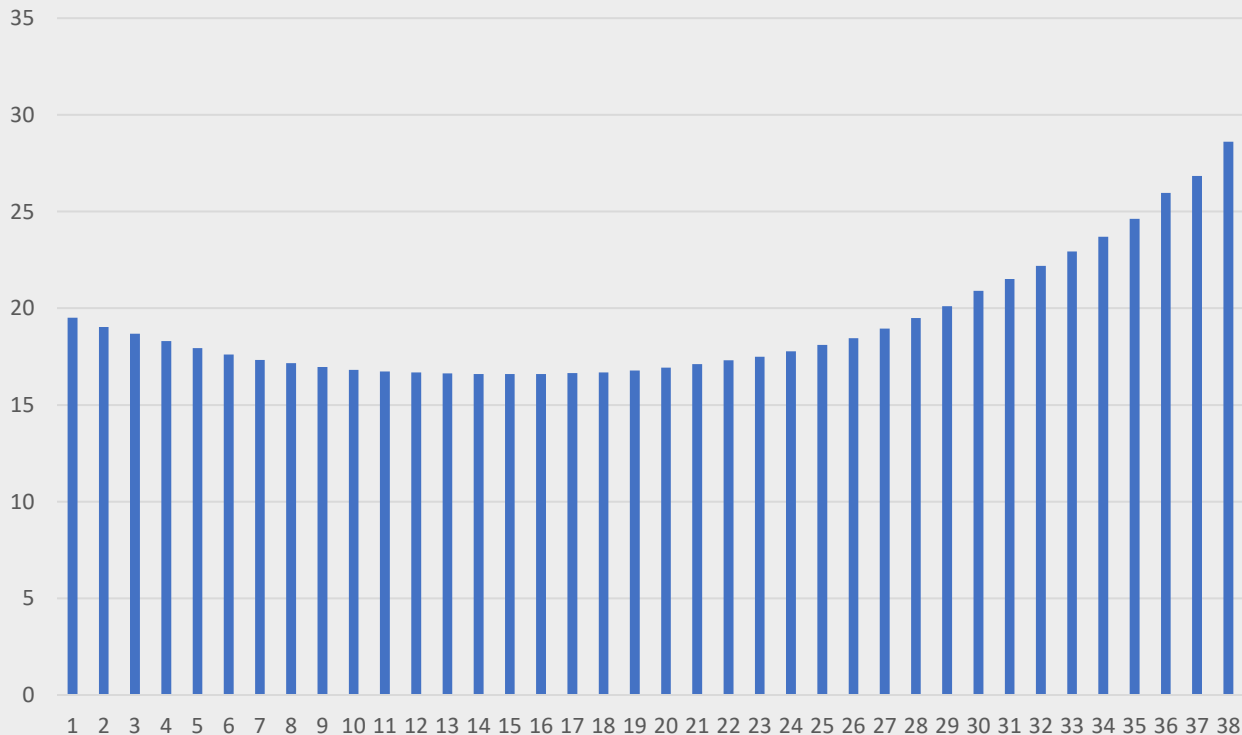
Prąd doziemienia, napięcie uziomowe – podstawowe parametry mające wpływ na wymagania skuteczności ochrony

Nazwa linii:	Nazwa sekcji:
Napięcie sieci: 400 kV	Obliczeniowy czas zwarcia: 0,150
Dane: Prąd zwarcia	Przewodność gruntu: 100,000
Prąd linii: 31,000	
Prąd linii: 21,500	
Prąd linii (w 3k): 36,000	
Prąd linii (w 3k): 16,000	

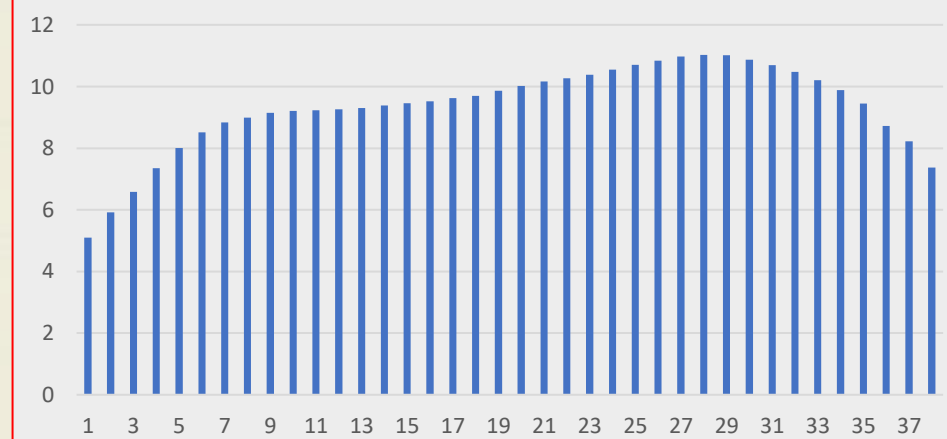
Zastępcza impedancja uziemienia układu "drabinkowego" w Ω



Prąd zwarcia doziemnego na poszczególnych słupach linii w kA



Napięcie uziomowe przy zwarciu doziemnym na poszczególnych słupach linii w kV



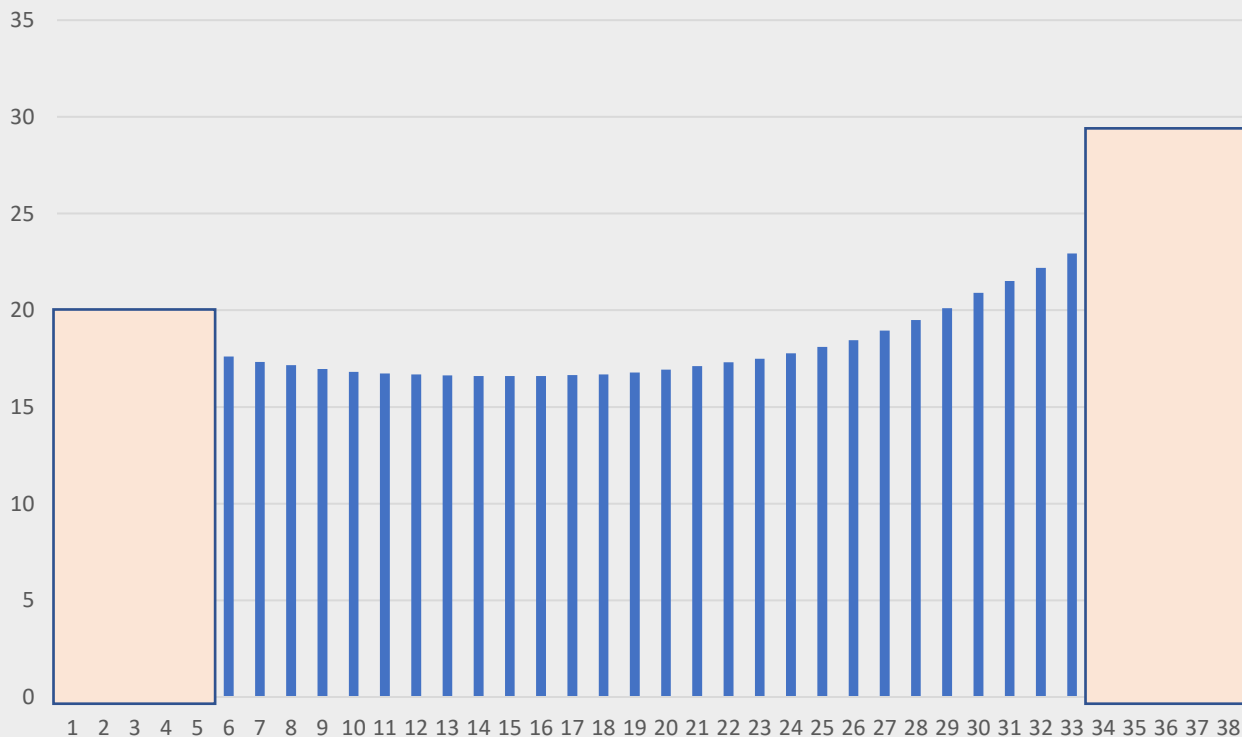
Kryteria skuteczności ochrony konstrukcji wsporczych linii WN i NN

Prąd doziemienia – podstawowy parametr mający wpływ na wymagania skuteczności ochrony

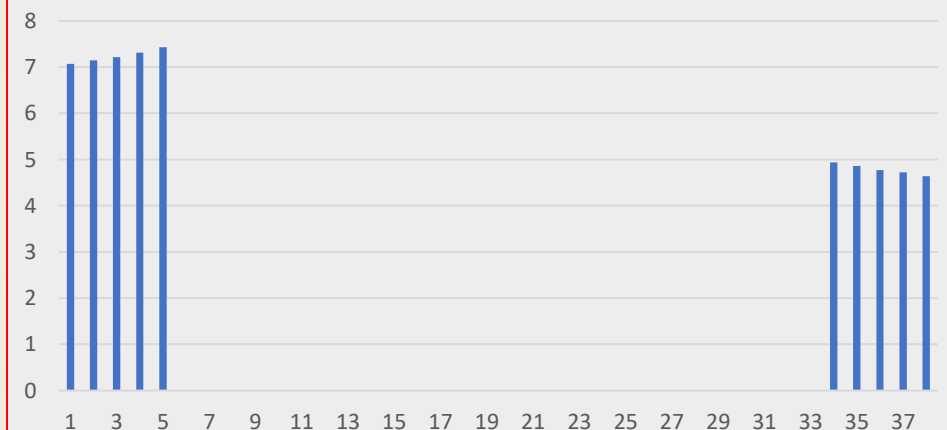
Jeżeli zwarcie w linii WN lub NN jest wyłączane z różnymi czasami z obu stron linii, można wyznaczyć zastępczy prąd zwarciaowy dla określenia zastępczego napięcia uziomowego i dotykowego jako:

$$I_F = I''_{k1A} \cdot \frac{t_A}{t_B} + I''_{k1B},$$

Prąd zwarcia doziemnego na poszczególnych słupach linii



Prąd zwarcia doziemnego wyłączany w drugiej strefie zabezpieczenia odległościowego



Podsumowanie – trzy zasadnicze kwestie wpływające na rozwiązanie techniczne, a zatem i na koszt instalacji uziemiających w liniach WN i NN

Gdzie zlokalizowana jest konstrukcja wsporcza – czy ochrona przed porażeniem jest w ogóle wymagana ???

Czy aby na pewno czas obecności napięcia rażeniowego, który decyduje o wartościach dopuszczalnych napięć dotykowych musi być taki długi ???

Czy posiadasz odpowiednie narzędzie obliczeniowe do wyznaczenia prądów i napięć uziomowych na poszczególnych konstrukcjach wsporczych linii ???

Dziękuję za uwagę!



IPC Sp. z o.o.

ul. Łużycka 16/314

44-100 Gliwice

www.ipc.biz.pl

NIP: 631-266-01-81

REGON: 363305534

KRS: 0000593731

dr inż. Edward Siwy

Prezes Zarządu

Tel. +48 604 546 464

Email: ipc@ipc.biz.pl