

Projekt ochrony przeciwporażeniowej **oraz budowy układów uziemienia linii SN**

ZAMIERZENIE BUDOWLANE

ROZBUDOWA DROGI GMINNEJ (UL. PRZEMYSŁOWA) KLASY TECHNICZNEJ D OD WLOTU DO DROGI POWIATOWEJ NR 2002K KLASY Z W KM 0+002.22 DO WLOTU DO DROGI GMINNEJ KLASY L (UL. DŁUGA) W KM 0+302.86 W ZAKRESIE BUDOWY /ROZBUDOWY JEZDNI, POBOCZY, PRZEPUSTÓW, KANALIZACJI DESZCZOWEJ SIECI TELETECHNICZNYCH I ELEKTROENERGETYCZNYCH NN I SN, PRZEBUDOWY ZJAZDÓW, ROWÓW ORAZ ROZBIÓRKI ISTN. NAWIERZCHNI, SIECI UZBROJENIA TERENU, ROWÓW I OGRODZEŃ W M. DZIEWIN

I. Obliczenia dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej linii SN

Linia elektroenergetyczna napowietrzna 3x AFL 70mm² 15kV

rel. KRN001899 - KRN001901 NIP-p.5

Do obliczeń przyjęto dane:

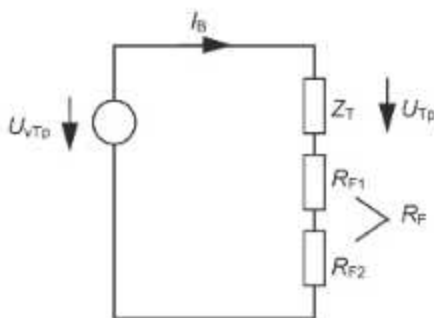
- a) nazwa stacji zasilania LSN: NIEPOŁOMICE pole nr 5
 - b) prąd zwarcia doziemnego I_{k1} : 100,0 A i czas trwania: 0,8 s.
- Sieć SN pracuje w układzie: z izolowanym punktem neutralnym

Założenia do obliczeń:

Ochrona przeciwporażeniowa wykonana zgodnie z normą; PN-EN 50522-2011:

Uziemienia instalacji elektroenergetycznych prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1kV

Schemat obwodu powstałego w wyniku dotknięcia elementu stanowiska słupowego LSN



Legenda do Rysunku B.1, Tablicy B.3 i Tablicy B.4:

- U_{vTp} Różnica napięcia działająca jako źródło napięcia w obwodzie powstałym w wyniku dotyku, o ograniczonej wartości, co gwarantuje bezpieczeństwo osoby, gdy stosowane są dodatkowe znane rezystancje (na przykład obuwia, materiału izolacyjnego powierzchni, na której się stoi).
- Z_T Całkowita impedancja ciała człowieka
- I_B Prąd przepływający przez ciało człowieka
- U_{Ts} Dopuszczalne napięcie dotykowe, napięcie na ciele człowieka
- R_F Dodatkowa rezystancja ($R_T = R_{F1} + R_{F2}$)
- R_{F1} Na przykład rezystancja obuwia
- R_{F2} Rezystancja uziemienia w punkcie stania
- ρ_s Rezystywność gruntu w pobliżu powierzchni w instalacji (w Ωm)
- t_f Czas trwania zakłócenia

-napięcie dopuszczalne dotykowe spodziewane gwarantujące bezpieczeństwo ludzi przy wystąpieniu dodatkowych rezystancji (R_{f1} i R_{F2}) w czasie 0,8s U_{Tp} -300V

Zastosowane dodatkowe środki M zapewniające dopuszczalne napięcie dotykowe U_{Tp}

M1.2 Wyrównanie potencjałów przez uziom poziomy, który jest połączony z instalacją uziemiającą w odległości około 1m na zewnątrz (wokół stanowiska słupowego) i na głębokości maksymalnej 0,5m

$$U_{Tp} \text{ dla czasu poniżej } t_f < 5s \quad U_E \leq 2 \times U_{tp}$$
$$U_E \leq 600V$$

wymagana rezystancja uziemienia dla stanowiska słupowego ozn. KRN001900 i KRN001900a

$$R_u \leq 600/100 = 6[\Omega]$$

Warunki ochrony przeciwporażeniowej dla przebudowywanej sieci polegają na wykonaniu uziemień ochronnych dla przebudowywanego słupa KRN001900 i dodatkowego projektowanego słupa ozn. projektowe KRN001900a (po wybudowaniu dla słupa zostanie nadany nr w systemie TD). Wymagana rezystancja uziemienia słupów powinna być mniejsza od 6[Ω]. W projekcie przyjęto wykonanie uziomów zgodnych z standardami Tauron Dystrybucja nr 11/2015 typu RP-3-3, oraz dodatkowy środek M w postaci otoku uziemiającego w odległości 1m i na głębokości poniżej 0,5m.

II. Obliczenia uziemienia dla słupa linii SN

Założenia:

Uziemienie wykonane wg Standardu technicznego nr 11/2015 „Budowa układów uziomowych w sieci dystrybucyjnej TAURON Dystrybucja S.A”. Kraków grudzień 2021r.

Trwałość wykonanego uziemienia ustalono zgodnie z ww Standardami TD dla słupów linii napowietrznych nN i SN - 35lat

Wartości prądów zwarciovych doziemnych

-prąd zwarcia doziemnego: 100,0A i czas jego trwania: 0,8s.

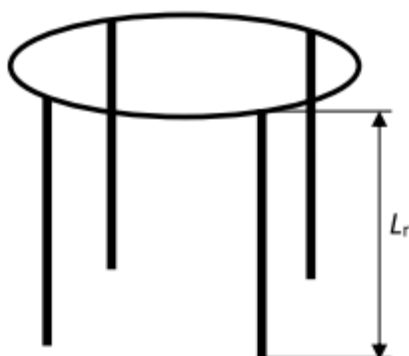
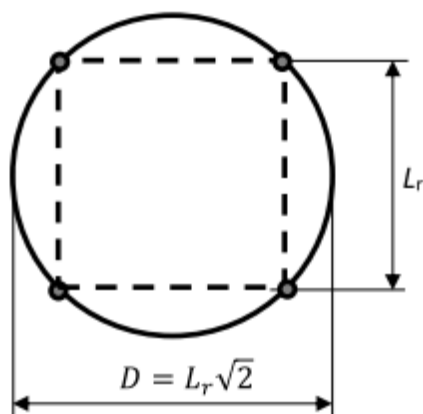
Charakterystyka gruntów

Głębokość przemarzania gruntu zgodnie z ww Standardami TD ustalono wg mapy stref przemarzania gruntu PN-81/B-03020 jako $H_2 = 1\text{m}$. W związku z powyższym uziomy poziome i pionowe należy układać na głębokości zakrycia powyżej 1m.

Wyznaczenie na podstawie badania gruntu rezystywności gruntu: $\rho = 140 [\Omega\text{m}]$

Z uwagi na częściową wymianę gruntów w ramach prac budowy nowego układu drogowego przed montażem uziomów słupów należy wykonać pomiar aktualnej rezystywności gruntu.

W projekcie zastosowano jako podstawowy układ uziemienia typu R4-L wg Standardów TAURON stanowiący konfigurację z 4 uziomów pionowych o długości L_r rozmieszczonych w wierzchołkach kwadratu o długości boku L_r połączonych uziomem pierścieniowym o średnicy D



Układ typu R4-L

Rezystancja uziemienia pojedynczego uziomu pionowego:

$$R_r = \frac{\rho_r}{2\pi L_r} \left[\ln \left(\frac{8L_r}{d_r} \right) - 1 \right],$$

gdzie:

ρ_r – rezystywność zastępcza jednorodnego gruntu wzdłuż głębokości pograżania uziomów pionowych,

L_r – długość uziomu pionowego,

d_r – średnica uziomu pionowego.

Rezystancja uziemienia pierścienia łączącego uziomy pionowe:

$$R_o = \frac{\rho_o}{\pi^2 D} \ln \left(\frac{2\pi D}{d_o} \right),$$

gdzie:

ρ_o – rezystywność gruntu wzdłuż głębokości układania uziomów poziomych,

D – średnica pierścienia,

Wypadkowa rezystancja uziemienia układu

typu R4-L przyjmujemy

$n = 4$ – liczba uziomów pionowych, $\eta_1 = 0,70$ – współczynnik wykorzystania uziomów pionowych, $\eta_2 = 0,45$ – współczynnik wykorzystania uziomu poziomego,

$$R = \frac{R_r R_o}{n R_o \eta_1 + R_r \eta_2},$$

Rezystancja uziemienia układu uziomowego typu R4-3 przy założeniu że:

$L_r = 3\text{m}$, $D = 4,3\text{m}$, $h = 1\text{m}$

$d_r = 16\text{mm}$, $d_o = 30\text{mm}$

Wyznaczona rezystywność gruntu $\rho = 140[\Omega\text{m}]$

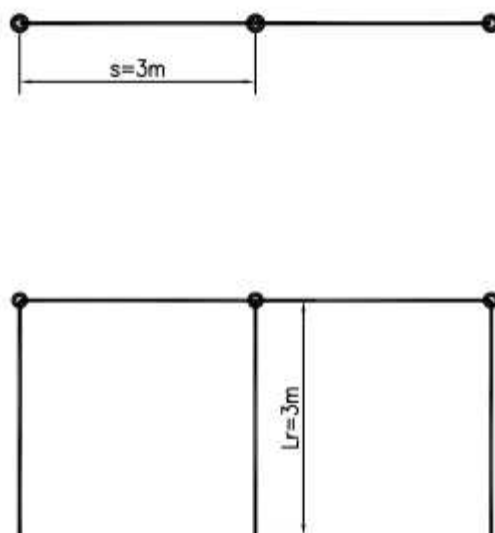
wyznaczone ilość uziomów pionowych $L_r = 3\text{m}$: $n = 4$

Wypadkowa rezystancja uziemienia przyjętego układu typu R4-3

$$R = 12,7[\Omega]$$

Jako dodatkową rozbudowę uziomu stanowiska słupowego zastosowano układ uziemienie typu RP-L-s wg Standardów TAURON

stanowiący konfigurację n uziomów pionowych rozmieszczonych w jednakowych odstępach wzdłuż linii równych co najmniej projektowanej długości uziomów pionowych $s \geq L_r$ i połączonych uziomem poziomym prostoliniowym.



Schemat wykonania uziemienia typu RP-L-s, liczba uziomów pionowych $n=3$

Rezystancja uziemienia pojedynczego uziomu pionowego:

$$R_r = \frac{\rho_r}{2\pi L_r} \left[\ln \left(\frac{8L_r}{d_r} \right) - 1 \right]$$

gdzie: ρ_r – rezystywność zastępcza jednorodnego gruntu wzdłuż głębokości pogrążania uziomów pionowych

L_r – długość uziomu pionowego

d_r – średnica uziomu pionowego

Rezystancja uziemienia przewodu poziomego łączącego uziomy pionowe

$$R_p = \frac{\rho_o}{2\pi L} \ln \left(\frac{L^2}{h d_o} \right)$$

gdzie: ρ_o – rezystywność gruntu na głębokości układania uziomów poziomych,

L – długość przewodu prostoliniowego,

d_o – średnica drutu lub zastępcza średnica dla bednarki,

h – głębokość ułożenia przewodu poziomego.

Wypadkowa rezystancja uziemienia układu typu RP-L-s:

$$R = \frac{R_r R_p}{n R_p \eta_1 + R_r \eta_2}$$

gdzie: n – liczba uziomów pionowych

$\eta_1 = \eta_2 = f(n, s/L_r)$ – współczynnik wykorzystania uziomów

Rezystancja uziemienia układu uziomowego typu RP-3-3 przy założeniu że:

$L_r = 3\text{m}$, $s = L_r$, $h = 1\text{m}$

$d_r = 16\text{mm}$, $d_o = 30\text{mm}$

Wyznaczona rezystywność gruntu $\rho = 140[\Omega\text{m}]$

wyznaczone ilość uziomów pionowych $L_r = 3\text{m}$: $n = 3$

Wypadkowa rezystancja uziemienia przyjętego układu typu RP-3-3

$$R = 13[\Omega]$$

Wypadkowa rezystancja uziemienia połączonych układów typu R4-L(3)+RP-3-3(n3)

Rezystancja uziemienia $R4-3 = 12,7[\Omega] + RP-3-3 = 13[\Omega] = 6,27[\Omega]$

Po wybudowaniu kompletnego uziemienia należy wykonać pomiar rezystancji uziemienia, a w przypadku przekroczenia wartości wymaganej uziemienie należy proporcjonalnie rozbudować celem uzyskania wartości wymaganej w projekcie.

Dodatkowo celem optymalizacji układ uziemienia obydwu projektowanych słupów zaprojektowano połączyć bednarką StZn40x5mm układaną poniżej trasy kablowania

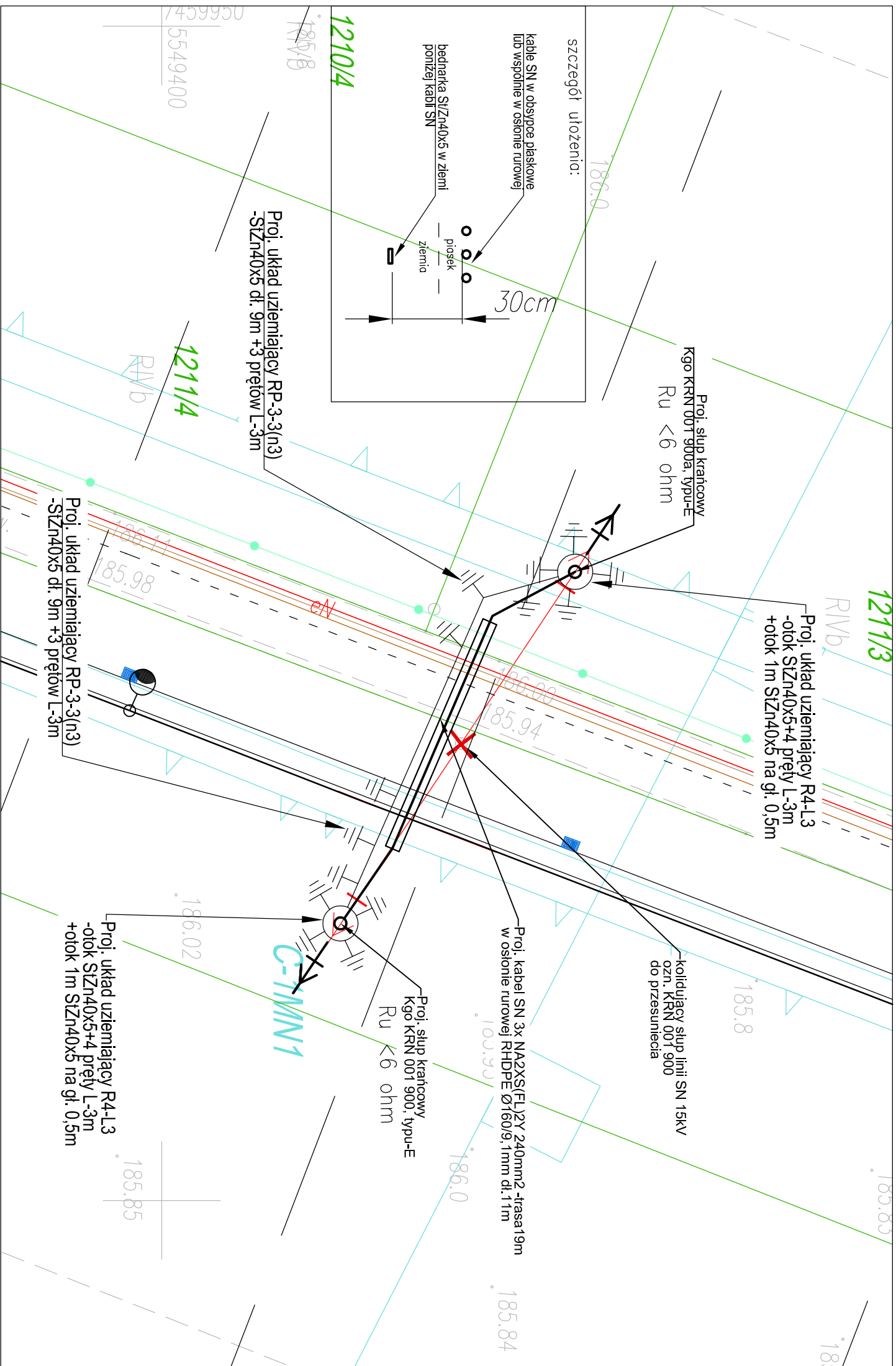
Wypadkowa rezystancja połączenia uziemienia obydwu słupów **R4-L(3) +RP-3-3(n3)**
+R4-L(3) +RP-3-3(n3)

wypadkowa dla połączenia dwóch uziomów $[R4-L(3) +RP-3-3(n3)] = 6,27[\Omega] + [R4-L(3) +RP-3-3(n3)] = 6,27[\Omega]$ **R = 4,5[Ω]**

Rezystancja wypadkowa całego uziemienia $R = 4,5[\Omega]$ < od wymaganej $6[\Omega]$

WARUNEK SPEŁNIONY

Po wybudowaniu kompletnego uziemienia należy wykonać pomiar rezystancji uziemienia, a w przypadku przekroczenia wartości wymaganej uziemienie należy proporcjonalnie rozbudować celem uzyskania wartości wymaganej w projekcie.



**ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW BUDOWY UZIEMIENIA DLA LINII
ELEKTROENERGETYCZNYCH WŁASNOŚCI TAURON DYSTRYBUCJA**

**I. ZESTAWIENIE PODSTAWOWYCH MATERIAŁÓW BUDOWY UZIEMIENIA LINII
NAPOW. SN-15kV,**

L. p.	Wyszczególnienie	Jedn.	Ilość	Uwagi
1	2	3	4	5
	Słup krańcowy Kgo Nr: KRN 001 900			
	Uziom ochronny typ R4-L(3) + RP-3-3(n3) oraz dodatkowy otok śr. 1m na gł. 0,5m			
1	Bednarka ocynkowana StZn 40x5mm	m	45	
2	Pręty stalowe ocynkowany $\phi 16 - \phi 18$, dł. 3m z złączkami tulejowymi	kpl.	7	
3	Zacisk probierczy, 2-śrubowy oc. z nakr. podkł. okr. I spręż. M10x25	kpl.	1	
4	Uchwyt do łączenia płaskownika i prętów	szt.	7	
5	Uchwyt do łączenia płaskowników	szt.	5	
6	Taśma DENSO	szt.	5	
	Połączenie uziemienia na słupie			Wg zastawienia rys. EE.8

L. p.	Wyszczególnienie	Jedn.	Ilość	Uwagi
1	2	3	4	5
	Słup krańcowy Kgo Nr: KRN 001 900a			
	Uziom ochronny typ R4-L(3) + RP-3-3(n3) oraz dodatkowy otok śr. 1m na gł. 0,5m			
1	Bednarka ocynkowana StZn 40x5mm	m	45	
2	Pręty stalowe ocynkowany $\phi 16 - \phi 18$, dł. 3m z złączkami tulejowymi	kpl.	7	
3	Zacisk probierczy, 2-śrubowy oc. z nakr. podkł. okr. I spręż. M10x25	kpl.	1	
4	Uchwyt do łączenia płaskownika i prętów	szt.	7	
5	Uchwyt do łączenia płaskowników	szt.	5	
6	Taśma DENSO	szt.	5	
	Połączenie uziemienia na słupie			Wg zastawienia rys. EE.8