

II. PROJEKT TECHNICZNY

1. OPIS TECHNICZNY

• PODSTAWA OPRACOWANIA

- Zlecenie nr 1261/2023 z dnia 31.10.2023r. z PGE Dystrybucja S.A. na opracowanie projektu przyłącza
- Warunki przyłączenia do sieci nN nr 23-D1/WP/04481 z dn. 18.09.2023r.
- Umowa o przyłączenie do sieci dystrybucyjnej
- Inwentaryzacja w zakresie objętym warunkami
- Normy i wytyczne projektowania oraz literatura branżowa
- Karty katalogowe oraz informacje techniczne
- Wizja lokalna na miejscu inwestycji i uzgodnienia
- Standardy techniczne obowiązujące w PGE Dystrybucja S.A.

• PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA

Przedmiotem niniejszego opracowania jest budowa elektroenergetycznego przyłącza kablowego nN dla zasilania 12 gospodarstw domowych w I etapie – plac budowy w miejscowości Piotrków Trybunalski, ul. Rolnicza, dz. nr 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494 - obr. 0010, gmina Piotrków Trybunalski.

• ZASILANIE

Zasilanie i wzajemne usytuowanie istniejących obiektów przedstawia „Plan zagospodarowania terenu” rys. E-1. Miejsce przyłączenia projektuje się:

- 1) od istniejącego słupa nr 22 typu E w linii kablowej AsXS_n 4x70 zasilanego ze stacji transformatorowej 1-0848 „Michałowska 1” obwód nr 03, pracującej w systemie TN-C,
- 2) od istniejącego słupa nr 3 typu E w linii kablowej AsXS_n 4x70 zasilanego ze stacji transformatorowej 1-0322 „Przedszkole Mickiewicza” obwód nr 09, pracującej w systemie TN-C.

Projektowane przyłącze należy wykonać kablem ziemnym typu YAKXs 4x240mm² i wprowadzić do projektowanych złączy kablowo-pomiarowych typu ZK4+ZP2 (6 szt.) zlokalizowanych na działkach odbiorcy (nr 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494). Moc przyłączeniowa wynosi 12 x 7 kW.

W związku z przyłączaniem należy wykonać następujące prace:

1. Wykopać rów kablowy, ułożyć proj. kabel YAKXs 4x240mm² o długości **L=595,0 m, Lc=668,0 m**, folię i wykonać inwentaryzację geodezyjną, a następnie zasypać wykop i uporządkować teren.
2. Proj. złącza typu ZK4+ZP2 wykonane w II klasie ochronności o min. IP 44, wyposażone wg. rys. E-2, zabudować w miejscu pokazanym na rys. E-1. Złącze opisać nadanym numerem oraz zamieścić wewnątrz aktualny schemat.

• **UKŁADANIE KABLI NN /WYTYCZNE/**

Projektowaną linię kablową niskiego napięcia typu YAKXs 4x240mm² należy ułożyć po trasie zgodnej z planem zagospodarowania terenu (Rys. E-1), na głębokości nie mniejszej niż 70 cm, zachowując przepisowe odległości przy skrzyżowaniach i zbliżeniach z innymi urządzeniami i budowlami, zgodnie z normą N SEP-E-004 oraz PN-76/E-05085 w sposób wykluczający jej uszkodzenie. Kabel należy ułożyć na warstwie piasku o grubości co najmniej 10 cm. Ułożony kabel należy zasypać warstwą piasku o grubości co najmniej 10 cm, a następnie warstwą rodzimego gruntu o grubości co najmniej 15cm. Folię kablową koloru niebieskiego należy ułożyć nad kablem na wysokości 25-35 cm. Projektowany kabel układać linią falistą z zapasem 3÷4% w stosunku do długości wykopu.

Linię kablową zaopatrzyć na całej długości w trwałe oznaczniki rozmieszczone w odstępach nie większych niż 10 m oraz w miejscach charakterystycznych (przy mufach, skrzyżowaniach, wejściach do przepustów etc.). Treść opisu na oznacznikach należy uzgodnić w PGE Dystrybucja S.A.

- Przy złączu należy zostawić ok 3 m zapasu kabla.
- Skrzyżowania projektowanego kabla z drogami kołowymi, wjazdami, innymi kablami i urządzeniami podziemnymi wykonać niebieską rurą karbowaną typu DVK (o średnicy dobranej do typu kabla).
- Miejsca wprowadzania kabli do rur ochronnych należy uszczelnić przed zamuleniem. Połączenia rur składających się na przepust kablowy wykonać w sposób szczelny. Uszczelnienie przepustów należy wykonać przeznaczonymi do tego celu uszczelniającami odpornymi na warunki środowiskowe (z mas, taśm, rur termokurczliwych, wkładów uszczelniających).
- W międzyczasie, (gdy kabel jest widoczny) zgłosić do inwentaryzacji geodezyjnej.

• OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA

Linia nN, stacja nr 1-0848 „Michałowska 1” pracująca w układzie TN-C

Linia nN, stacja nr 1-0322 „Przedszkole Mickiewicza” pracująca w układzie TN-C

Ochrona przed dotykiem bezpośrednim i pośrednim:

PN-IEC 60 364-4-41, N SEP-E-001.

- Samoczynne wyłączenie - bezpieczniki w stacji, wyłączniki w złączu.
- Izolacja robocza i ochronna przewodów i urządzeń.
- Obudowa złącza – II klasa ochronności.

• UWAGI KOŃCOWE

- Wytyczenie oraz inwentaryzację powykonawczą zlecić uprawnionemu geodecie.
- Przy zbliżeniu projektowanego przyłącza do innych mediów podziemnych prace wykonać ręcznie, a przed rozpoczęciem prac wykonać ręcznie wykopy kontrolne.
- Zabudowane materiały powinny posiadać aprobatę techniczną lub świadectwo zgodności i być przyjęte do stosowania przez PGE Dystrybucja S.A.
- Całość prac budowlano-montażowych wykonać starannie i fachowo, a po zakończeniu potwierdzić je pomiarami kontrolnymi.

Zgodnie z art. 28b ust. 2 ustawy Prawo Geodezyjne i Kartograficzne (dz. u. 193 z 2010r., poz. 1287 z późniejszymi zmianami) projekt przyłącza nie podlega uzgodnieniu na posiedzeniu Rady Koordynacyjnej. Nie zachodzi również przypadek szczególnego zagrożenia pomiędzy sytuowanymi innymi sieciami uzbrojenia terenu, o których mówi art. 28b ust. 4 ww. ustawy.

2. OBLICZENIA TECHNICZNE

- Obciążalność długotrwała dobranych kabli i przewodów w żadnym przypadku nie przekracza obciążalności rzeczywistej dopuszczalnej długotrwale.
- Obliczone spadki napięcia nie przekraczają spadków dopuszczalnych normą.
- Wszystkie projektowane linie zasilające spełniają warunek ochrony przed dotykiem pośrednim

- **SPRAWDZENIE SKUTECZNOŚCI OCHRONY OD PORAŻEŃ.**

Miejsce zwarcia:

złącze kablowo – pomiarowe na dz. nr ewid. 485, 486 - obr. 0010, gm. Piotrków Trybunalski.

W złączu zaprojektowano podział sieci.

$$Z_k = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$R_l = \frac{l}{\gamma * S}$$

$$X_l = X' * l$$

$$R_{k1} = R_T + 1,24 * (R_l + R_{PE})$$

$$X_{k1} = X_T + (X_l + X_{PE})$$

$$I_K = \frac{0.95 \times U_f}{Z_k}$$

1) Linia nN 1-0848-03 zasilana ze stacji 1-0846 „Michałowska 1”

Tabelaryczne zestawienie danych i wyników obliczeń

Punkt zwracania/nrSl.		stup nN nr 16	stup nN nr 17	stup nN nr 18	stup nN nr 19	stup nN nr 20	stup nN nr 21	stup nN nr 22	stup nN nr 23	proj. ZKP	proj. ZKP
Lp	ratio	AsXSn 4x70	AsXSn 4x70	AsXSn 4x70	AsXSn 4x70	AsXSn 4x70	AsXSn 4x70	AsXSn 4x70	AsXSn 4x70	YAKXS 4x120	YAKXS 4x120
S [kVA]	100										
U2 [kV]	0,4										
UZ%	4,5										
ΔPcu%	2,000										
L [km]		0,02	0,04	0,04	0,04	0,02	0,04	0,04	0,04	0,085	0,078
Xo L [Ω/km]		0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,067	0,067
Xo PE [Ω/km]		0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,067	0,067
Ro L [Ω/km]		0,420	0,420	0,420	0,420	0,420	0,420	0,420	0,420	0,238	0,238
Ro PE [Ω/km]		0,420	0,420	0,420	0,420	0,420	0,420	0,420	0,420	0,238	0,238
X	0,064	0,003	0,006	0,006	0,006	0,003	0,006	0,006	0,006	0,011	0,010
R	0,032	0,017	0,034	0,034	0,034	0,017	0,034	0,034	0,034	0,040	0,037
Suma X		0,068	0,074	0,080	0,086	0,089	0,096	0,102	0,108	0,120	0,130
Suma R		0,049	0,082	0,116	0,150	0,166	0,200	0,234	0,267	0,308	0,345
Z [Ω]	0,072	0,083	0,111	0,141	0,173	0,189	0,222	0,255	0,288	0,330	0,369
Iz [A]	3194	2758	2078	1631	1331	1217	1037	902	798	697	624

S [kVA]-moc pozorna znamionowa;

U2 [kV]-napięcie strony wtórnej transformatora;

UZ%-napięcie zwarcia transformatora;

ΔPcu%-straty mocy w miedzi transformatora;

IN [A]-prąd znamionowy;

L [km]-długość;

Xo L [Ω/km], Xo N [Ω/km] -reakcja kilometryczna przewodu fazowego, przewodu neutralnego;

Ro L [Ω/km], Ro PE [Ω/km]-rezystancja kilometryczna przewodu fazowego, przewodu neutralnego;

X [Ω]-reakcja; R [Ω] -rezystancja; Z [Ω] -impedancja;

Iz [A]-składowa początkowa prądu zwarcia-pomniejszona

W rozdzielnicy nN 0,4kV stacji trafo 1-0848 „Michałowska 1” zainstalowane są wkładki bezpiecznikowe typu **WTN gG 125A**, które zapewnią wyłączenie w czasie poniżej 5s przy współczynniku $k=5,7$ dla prądu równego

$$I_{\text{wyl}} = k \cdot I_N \rightarrow I_{\text{wyl}} = 5,7 \cdot 125\text{A} = 723\text{ A}$$

$$I_{\text{wyl}} \leq I_z \rightarrow 723\text{ A} > 624\text{ A}$$

UWAGA! Warunek nie został spełniony!

W związku z powyższym jako dodatkowe zabezpieczenie należy w projektowanym złączu (dz. 483, 484) zainstalować dodatkowe wkładki bezpiecznikowe typu **WTN gG 50A**, które zapewnią wyłączenie w czasie poniżej 5s przy współczynniku $k=5,6$ dla prądu równego

$$I_{\text{wyl}} = k \cdot I_N \rightarrow I_{\text{wyl}} = 5,6 \cdot 50\text{A} = 281\text{ A}$$

$$I_{\text{wyl}} \leq I_z \rightarrow 281\text{ A} \leq 624\text{ A}$$

Warunek spełniony, kabel dobrany prawidłowo!

Tabelaryczne zestawienie danych i wyników obliczeń

S [kVA]-moc pozorna znamionowa;
U2 [kV]-napięcie strony wtórnej transformatora;
UZ%-napięcie zwarcia transformatora;
ΔPcu%-straty mocy w miedzi transformatora;
IN [A]-prąd znamionowy;
L [km]-długość;
Xo L [Ω /km], **Xo** N [Ω /km] -reaktancja kilometryczna przewodu fazowego, przewodu neutralnego;
Ro L [Ω /km], **Ro** PE [Ω /km]--rezystancja kilometryczna przewodu fazowego, przewodu neutralnego;
X [Ω]-reaktancja; **R** [Ω] -rezystancja; **Z** [Ω] -impedancja;
IZI[A]-składowa początkowa prądu zwarcia-pomniejszona

W rozdzielnicy nN 0,4kV stacji trafo 1-0322 „Przedszkole Mickiewicza” zainstalowane są wkładki bezpiecznikowe typu **WTN gG 160A**, które zapewnią wyłączenie w czasie poniżej 5s przy współczynniku $k=5,7$ dla prądu równego

$$I_{\text{wyl}} = k \cdot I_N \rightarrow I_{\text{wyl}} = 5,7 \cdot 125\text{A} = 925\text{ A}$$

$$I_{\text{wyl}} \leq I_z \rightarrow 925\text{ A} > 639\text{ A}$$

UWAGA! Warunek nie został spełniony!

W związku z powyższym jako dodatkowe zabezpieczenie należy w projektowanym złączu (dz. 493, 494) zainstalować dodatkowe wkładki bezpiecznikowe typu **WTN gG 50A**, które zapewnią wyłączenie w czasie poniżej 5s przy współczynniku $k=5,6$ dla prądu równego

$$I_{\text{wyl}} = k \cdot I_N \rightarrow I_{\text{wyl}} = 5,6 \cdot 50\text{A} = 281\text{ A}$$

$$I_{\text{wyl}} \leq I_z \rightarrow 281\text{ A} \leq 639\text{ A}$$

Warunek spełniony, kabel dobrany prawidłowo!

• **SPRAWDZENIE SPADKU NAPIĘCIA.**

1) Linia nN 1-0848-03 zasilana ze stacji 1-0846 „Michałowska 1”

Spadek napięcia na projektowanym kablu zasilającym złącze kablowo – pomiarowe na dz. nr ewid. 485, 486 - obr. 0010, gm. Piotrków Trybunalski.

2) Linia nN 1-0322-09 zasilana ze stacji 1-0322 „Mickiewicza Przedszkole”

Spadek napięcia na projektowanym kablu zasilającym złącze kablowo – pomiarowe na dz. nr ewid. 487, 488 - obr. 0010, gm. Piotrków Trybunalski.

$$\Delta U = \frac{P \times L \times 100}{\gamma \times s \times U^2}$$

1) Linia nN 1-0848-03 zasilana ze stacji 1-0846 „Michałowska 1”

Tabelaryczne zestawienie danych i wyników obliczeń.

nr słupa:	słup nN	słup nN	słup nN	słup nN	słup nN	słup nN	słup nN	słup nN	proj. ZKP	proj. ZKP
	16	17	18	19	20	21	22			
Rodz.sieci	AsXSn 4x70	AsXSn 4x70	AsXSn 4x70	AsXSn 4x70	AsXSn 4x70	AsXSn 4x70	AsXSn 4x70	AsXSn 4x120	YAKXS 4x120	YAKXS 4x120
L[m]	20	40	40	40	20	40	40	85	78	
przył. 3f [szt]	22	20	19	16	13	13	11	4	2	
przył. 1f [szt]	3	2	2	2	2	2	2	0	0	
k	0,314	0,357	0,357	0,373	0,418	0,418	0,452	0,714	0,929	
P [W]	44870,6	45910,2	43768,2	39015,8	36198,8	36198,8	33719,2	19992,0	13006,0	
S[mm2]	70	70	70	70	70	70	70	120	120	
γ[m./omm2]	34	34	34	34	34	34	34	35	35	
ΔU%	0,2	0,5	0,5	0,4	0,2	0,4	0,4	0,3	0,2	
ΔU% całkowite	0,2	0,7	1,2	1,6	1,8	2,2	2,5	2,8	2,9	

Moc zapotrzebowana i wsp. jednoczesności, wg. N SEP-E-002

moc zapotrzebowana – 6 kW na jedno przyłącze 3f

moc zapotrzebowania – 2,3 kW na jedno przyłącze 1f

moc podmiotu przyłączanego – 2x7 kW na proj. ZKP

P [W] - moc czynna;

L [m] - długość;

k - współczynnik jednoczesności;

S [mm²] - przekrój poprzeczny;

γ [m/ Ω mm²] - konduktywność;

U [V] - napięcie zasilania;

ΔU% - procentowy spadek napięcia

Dopuszczalny spadek napięcia wynosi 10%

$$\Delta U_{\%} = 2,9 \% \leq 10 \%$$

Warunek spełniony, kabel dobrany prawidłowo!

2) Linia nN 1-0322-09 zasilana ze stacji 1-0322 „Mickiewicza Przedszkole”

Tabelaryczne zestawienie danych i wyników obliczeń.

nr słupa:	słup nN	słup nN	słup nN	proj. ZKP	proj. ZKP	proj. ZKP	proj. ZKP
	1	2	3				
Rodz.sieci	YAKXS 4x120	AsXSn 4x70	AsXSn 4x70	YAKXS 4x120	YAKXS 4x120	YAKXS 4x120	YAKXS 4x120
L[m]	100	40	40	75	77	77	77
przyt. 3f [szt]	44	41	39	6	4	2	2
przyt. 1f [szt]	3	3	2	0	0	0	0
k	0,235	0,25	0,25	0,536	0,595	0,714	0,929
P [W]	65541,5	65225,0	61650,0	30016,0	24990,0	19992,0	13006,0
S [mm ²]	120	70	70	120	120	120	120
γ [m./ommm ²]	35	34	34	35	35	35	35
ΔU%	1,0	0,7	0,6	0,9	0,3	0,2	0,1
ΔU% całkowite	1,0	1,7	2,3	3,2	3,5	3,7	3,9

Moc zapotrzebowana i wsp. jednoczesności, wg. N SEP-E-002

moc zapotrzebowana – 6 kW na jedno przyłącze 3f

moc zapotrzebowania – 2,3 kW na jedno przyłącze 1f

moc podmiotu przyłączonego – 2x7 kW na proj. ZKP

P [W] - moc czynna;

L [m] - długość;

k - współczynnik jednoczesności;

S [mm²] - przekrój poprzeczny;

γ [m/ Ω mm²] - konduktywność;

U [V] - napięcie zasilania;

ΔU% - procentowy spadek napięcia

Dopuszczalny spadek napięcia wynosi 10%

$$\Delta U\% = 3,9\% \leq 10\%$$

Warunek spełniony, kabel dobrany prawidłowo!

• DOBÓR URZĄDZEŃ

- $I_{ddp} = 398 \text{ A}$ - prąd dopuszczalny długotrwały kabla YAKXs 4x240 mm²
- $P_s = 7,0 \text{ kW}$ - moc przyłączeniowa
- $\cos \varphi = 0,93$ - współczynnik mocy
- $I_o = 10,88 \text{ A}$ - prąd obciążenia, obliczony ze wzoru:

$$I_o = \frac{P_s [W]}{\sqrt{3} \cdot U [V] \cdot \cos \varphi} = \frac{7000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,93} = 10,88 \text{ A}$$

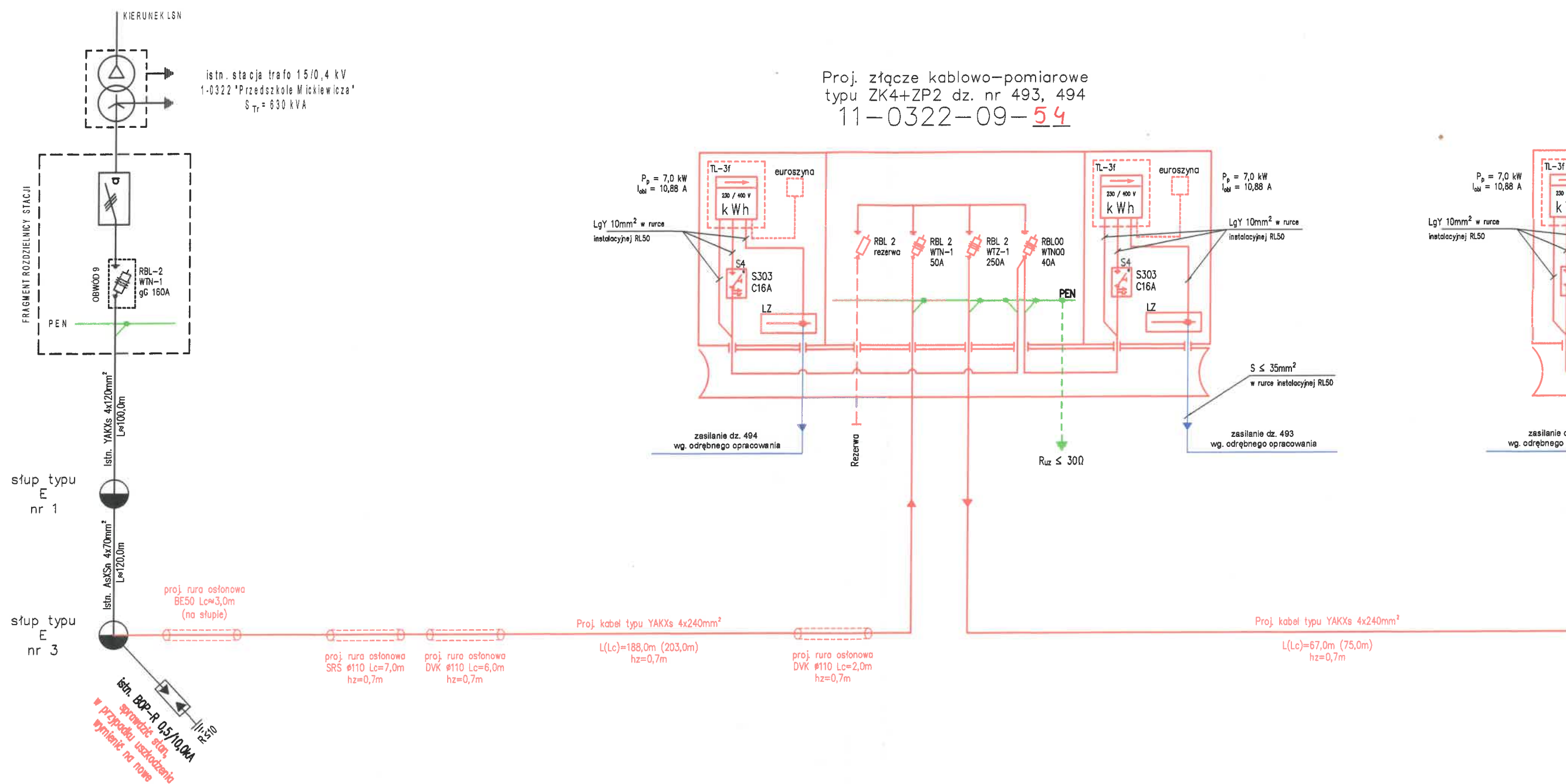
$$I_o \leq I_{ddp} \rightarrow 10,88 \text{ A} \leq 398 \text{ A}$$

$$I_o \leq I_{s20} \rightarrow 10,88 \text{ A} \leq 16 \text{ A}$$

Kabel YAKXs 4x240 mm² oraz zabezpieczenie przedlicznikowe typu S303 C16A
dobrane prawidłowo!

3. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW

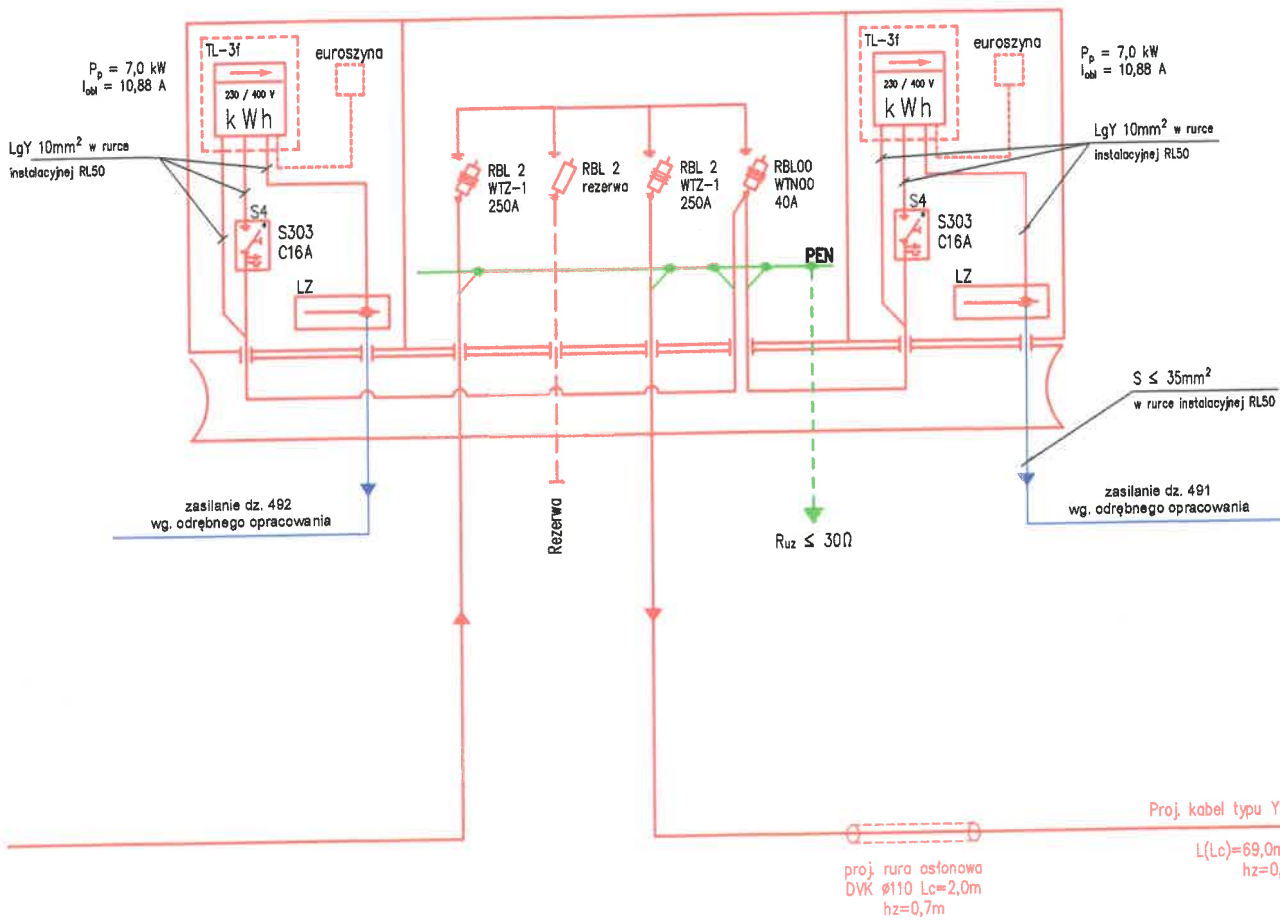
MATERIAŁY DO MONTAŻU			
Lp.	Nazwa	Ilość	Jm.
1.	Folia kablowa niebieska	595,0	m
2.	Kabel elektroenergetyczny typu YAKXS 4x240mm ²	668,0	mb
3.	Rura ochronna typu AROT BE	6,0	m
4.	Rura ochronna SRS110	7,0	m
5.	Rura ochronna DVK110	23,0	m
6.	Ogranicznik przepięć BOR-R0,5/10,0kA	wg. zapotrzebowania	-
7.	Uziom pionowy typu UPB P20	wg. zapotrzebowania	-
8.	Bednarka ocynkowana FeZn 30x4mm	wg. zapotrzebowania	-
9.	Oznaczniki kablowe	wg. zapotrzebowania	-
10.	Piasek budowlany	wg. zapotrzebowania	-
11.	Złącze kablowo – pomiarowe typu ZK4+ZP2, wg. E-1,	6	kpl.
12.	Pasta antykorozyjno – przewodząca	wg. zapotrzebowania	szt.
13.	Końcówki kablowe	wg. zapotrzebowania	szt.
14.	Wkładka Master-Key	18	szt.
15.	Wkładki bezpiecznikowe typu WTN 00 gG 40A	18	szt.
16.	Wkładki bezpiecznikowe typu WTN 1 gG 50A	6	szt.
17.	Wyłącznik nadprądowy typu S303 C16A	12	szt.



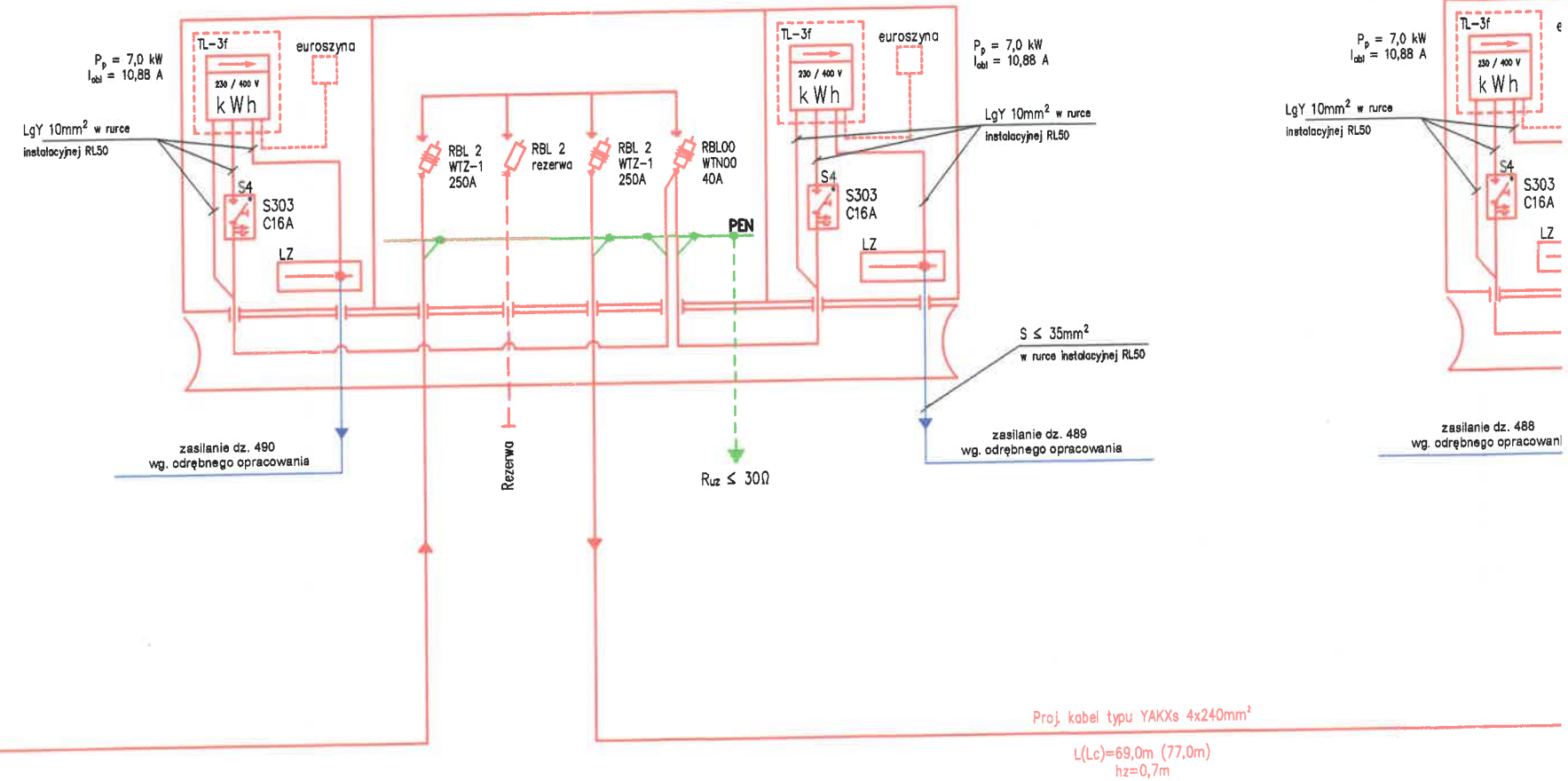
UWAGI:

- obudowa złącza wykonana z tworzywa termoutwardzanego
- połączenia liczników, zabezpieczeń etc. wykonać linką LgY 10mm²
- zastosować zabezpieczenie przedlicznikowe przystosowane do plombowania
- zastosować złącze zintegrowane z układem pomiarowo - rozliczeniowym bez wizjera/drzwiczek rewizyjnych.
- należy zaktualizować schematy jednokreskowe w istniejących złączach

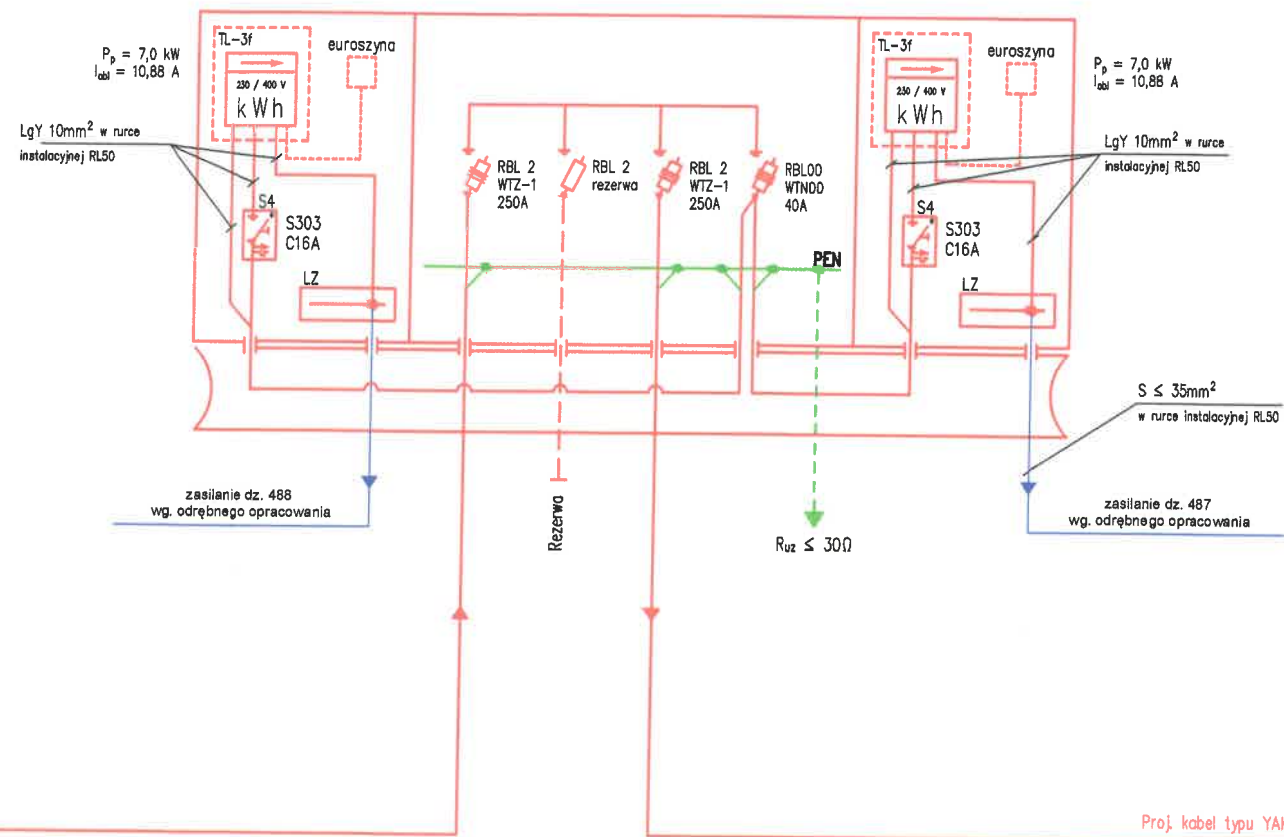
Proj. złącze kablowo-pomiarowe
typu ZK4+ZP2 dz. nr 491, 492
11-0322-09-55



Proj. złącze kablowo-pomiarowe
typu ZK4+ZP2 dz. nr 489, 490
11-0322-09-56



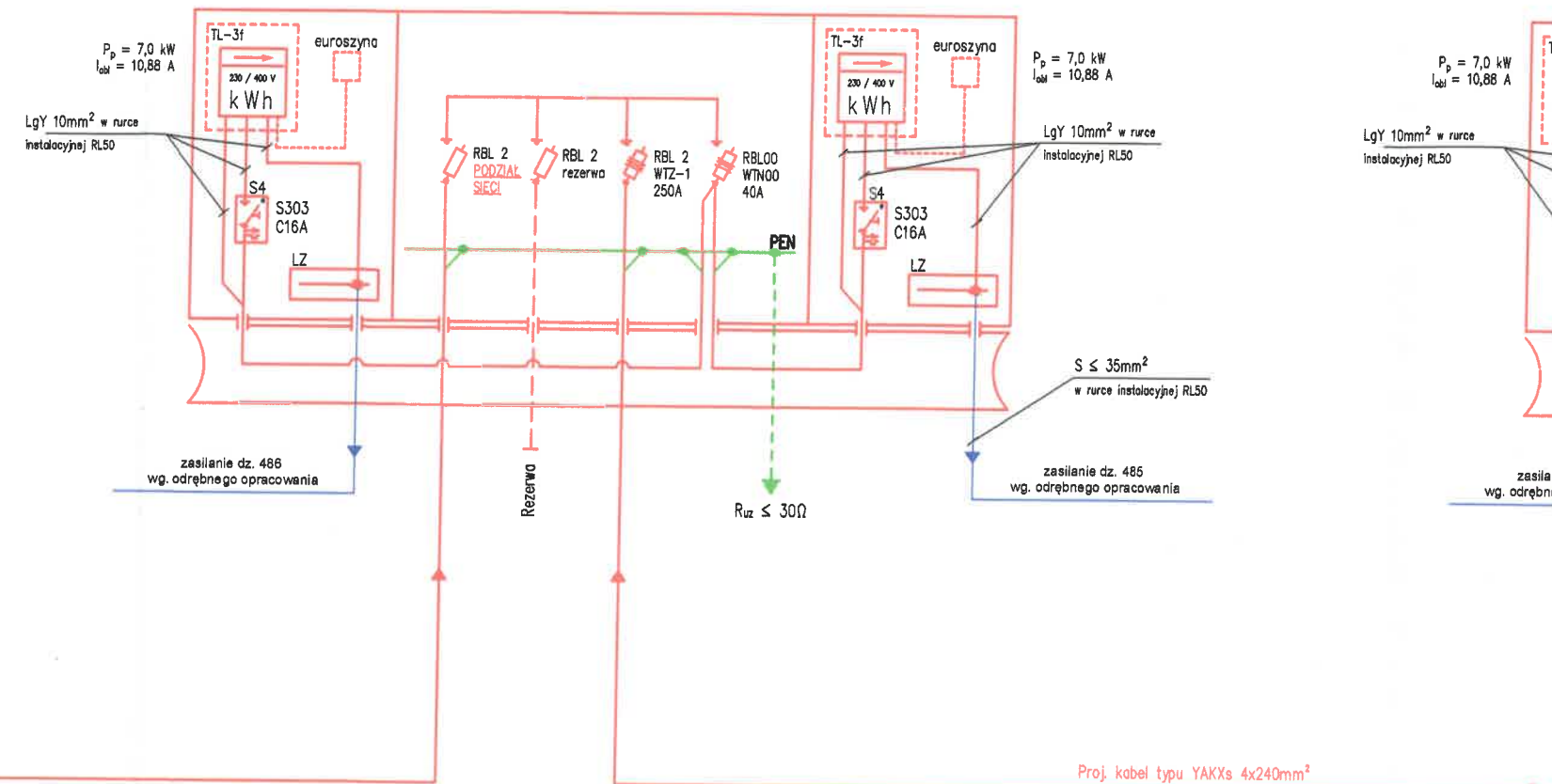
Proj. złącze kablowo-pomiarowe
typu ZK4+ZP2 dz. nr 487, 488
11-0322-09-57



L(Lc)=65,0m (73,0m)
hz=0,7m

PODZIAŁ SIECI

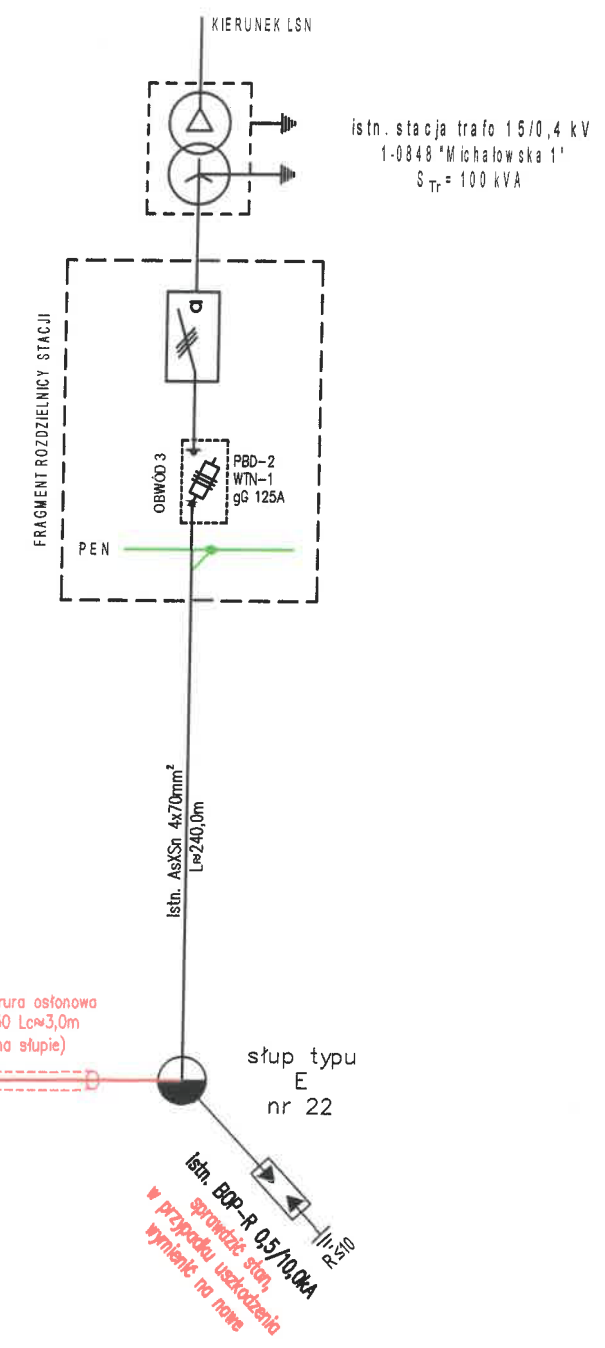
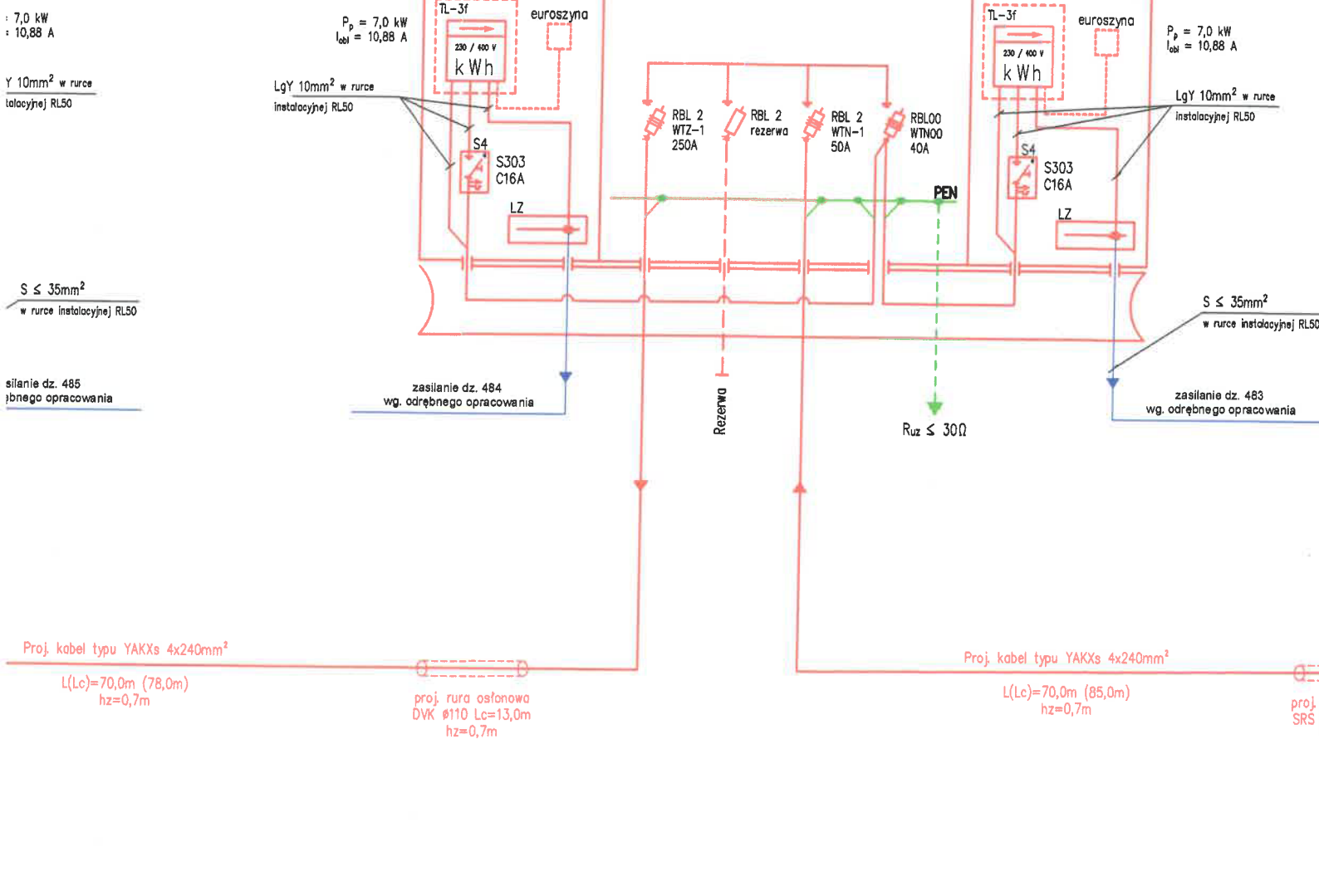
Proj. złącze kablowo-pomiarowe
typu ZK4+ZP2 dz. nr 485, 486
11-0848-03-58



L(Lc)=70,0m (78,0m)
hz=0,7m

proj.
DVK

Proj. złącze kablowo-pomiarowe
 typu ZK4+ZP2 dz. nr 483, 484
 11-0848-03-57



* - przystosowane do plombowania
 UKŁAD PRACY SIECI ZASILAJĄCEJ: TN-C