

Załącznik nr 2 do Standardu technicznego nr 30/2018
dla warunków budowy elektroenergetycznych linii
kablowych WN wraz z kablami i osprzętem
na terenie TAURON Dystrybucja S.A.
(wersja pierwsza).

Wytyczne projektowania elektroenergetycznych
linii kablowych WN.

Kraków, kwiecień 2018 r.

Spis treści

1. Zasady doboru żyły roboczej pod kątem obciążalności.	3
2. Zasady doboru żyły roboczej i żyły powrotnej pod kątem skutków zwarć.	3
3. Sposób budowy przepustów kablowych.	3
4. Wyprowadzanie kabli na słupy, sposób montażu głowic, ochrona przepięciowa.	4
5. Wymagania dotyczące dokumentacji.	5
6. Normalizacja przekroju żyły roboczej i powrotnej.	5
7. Przykłady skrzyżowań linii kablowej WN.	6
8. Przykładowe „Tabele montażowe dla linii kablowej WN”.	7

1. Zasady doboru żyły roboczej pod kątem obciążalności.

Obciążalność dopuszczalną kabli WN należy dobierać na maksymalną dopuszczalną długotrwałą temperaturę pracy o wartości 90 °C. Przy doborze kabli do wymaganej obciążalności prądowej należy uwzględnić:

- nagrzewanie kabla w trakcie pracy,
- oddziaływanie na kabel jednożyłowy pozostałych dwóch kabli linii kablowej,
- ewentualne oddziaływanie na kabel równolegle ułożonych innych linii kablowych,
- oddziaływanie na kabel ułożonych w ziemi innych źródeł ciepła.
- sposób ułożenia kabli,
- głębokość ułożenia kabla,
- materiał zastosowany do wypełniania rowu kablowego,
- materiał zastosowany do wypełniania rowu przepustów kablowych.

O obciążalności całej linii kablowej decyduje odcinek kabla, który ma najmniejszą obciążalność prądową.

2. Zasady doboru żyły roboczej i żyły powrotnej pod kątem skutków zwarć.

2.1 Elektroenergetyczna linia kablowa 110 kV powinna być zaprojektowana i zbudowana w taki sposób, aby wytrzymywać bez uszkodzeń mechaniczne i termiczne efekty działania prądów zwarciovych.

2.2 Przy maksymalnej temperaturze podczas zwarcia dla żył roboczych, powrotnych i ECC oraz przy nagrzewaniu bez strat energii, do projektowania należy przyjmować następujące min. obciążalności zwarciove jednosekundowe:

- żyły robocze miedziane kabli z izolacją XLPE przy ($T_i = 90\text{ °C}$, $T_f = 250\text{ °C}$) – 143 A/mm²,
- żyły powrotne miedziane kabli z izolacją XLPE przy ($T_i = 80\text{ °C}$, $T_f = 350\text{ °C}$) – 182 A/mm²,
- kable ECC żyły miedziane z izolacją XLPE przy ($T_i = 60\text{ °C}$, $T_f = 250\text{ °C}$) – 159 A/mm²,
- kable ECC żyły aluminiowe z izolacją XLPE przy ($T_i = 60\text{ °C}$, $T_f = 250\text{ °C}$) – 105 A/mm²,
- kable ECC żyły aluminiowe z izolacją polwinitową i PCV przy ($T_i = 60\text{ °C}$, $T_f = 160\text{ °C}$) – 80,8 A/mm².

Wartość czasu trwania zwarcia dla przewodów roboczych i żyły powrotnej należy przyjmować o wartości 0,5 sekundy.

3. Sposób budowy przepustów kablowych.

W przypadku, gdy trasa linii kablowej krzyżuje się z: drogą, linią kolejową lub inną przeszkodą terenową gdzie nie możliwe jest stosowanie wykopów należy stosować przeciski lub przewierty sterowane, pozwalające na precyzyjne wprowadzenie rur ochronnych i omijanie przeszkód terenowych.

Wprowadzone rury przepustów o długości do 10 m po wciągnięciu do nich kabli można pozostawić puste, dłuższe przepusty kablowe należy wypełniać płuczką bentonitową. Końcówki przepustów należy uszczelnić za pomocą pianki budowlanej lub rurami termokurczliwymi do obkurczania końcówki przepustu.

W zależności od miejsca ułożenia przepustu należy stosować rury ochronne zapewniające odpowiednią ochronę mechaniczną linii kablowych układanych w ziemi, w miejscach bez obciążeń transportowych min. 450 N, a w miejscach z obciążeniami transportowymi min. 750 N.

W przepustach należy stosować oddzielne rury osłonowe dla każdej żyły linii kablowej, o średnicy wewnętrznej min. 1,5 średnicy zewnętrznej kabla jednak nie mniejszej niż 160 mm, dla kabli ECC należy stosować rury osłonowe o średnicy zewnętrznej min. 100 mm, rury te powinny być koloru czerwonego wyprodukowane z polietylen wysokiej gęstości HDPE.

Kabel światłowodowy na całej długości należy prowadzić z wykorzystaniem podwójnej kanalizacji tj. kanalizacji pierwotnej o średnicy 100 mm koloru pomarańczowego i wtórnej o średnicy 32 mm, z rur wewnątrz gładkościennych wyprodukowanych z polietylen wysokiej gęstości HDPE.

4. Wprowadzanie kabli na słupy, sposób montażu głowic, ochrona przebiegiowa.

4.1 Wprowadzania kabli WN na słupy.

Przy wykonywaniu połączeń linii kablowej 100 kV z linią napowietrzną, linię kablową należy zakończyć głowicą, którą należy zabudować na specjalnej konstrukcji wsporczej umocowanej do słupa. Sama głowica powinna być umocowana na izolatorach wsporczych, aby żyły powrotne izolowanymi kablami mogły być połączone z beziskiernikowymi ogranicznikami przepięć, chroniącymi powłokę kabli od przepięć. Skrzynka z ogranicznikami przepięć powinna być zabudowana możliwie blisko głowicy kablowej. Wytrzymałość przebiegiowa kabla i napięcie znamionowe ograniczników przepięć powinny być wyższe od obliczonego napięcia indukowanego w żyłach powrotnych przy największym prądzie zwarcia. Z drugiej strony linii kablowej WN żyły powrotne należy podłączyć do zacisku na konstrukcji słupa za pomocą giętkiej linki miedzianej. Powyższy sposób połączenia należy stosować dla układu żył powrotnych jednostronnie uziemionych, dla linii kablowych o długości do 1000 m.

Dla dłuższych linii kablowych należy stosować przeplatanie żył powrotnych, co 1/3 długości kabla za pomocą muf crossbondingowych oraz ograniczniki przepięć w miejscach krzyżowań.

4.2 Dobór ograniczników przepięć do ochrony izolacji głównej kabli 110 kV.

Ochronę linii kablowej WN przed przepięciami atmosferycznymi i łączeniowymi należy realizować przy pomocy beziskiernikowych ograniczników przepięć, które należy dobierać na podstawie następujących parametrów:

- napięcie trwałej pracy ogranicznika $U_c = 77$ kV,
- znamionowe napięcie ogranicznika $U_r = 96$ kV,

- znamionowy prąd wyładowczy (wartość szczytowa o kształcie 8/20 $\mu\text{s}/\mu\text{s}$) $I_{wn} = 10 \text{ kA}$,
- zdolność pochłaniania energii $E > 2.5 \text{ kJ}$ na 1 kV napięcia U_r ,
- wytrzymałość zwarciova organiczniika i jego połączeń – nie mniejsza niż 40 kA w czasie 0,2 sekundy.
- osłony izolacyjne dostosowane do warunków zabrudzeniowych III strefy.

5. Wymagania dotyczące dokumentacji.

Realizacja inwestycji, w zakresie budowy elektroenergetycznych linii kablowych, najczęściej wymaga opracowania następujących dokumentów:

- Studium Wykonalności,
- Projektu Budowlanego,
- Programu Funkcjonalno – Użytkowego,
- Wytycznych Realizacji Inwestycji,
- Projektu Wykonawczego,
- Dokumentacji Powykonawczej.

Wymóg opracowania wszystkich ww. dokumentów dla każdej inwestycji nie jest obligatoryjny. W zależności od złożoności planowanej inwestycji liniowej może wystąpić potrzeba opracowania wszystkich dokumentów lub tylko niektórych z nich.

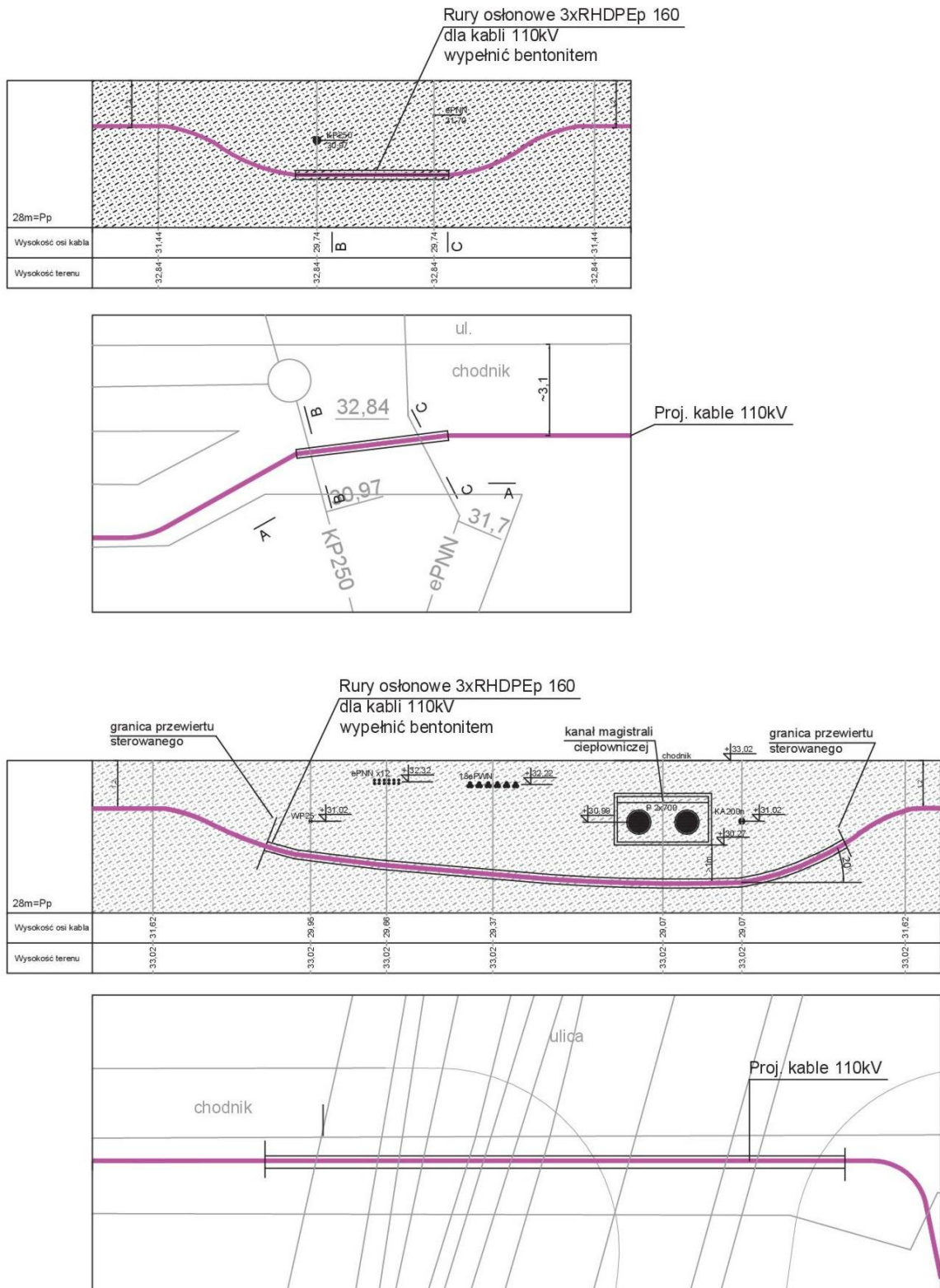
6. Normalizacja przekroju żyły roboczej i powrotnej.

6.1 Należy stosować kable o izolacji XPLE z żyłą roboczą wykonaną z miedzi i ekranem z drutów miedzianych, o następujących powierzchni przekroju żyły roboczej: 1000RM 1200RMS, 1400RMS, 1600RMS, 1800RMS, 2000RMS, 2500RMS mm^2 .

Żyłę powrotną należy dobrać do warunków zwarciowych linii kablowej, minimalny przekrój żyły powrotnej to 95 mm^2 .

6.2 Żyłę powrotną należy dobrać do warunków zwarciowych linii kablowej, minimalny przekrój żyły powrotnej to 95 mm^2 .

7. Przykłady skrzyżowań linii kablowej WN.



Przekroje skrzyżowań linii kablowej – przykłady.

8. Przykładowe „Tabele montażowe dla linii kablowej WN”.

Lp.	Wyszczególnienie	Producent nr rysunku,	Jedn.	Ilość	Masa [kg]		Uwagi
					Jedn.	całk.	
1	Kabel elektroenergetyczny 110 kV 64/110 (123) kV, jednożyłowy w izolacji XLPE uszczelniony wzdłużnie i poprzecznie						
1.1	Odcinek I typu 3 x XRUHKXS-WTC-1T4FM 1x1000RMC/95 mm ² o dł. m	-	m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Długość trasy: m
1.2	Odcinek II typu 3 x XRUHKXS-WTC-1T4FM 1x1000RMC/95 mm ² o dł. m		m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Długość trasy: m
1.3	Odcinek III typu 3 x XRUHKXS-WTC-1T4FM 1x1000RMC/95 mm ² o dł. m		m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Długość trasy: m
2	Ułożenie kabla na trasie						
2.1	W wykopie otwartym (3 x m)	-	m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.2	W rurach ochronnych ułożonych w wykopie otwartym (3 x m)	-	m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.3	W rurach ochronnych ułożonych przeciskiem mechanicznym (3 x m)	-	m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.4	W rurach ochronnych ułożonych przewiertem sterowanym (3 x m)	-	m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.5	Na słupie kablowym (3 x m)	-	m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	Osprzęt						
3.1	Głowica kablowa 110 kV	-	szt.	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.2	Mufa cross-bonding	-	szt.	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.3	Skrzynka link box	-	szt.	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(crossbonding)
3.4	Ogranicznik przepięć 110 kV	-	szt.	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.5	Licznik zadziałań	-	szt.	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.6	Ogranicznik przepięć 1 – 3,6 kV	-	szt.	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.7	Przewód LgYcyw 1 x 95 mm ² 3,6/6 kV	-	m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	do wyk. połączeń i uziemienia żył powrotnych przy mufach
3.8	Uziom do skrzynki cross-bonding	-	kpl.	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.8.1	Bednarka stalowa ocynkowana 30x4	-	m	30	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Materiały uziomu skrzynki crossbondingowej - 1 kpl.
3.8.2	Pręt uziomu stalowy ocynkowany Ø 16 dł. 9,0 m z uchwytem krzyżowym	-	szt.	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.8.3	Uchwyt krzyżowy	-	szt.	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.8.4	Śruba ocynkowana M12x40+N+PO+PS	-	szt.	14	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.9	Linka 95 mm ²		m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

3.10	Końcówka oczkowa KOR 95/12	-	szt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	do wykonania połączeń uziemień głowic kablowych, ogr. przepięć, liczników zadziałań
3.11	Zacisk Al-Cu kątowy (45°) na sworzeń <input type="checkbox"/> 40 i przew. AFL-6 240 do głowic kabl.	-	szt.	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	do głowic kablowych
3.12	Uchwyt kablowy o zwiększonej wytrzymałości np. SILUMIN, LSW	-	szt.	12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	do mocowania kabli 110 kV na konstrukcjach kablowych (jako 2 pierwsze uchwyty przy głowicy)
4	Oslony						
4.1	RHDPEp160 Oslona rurowa do układania metodą: przecisku mechanicznego lub przewiertu sterowanego	-	m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dla kabli 110 kV
4.2	RHDPEp 160 Oslona rurowa do układania metodą przecisku mechanicznego	-	m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dla kabli 110 kV
4.3	RHDPE 160 Oslona rurowa do układania w wykopie otwartym, dwuścienna: karbowana ścianka zewnętrzna i gładka wewnętrzna.	-	m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dla kabli 110 kV
4.4	RHDPE 160 Oslona rurowa do układania w wykopie otwartym łączona za pomocą złączek	-	m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Do osłony krzyżowanych kabli el-en. i telekom.
4.5	RHDPEd 160 Oslona rurowa gładkościenna do układania w wykopie otwartym dzielona.	-	m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.6	Folia ostrzegawcza perforowana czerwona o szer. Od 20 do 50 cm i grubości min 0,5 mm z napisem „UWAGA! KABEL 110 kV”	-	m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.7	Studnia SKR-2 klasy A 15 kN z pokrywą żeliwno-betonową	-	szt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dla linii kablowej 110 kV
4.8	Płyta betonowa 500x500x50 mm.	-	szt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.9	Betonit	-	m ³	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.10	Płuczka bentonitowa	-	m ³	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	Oznaczniki						
5.1	Oznacznik kablowy	-	szt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5.2	Betonowy oznacznik trasy kabla z literą „K”	-	szt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5.3	Betonowy oznacznik lokalizacji mufy z literą „M”	-	szt.	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5.4	Taśma kablowa TKW 70/9 do układania kabli w wiązках trójkątnych	-	szt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mocowanie co 1,0 m

Załącznik nr 2 do Standardu technicznego nr 30/2018 dla warunków budowy elektroenergetycznych linii kablowych WN wraz z kablami i osprzętem na terenie TAURON Dystrybucja S.A. (wersja pierwsza).

6	Nawierzchnie						
6.1	Ziemna - dł. wykopum szer. 1,0 m	-	m ²	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.2	Asfaltowa - dł. wykopum szer. 1,0 m	-	m ²	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.3	Przekop próbny o wymiarach 4 m x 1 m x 1,4	-	szt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.4	Ziemia z wykopów do utylizacji	-	m ³	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	