Kable elektroenergetyczne. Znaczenie i interpretacja danych w Specyfikacjach Technicznych Kabli. cz.1

Adam Rynkowski

Materiały szkoleniowe wewnętrzne, ©arynkow .

1. Podstawowe definicje z zakresu budowy i stosowania kabli elektroenergetycznych.
2. Zakres i podstawowe tematy w Normie SEP ; N SEP-E-004 „ Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa”.
3. Kable nn. Budowa i oznakowanie . Przykładowa Specyfikacja Techniczna

1. Zadaniem jest przesył mocy M=U*I [W]
2. Przewód lub kabel jest elementem obwodu elektrycznego
   za pośrednictwem, którego przesyłamy energię elektryczną ze źródła do odbiornika
3. Podstawowe parametry przewodów i kabli to rezystancja, indukcyjność i pojemność
4. Wartość dopuszczalnego prądu obciążenia w każdych warunkach eksploatacji kabli i przewodów zależy od ich budowy (parametrów geometrycznych) i właściwości zastosowanych materiałów, a także od temperatury i warunków otoczenia oraz ułożenia kabli .

$$I = \sqrt{\frac{\Delta\theta - W_d[0.5 \cdot T_1 + n \cdot (T_2 + T_3 + T_4)]}{R \cdot T_1 + n \cdot R(1+\lambda_1) \cdot T_2 + n \cdot R(1+\lambda_1+\lambda_2)(T_3 + T_4)}}$$

©arynkowski

Obciążalność długotrwała

Prąd dopuszczalny długotrwały można obliczyć posługując się następującym wzorem:

$$I_{dd}=\sqrt{\frac{\Delta\Theta - W_d \cdot (T_1+T_2+T_0)}{R\cdot(T_1+T_2+T_0)+\lambda_1 \cdot R\cdot(T_2+T_0)}}$$

R – rezystancja żyły roboczej, przy prądzie przemiennym na jednostkę długości, Ω/m;

T_1 – opór cieplny materiału izolacyjnego pomiędzy żyłą roboczą a żyłą powrotną, (m·K)/W;

T_2 – opór cieplny zewnętrznych warstw materiału izolacyjnego na żyle powrotnej, (m·K)/W;

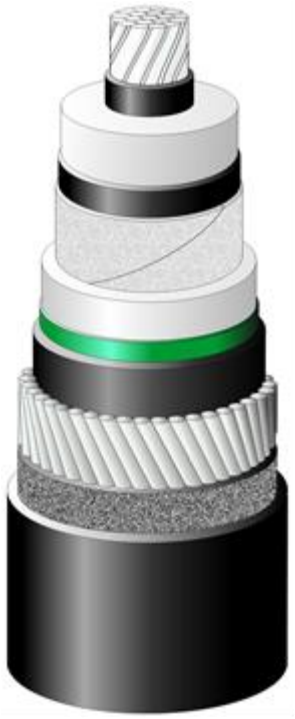
T_o – opór cieplny otoczenia, (m·K)/W;

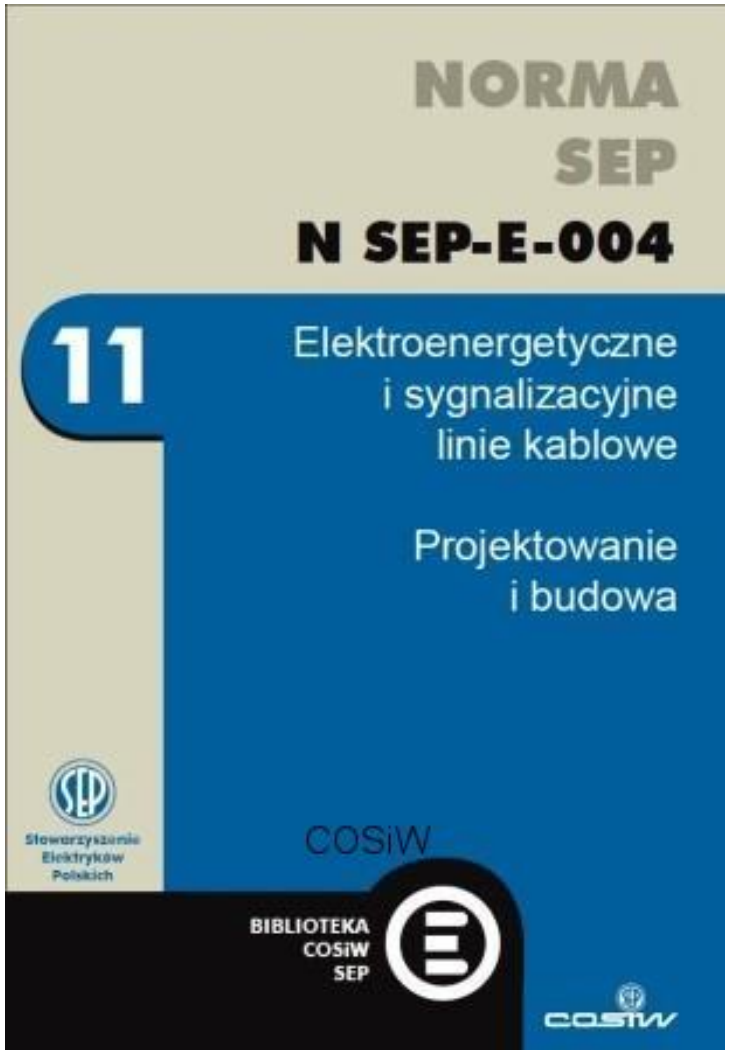
W_d – straty w izolacji na jednostkę długości, W/m;

λ_1 – współczynnik strat w żyle powrotnej;

$\Delta\theta$ – dopuszczalny długotrwały przyrost temperatury, K;

Adam Rynkowski. Kable elektroenergetyczne. Znaczenie i interpretacja danych w Specyfikacjach Technicznych Kabli. cz.1





Kabel czy przewód ?

Adam Rynkowski. Kable elektroenergetyczne. Znaczenie i interpretacja danych w Specyfikacjach Technicznych Kabli. cz.1

KABLE
YKXS, XKXS – 0,6/1kV

Kable elektroenergetyczne z żyłami miedzianymi o izolacji z polietylenu usieciowanego i powłoce polwinitowej lub polietylenowej

Norma: ZN-96/MP-T1-KT201, PN-HD 603 S1, IEC 60502-1

CHARAKTERYSTYKA

Żyły	Miedziane wg PN-EN 60228 Kształt żył okrągły litny Żyły Klasy 1: okrągłe jednodrutowe (RE) Żyły Klasy 2: okrągłe wielodrutowe (RM), okrągłe zagęszczone (RMC), sektorowe (SM)
Izolacja	Z polietylenu usieciowanego (XLPE)
Wypełnienie	Z polietylenu lub z taśmy semiprzewodzącej (W)
Powłoka	Polwinitowa (Y) lub polietylenowa (X)
Barwy izolacji (wg HD 308 S2)	1-żyłowe: brązowy lub czarny lub szary lub niebieski 2-żyłowe: niebieski, brązowy 3-żyłowe: brązowy, czarny, szary 4-żyłowe: niebieski, brązowy, czarny, szary 5-żyłowe: niebieski, brązowy, czarny, szary, czarny 1-żyłowe: (ro): zielono-żółty 3-żyłowe: (ro): zielono-żółty, niebieski, brązowy 4-żyłowe: (ro): zielono-żółty, brązowy, czarny, szary 5-żyłowe: (ro): zielono-żółty, niebieski, brązowy, czarny, szary
Zastosowanie	Do przesyłu energii elektrycznej. Mogą być układane na ziemi, w pomieszczeniach i na zewnątrz
Układanie kabli	Najniższa dopuszczalna temperatura kabli przy ich układaniu bez podgrzewania: -15°C – w przypadku kabli YKXS -15°C – w przypadku kabli XKXS Najmniejszy dopuszczalny promień zginania kabli przy układaniu jest równy 15-krotnej średnicy zewnętrznej kabla
Warunki pracy	Najwyższa dopuszczalna temperatura żył roboczych wynosi 90°C Najwyższa dopuszczalna temperatura przy zwarciu wynosi 250°C
Palność	IEC 60332-1-2
Klasa reakcji na ogień wg EN 50575	Eca
Pakowanie	Na bębnach

YKXS, XKXS 0,6/1kV – Kable elektroenergetyczne z żyłami miedzianymi o izolacji z polietylenu usieciowanego i powłoce polwinitowej lub polietylenowej

Liczba i przekrój znamionowy żyły	Grubość znamionowa		Obliczeniowa średnica zewnętrzna kabla	Maksymalna rezystancja żył w temperaturze 20°C	Orientacyjna masa kabla o długości 1 km	Długość nominalna odcinków kabla
	izolacji	powłoki				
n x mm²	mm		mm	Ω/km	kg	m
1 x 1 RE	0,7	1,4	5,3	18,1	38	500
1 x 1,5 RE	0,7	1,4	5,6	12,1	45	500
1 x 2,5 RE	0,7	1,4	5,9	7,41	56	500
1 x 4 RE	0,7	1,4	6,4	4,61	72	500
1 x 6 RE	0,7	1,4	6,9	3,08	93	500
1 x 10 RE	0,7	1,4	7,7	1,83	134	500
1 x 16 RE	0,7	1,4	8,6	1,15	192	500
1 x 25 RMC	0,9	1,4	10,7	0,727	297	500
1 x 35 RMC	0,9	1,4	11,8	0,524	393	500
1 x 50 RMC	1,0	1,4	13,3	0,387	517	500
1 x 70 RMC	1,1	1,4	14,8	0,268	718	500
1 x 95 RMC	1,1	1,5	17,0	0,193	976	500
1 x 120 RMC	1,2	1,5	18,6	0,153	1212	500
1 x 150 RMC	1,4	1,6	20,8	0,124	1496	500
1 x 185 RMC	1,6	1,6	22,7	0,0991	1850	500
1 x 240 RMC	1,7	1,7	25,6	0,0754	2391	500
1 x 300 RMC	1,8	1,8	27,8	0,0601	2974	500
1 x 400 RMC	2,0	1,9	32,0	0,0470	3848	500
1 x 500 RMC	2,2	2,0	34,9	0,0366	4892	500
2 x 1 RE	0,7	1,8	8,6	18,1	97	500
2 x 1,5 RE	0,7	1,8	9,1	12,1	114	500
2 x 2,5 RE	0,7	1,8	9,9	7,41	144	500
2 x 4 RE	0,7	1,8	10,8	4,61	186	500
2 x 6 RE	0,7	1,8	11,8	3,08	238	500
2 x 10 RE	0,7	1,8	13,4	1,83	340	500
2 x 16 RE	0,7	1+1,8[F]	16,2	1,15	534	500
3 x 1 RE	0,7	1,8	9,0	18,1	110	500
3 x 1,5 RE	0,7	1,8	9,5	12,1	131	500
3 x 2,5 RE	0,7	1,8	10,4	7,41	169	500
3 x 4 RE	0,7	1,8	11,4	4,61	225	500
3 x 6 RE	0,7	1,8	12,4	3,08	293	500
3 x 10 RE	0,7	1,8	14,1	1,83	429	500
3 x 16 RE	0,7	1+1,8[F]	17,1	1,15	671	500

Adam Rynkowski. Kable elektroenergetyczne. Znaczenie i interpretacja danych w Specyfikacjach Technicznych Kabli. cz.1

PRZEWÓD
H05RR-F 300/500V

Przewody wielożyłowe o izolacji i powłoce gumowej, do odbiorników ruchomych i przenośnych

Norma: PN-EN 50525-2-21

CHARAKTERYSTYKA	
Żyły	Miedziane wielodrutowe klasy 5 (elastyczne) wg PN-EN 60228
Izolacja	Guma EPR typ EI4
Powłoka	Guma EPR typ EM1
Identyfikacja żył (wg PN-HD 308 S2)	2-żyłowe: niebieska, brązowa 3-żyłowe: zielono-żółta, niebieska, brązowa 4-żyłowe: zielono-żółta, brązowa, czarna, szara 5-żyłowe: zielono-żółta, niebieska, brązowa, czarna, szara
Maksymalna temperatura żyły podczas pracy przewodu	+60°C
Minimalna temperatura otoczenia przy układaniu przewodów	-25°C
Maksymalna temperatura żyły podczas zwarcia	+200°C
Najwyższe dopuszczalne obciążenie	15 N na każdy mm² powierzchni miedzi
Napięcie probiercze badania	2000V
Zastosowanie	Przeznaczone do pokojowego stosowania w pomieszczeniach domowych, biurach oraz do zasilania urządzeń, gdzie przewody są narażone na małe mechaniczne naprężenia (np. odkurzacze, urządzenia kuchenne, kosiarki, lampy, opieka)
Objaśnienie symboliki	H05RR-F – przewód elastyczny wg normy zharmonizowanej (H), na napięcie 300/500V (05), o izolacji i gumy EPR (R) i powłoce z gumy EPR (R), z żyłami giętkimi (F)
Standardowe opakowanie	W bębnach po 50 lub 100m oraz na bębnach po 500m, istnieje możliwość otrzymania innych długości odcinków i rodzajów opakowań

Minimalny promień gięcia	Średnica zewnętrzna przewodu D [mm]		
	D ≤ 8	8 < D ≤ 12	12 < D ≤ 20
Ułożony na stałe	3 D	3 D	4 D
Podłączony do urządzenia przenośnego lub ruchomego – przewód nie obciążony mechanicznie	4 D	4 D	5 D
Przy dopuszczalnym obciążeniu mechanicznym	6 D	6 D	6 D

Liczba i przekrój znamionowy żył	Maksymalna średnica drutów w żyle	Grubość znamionowa izolacji	Znamionowa grubość powłoki	Przybliżona średnica zewnętrzna przewodu	Przybliżona waga przewodu	Maksymalna rezystancja żyły w temp. 20°C
n x mm²	mm	mm	mm	mm	kg/km	Ω/km
2 x 0.75	0.21	0.6	0.8	6.1	52	26.7
2 x 1	0.21	0.6	0.9	6.6	61	20.0
2 x 1.5	0.26	0.8	1.0	8.2	94	13.7
2 x 2.5	0.26	0.9	1.1	9.8	137	8.21
2 x 4*	0.31	1.0	1.2	11.3	191	5.09
3 x 0.75	0.21	0.6	0.8	6.7	64	26.7
3 x 1	0.21	0.6	0.9	6.9	73	20.0
3 x 1.5	0.26	0.8	1.0	8.7	113	13.7
3 x 2.5	0.26	0.9	1.1	10.3	166	8.21
3 x 4	0.31	1.0	1.2	13.0	234	5.09
3 x 6	0.31	1.0	1.4	13.6	319	3.39
4 x 0.75	0.21	0.6	0.9	7.3	77	26.7
4 x 1	0.21	0.6	0.9	7.6	89	20.0
4 x 1.5	0.26	0.8	1.1	9.7	140	13.7
4 x 2.5	0.26	0.9	1.2	11.5	207	8.21
4 x 4	0.31	1.0	1.3	13.3	293	5.09
4 x 6	0.31	1.0	1.5	15.1	400	3.39
5 x 0.75	0.21	0.6	1.0	8.1	98	26.7
5 x 1	0.21	0.6	1.0	8.5	113	20.0
5 x 1.5	0.26	0.8	1.1	10.6	172	13.7
5 x 2.5	0.26	0.9	1.3	12.8	260	8.21
5 x 4*	0.31	1.0	1.5	15.0	374	5.09

*Typoelementy poza zakresem normy

Obciążalność prądowa podana wg PN-HD 5144 S1 dla temperatury do 30°C

Przekrój znamionowy żyły	Obciążalność prądowa	
	Jednofazowe	Trójfazowe
mm²	A	
0.75	6	6
1	10	10
1.5	16	16
2.5	25	20
4	32	25
6	40	–

Przewód czy kabel- proste lub trudne określenie

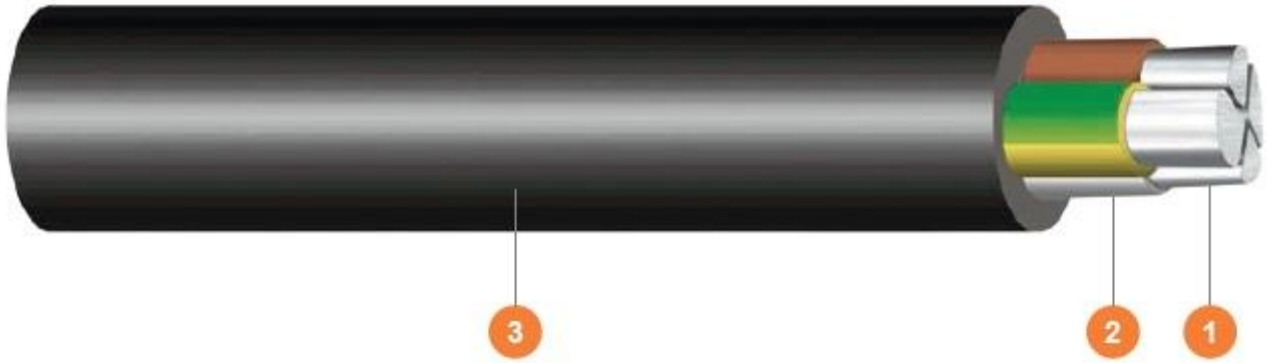
Przewód – izolowany element obwodu elektrycznego służący do połączenia źródła energii elektrycznej z jej odbiornikiem,
(dla przewodów gołych izolację stanowi powietrze, ale zaznaczamy –przewód goły!!)

Przewód może być jedno lub wielożyłowy , ale nie może zawierać dodatkowych elementów chroniących izolację przewodu przed działaniem zewnętrznych czynników środowiskowych.

Kabel - przewód jedno lub wielożyłowy , który poza izolacją posiada warstwy chroniące izolację tego/tych przewodów przed oddziaływaniem zewnętrznych czynników środowiskowych .

żyła robocza sektorowa czy segmentowa

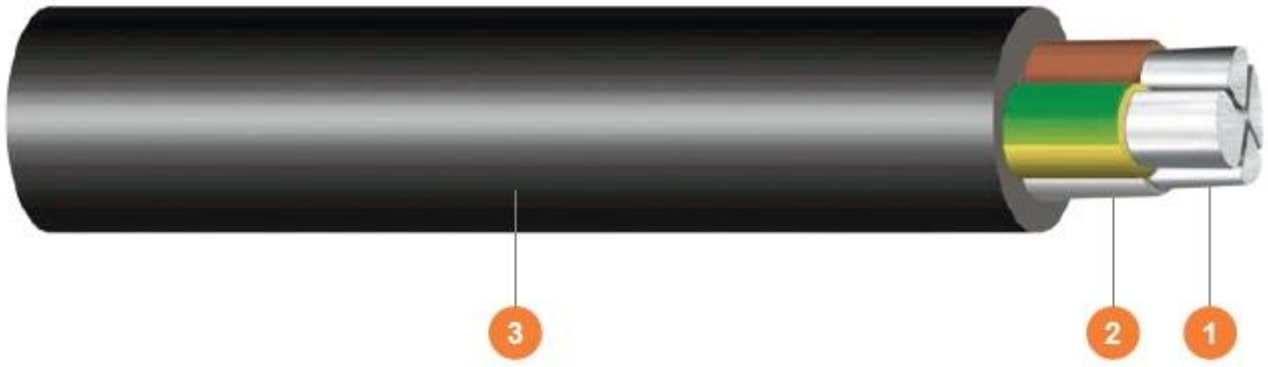
Kable YAKY 1kV mają poniższą konstrukcję



YAKY 3x35SE 1kV
1. Żyła aluminiowa segmentowa – średnica BxH 7,7x6,1mm
2. Izolacja polwinitowa – grubość 1,2mm, średnica ośrodka 20,1mm
3. Powłoka polwinitowa – grubość 1,8mm, średnica 23,7mm

YAKY 3x240SE 1kV
1. Żyła aluminiowa segmentowa – średnica BxH 21,0x15,2mm
2. Izolacja polwinitowa – grubość 2,2mm, średnica ośrodka 46,0mm
3. Powłoka polwinitowa – grubość 2,6mm, średnica 51,2mm

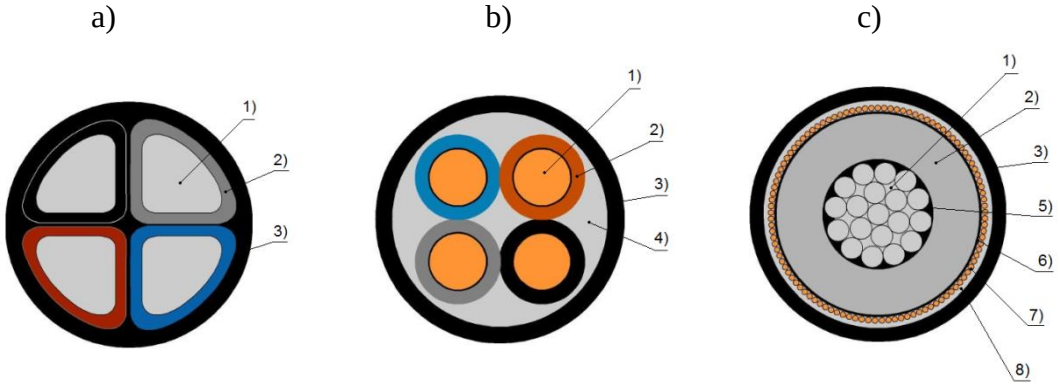
Kable YAKY 1kV mają poniższą konstrukcję



YAKY 3x35SE 1kV
1. Żyła aluminiowa **SEGMENTOWA ?????** – średnica BxH 7,7x6,1mm
2. Izolacja polwinitowa – grubość 1,2mm, średnica ośrodka 20,1mm
3. Powłoka polwinitowa – grubość 1,8mm, średnica 23,7mm

Żyła robocza – element przewodu lub kabla do przesyłu energii elektrycznej,
żyła okrągła >> żyła segmentowa (żyła okrągła, składająca się z izolowanych segmentów)
Żyła o innym kształcie >> żyła sektorowa (może też składać się z segmentów)

Na rysunku poniżej pokazano charakterystyczne, typowe przekroje kabli. Podano przykłady dla kabli wielożyłowych i kabla jednożyłowego.



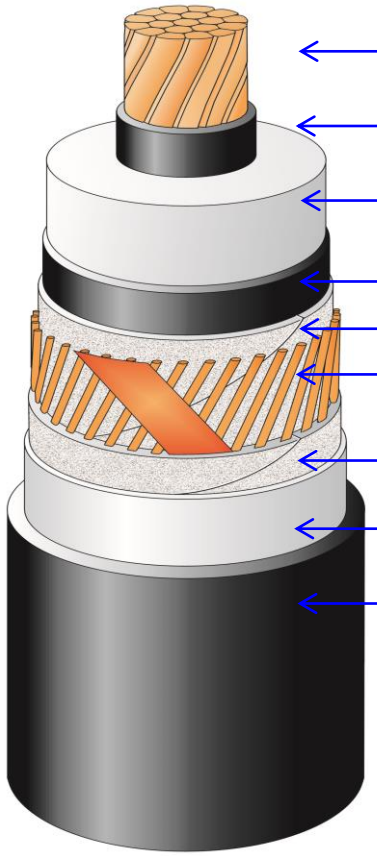
YAKY 0,6/1kV ....SE YKY 0,6/1kV....RE XRUHAKXS 8,75/15 kV....RMC

Rysunek 1.24. Przekroje kabli: a) kabel wielożyłowy YAKY 0,6/1 kV SE, b) kabel wielożyłowy YKY 0,6/1 kV RE, c) kabel jednozyłowy XRUHASXS 8,75/15 kV RMC oznaczenia: 1) żyła robocza, 2) izolacja robocza, 3) powłoka, 4) wypełnienie, 5) wewnętrzna warstwa półprzewodząca, 6) zewnętrzna warstwa półprzewodząca, 7) żyła powrotna, 8) uszczelnienie.

W konstrukcji kabli wyróżnia się następujące podstawowe elementy:
– żyły robocze,
– żyły ochronne, powrotne lub probiercze (nazwa zależna od napięcia znamionowego kabla i przeznaczenia),
– izolację żył,
– ekrany niemetaliczne (na żyle, na izolacji żył, na ośrodku),
– izolację ośrodka,
– wypełnienie,
– powłokę (z tworzywa sztucznego, gumy lub metalu),
– pancerze,
– osłonę zewnętrzną.

Elementy budowy kabli otaczające żyłę roboczą lub ośrodek kabla często są określane jako warstwy.

Kabel HXCHBMK 1x630RMC/170 110kV ma poniższą konstrukcję



Żyła miedziana – średnica 30,3mm, + obwój o grubości 0,1mm

Ekran półprzewodzący – grubość 1,2mm, średnica 32,9mm

Izolacja – grubość 15,0mm, średnica 62,9mm

Ekran półprzewodzący – grubość 1,0mm

Taśmy blokujące wodę – grubość 0,5mm

Ekran metaliczny – 82 druty o średnicy 1,63mm
(średnia średnica 68,7mm)

Taśmy blokujące wodę – grubość 0.5mm

Wzdłużna taśma aluminiowa – grubość 0.2mm (+0.05 PE)

Powłoka polietylenowa – 3,5mm, średnica 77,8mm

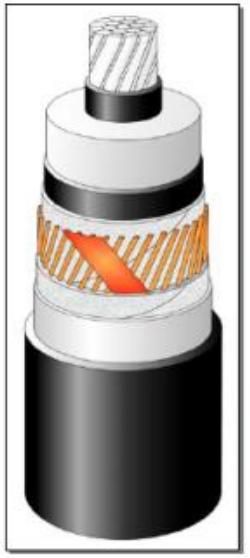
SPECYFIKACJA TECHNICZNA
XRUHAKXS 1x1000RMC/110 64/110 (123)kV wg ZN-TF-530; IEC 60840

KONSTRUKCJA [x]

- Okrągła żyła aluminiowa, skręcona z drutów, dogniatana. Klasy 2
- Wytłoczony ekran półprzewodzący na żyle roboczej
- Izolacja XLPE – suche sieciowanie
- Wytłoczony ekran półprzewodzący spojony z izolacją
- Taśma półprzewodząca blokująca wodę
- żyła powrotna:
  druty miedziane oraz
  obwój z taśm miedzianych
- Taśma półprzewodząca blokująca wodę
- Wzdłużna taśma aluminiowa
- Powłoka zewnętrzna – Czarny polietylen

NADRUK NA POWŁOCE

Nazwa producenta, nazwa kabla, napięcie, rok produkcji, nadruk metrów



Rysunek tylko jako informacja – nie zachowuje skali

Dopuszczalna najwyższa temperatura żyły

- Przy pracy ciągłej 90 °C
- Przy przeciążeniach 105 °C
- Podczas zwarcia 250 °C
  (czas zwarcia do 5 sekund)

ZASTOSOWANIE

- W glebie
- W przepustach
- W powietrzu

Kabel układany pod nadzorem Telefoniki. Zewnętrzna temperatura układania kabla do – 5°C, przy założeniu, że sam kabel ma temperaturę powyżej 0°C

OPIS	JEDNOSTKA	WARTOŚĆ	
DANE KONSTRUKCYJNE	$U_o/U/U_m$	64/110 (123)kV	
Żyła robocza ❑ materiał ❑ Ilość drutów	 szt.	 Aluminium 59	
Przekrój żyły roboczej	mm^2	1000	
Średnica żyły i tolerancja wykonania	mm	$38.0^{-0.5}$	
Min. / Nom. grubość ekranu na żyle roboczej / średnica	mm / Ø	0.8 / 1.2 / 40.3	
Znamionowa grubość izolacji XLPE	mm	15.0	
Minimalna grubość izolacji	mm	13.5	
Średnica na izolacji – (wartość znamionowa)	mm	70.8	
Min. / Nom. grubość ekranu na izolacji / średnica	mm / Ø	0.6 / 1.0 / 72.3	
Grubość taśmy półprzewodzącej blokującej wodę	szt. x mm	2 x ~ 0.35	
Żyła powrotna ❑ Druty miedziane ❑ Taśma miedziana	mm^2 szt. x mm szt. x mm x mm	110 68 x 1.44 2 x 10 x 0.18	
Średnia średnica na żyle powrotnej	mm	76.2	
Grubość taśmy półprzewodzącej blokującej wodę	szt. x mm	2 x ~ 0.35	
Grubość taśmy Al	mm	0.2	
Średnia średnica na taśmie aluminiowej	mm	77.9	
Znamionowa grubość powłoki zewnętrznej / min	mm	3.70 / 3.05	
Przybliżona średnica kabla D_k	mm	85.7	
Przybliżony ciężar kabla	kg/km	7910	
DANE TRANSPORTOWE			
Średnica bębna drewnianego ❑ typ	m	3.4 34	4.0 40
Oferowana maksymalna długość odcinków na bębnie	m	900	1700
Całkowity ciężar kabla z bębnem	kg	9700	17000

[x] wszystkie wymiary są wartościami obliczeniowymi

DANE ELEKTRYCZNE w 50Hz		
Maksymalna rezystancja D.C. żyły roboczej w 20 °C Maksymalna rezystancja A.C. żyły roboczej w 90 °C	Ω/km Ω/km	0.0291 0.0400
Maksymalna rezystancja D.C. żyły powrotnej w 20 °C	Ω/km	0.166
Maksymalna rezystancja D.C. taśmy Al w 20 °C	Ω/km	0.535
Indukcyjność ❑ W układzie trójkątnym ❑ W układzie płaskim (*)	 mH/km mH/km	 0.353 0.538
Reaktancja indukcyjna ❑ W układzie trójkątnym ❑ W układzie płaskim (*)	 Ω/km Ω/km	 0.111 0.169
Pojemność	μF/km	0.230 (+ 8 %)
Reaktancja pojemnościowa	kΩ/km	13.80
Impedancja ❑ W układzie trójkątnym ❑ W układzie płaskim (*)	 Ω/km Ω/km	 0.118 0.174
Reaktancja zerowa	Ω/km	0.060
Maksymalne naprężenie na ekranie żyły / na izolacji	kV/mm	5.70 / 3.25
Straty dielektryczne (tg δ = 0.001) – na fazę	W/m	0.297
Poziom wyładowań niezupełnych przy 1.5Uo	pC	≤ 5
Prąd ładowania – na fazę	A/km	4.64
Moc ładowania	kVA/km	297
Pojemnościowy prąd zwarcia z ziemią	A/km	13.91
DANE MECHANICZNE		
Minimalny promień gięcia przy układaniu	m	2.14
Dopuszczalny promień gięcia po ułożeniu	m	1.29
Maksymalna siła ciągnąca	kN	30
PRĄDY ZWARCIA		
Maksymalny dopuszczalny prąd zwarcia (wg IEC 60949) *Dla czasu trwania 1.0 sek.* Żyła robocza 90 → 250 °C Żyła powrotna 80 → 350 °C	 kA kA	 95.3 21.7
OBCIĄŻALNOŚĆ PRĄDOWA (**) – uziemienie ekranów		**Cross-bonded / obustronne**
W ziemi ❑ W układzie płaskim (*) ❑ W układzie trójkątnym W powietrzu ❑ W układzie płaskim (*) ❑ W układzie trójkątnym	 A A A A	 980 / 664 908 / 808 1343 / 1006 1166 / 1070
BADANIA		
Próba napięciowa (2.5Uo; 30 minut) Pomiar wyładowań niezupełnych przy 1.5Uo	kV kV	160 96

Oznakowanie: **TF-Kable 5 XRUHAKXS 1x1000RMC/110 64/110kV ZN-TF-530 2012**

(**) Obciążalność prądowa na podstawie IEC Pub. 60287 obliczona programem CymCap 5.3
(*) Odległość pomiędzy osiami żył w układzie płaskim D_k+D_k mm

Środowiskowe warunki pracy

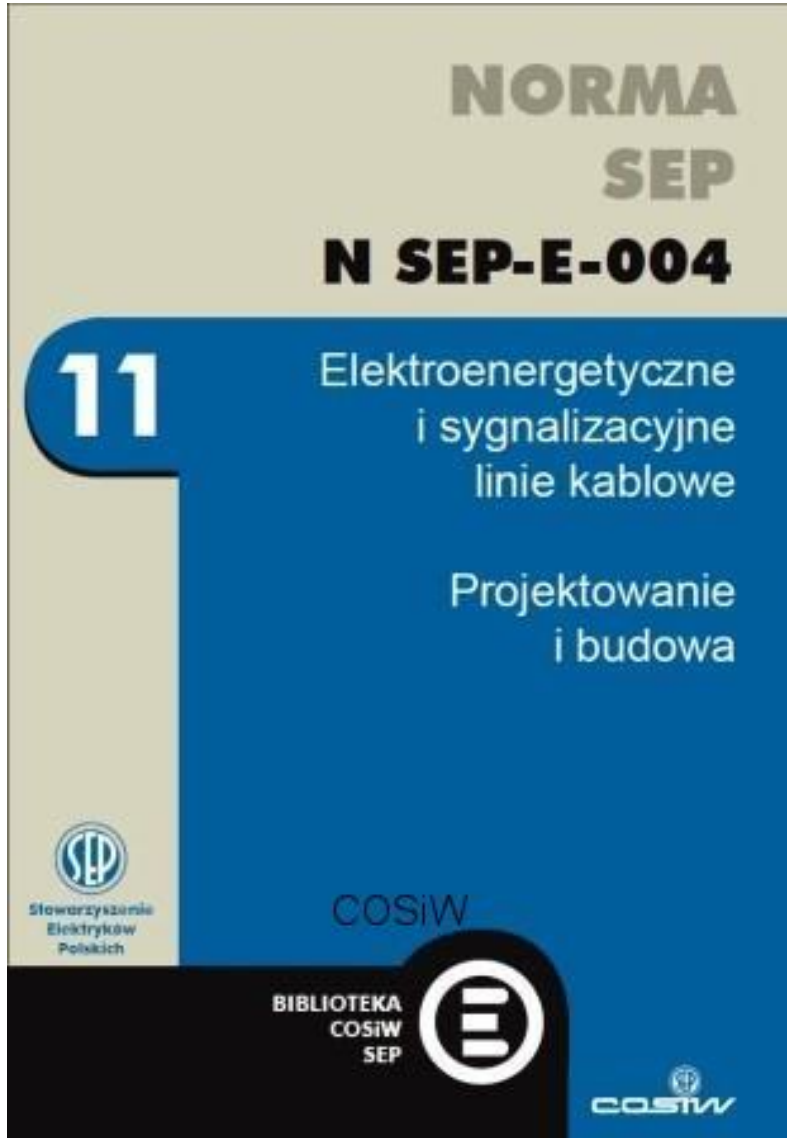
❑ Temperatura gleby	20°C
❑ Głębokość ułożenia	1.0 m
❑ Termiczna rezystancja gleby	1.0 K · m/W
❑ Temperatura powietrza	35 °C

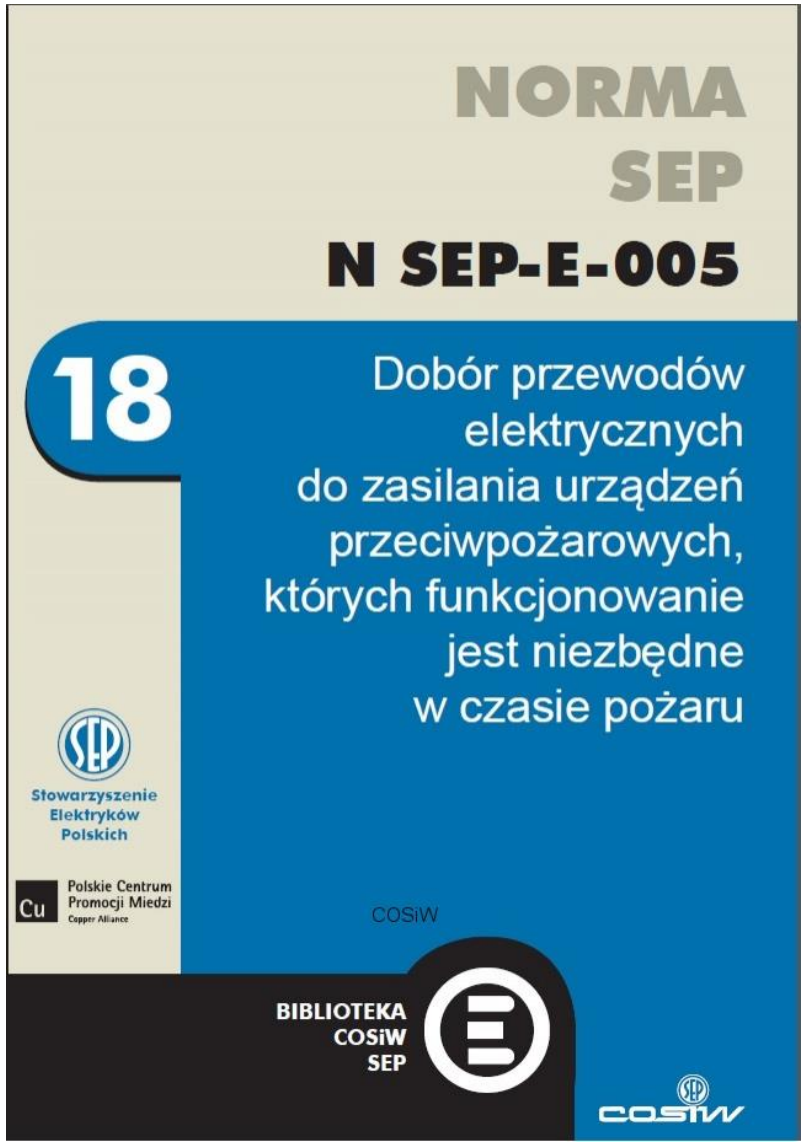
(x) wszystkie wymiary są wartościami obliczeniowymi

Tabela 1. Porównanie wybranych parametrów 2 Specyfikacji Technicznych

kol1	kol.2	kol.3	kol.4	kol.5	kol.6
lp	Parametry; *1x400RMC/180 mm²* *64/110 kV*	Jedn.	IEC 60840	IEC 60840	Uwagi
	Dane konstrukcyjne				
0	Średnica żyły roboczej	mm	$23{,}5^{+0{,}3}$	-	
1	Minimalna grubość ekranu na żr	mm	0,6/1,0	1,0/1,4	
2	Minimalna grubość ekranu na izolacji	mm	0,6/1,0	0,5/1,0	
3	Żyła powrotna;. druty, taśma szt/śr/grub.	1/mm/mm	48/2,2/0,18	69/1,79/0,2	(+)
4	Znamionowa grub. powłoki	mm	3,2/2,62 MDPE	4,40 HDPE	+1,2 mm
5	Średnica zewnętrzna kabla	mm	70,8	72,1	+1,3 mm
6	Ciężar kabla	kg/km	8200	8178	(-)
	Dane transportowe				
7	Typ bębna /dl. odcinka/kg	/m/kg	30/1000/ 10500	26/837/8205	(-)
	Dane elektryczne				
8	Maksymalna R AC ż.r. 90^0C	Ω/km	0,062	0,061	
9	Reaktancja X w ukl.T	Ω/km	0,129	0,136	(+)
10	Reaktancja C	kΩ/km	18,57	18,03	
11	Reaktancja zerowa	Ω/km	0,078	0,064	(-)
12	Maks. E na żr / izol.	kV/mm	6,5/3,0	6,4/2,98	(-)
13	Straty diel. /fazę	W/m	0,221	0,227	
14	Poziom wnz przy 1,5 U_0	pC	≤ 5	≤ 5	
15	Prąd ładowania /fazę	A/km	3,45	1,44	-2,01 A/km
16	Moc ładowania	kVA/km	221	274	+ 53 kVA/km
17	Pojemnościowy prąd zwarcia	A/km	10,34	4,32	- 6,02 A/km
	Dane mechaniczne				
18	Minimalny promień gięcia /dopuszczalny	m	1,8/1,44	1,15/0,72	- 0,65 m/ -0,72 m
	Prądy zwarcia wg IEC60949				
19	Dopuszczalny I_{th} 1 s żr/zp	kA	57,8/34,4	57,2/36,5	
	Obciążalność prądowa 1 m, 20^0C, 1mK/W,				
20	w ziemi w ukł. T SB/BB	A	702/632	709/640	(+)
21	w powietrzu 35^0C, w ukł. T, SB/BB	A	848/786	854/801	(+)
	Badania				
22	Próba napięciowa AC/Imp/wnz	kV	160/550/96	160/550/96	

Adam Rynkowski. Kable elektroenergetyczne. Znaczenie i interpretacja danych w Specyfikacjach Technicznych Kabli. cz.1

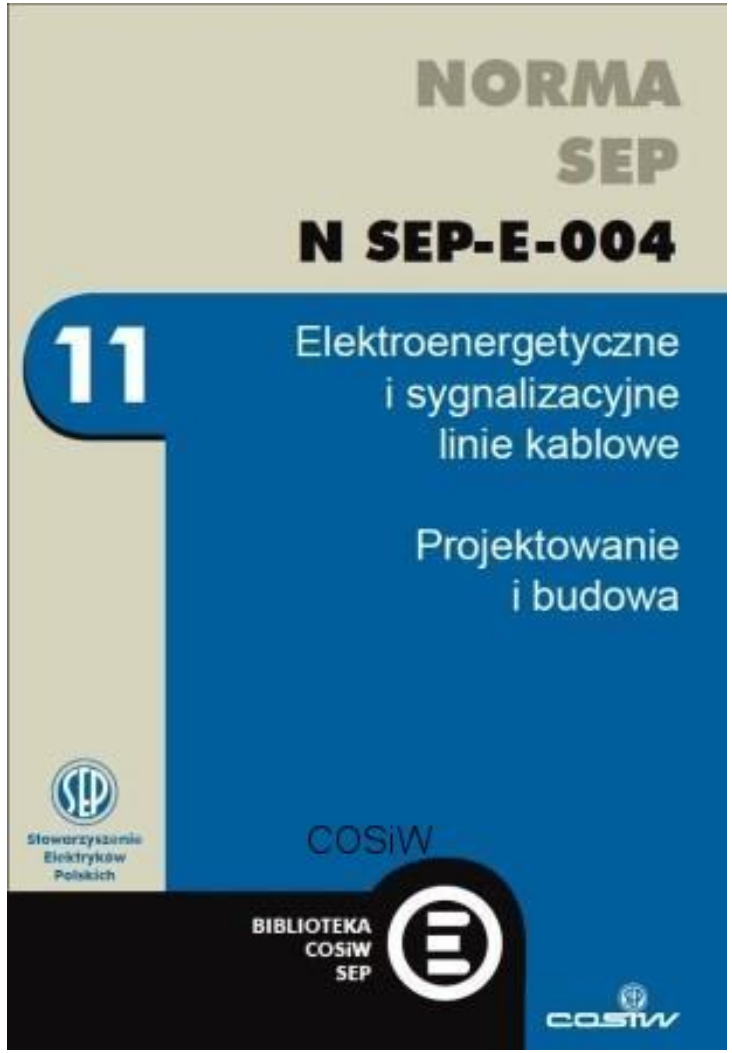



NORMA
SEP
N SEP-E-005
18
Dobór przewodów elektrycznych do zasilania urządzeń przeciwpożarowych, których funkcjonowanie jest niezbędne w czasie pożaru
Stowarzyszenie Elektryków Polskich
Polskie Centrum Promocji Miedzi
Copper Alliance
COSiW
BIBLIOTEKA COSiW SEP
COSiW

W opracowaniu -Norma N SEP-E-007

„Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych
Klasyfikacja zastosowań wyrobów kablowych
o określonej klasie odporności pożarowej
w obiektach budowlanych”

Adam Rynkowski. Kable elektroenergetyczne. Znaczenie i interpretacja danych w Specyfikacjach Technicznych Kabli. cz.1



Normy przywołane

PN-HD 603 S1:2006	**Distribution cables of rated voltage 0,6/1 kV (Kable rozdzielcze na napięcie znamionowe 0,6kV/1kV) ,**
PN-HD 604 S1:2002/A3:2006E	0,6/1 kV and 1,9/3,3 kV power cables with special fire performance for use in power stations (Kable rozdzielcze na napięcie znamionowe 0,6kV/1kV i 1,9/3,3 kV, nie przenoszące płomienia, przeznaczone do pracy w elektrowniach)
PN-HD 627 S1:2002/A2:2006E	Multicore and multipair cable for installation above and below ground (Kable energetyczne - Kable wielożyłowe i wieloparowe przeznaczone do układania w ziemi i na powietrzu)
PN-EN 50393:2006E	Test methods and requirements for accessories for use on distribution cables of rated voltage 0,6/1,0 (1,2) kV (Wymagania dotyczące złączek, koncówek i głowic zewnętrznych przeznaczonych do kabli na napięcie znamionowe 0,6/1 kV)
PN-HD 620 S2:2010E	Distribution cables with extruded insulation for rated voltages from 3.6/6(7,2) kV to 20,8/36(42) kV. (Kable energetyczne o izolacji wytłaczanej na napięcie znamionowe od 3,6/6 (7,2)kV do 20,8/36(42) kV).
PN-HD 622 S1:2003/A2:2006E	Power cables having rated voltages from 3,6/6 (7,2) kV up to and including 20,8/36(42)kV with special fire performance for use In Power stations (Kable elektroenergetyczne na napięcia znamionowe od 3,6/6 (7,2)kV do 20,8/36(42)kV o specjalnych charakterystykach ogniowych do stosowania w elektrowniach)
IEC 60502-1:2004	Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV) - Part 1: Cables for rated voltages of 1 kV (Um = 1,2 kV) and 3 kV (Um = 3,6 kV) (Kable elektroenergetyczne o izolacji wytłaczaneji i osprzęt do nich na napięcie znamionowe od 1 kV (Um= 1,2 kV) do 30 kV(Um= 36 kV). Część 1:Kable na napięcie znamionowe od 1 kV (Um= 1,2 kV) i 3 kV Um= 3,6 kV)
IEC 60502-2:2005	Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV) - Part 2: Cables for rated voltages from 6 kV (Um = 7,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV) (Kable elektroenergetyczne o izolacji wytłaczaneji i osprzęt do nich na napięcie znamionowe od 1 kV (Um= 1,2 kV) do 30 kV(Um= 36 kV). Część 2: Kable na napięcie znamionowe od 6 kV (Um=7,2 kV) do 30 kV Um= 36 kV)

IEC 60502-4:2005	**Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV) - Part 4: Test requirements on accessories for cables with rated voltages from 6 kV (Um = 7,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV) (Kable elektroenergetyczne o izolacji wytłaczanej i osprzęt do nich na napięcie znamionowe od 1 kV (Um= 1,2 kV) do 30 kV(Um= 36 kV). Część 4: Osprzęt do kabli na napięcie znamionowe od 6 kV (Um=7,2 kV) do 30 kV Um= 36 kV)**
IEC 60502-4:2010	Test methods for accessories for power cables with rated voltages from 6 kV (Um = 7,2 kV) up to 36 kV kV (Um = 42 kV) (IEC 61442:2005, modified) (Metody badania osprzętu do kabli elektroenergetycznych na napięcie znamionowe od 3,6/6 (7,2) kV do 20,8/36(42) kV)
PN-EN 61442:2005E	Test requirements on accessories for on power cables of rated voltage from 3,6/6 (7,2) kV up to 20,8/36 (42) kV Part 1: Cables with extruded insulation (Wymagania dotyczące osprzętu do kabli elektroenergetycznych na napięcia znamionowe od 3,6/6 (7,2) kV do 20,8/36 (42) kV- Cz.1 Kable o izolacji wytłaczanej)
PN-HD 632 S1:2003(U)	Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 36 kV (Um = 42 kV) up to 150 kV (Um = 170 kV (Kable energetyczne o izolacji wytłaczanej i osprzęt do nich na napięcie znamionowe od 36 kV(Um=42 kV) do 150 kV(Um=170 kV)
IEC 60840:2004	Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 30 kV (Um = 36 kV) up to 150 kV (Um = 170 kV) - Test methods and requirements (Kable energetyczne o izolacji wytłaczanej i osprzęt do nich na napięcie znamionowe powyżej 30 kV(Um=36 kV) do 150 kV(Um=170 kV)- Metody badań i wymagania)
PN-HD 621 S1:2003E	Medium voltage impregnated paper insulated distribution cables (Kable elektroenergetyczne średniego napięcia o izolacji papierowej przesyconej)
PN-HD 629.2 S2:2006E	Test requirements on accessories for power cables with rated voltage from 3,6/6 (7,2) kV up to 20,8/36 (42) kV Part 2: Cables with impregnatem paper insulation Wymagania dotyczące osprzętu do kabli elektroenergetycznych na napięcia znamionowe od 3,6/6(7,2) kV do 20,8/36(42) kV- Cz.2 Kable o izolacji papierowej przesyconej
PN-EN 62305-1:2011E	Ochrona odgromowa. Norma wieloczęściowa, Część 1,2,3,4.
IEC 60331	Tests for electric cables under fire conditions - circuit integrity. Norma wieloczęściowa.
PN-EN 1363-2:2001P	Badanie odporności ogniowej. Cześć 2. Procedury alternatywne i dodatkowe.
IEC 60287	Calculation of the continuous current rating of cables (100% load factor).
IEC 60949	Calculation of thermally permissible short-circuit current, taking into account non-adiabatic heating effects.
PN-E-01002:1997P	Słownik terminologiczny elektryki - Kable i przewody

Polska Norma – PN

Stosowanie Polskich Norm jest dobrowolne, chyba że obowiązek ich stosowania został wprowadzony w drodze rozporządzeń ministrów lub powołania się na normy w ustawach (art. 19, ust. 2 i 3 ustawy o normalizacji).

Powołanie się na Polską Normę może być datowane (przez podanie numeru normy oraz roku ustanowienia) lub nie datowane (przez podanie tylko numeru normy). Oznacza to, odpowiednio, że powołane zostało konkretne wydanie danej normy lub też, że należy stosować wydanie najnowsze.

Jeżeli w przepisie wprowadzającym obowiązek stosowania normy miało miejsce powołanie datowane, to obowiązek ten dotyczy konkretnej wersji normy, do czasu zmiany przepisu.

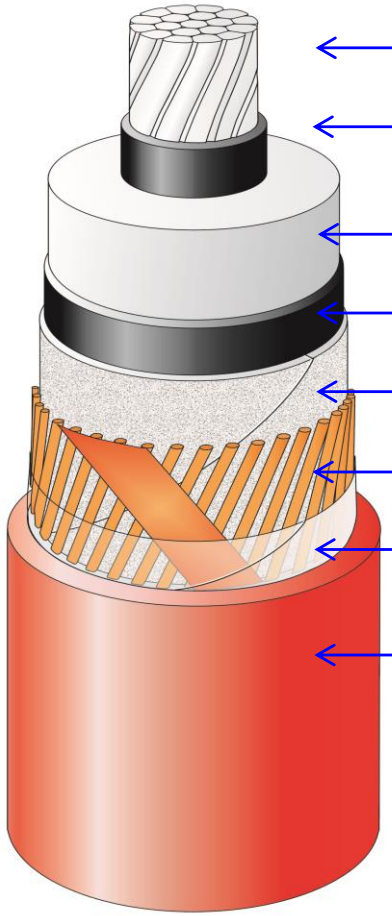
Polskie Normy są aktualizowane drogą nowelizacji lub też przez wprowadzenie do nich zmian lub dodatków. Zaleca się, aby użytkownik normy upewnił się, że dysponuje aktualną wersją normy (łącznie z treścią wprowadzonych modyfikacji).

Propozycje aktualizacji norm lub ich wycofania ze zbioru Polskich Norm można zgłaszać bezpośrednio do Biura Polskiego Komitetu Normalizacyjnego (00-050 Warszawa, ul. Świętokrzyska 14).

Informacji na temat aktualności PN oraz norm PN wprowadzonych do obowiązkowego stosowania udziela Ośrodek Informacji i Dokumentacji Biura PKN, 00-050 Warszawa, ul. Świętokrzyska 14, tel. (0-22) 556-77-55, fax (0-22) 556-74-16.

ISBN 83-236-7587-2

Kabel YHAKXS 1x120RMC/50 15kV ma poniższą konstrukcję



Żyła aluminiowa – średnica 12,5mm

Ekran półprzewodzący – grubość 0,5mm, średnica 13,5mm

Izolacja – grubość 4,5mm, średnica 22,7mm

Ekran półprzewodzący – grubość 0,5mm

Taśma półprzewodząca – grubość 0,3mm

Ekran metaliczny – 48 drutów o średnicy 1,17mm
(średnia średnica 26,2mm)

Taśma izolacyjna – grubość 0.1mm

Powłoka polietylenowa – 2,5mm, średnica 31,5mm

Kable sygnalizacyjne górnicze

YHKGSYFoyn, YHKGSYF(t, tl)yn
300/500 V; 0,6/1 kV

Budowa

Y	powłoka z polwinitu
H	ekran indywidualny żył z drutów miedzianych lub miedzianych ocynowanych
K	kabel
G	górniczy
S	sygnalizacyjny z żyłami miedzianymi jednodrutowymi
Y	izolacja z polwinitu
Ft	pancerz z taśm stalowych zabezpieczonych przed korozją
Ftl	pancerz z taśm stalowych zabezpieczonych przed korozją
Fo	pancerz z drutów stalowych okrągłych
yn	osłona polwinitowa nierozprzestrzeniająca płomienia

YHKGSYF(t,tl,o,p)yn sygnalizacyjny (S) kabel (K) górniczy (G) z żyłami miedzianymi o izolacji polwinitowej (Y), ekranowany indywidualnie (H) drutami miedzianymi lub miedzianymi ocynowanymi, w powłoce polwinitowej (Y), w pancerzu z taśm stalowych zabezpieczonych przed korozją (Ft,Ftl) lub z drutów stalowych okrągłych (Fo), w osłonie polwinitowej nierozprzestrzeniającej płomienia (yn) wytłoczonej na pancerz

Objaśnienie przykładu

YHKGSYFtlyn 6 x 1+1 0,6/1 kV
kabel YHKGSYFtlyn 7-żyłowy na napięcie znamionowe 0,6/1 kV o przekroju znamionowym żył roboczych i żyły ochronnej 1 mm²

Min. promień gięcia	12 x średnica kabla
Max. temperatura pracy	do +70 °C
Temperatura układania	do -5 °C
Napięcie probiercze	2500 V dla 300/500 V, 3500 V dla 0,6/1 kV
Napięcie znamionowe	300/500 V, 0,6/1 kV
Norma	ST-2005/TT-13/DP
Pojemność	Tabela 2 – str. 252
Indukcyjność	Tabela 2 – str. 252
Obciążalność prądowa	Tabela 3 – str. 253
Rezystancja żył	Tabela 4 – str. 253
Maksymalna siła ciągnąca	patrz warunki stosowania
Kolor izolacji żył	kod kolorów wg tabeli nr 47 str. 267 opcjonalnie naturalny żyły numerowane
Kolor osłony	szary dla 300/500 V żółty dla 0,6/1 kV lub do uzgodnienia
Opakowanie	bębny
informacja dodatkowa	załącznik 1, 3 – str. 269, 270

Zastosowanie

- w odkrywkowych, otworowych i podziemnych zakładach górniczych w polach niemetanowych i metanowych w wyrobiskach zaliczanych do stopnia „a", „b" lub „c" niebezpieczeństwa wybuchu metanu,
- w odkrywkowych, otworowych i podziemnych zakładach górniczych w wyrobiskach zaliczanych do klasy A lub B zagrożenia wybuchem pyłu węglowego,
- w wyrobiskach o nachyleniu do 45° przeznaczone są kable w pancerzu z taśm stalowych (Ft, Ftl)
- w wyrobiskach pionowych i w wyrobiskach o nachyleniu powyżej 45° przeznaczone są kable w pancerzu z drutów stalowych okrągłych (Fo)
- w obwodach iskrobezpiecznych,
- w odkrywkowych, otworowych i podziemnych zakładach górniczych również poza strefami zagrożonymi wybuchem.

Kable sygnalizacyjne górnicze

300/500 V; 0,6/1 kV

Dokumentacja wyrobu na **www.drutplast.com.pl**

- OT Opinia Techniczna nr 05/49
- A1 Atest nr 2082/A1-2/2011 - atest niezależnej jednostki
- A2 Atest nr 05/49/2/A2 - atest niezależnej jednostki
- Warunki stosowania
- CE Deklaracja zgodności z LVD 2006/95/WE

Ex

ATMOSFERA WYBUCHOWA

Kable do urządzeń elektrycznych w przestrzeniach zagrożonych wybuchem (np. w GAZOWNICTWIE, PRZEMYŚLE CHEMICZNYM I PETROCHEMICZNYM).

Zgodnie z grupą norm PN-EN 60079 kabel spełnia wymagania dla **Rodzaju A**.
Patrz załącznik nr 3 strona 270

Ilość i przekrój żył n x mm²	Średnica zewn. obl. mm	Masa kabla (netto) kg/km	Średnica zewn. obl. mm	Masa kabla (netto) kg/km	Średnica zewn. obl. mm	Masa kabla (netto) kg/km	Średnica zewn. obl. mm	Masa kabla (netto) kg/km
YHKGSYF(t,tl)yn 300/500 V			YHKGSYF(t,tl)yn 0,6/1 kV		YHKGSYFoyn 300/500 V		YHKGSYFoyn 0,6/1 kV	
2 x 1	11,4	192	12,6	224	11,4	157	12,6	186
2 x 1+1	12,0	224	13,1	255	12,0	187	13,1	216
3 x 1+1	13,0	262	13,9	293	13,0	223	13,9	250
4 x 1+1	13,8	297	14,9	333	13,8	255	14,9	287
6 x 1+1	14,7	350	16,1	403	14,7	305	16,1	353
9 x 1+1	18,1	478	19,7	541	18,1	422	19,7	480
11 x 1+1	18,5	523	20,2	594	18,5	466	20,2	531
13 x 1+1	19,2	574	21,4	672	19,2	515	21,4	606
18 x 1+1	21,4	720	23,4	821	21,4	654	23,4	748

Kable elektroenergetyczne mają żyły robocze wykonane z aluminium lub z miedzi, natomiast kable sygnalizacyjne wykonuje się tylko z żyłami miedzianymi. W kablach z izolacją wykonaną z gumy druty miedziane pokryte są stopem cynowym ze względu na szkodliwe wzajemne oddziaływanie gumy i miedzi.

Przekrój żyły roboczej zależy od przeznaczenia kabla, ale też od tego, ile żył jest w kablu oraz od rodzaju materiału przewodzącego żyły (miedź, aluminium).

Przekroje żył są znormalizowane i ustawione w odpowiednie szeregi (w mm^2):

− dla kabli elektroenergetycznych 0,6/1 kV są to wartości: 1;1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240; 300; 400; 500; 630; 800; 1000 mm^2.
− dla kabli elektroenergetycznych powyżej 1 kV: 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240; 300; 400; 500; 630 mm^2,
− dla kabli elektroenergetycznych średnich napięć w izolacji z polietylenu usieciowanego praktycznie od 50 mm^2 do 1000 mm^2: 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240; 300; 400; 500; 630; 800; 1000 mm^2,
− dla kabli sygnalizacyjnych od 1 do 10 mm^2: 1;1,5; 2,5; 4; 6; 10 mm^2.

W zależności od napięcia znamionowego kable elektroenergetyczne wykonuje się jako jedno-, trój-, cztero- i pięciożyłowe (0,6/1 kV), jedno- lub trójżyłowe (średnich napięć), jednożyłowe (110 kV), natomiast kable sygnalizacyjne wykonuje się jako wielożyłowe w liczbie od 2 do 75 żył.

Rezystancja żył roboczych

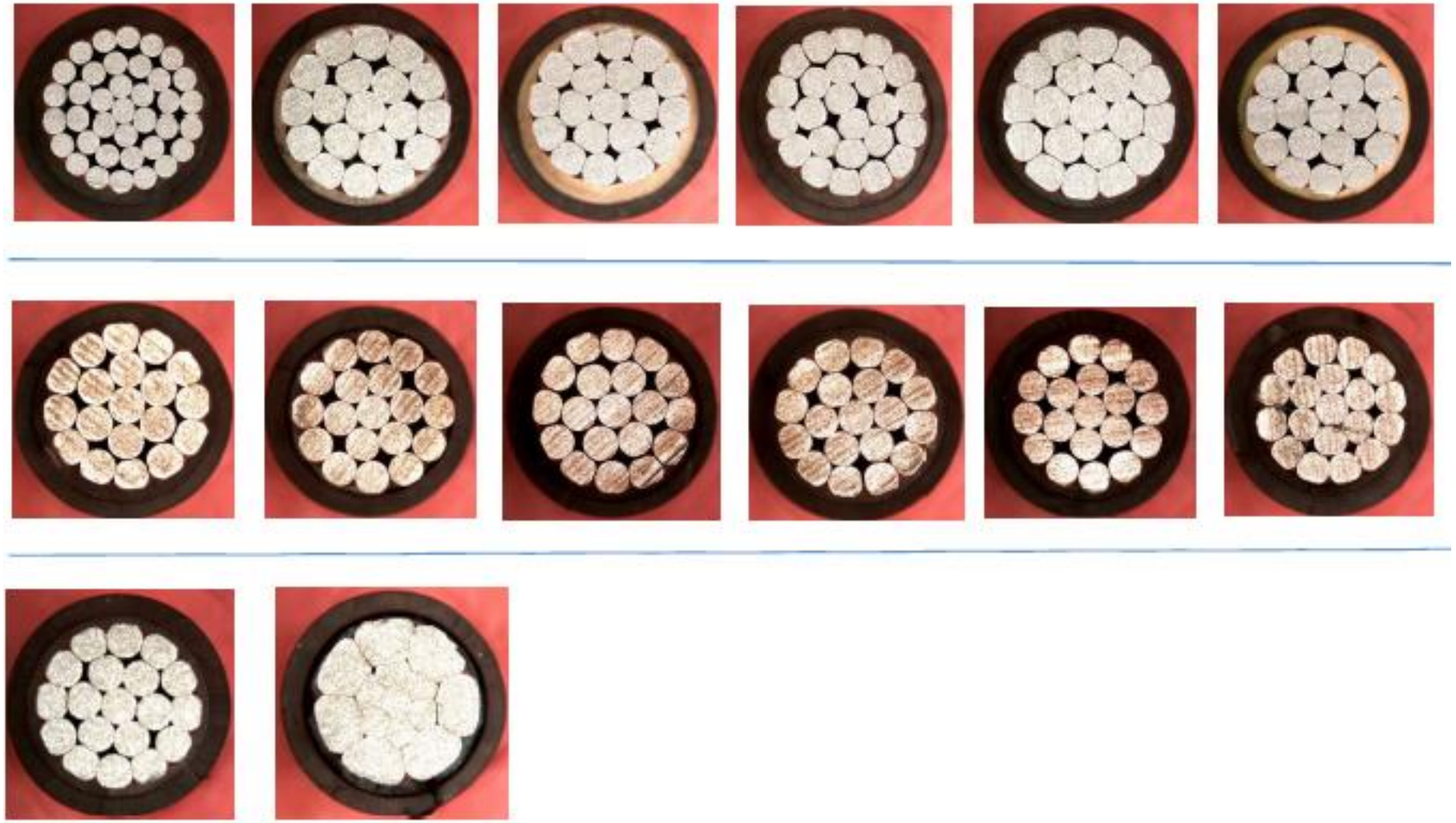
Największą dopuszczalną rezystancję żył roboczych miedzianych i aluminiowych w temperaturze +20°C przy napięciu stałym przedstawiono w tablicy 1.14. Podane wartości dotyczą rezystancji żył roboczych w gotowych kablach, zarówno jedno- jak i wielożyłowych. Są one całkowicie zgodne z wartościami rezystancji żył podanymi w Publikacji 228 IEC i dotyczą żył klasy 1 i 2.

Tablica 1.14. Rezystancja żył roboczych zależnie od przekroju żyły i materiału

Największa dopuszczalna rezystancja żył [Ω/km]											
Przekrój znamionowy żyły [mm^2]	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70
Żyły Cu	18,1	12,1	7,41	4,61	3,08	1,83	1,15	0,727	0,524	0,387	0,26
Żyły AL		18,1	12,1	7,41	4,61	3,08	1,91	1,20	0,868	0,641	0,44

Przekrój znamionowy żyły [mm^2]	95	120	150	185	240	300	400	500	630	800	1000
Żyły Cu	0,193	0,153	0,124	0,0991	0,0754	0,0601	0,0470	0,0366	0,0283	0,0221	0,01
Żyły AL	0,320	0,253	0,206	0,164	0,125	0,100	0,0778	0,0605	0,0469	0,0367	0,02

Adam Rynkowski. Kable elektroenergetyczne. Znaczenie i interpretacja danych w Specyfikacjach Technicznych Kabli. cz.1



Klasy giętkości

Konstrukcja żył roboczych kabli może być jedno- lub wielodrutowa. W zależności od liczby drutów w żyle rozróżnia się dwie klasy giętkości żył. W tablicy 1.13 przedstawiono liczbę drutów w żyłach kabli elektroenergetycznych i sygnalizacyjnych w zależności od znormalizowanego przekroju żył. Jak można zauważyć, inna liczba drutów jest dla żył wykonanych w klasie 1, a inna dla żył klasy 2. Żyły robocze wykonane w klasie 1 mają maksymalnie 37 drutów, a w klasie 2 liczba drutów dochodzi do 127.

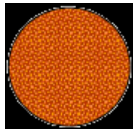
. Liczba drutów w żyle zależnie od przekroju znamionowego żyły i klasy giętkości

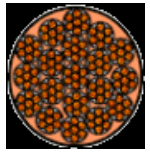
	Przekrój znamionowy	mm^2	1	1,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630	800	1000
	Klasa 1	liczba drutów	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	7	19	19	19	37	37	37	37	37	37	37
	Klasa 2	liczba drutów	7	7	7	7	7	7	7	7	19	19	19	37	37	37	61	61	61	61	127	127	127

Zaletą żył wielodrutowych jest to, że kable są bardziej giętkie i łatwiejsze w układaniu. Można założyć, że są mniej zawodne (szczególnie dla kabli nN), gdyż pęknięcie jednego drutu w takiej żyle nie powoduje przerwy w obwodzie elektrycznym. Dla wyższych napięć pęknięty drut może stanowić zagrożenie dla izolacji, prowadzące do przebicia kabla.

Żyły podzielone na cztery klasy (1,2,5,6) zgodnie z normą IEC 228. Konstrukcja żyły świadczy o klasie przewodu (pojedynczy drut lub linka składająca się z większej ilości drutów). Odpowiednie sposoby ułożenia drutów w żyle, zapewniają pewne właściwości, które są istotne przy montażu/układaniu przewodów (np. maksymalny promień gięcia).

Klasa żyły / Zastosowanie	Rysunek / Budowa
1 drut (max. 10/16mm2) ułożenie stałe	drut pojedynczy
2 linka - ułożenie stałe	drut pojedynczy
5 linka z cienkich drutów dla przewodów/kabli elastycznych/giętkich	drut pojedynczy
6 linka z bardzo cienkich drutów dla przewodów elastycznych/giętkich	skrętka (linka)





Polski odpowiednik normy IEC228 - norma PN-EN 60228:2005(U): Żyły do kabli i przewodów

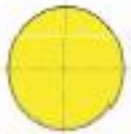
Kształt żył

Kształt żył zależy od przeznaczenia i konstrukcji kabla. Rozróżnia się żyły robocze okrągłe, (segmentowe), sektorowe, owalne i profilowane. Kształty te mają zastosowanie dla żył jedno- i wielodrutowych, ale wprowadzono pewne ograniczenia:

− dla kabli sygnalizacyjnych znormalizowano przekrój kołowy jednodrutowy (klasy 1) i wielodrutowy (klasy 2),
− dla kabli elektroenergetycznych niskich napięć znormalizowano przekrój kołowy (klasy 1 i 2) oraz przekrój sektorowy (również klasy 1 i 2),
− dla kabli elektroenergetycznych średnich napięć znormalizowano dodatkowo jak dla kabli niskich napięć przekrój owalny – obecnie bardzo rzadko stosowany .

okrągły
wielodrutowy „RM"

Żyły okrągłe AL. lub Cu
wielodrutowe „RM" Klasy II



okrągły
jednodrutowy „RE"

Żyły okrągłe AL. lub Cu
jednodrutowe „RE" Klasy I

sektorowy
wielodrutowy „SM"

Żyły sektorowe AL. lub Cu
wielodrutowe „SM" Klasy II

sektorowy
jednodrutowy „SE"

Żyły sektorowe AL.
jednodrutowe „SE" Klasy I

Izolacja żył

Do najczęściej stosowanych w kablach materiałów izolacyjnych należą tworzywa sztuczne: polichlorek winylu (PCW/PCV, polwinit), polietylen termoplastyczny (PE), polietylen usieciowany (XLPE) oraz guma etylenowo-propylenowa (EPDM) i guma silikonowa (S). Kable o izolacji papierowej przesyconej syciwem nieściekającym są sukcesywnie wycofywane z eksploatacji i nieprodukowane. Kable o izolacji papierowej oraz kable SN o izolacji polietylenowej termoplastycznej zastępowane są kablami o nowej konstrukcji i o izolacji z polietylenu usieciowanego.

Polietylen usieciowany, jako materiał na izolację żył kabli elektroenergetycznych, ma w stosunku do PCV, kilka istotnych zalet:

− lepsze parametry elektryczne i dielektryczne,

− wyższą dopuszczalną temperaturę pracy żyły (90°C zamiast 70°C), a dzięki temu wyższą obciążalność prądową długotrwałą żył roboczych,

− wyższą dopuszczalną temperaturę żyły przy zwarciu (250°C zamiast 160°C),

Ekrany przewodzące

Niemetaliczne, przewodzące ekrany na żyłach roboczych i na izolacji są wymagane i stosowane w kablach elektroenergetycznych na napięcie znamionowe powyżej 6−10 kV.

Ekran przewodzący na żyle roboczej ma na celu wyrównanie i zmniejszenie natężenia pola elektrycznego nad powierzchnią zewnętrzną metalowej żyły oraz ochronę izolacji przed uszkodzeniem mechanicznym i cieplnym. Wykonywany jest w postaci warstwy wytłoczonego tworzywa przewodzącego, wyprodukowanego na bazie materiału izolacyjnego kabla, np. polietylenu lub obwoju niemetalicznego materiału przewodzącego (np. papieru). Ekran na żyle może składać się z kilku warstw przewodzących. Zasadniczo, warstwa przewodząca znajdująca się bezpośrednio pod izolacją kabla powinna być warstwą wytłoczoną z tworzywa sztucznego. W niektórych konstrukcjach kabli wielożyłowych ekrany przewodzące są nakładane na zwinięte izolowane żyły (ośrodek kabla), na które z kolei nawijane mogą być ekrany metalowe.

Dla kabli o promieniowym rozkładzie pola elektrycznego (jednożyłowych) oprócz ekranów na żyle roboczej stosuje się ekrany przewodzące nakładane na izolację żył. W zależności od rodzaju izolacji oraz konstrukcji kabli wykonuje się je z warstwy tworzywa przewodzącego lub warstwy grafitu. Warstwy te pokrywane są dodatkowo obwojami z niemetalicznej taśmy przewodzącej lub metalizowanego czy przewodzącego papieru. Zadaniem dodatkowych obwojów przewodzących jest ochrona izolacji przed ewentualnymi uszkodzeniami mechanicznymi i cieplnymi ze strony metalowej żyły powrotnej, w szczególności podczas przepływu prądów zwarciowych. Mogą one pełnić również rolę taśm zapobiegających przenikaniu wody wzdłuż drutów oraz taśm żył powrotnych.

Wytłoczone ekrany przewodzące na żyle roboczej i na izolacji kabla pozwalają na uzyskanie dobrego połączenia z izolacją kabla pod względem elektrycznym, mechanicznym i cieplnym.

Żyła ochronna (żo)

Jest to jedna z izolowanych żył w wiązce przewodów lub kablu wyróżniona barwą lub kształtem , służąca do połączenia metalowych części urządzenia elektrycznego, mogących się przypadkowo znaleźć pod napięciem, z układem ochronnym instalacji elektrycznej. Podczas normalnej pracy urządzenia elektrycznego przez żyłę ochronną nie powinien płynąć prąd. Żyła ochronna jest przeznaczona wyłącznie do pełnienia roli przewodu ochronnego i nie może być wykorzystywana do żadnych innych celów. Izolacja żyły ochronnej (PE) jest dwubarwna: zielono−żółta.

Żyła ochronna występuje w kablach niskonapięciowych, wielożyłowych (więcej niż dwie żyły). W przypadku kabla wielowarstwowego, żyła ochronna jest umieszczana w warstwie zewnętrznej. Dla żył roboczych o przekroju do 16mm^2 przekrój żyły ochronnej musi być taki sam jak przekrój żył roboczych. Dla żył roboczych o większych przekrojach dopuszcza się stosowanie żył ochronnych o mniejszych przekrojach.

W niektórych rodzajach kabli, np. pięciożyłowych, żyła ochronna jest wykonywana w postaci warstwy drutów nawiniętych współosiowo na ośrodek kabla ze skrętem spiralnym lub skrętem falowym (SZ). Zastosowanie współosiowej żyły ochronnej z drutów miedzianych (niezależnie od użytego materiału na żyły robocze) zwiększa trwałość kabla i zmniejsza możliwość przypadkowego dotyku do żyły roboczej w razie uszkodzenia kabla. Skręt falowy takiej żyły ochronnej umożliwia wykonywanie do niej przyłączy bez konieczności jej rozcinania.

Żyła powrotna (żp)

Jest to element konstrukcji (budowy) kabla przeznaczony do przewodzenia prądu, zwany też ekranem metalicznym. Żyła powrotna jest nałożona współosiowo na ośrodek kabla lub na izolację. Służy ona do przewodzenia prądów zakłóceniowych, tj. zwarciowych i wyrównawczych w układzie wielofazowym. Chroni przed porażeniem w przypadku uszkodzenia powłoki i izolacji kabla. Wykonana jest z taśm miedzianych lub drutów miedzianych. Dopuszcza się, aby w kablach wielożyłowych rolę żyły powrotnej spełniał pancerz kabla z drutów stalowych pod warunkiem, że jego obciążalność zwarciowa będzie co najmniej równa obciążalności zwarciowej żyły wykonanej z miedzi dla przedmiotowego kabla. Żyła powrotna powinna być stosowana w kablach elektroenergetycznych powyżej 1 kV. W kablach jednożyłowych żyłę powrotną nakłada się na warstwy przewodzące nad ekranem na izolacji. W kablach wielożyłowych żyła powrotna może być nałożona na ekran na izolacji każdej z żył roboczych lub nałożona na skręcone razem żyły kabli lub przewodzącą powłokę wypełniającą.

Żyła probiercza (żpr)

Jest to żyła izolowana klasy 1 umieszczona najczęściej w żyle roboczej, służąca do pomiarów, sygnalizacji lub innego rodzaju obsługi urządzenia elektrycznego. Barwy izolacji tych żył nie normalizuje się. Zaleca się stosowanie barw o jasnych odcieniach. Rozróżnia się dwa przekroje żył probierczych: 1,5 mm^2 (dla żył roboczych 400 mm^2 i 500 mm^2) i 2,5 mm^2 (dla 630 mm^2). Stosowana jest w kablach elektroenergetycznych jednożyłowych o przekroju żyły roboczej 400, 500 i 630 mm^2.

Żyła neutralna (zerowa)

Występuje w kablach czterożyłowych i ma barwę niebieską. W przypadku kabli elektroenergetycznych czterożyłowych niskonapięciowych (0,6/1 kV) o przekroju żył roboczych większym niż 10 mm^2 żyła neutralna może mieć przekrój zmniejszony w stosunku do żył roboczych kabla. Żyła neutralna może być wykorzystywana również do innych celów, ale nie może być przewodem ochronnym.

Należy zwrócić uwagę, że w kablach sygnalizacyjnych wielożyłowych (powyżej 5) wśród żył roboczych stosuje się i wyróżnia żyłę licznikową (brązowa) i kierunkową (niebieska).

Skręcone izolowane żyły stanowią ośrodek kabla. Dla kabli elektroenergetycznych na napięcie 0,6/1 kV budowę ośrodka przedstawiono w tabl. 1.17.

Tablica 1.17. Budowa ośrodka kabli elektrycznych na napięcie 0,6/1 kV

.	Liczba żył w kablu	Żyła ochronna	Żyły inne niż ochronna
	2		niebieska, brązowa
	3	zielono-żółta	niebieska, brązowa
			brązowa, czarna, szara
	4	zielono-żółta	brązowa, czarna ,szara
			niebieska, brązowa, czarna ,szara
	5	zielono-żółta	niebieska, brązowa, czarna ,szara
			niebieska, brązowa, czarna ,szara, czarna

Uwaga: W związku z ujednoliceniem na rynku Unii Europejskiej po 1 kwietnia 2006 roku zasad oznakowania kolorów żył w kablach i przewodach na napięcie znamionowe do 1 kV zgodnie z wymaganiami normy PN-HD 308 S2: 2002 (U) nastąpiła **zmiana kolorystyki żył roboczych** na kolory jak wyżej.

Powłoki

Powłoką nazywamy element konstrukcji kabla, który służy do ochrony kabla przed szkodliwym wpływem czynników zewnętrznych (np. atmosferycznych, chemicznych, mechanicznych). Powłoka otacza izolację lub ośrodek kabla i może być wykonana z materiałów zarówno nieprzewodzących (np. izolacyjnych), jak i przewodzących (np. metalowych). Powłoka może być wykonana w postaci obwoju, oplotu lub jednolitej warstwy otaczającej.

Obwój jest to owinięcie wykonane przędzą, nitką, taśmą lub drutem. Oplot jest to siatkowa warstwa z przędzy, nici lub drutów.

Najczęściej powłoki kabli są wykonywane w postaci jednolitej warstwy otaczającej wytłoczonej z polichlorku winylu (PCV), polietylenu termoplastycznego (PE, MDPE, HDPE) lub w postaci rury wyciskanej z ołowiu (Pb) lub aluminium (AL).

Kable o izolacji z tworzyw sztucznych, np. XLPE, na średnie napięcia mogą mieć pod powłoką umieszczoną wzdłużną taśmę aluminiową lub miedzianą zapobiegającą przenikaniu wody (R) wgłąb kabla. Wzdłużna taśma jest pokryta kopolimerem w taki sposób, że wraz z powłoką, np. polietylenową, stanowią jedną nierozerwalną całość zabezpieczającą kabel przed promieniowym wnikaniem wilgoci. Wzdłużna taśma nie tworzy zwoju zwartego, obejmuje warstwy kabli w postaci wzdłużnej metalowej taśmy otaczającej z izolowaną wzdłużną zakładką. Pod metalową warstwą przeciwwilgociowej blokady promieniowej znajduje się niemetaliczna warstwa przewodząca (U), zabezpieczająca jednocześnie kabel przed przenikaniem wilgoci (wody) wzdłuż drutów żyły powrotnej. Warstwę tę tworzą obwoje ze specjalnej taśmy przewodzącej, która zwiększa swoją objętość podczas kontaktu z wodą i mechanicznie zapobiega wzdłużnemu przenikaniu wody do kabla.

Powłoki kabli są bardzo ważne z punktu widzenia ochrony kabli. Powłoki z tworzyw sztucznych pomimo wielu zalet mają jednak wspólną, ujemną cechę, jaką jest łatwość zapłonu. Cecha ta ujawnia się szczególnie wtedy, gdy kable nie tworzą linii kablowych ułożonych w ziemi. Po przekroczeniu określonej temperatury samozapalenia, paląca się powłoka czy kabel mogą stanowić dodatkowe zagrożenie ze względu na dymotwórczość, korozyjność i toksyczność gazów, a także ze względu na podtrzymywanie i rozprzestrzenianie się ognia i ciepła. W celu ograniczenia zagrożeń produkuje się tworzywa sztuczne na powłoki i izolację zawierające środki (dodatki) niepalne lub samogasnące lub ograniczające wydzielanie dymów czy korozję. Kable zawierające modyfikowane materiały ciepłoodporne, nierozprzestrzeniające ognia czy bezhalogenowe są odpowiednio oznakowane poprzez dodanie liter: c, n lub N.

Kable o powłokach ołowianych są droższe i mają dużą masę. Stosuje się je w wyjątkowo ciężkich warunkach terenowych oraz w warunkach zagrożonia wybuchem (np. rafinerie). Powłoka metalowa ołowiana może pełnić funkcję żyły powrotnej. W celu zmniejszenia poziomu prądów błądzących w kablach z powłoką ołowianą można stosować dodatkowo ekran z drutów miedzianych.

Kable o powłokach aluminiowych są lżejsze od kabli z powłoką ołowianą i mają tę zaletę, że mogą nie mieć pancerza, gdyż powłoka aluminiowa jest na ogół wystarczająco wytrzymała mechanicznie. Konstrukcja kabla z falowaną (korugowaną) bezszwową powłoką aluminiową skutecznie ogranicza straty i uszkodzenia mechaniczne linii kablowych.

1.3.1.6. Wypełnienie

Materiał izolacyjny wypełniający szczeliny między izolacją żył a powłoką kabla i nadający skręconemu ośrodkowi profil kołowy jest nazywany wypełnieniem. Wypełnienie ogranicza przemieszczanie i odkształcanie się profilu kabla oraz może, w określonych warunkach, zapobiegać rozwijaniu się szkodliwych wyładowań niezupełnych.

Na wypełnienie stosuje się papier, materiały włókniste i tworzywa sztuczne. Wypełnienie stosuje się w postaci wkładek, obwojów lub wytłoczenia.

1.3.1.7. Pancerz

W celu ochrony kabla przed uszkodzeniami mechanicznymi lub indukcyjnym oddziaływaniem linii elektroenergetycznych, trakcji elektrycznej lub wyładowań elektrycznych stosuje się pancerz. Wykonywany jest on z drutów stalowych ocynkowanych okrągłych lub profilowych wraz z taśmą stalową stanowiącą spiralę przeciwskrętną albo z taśm stalowych nawiniętych spiralnie na powłokę kabla. Opancerzenie kabla drutami umożliwia przenoszenie przez kabel znacznych naprężeń wzdłużnych. Zdarzają się przypadki, że pancerz spełnia rolę żyły powrotnej, wówczas część drutów pancerza może być miedziana.

1.3.1.8. Osłona zewnętrzna

Każdy kabel oprócz powłoki może zawierać w swojej konstrukcji dodatkowe warstwy ochronne. Warstwy te nazywane są osłonami. Osłona zewnętrzna (warstwa ochronna lub zespół warstw ochronnych wytłoczonych lub nałożonych na kabel w postaci obwojów, czasami oplotów) chroni kabel, a w szczególności pancerz lub powłokę przed szkodliwym wpływem czynników chemicznych i wilgoci lub uszkodzeniami mechanicznymi.

Najczęściej na osłony zewnętrze stosuje się polichlorek winylu lub polietylen (MDPE, HDPE), a w przypadku kabli klasycznych może to być osłona włóknista (nasycony materiał włóknisty).

oznakowanie

Każdy rodzaj kabla jest oznaczony symbolem określającym materiały użyte do wyrobu, konstrukcję lub przeznaczenie, a także jego napięcie znamionowe oraz liczbę, przekrój i budowę żył oraz normę, zgodnie z którą dany kabel jest wykonywany i badany.

Centralnym punktem oznaczenia jest litera K. Jest też kilka członów opisujących fragmenty konstrukcji kabla. Dla kabli jednożyłowych SN i WN można przyjąć, że na lewo od litery K podane są symbole oznaczające podstawowe dane dotyczące powłoki i warstw kabla pod powłoką, a na prawo rodzaj izolacji i warstw nad powłoką kabla. Dalej podana jest liczba żył i ich przekrój oraz symbol konstrukcji żył roboczych. W kolejności podany też jest przekrój żyły powrotnej oraz napięcie znamionowe kabla oraz napięcie znamionowe i maksymalne sieci, w której dany kabel może pracować. W dalszej części oznakowania kabla na prawo podany jest norma (lub dokument), według której dany kabel został zaprojektowany, wykonany i zbadany. Na lewo od litery K podawany jest też symbol konstrukcji kabla (H) i symbol A dla żyły roboczej z aluminium. Dla żyły miedzianej symbol materiału żyły jest pominięty.

Oznaczenie napieciowe

W oznaczeniu napięciowym kabla podane są trzy kolejne liczby związane z jego parametrami napięciowymi: $U_o/U/U_m$ (wg normy IEC 60183).

Są to następujace parametry napięciowe kabla:

Napięcie znamionowe kabla, czyli *najwyższe znamionowe napięcie fazowe sieci, w której kabel może pracować* − U_o – jest to wartość skuteczna napięcia prądu przemiennego o częstotliwości przemysłowej między dowolną żyłą roboczą a ziemią lub ekranem kabla lub żyłą powrotną kabla lub metalową powłoką kabla, dla której kabel został zaprojektowany.

Najwyższe znamionowe napięcie międzyprzewodowe sieci, w której kabel może pracować − U – jest to wartość skuteczna napięcia prądu przemiennego o częstotliwości przemysłowej między dowolnymi żyłami fazowymi kabla, dla której kabel został zaprojektowany.

Największa wartość napięcia roboczego kabla, która może wystąpić w normalnych warunkach eksploatacyjnych, w dowolnym czasie i w dowolnym miejscu systemu, czyli *najwyższe robocze napięcie międzyprzewodowe sieci, w której kabel może pracować* − U_m – jest to największa wartość skuteczna napięcia prądu przemiennego o częstotliwości przemysłowej między dowolnymi żyłami roboczymi kabla, dla której kabel został zaprojektowany.

Określenie *największej wartość napięcia roboczego kabla* nie obejmuje czasowych przepięć spowodowanych warunkami zakłóceniowymi lub łączeniowymi.

Oznaczenia budowy

W celu identyfikacji budowy żył roboczych, w najnowszych wydaniach norm wprowadzono następujące oznaczenia kształtu i budowy żyły, pisane po przekroju żył:

RE – okrągła jednodrutowa,
RM − okrągła wielodrutowa,
RMC − okrągła wielodrutowa zagęszczona,
SE − segmentowa jednodrutowa,
SM − segmentowa wielodrutowa.

Materiał wypełnienia

y − wypełnienie z polwinitu

Materiał powłoki

Y − polwinit (PCW)
Yc − polwinit ciepłoodporny
Yn − polwinit o zwiększonej odporności na rozprzestrzenianie płomienia
X − polietylen (PE, MDPE,HDPE)
XS − polietylen usieciowany
Xn − polietylen o zwiększonej odporności na rozprzestrzenianie płomienia
N − materiał bezhalogenowy o zwiększonej odporności na rozprzestrzenianie płomienia
G − guma

Inne cechy

H – kabel o polu promieniowym
U – kabel uszczelniony wzdłużnie
R – kabel uszczelniony promieniowo
RU – kabel uszczelniony promieniowo i wzdłużnie

Materiał żyły

Brak oznaczenia – miedź
A – aluminium

Rodzaj kabla

K – kabel elektroenergetyczny
KS – kabel sygnalizacyjny

Materiał izolacji

n – izolacja papierowa z syciwem nieściekającym
Y – polwinit (PCW)
Yc – polwinit ciepłoodporny
X – polietylen (PE)
XS – polietylen usieciowany (XLPE)
G – guma

Pancerz

Ft – taśmy stalowe
Ftl – taśmy stalowe lakierowane
Fp – druty stalowe płaskie (profilowe) ocynkowane
Fo – druty stalowe okrągłe ocynkowane
u – oplot z drutów stalowych (uzbrojenie)

Osłona ochronna

A – włóknista
y – polwinitowa
yn – polwinitowauniepalniona
x – polietylenowa

Dodatkowe oznaczenia

żo – umieszczone na końcu symbolu kabla oznacza żyłę ochronną
żp – umieszczone na końcu symbolu kabla oznacza żyłę probierczą

W symbolu literowym kabla mogą być ujęte także warunki pracy kabla, np. w symbolu YAKY-T litera T na końcu oznacza, że kabel jest przeznaczony do pracy w warunkach tropikalnych.

YKY 4x240 SM 0,6/1kV PN-HD 603 S1
Kabel elektroenergetyczny K, w powłoce polwinitowej Y, o żyłach miedzianych (nie podaje się w oznaczeniu kabla symbolu miedzi), w izolacji polwinitowej Y, o trzech żyłach roboczych o przekroju 240 mm^2 i jednej żyle neutralnej o przekroju 240 mm^2, wszystkie w kształcie sektora wielodrutowego SM. Kabel na napięcie znamionowe 0,6 /1 kV, zaprojektowany, wykonany i zbadany wg PN-HD 603 S1.

YKSXSFty 14x1,5 mm^2 0,6/1 kV
Kabel sygnalizacyjny KS, o izolacji z polietylenu sieciowanego XS i powłoce polwinitowej Y, opancerzony taśmami stalowymi Ft, z wytłoczoną na pancerz polwinitową osłoną ochronną y , 14-żyłowy, o przekroju 1,5 mm^2, na napięcie znamionowe 0,6/1 kV.

XRUHKXS 1x240RMC/1x50 mm^2 12/20 kV , PN-HD 620-10C
Kabel K elektroenergetyczny o polu promieniowym H, w powłoce polietylenowej X, jednożyłowy, o izolacji z polietylenu usieciowanego XS, uszczelniony wzdłużnie U i promieniowo R, z żyłą roboczą miedzianą, okrągłą wielodrutową zagęszczaną RMC, o przekroju znamionowym 240 mm^2, z miedzianą żyłą powrotną o przekroju znamionowym 50 mm^2, kabel na napięcie znamionowe 12/20 kV, zaprojektowany, wykonany i zbadany wg PN-HD 620-10C.

HAKnFtA 3x120RM mm^2 8,7/15 kV ,
Kabel K elektroenergetyczny o polu elektrycznym promieniowym H, z trzema okrągłymi wielodrutowymi żyłami roboczymi aluminiowymi o przekroju znamionowym 120 mm^2 w izolacji papierowej przesyconej syciwem nieściekającym n i powłoce ołowianej, opancerzony taśmami stalowymi Ft z osłoną włóknistą A, na napięcie znamionowe 8,7/15 kV.

Klasyfikacja przewodów zharmonizowanych na napięcie do 450/750V wg PN-HD 361 S3.

Oznaczenie klasyfikacyjne przewodu składa się z trzech uwzględniających podstawowe właściwości przewodu:
związek z systemem normalizacji i napięcie znamionowe.

H - przewód wykonany wg normy zharmonizowanej
A - przewód typu krajowego, wymieniony w odpowiednim załączniku do normy zharmonizowanej

01 - przewody na napięcie 100/100V
03 - przewody na napięcie 300/300V
05 - przewody na napięcie 300/500V
07 - przewody na napięcie 450/750V
budowa przewodu (rozpoczynając od materiału izolacyjnego) następnie, po kresce, materiał i budowa żyły

Materiały izolacyjne i niemetalowe materiały powłokowe.
V - poliwinit zwyczjny
V2 - poliwinit ciepłoodporny do pracy ciągłej 90°C
V3 - poliwinit do przewodów układanych w niskiej temperaturze
V4 - poliwinit usieciowany

V5 - poliwinit specjalny olejoodporny

H 07 Z Z - F 5 G 2,5

Z - usieciowana mieszanka poliolefinowa o małej emisji gazów korozyjnych
Z1 - termoplastyczna mieszanka poliolefinowa o małej emisji gazów korozyjnych
S - kauczuk silikonowy
Q - poliuretan
R - zwyczajna guma etylenowo-polipropylenowa
N - guma polichloroprenowa nierozprzestrzeniająca ognia
N2 - specjalna mieszanka polichloroprenowa na powłoki przewodów spawalniczych
N4 - polietylen chlorosulfonowany lub polietylen chlorowany
G - kopolimer etylen/octan winylu EVA

H 05 V V C4 V5 - F 4 G 0,75

Żyły koncentryczne i ekrany oraz budowa specjalna:
C - koncentryczna żyła miedziana
C4 - ekran miedziany nałożony na ośrodek
H - przewód płaski o rozdzieralnych żyłach
H2 - przewód płaski o nierozdzieralnych żyłach
H6 - przewód płaski 3 lub więcej żyłowy
H7 - przewód z wytłoczoną podwójną warstwą izolacyjną
H8 - przewód rozciągalny

Budowa żyły:

- **F** - giętka do przewodów i sznurów giętkich (kl.5)
- **H** - bardzo gietka do przewodów i sznurów giętkich (kl.6)
- **K** - giętka do przewodów układanych na stałe (kl.5)
- **R** - sztywna skrecana (kl.2)
- **U** - okrągła jednodrutowa (kl.1)
- **D** - giętka stosowana w przewodach spawalniczych
- **E** - bardzo giętka stosowana w przewodach spawalniczych

- *liczba i przekrój znamionowy żył przewodzących*

X - przewody bezżyły żółto-zielonej

G - przewody z żyłą żółto-zieloną

np.: H03VVH2-F 2x0,5

Dyrektywie tej podlegają kable i przewody przeznaczone na napięcie od 50 do 1000V prądu przemiennego i 75 do 1500V prądu stałego. Wszystkie wyroby spełniające to wymaganie, podlegają oznakowaniu znakiem CE. Kable te mają jednolitą kolorystykę żył wg PN-HD 308 S2 (inną niż podana w normach PN).

Nazewnictwo polskie	**Nazewnictwo wg Dyrektywy LVD 73/23 EEC**
SMYp 300/300V	H03 VH-H
OMY 300/300V	H03 VV-F
OMYp 300/300V	H03 VVH2-F
LgY 300/500V	H05 V-K
DY 300/500V	H05 V-U
OWY 300/500V	H05 VV-F
OW	H05 RR-F
OPd	H07 RR-F
LgY 450/750V	H07 V-K
DY 450/750V	H07 V-U
YDYżo 300/500V	NYM-J
YDY 300/500V	NYM-O
YKYżo 0,6/1kV	NYY-J
YKY 0,6/1kV	NYY-O
YAKY 0,6/1kV	NAYY-O
YAKYżo 0,6/1kV	NAYY-J
AsXSn 0,6/1kV	NFA2X

Adam Rynkowski. Kable elektroenergetyczne. Znaczenie i interpretacja danych w Specyfikacjach Technicznych Kabli. cz.1

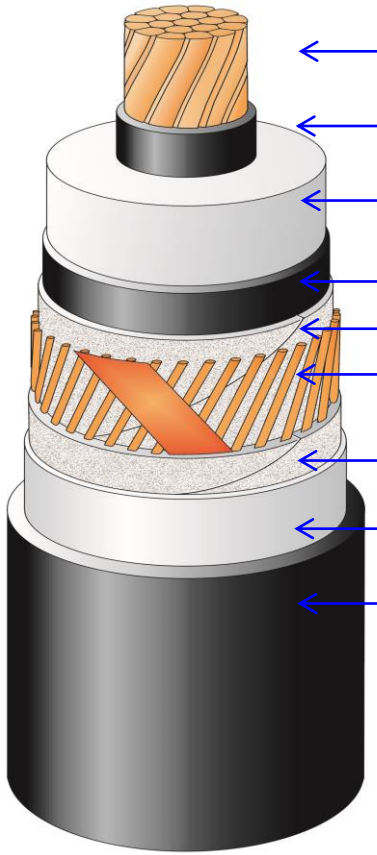
Adam Rynkowski. Kable elektroenergetyczne. Znaczenie i interpretacja danych w Specyfikacjach Technicznych Kabli. cz.1

Adam Rynkowski. Kable elektroenergetyczne. Znaczenie i interpretacja danych w Specyfikacjach Technicznych Kabli. cz.1

Adam Rynkowski. Kable elektroenergetyczne. Znaczenie i interpretacja danych w Specyfikacjach Technicznych Kabli. cz.1

PN-HD 603 S1:2002E PN-HD 603 S1:2002/A3:2007E	**Aktualna**, „Kable rozdzielcze na napięcie znamionowe 0,6/1 kV”. **Zastąpi ją prPN-prHD 603 S2E – obecnie na etapie projektu.**
PN-HD 603 S1:2006P PN-HD 603 S1:2006/A3:2009P PN-HD 603 S1:2006/Ap1:2007P	**Aktualna**, „Kable elektroenergetyczne na napięcie znamionowe 0,6/1 kV”. **Zastąpi ją prPN-prHD 603 S2E – obecnie na etapie projektu.**
PN-HD 604 S1:2002/A3:2006E	**Aktualna**, „Kable energetyczne na napięcie znamionowe 0,6/1 kV oraz 1,9/3,3 kV, nie przenoszące płomienia, przeznaczone do pracy w elektrowniach”.
PN-HD 627 S1:2002/A2:2006E	**Aktualna**, „Kable wielożyłowe i wieloparowe przeznaczone do układania w ziemi i na powietrzu”.
PN-EN 50393:2006E	**Aktualna**, „Metody badań i wymagania dotyczące osprzętu do kabli elektroenergetycznych na napięcie znamionowe 0,6/1,0 (1,2) kV. **Zastąpi ją prPN-prEN 50393E – obecnie na etapie projektu.**
PN-HD 620 S1:2002/A3:2007E	**Nieaktualna, zastąpiona przez PN-HD 620 S2:2010E** „Kable elektroenergetyczne o izolacji wytłaczanej na napięcia znamionowe od 3,6/6 (7,2) kV do 20,8/36 (42) kV włącznie”.
PN-HD 621 S1:2003E	**Aktualna**, „Kable elektroenergetyczne średniego napięcia o izolacji papierowej przesyconej”.
PN-HD 622 S1:2003/A2:2006E	**Aktualna**, Kable energetyczne na napięcia od 3,6/6 (7,2) kV do 20,8/36 (42) kV włącznie, o szczególnej odporności na przenoszenie płomienia, stosowane w elektrowniach”.
IEC 60502-1:2004	**Aktualna, jest również IEC 60502-1:2004/A1:2009**, „Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (U_m = 1,2 kV) up to 30 kV (U_m = 36 kV) – Part 1: Cables for rated voltages of 1 kV (U_m = 1,2 kV) and 3 kV (U_m = 3,6 kV)”.
IEC 60502-2:2005	**Aktualna**, „Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (U_m = 1,2 kV) up to 30 kV (U_m = 36 kV) – Part 2: Cables for rated voltages from 6 kV (U_m = 7,2 kV) up to 30 kV (U_m = 36 kV). **Na etapie projektu jest opracowywania zmiana do tej normy.**
IEC 60502-4:2005	**Nieaktualna, zastąpiona przez IEC 60502-4:2010** “Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (U_m = 1,2 kV) up to 30 kV (U_m = 36 kV) – Part 4: Test requirements on accessories for cables with rated voltages from 6 kV (U_m = 7,2 kV) up to 30 kV (U_m = 36 kV)”.
PN-EN 61442:2005E	**Aktualna**, „Metody badań osprzętu przeznaczonego do kabli energetycznych na napięcia znamionowe od 6 kV (U_m = 7,2 kV) do 36 kV (U_m = 42 kV)”.
PN-HD 629.1 S2:2006E	**Aktualna, jest również PN-HD 629.1 S2:2006/A1:2008E** „Badania osprzętu przeznaczonego do kabli na napięcie znamionowe od 3,6/6 (7,2) kV do 20,8/36 (42) kV – Część 1: Kable o izolacji wytłaczanej”.
PN-HD 621 S1:2003E	**Aktualna**, „Kable elektroenergetyczne średniego napięcia o izolacji papierowej przesyconej”.
PN-HD 629.2 S2:2006E	**Aktualna, jest również PN-HD 629.2 S2:2006/A1:2008E** „Badania osprzętu przeznaczonego do kabli na napięcie znamionowe od 3,6/6 (7,2) kV do 20,8/36 (42) kV – Część 2: Kable o izolacji papierowej przesyconej”.
PN-EN 62305-1:2011E	Ochrona odgromowa – Część 1: Zasady ogólne
PN-EN 62305-2:2012E	Ochrona odgromowa – Część 2: Zarządzanie ryzykiem
PN-EN 62305-3:2011E	Ochrona odgromowa – Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia
PN-EN 62305-4:2011E	Ochrona odgromowa – Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach
IEC 60331	**Obecnie aktualnych jest 7 części tej normy wieloczęściowej. Proszę podać o jakie części chodzi! Nie wszystkie zostały wprowadzone do PN.**
PN-EN 1383-2:2001P	**Taka norma nie istnieje**, natomiast jest **aktualna** PN-EN 1363-2:2001P „Badania odporności ogniowej – Część 2: Procedury alternatywne i dodatkowe”.
PN-E-01002:1997P	**Aktualna**, „Słownik terminologiczny elektryki – Kable i przewody”.

Kabel XRUHKXS 1x630RMC/170 400kV ma poniższą konstrukcję



Żyła miedziana – średnica 30,3mm, + obwój o grubości 0,1mm

Ekran półprzewodzący – grubość 2,0mm, średnica 34,5mm

Izolacja – grubość 31,0mm, średnica 96,5mm

Ekran półprzewodzący – grubość 1,5mm

Taśmy blokujące wodę – grubość 0,5mm

Ekran metaliczny – 82 druty o średnicy 1,63mm
(średnia średnica 103,4mm)

Taśmy blokujące wodę – grubość 0.5mm

Wzdłużna taśma aluminiowa – grubość 0.2mm (+0.05 PE)

Powłoka polietylenowa – 4,7mm, średnica 114,8mm

Adam Rynkowski. Kable elektroenergetyczne. Znaczenie i interpretacja danych w Specyfikacjach Technicznych Kabli. cz.1