



PARAMETRY TECHNICZNE KABLI ELEKTROENERGETYCZNYCH

The background of the lower half of the cover features a technical drawing of an electrical cable cross-section and a power line tower. Overlaid on this are several geometric shapes: a blue cube, a green cube, and a yellow cube. A ruler and a pen are also visible in the lower left corner.

PORADNIK DLA PROJEKTANTÓW



SŁOWNICZEK POJĘĆ	4
BUDOWA KABLI I PRZEWODÓW ELEKTROENERGETYCZNYCH	5
Konstrukcje żył	5
Materiały izolacyjne	8
Typowe oznaczenia stosowane dla kabli i przewodów elektroenergetycznych	10
DOBÓR PRZEKROJU KABLI I PRZEWODÓW	11
Podstawowe sposoby ułożenia kabli i przewodów	12
Dobór przekroju przewodów ze względu na wytrzymałość mechaniczną	13
Dobór przewodów i kabli na obciążalność długotrwałą i przeciążalność	13
OBCIĄŻALNOŚĆ PRĄDOWA DŁUGOTRWAŁA KABLI I PRZEWODÓW ELEKTROENERGETYCZNYCH	18
Przewody elektroenergetyczne do układania na stałe	18
H07V-U (DY); H07V-R (LY); H07V-K (LgY); H05V-U (DY); H05V-K (LgY); H07V-U; H07V-R; H07V-K	
H07V2-U (DYc); H07V2-R (LYc); H07V2-K (LgYc); H05V2-U (DYc); H05V2-R (LgYc); H05V2-K (LgYc);	
H07V2-U; H07V2-R; H07V2-K	
YDY; CYKY; NYM	
Przewody elektroenergetyczne do odbiorników ruchomych i przenośnych	21
OGŁ; NSHTÖU-J (0,6/1 kV)	
NSSHÖU (0,6/1 kV)	
H03VV-F; H03VVH2 (OMY); H03V2V2-F; H03V2V2H2-F; H05V2V2H2-F (300/500 V)	
H05RR-F; H03RR-H; H07RN-F; H05BB-F	
H05RN-F	
H07BB-F	
H05BN4-F; H07BN4-F; H07ZZ-F	
H07RN8-F; H01N2-D; H01N2-E	
H05BQ-F; H07BQ-F	
H07RN-F; H07RN8-F	
PARAMETRY TECHNICZNE KABLI I PRZEWODÓW ELEKTROENERGETYCZNYCH DO 1 KV	28
Współczynniki korygujące obciążalność długotrwałą kabli	30
KABLE SYGNALIZACYJNE I PRZEWODY STEROWNICZE	39
Parametry elektryczne kabli sygnalizacyjnych 0,6/1 kV	39



Przewody elektroenergetyczne do układania na stałe

przewody jednożyłowe

- H05V-U /DY(żo) 300/500 V
- H07V-U /DY(żo) 450/750 V
- H05V-K /LgY(żo) 300/500 V
- H07V-K /LgY(żo) 450/750 V
- H05V-R /LY(żo) 300/500 V
- H07V-R /LY(żo) 450/750 V
- H05V2-R /LYc(żo) 300/500 V
- H07V2-R /LYc(żo) 450/750 V
- LGs 300/500 V, 450/750 V
- H00V-D
- H00V3-D

przewody wielożyłowe okrągłe i płaskie

- YDY(żo) 450/750 V
- YDYp(żo) 300/500 V
- YDYp(żo) 450/750 V
- YDYt(żo) 300/500 V
- YDYt(żo) 450/750 V
- CYKY 450/750 V
- (N)YM-J(O) 300/500 V
- YDY(p) 300/500 V

Przewody elektroenergetyczne do odbiorników ruchomych i przenośnych

przewody wielożyłowe okrągłe i płaskie

- H03VV-F /OMY(żo) 300/300 V
- H03VVH2-F /OMYp(żo) 300/300 V
- H05VV-F /OWY(żo) 300/500 V
- H05VVH2-F /OWYp(żo) 300/500 V

przewody wielożyłowe okrągłe w izolacji

gumowej i powłoce gumowej oraz poliuretanowej

- H05RR-F /OW(żo) 300/500 V
- H05RN-F /OnW(żo) 300/500 V
- H07RN-F /OnPd(żo) 450/750 V
- H01N2-D /OnS 100/100 V
- H05BQ-F; H07BQ-F
- OGŁ; OGŁp 0,6/1 kV

Kable i przewody elektroenergetyczne do 1 kV

kable elektroenergetyczne

- YKY(żo), YKXS(żo) 0,6/1 kV
- YKYFty(żo), YKXSfty(żo) 0,6/1 kV
- YKYektmy(żo), YKXSektmy(żo) 0,6/1 kV
- YAKY(żo), YAKXS(żo) 0,6/1 kV
- YAKYFty(żo), YAKXSfty(żo) 0,6/1 kV
- NYY-J(O) 0,6/1 kV
- NAYY-J(O) 0,6/1 kV
- 1-AYKY-J(O) 0,6/1 kV

przewody elektroenergetyczne samonośne

- AsXSn 0,6/1 kV

kable elektroenergetyczne podwieszane

- 1-AYKYz - J 0,6/1 kV

kable elektroenergetyczne do zasilania silników z przetwornic częstotliwości

- 2YSLCY 0,6/1 kV



PARTRONIC - przewody dla elektroniki przemysłowej i automatyki 300/300 V

- PARTONIC LiYY (-Nr) 300/300 V
- PARTONIC LiYY-P (-P-Nr) 300/300 V
- PARTONIC LiHH 300/300 V
- PARTONIC LiYCY; LiYCYo-P (-P -Nr) 300/300 V
- PARTONIC LiHCH 300/300 V
- PARTONIC LiY(St)Y; LiY(St)Y-Nr; LiY(St)Yo 300/300 V
- PARTONIC LiH(St)H 300/300 V

PARCONTROL - Przewody i kable sterownicze 300/500 V

- PARCONTROL YStH(żo); YStY-P 300/500 V
- PARCONTROL Y(Yo, Yn,)StYekwf(żo); Y(Yo, Yn)StYekwf-P 300/500 V
- PARCONTROL YStYekwo(żo); YoStYekwo(żo); YnStYekwo(żo); YStYekwo-P; YoStYekwo-P; YnStYekwo(żo) 300/500 V
- PARCONTROL Y(Yc, Yo, Yn)KSLY(żo); Y(Yc, Yo, Yn)KSLY-P(żo) 300/500 V
- PARCONTROL HKLSH(żo)(-P) 300/500 V
- PARCONTROL HKLSHekwo(żo) (-P) 300/500 V
- PARCONTROL YvKSLY(żo)(-P) 300/500 V
- PARCONTROL Y(Yc, Yo, Yn)KSLYekwf(żo); Y(Yc, Yo, Yn)KSLYekwf-P 300/500 V
- PARCONTROL HKLSHekwf(żo); HKLSHekwf-P 300/500 V
- PARCONTROL Y(Yc, Yo, Yn, Yv)KSLYekwo(żo); Y(Yc, Yo, Yn, Yv)KSLYekwo-P 300/500 V
- PARCONTROL 500
- PARCONTROL 500 CY
- PARCONTROL 500 PUR
- PARCONTROL 500 CPUR
- H05VV5-F
- H05VVC4V5-K
- H05BQ-F
- H05RN-F

PARCONTROL - przewody sterownicze i zasilające 450/750 V

- PARCONTROL 750 (YLgY 450/750 V)
- PARCONTROL 750 CY (YLgYekwo 450/470 V)
- H07BQ-F
- H07RN-F

Kable sterownicze, sygnalizacyjne i zasilające 0,6/1 kV

- Y(Yc, Yo, Yn)KSLY(żo); Y(Yc, Yo, Yn)KSLY-P 0,6/1 kV
- HKSLH(żo); HKSLH-P 0,6/1 kV
- Y(Yc, Yo, Yn)KSLYekwf(żo); Y(Yc, Yo, Yn)KSLYekwf-P 0,6/1 kV
- HKSLHekwf(żo); HKSLHekwf-P 0,6/1 kV
- Y(Yc, Yo, Yn)KSLYekwo(żo); Y(Yc, Yo, Yn)KSLYekwo-P 0,6/1 kV
- HKSLHekwo(żo); HKSLHekwo-P 0,6/1 kV
- YvKSLY(żo); YvKSLY-P 0,6/1 kV
- YvKSLYekwf(żo); YvKSLYekwf-P 0,6/1 kV
- YvKSLYekwo(żo); YvKSLYekwo-P 0,6/1 kV
- PARCONTROL 1000 (YLgY 0,6/1 kV)
- PARCONTROL 1000 CY (YLgYekwo 0,6/1 kV)
- PARCONTROL 1000 jednożyłowy (YLgY 0,6/1 kV jednożyłowy)
- PARCONTROL 1000 CY jednożyłowy (YLgYekwo 0,6/1 kV jednożyłowy)
- YKSY(XS)(żo) 0,6/ 1 kV
- YKSY(XS)Ft(I,Zn)y(żo) 0,6/1 kV
- YKSY(XS)ektmy(żo) 0,6/1 kV

■ PARTRONIC IB - przewody do systemów iskrobezpiecznych

- PARTRONIC IB LiYY 300/300 V
- PARTRONIC IB LiY(St)Y 300/300 V
- PARTRONIC IB LiYCY(-P) 300/300 V
- PARCONTROL IB 500
- PARCONTROL IB 500 CY

■ PARBUS - kable do transmisji danych

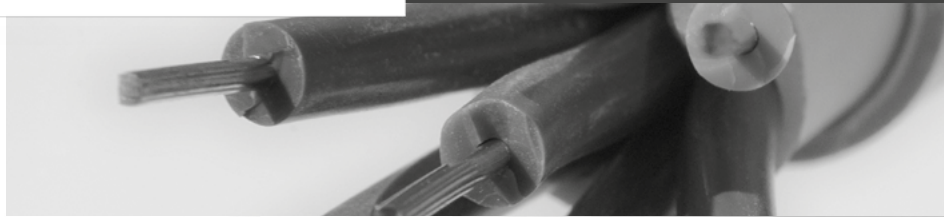
- YnTKSY(ekw)
- RD-Y(St)Y(Yv)
- RE-2Y(St)Yv-P(St)
- Li2YCY-P(St)
- L2 BUS (wew.)
- L2 BUS (zew.)
- E-BUS
- L2 BUS flex

■ Przewody płaskie

- H05 VVH6-F
- H07 VVH6-F

■ Kable przekształtnikowe

- 2YSLCY(Yn, H)-J 0,6/1 kV
- UV 2YSLCYK-J 0,6/1 kV
- 3plus-2YSLCY(Yn, H)-J 0,6/1 kV
- UV 3plus-2YSLCYK-J 0,6/1 kV
- 2XSLCY-J 0,6/1 kV
- UV 2XSLCYK-J 0,6/1 kV
- 3plus-2XSLCY(Yn, H)-J 0,6/1 kV
- UV 3plus-2XSLCYK-J 0,6/1 kV



Kabel (zgodnie z międzynarodowym słownikiem elektrotechnicznym) – jest to zespół (wyrób) składający się z jednej lub kilku żył mających (lub nie) indywidualne pokrycie (izolacje, ekrany), z warstwy ochronnej (lub nie) na skręconych żyłach (izolacja rdzeniowa) oraz (lub nie) z osłon ochronnych. Pojęcie to według polskiej terminologii obejmuje wszystkie rodzaje kabli oraz przewodów izolowanych i nieizolowanych.

Kabel (zgodnie ze stosowanymi w Polsce określeniami) – jest to wyrób przemysłowy składający się z jednej lub większej liczby żył izolowanych, zaopatrzony w powłokę metalową lub niemetalową, ewentualnie w osłonie ochronnej i pancerzu. W elektroenergetyce przyjmuje się, że kabel jest przewodem do zastosowań zewnętrznych (np. kabel do układania w ziemi, wodzie, w kanałach kablowych).

Przewód – wyrób przemysłowy składający się z jednego lub kilku skręconych drutów albo jednej lub większej liczby żył izolowanych bez powłoki lub zaopatrzony w powłokę niemetalową.

Żyła kabla (przewodu) – część kabla przeznaczona do przewodzenia prądu. Wykonywana najczęściej z drutów miedzianych lub aluminium. Ze względu na kształt rozróżnia się żyły: okrągłe, sektorowe, jednodrutowe, wielodrutowe. Wadą żył aluminium ograniczającą obecnie ich zastosowanie, jest mała wytrzymałość mechaniczna powodująca dużą awaryjność instalacji. W związku z tym, wymagane są dla tego typu przewodów większe minimalne przekroje niż dla przewodów z żyłami miedzianymi.

Izolacja żył kabla (przewodu) – element konstrukcyjny służący do odizolowania poszczególnych elementów kabla lub przewodu między sobą. Wykonywane są najczęściej z gumy, polwinitu lub polietylenu usieciowanego. Zastosowanie przewodów z izolacją polwinitową jest ograniczone w warunkach obniżonej temperatury ze względu na zwiększoną sztywność i utratę w ten sposób odpowiedniej odporności na uszkodzenia, szczególnie w przypadku przewodów do odbiorników przenośnych i ruchomych np. przewodów oponowych. W przypadku izolacji gumowej należy zwrócić uwagę na szybkie starzenie i utratę właściwości izolacyjnych w warunkach podwyższonej temperatury.

Powłoka – szczelna warstwa metalu lub materiału niemetalicznego zapobiegająca przenikaniu wilgoci do żyły izolowanej lub ośrodka.

Żyła powrotna – warstwa przeznaczona do przewodzenia prądu zakłócenieniowego, nałożona współosiowo na ośrodek kabla.

Osłona ochronna – warstwa ochronna np. oploty z taśm stalowych, których zadaniem jest ochrona przed uszkodzeniami mechanicznymi. W przypadku przewodów instalacyjnych wystarczającą wytrzymałość mechaniczną w typowych warunkach zapewnia płaszcz z polwinitu.

Temperatura otoczenia – temperatura otaczającego ośrodka w czasie, gdy rozpatrywane przewody lub kable znajdujące się w tym ośrodku nie są obciążone.

Obliczeniowa temperatura otoczenia – najwyższa temperatura powietrza otaczającego użytkowane urządzenia i instalacje elektryczne, którą należy ustalić (drogą pomiarów, obliczeń), po uwzględnieniu warunków występujących w danej strefie klimatycznej.

Temperatura graniczna dopuszczalna długotrwale – najwyższa temperatura, do jakiej mogą się nagrzewać żyły przewodów przez czas nieograniczony, w zależności od rodzaju izolacji i warunków otoczenia.

Temperatura graniczna dopuszczalna przy zwarcu – najwyższa temperatura żył przewodu jaką dopuszcza się w końcowej chwili trwania zwarcia.

Kable i przewody energetyczne ze względu na ich przeznaczenie dzielimy na:

Kable elektroenergetyczne	Przewody elektroenergetyczne
Kable na napięcie 0,6/1 kV	Przewody do linii napowietrznych
Kable na napięcie 3,6/6 kV do 18/30 kV	Przewody izolowane do układania na stałe
Kable na napięcie 64/110 kV i wyższe	Przewody izolowane do odbiorników ruchomych i przenośnych
Kable sygnalizacyjne	Sznury i przewody mieszkaniowe
Kable okrętowe	Przewody oponowe warsztatowe
Kable górnicze	Przewody oponowe przemysłowe
Kable do taboru kolejowego	Przewody górnicze

Wyróżniamy następujące podstawowe elementy konstrukcyjne kabli elektroenergetycznych:

- **żyły** – służące do przewodzenia prądu elektrycznego,
- **izolację żył** – zapobiegającą przepływowi ładunków elektrycznych,
- **wypełniacz** – materiał izolacyjny wypełniający szczeliny między izolacją żył a powłoką kabla,
- **powłoka** – zapobiega przenikaniu wilgoci lub innych szkodliwych czynników do wnętrza kabla,
- **ekran lub żyła powrotna**,
- **pancerz** – chroniący przed wpływem czynników mechanicznych,
- **osłona ochronna** – warstwa o zwiększonej odporności na rozprzestrzenianie się płomienia.

Konstrukcje żył

Żyły kabli elektroenergetycznych mogą spełniać funkcje robocze, ochronne lub kontrolne. **Ze względu na kształt rozróżnia się żyły:**

- okrągłe, o przekroju kołowym,
- sektorowe, o przekroju w kształcie wycinka koła.

Ze względu na budowę rozróżnia się żyły:

- jednodrutowe, składające się z pojedynczego drutu,
- wielodrutowe, wykonane przez skręcenie określonej liczby drutów,
- wielodrutowe giętkie, wykonane przez skręcenie jeszcze większej liczby z jeszcze cieńszych drutów.

Żyły jednodrutowe stosuje się tylko w kablach o małym przekroju. Przy większych przekrojach, stosuje się linki skręcone z cienkich drutów, co zapewnia większą giętkość kabla. Giętkość uzyskuje się przez odpowiednie skręcenie drutów. Podczas zginania żyły, części znajdujące się na wewnętrznej stronie promienia krzywizny narażone są na ściskanie, a części na zewnętrznej stronie tego promienia - na rozciąganie. Tak, więc w wyniku przesunięć przy spiralnym skręceniu drutów, naprężenia wyrównują się na długości jednego skoku. Linki o małym skoku są giętsze niż linki o dużym skoku, ponieważ droga przesuwu i tarcie mniejsze.

Najbardziej charakterystyczną cechą żył przewodów i kabli elektroenergetycznych jest pole przekroju poprzecznego. Wartości przekrojów znamionowych żył są znormalizowane.

Znormalizowane przekroje znamionowe żył kabli i przewodów w Polsce wynoszą: 0,5; 0,75; 1; 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240; 300; 400; 500 mm².

W kablach układanych dla zasilania sieci tramwajowych stosuje się żyły o przekroju 630 mm².

W liniach napowietrznych wysokiego napięcia stosuje się też przewody o przekrojach 525, 540, 670, 775, 840 mm².

W liniach kablowych wysokich napięć stosuje się kable o przekrojach 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000 mm².

Przekroje żył mogą mieć kształt okrągły (RE (1,5÷16 mm²), RM (1,5÷500 mm²)) lub sektorowy (SE, SM (35÷300 mm²)). Zastosowanie żył sektorowych zamiast okrągłych pozwala zmniejszyć średnicę kabla i zużycie materiałów na powłokę.

Żył sektorowych nie stosuje się w przypadku:

- kabli jednożyłowych,
- kabli o przekroju żył nie przekraczającym 10 mm²,
- kabli o napięciu przekraczającym 6 kV.

Klasy giętkości żył

Przekrój [mm ²]	Klasa 2	Klasa 5	Klasa 6
0,14		~18 x 0,1	~18 x 0,1
0,25		~14 x 0,15	~32 x 0,1
0,34		~19 x 0,15	~42 x 0,1
0,5	7 x 0,3	~16 x 0,2	~28 x 0,15
0,75	7 x 0,37	~24 x 0,2	~42 x 0,15
1	7 x 0,43	~32 x 0,2	~56 x 0,15
1,5	7 x 0,52	~30 x 0,25	~84 x 0,15
2,5	7 x 0,67	~50 x 0,25	~140 x 0,15
4	7 x 0,85	~56 x 0,3	~224 x 0,15
6	7 x 1,05	~84 x 0,3	~192 x 0,2
10	7 x 1,35	~80 x 0,4	~320 x 0,2
16	7 x 1,70	~128 x 0,4	~512 x 0,2
25	7 x 2,13	~200 x 0,4	~800 x 0,2
35	7 x 2,52	~280 x 0,4	~1120 x 0,2
50	19 x 1,83	~400 x 0,4	~705 x 0,3
70	19 x 2,17	~356 x 0,5	~990 x 0,3
95	19 x 2,52	~485 x 0,5	~1340 x 0,3
120	37 x 2,03	~614 x 0,5	~1690 x 0,3
150	37 x 2,27	~765 x 0,5	~2123 x 0,3
185	37 x 2,52	~944 x 0,5	~1470 x 0,4
240	37 x 2,87	~1225 x 0,5	~1905 x 0,4
300	61 x 2,50	~1530 x 0,5	~2385 x 0,4

W normach polskich (PN) jak i międzynarodowych (IEC) rozróżnia się cztery klasy giętkości żył:

- klasy 1 i 2 dotyczą kabli i przewodów do układania na stałe,
- klasy 5 i 6 dotyczą przewodów do odbiorników ruchomych i przenośnych.

Norma PN-EN 60228 określa kilka klas giętkości żył:

Klasa 1: żyły wykonane jako pojedynczy drut w kablach przeznaczonych do ułożenia na stałe.

Klasa 2: żyły wielodrutowe dla przeznaczonych do układania na stałe.

Klasa 5: żyły wielodrutowe giętkie.

Klasa 6: bardzo giętkie żyły wielodrutowe.

Rezystancja żył

Przekrój [mm ²]	Żyły miedziane [Ω/km] Klasa 1 i Klasa 2	Żyły miedziane [Ω/km] Klasa 5 i Klasa 6	Żyły miedziane ocynowane [Ω/km] Klasa 1 i Klasa 2	Żyły miedziane ocynowane [Ω/km] Klasa 5 i Klasa 6
0,14	–	~134	–	~138
0,25	–	~76	–	~79
0,34	–	~53	–	~56
0,5	36	39	36,7	40,1
0,75	24,5	26	24,8	26,7
1	18,1	19,5	18,2	20
1,5	12,1	13,3	12,2	13,7
2,5	7,41	7,98	7,56	8,21
4	4,61	4,95	4,7	5,09
6	3,08	3,3	3,11	3,39
10	1,83	1,91	1,84	1,95
16	1,15	1,21	1,16	1,24
25	0,727	0,78	0,734	0,795
35	0,524	0,554	0,529	0,565
50	0,387	0,386	0,391	0,393
70	0,268	0,272	0,27	0,277
95	0,193	0,206	0,195	0,21
120	0,153	0,161	0,154	0,164
150	0,124	0,129	0,126	0,132
185	0,0991	0,106	0,1	0,108
240	0,0754	0,0801	0,0762	0,0817
300	0,0601	0,0641	0,0607	0,0654

Kolorystyka izolacji żył kabli i przewodów elektroenergetycznych

Kod kolorów zgodnie z DIN 47100:

Nr żyły	Kolor	Nr żyły	Kolor	Nr żyły	Kolor
1	biały	17	biały/szary	33	zielony/czerwony
2	brązowy	18	szary/brązowy	34	żółty/czerwony
3	zielony	19	biały/różowy	35	zielony/czarny
4	żółty	20	różowy/brązowy	36	żółty/czarny
5	szary	21	biały/niebieski	37	szary/niebieski
6	różowy	22	brązowy/niebieski	38	różowy/niebieski
7	niebieski	23	biały/czerwony	39	szary/czerwony
8	czerwony	24	brązowy/czerwony	40	różowy/czerwony
9	czarny	25	biały/czarny	41	szary/czarny
10	fioletowy	26	brązowy/czarny	42	różowy/czarny
11	szary/różowy	27	szary/zielony	43	niebieski/czarny
12	czerwony/niebieski	28	żółty/szary	44	czerwony/czarny
13	biały/zielony	29	różowy/zielony		
14	brązowy/zielony	30	żółty/różowy		
15	biały/żółty	31	zielony/niebieski		
16	żółty/brązowy	32	żółty/niebieski		

Kod kolorów zgodnie z DIN 47100 dla kabli o żyłach parowanych:

Nr pary	Kolor żyły-a	Kolor żyły-b	Nr pary	Kolor żyły-a	Kolor żyły-b
1	biały	brązowy	13	biały/czarny	brązowy/czarny
2	zielony	żółty	14	szary/zielony	żółty/szary
3	szary	różowy	15	różowy/zielony	żółty/różowy
4	niebieski	czerwony	16	zielony/niebieski	żółty/niebieski
5	czarny	fioletowy	17	zielony/czerwony	żółty/czerwony
6	szary/różowy	czerwony/niebieski	18	zielony/czarny	żółty/czarny
7	biały/zielony	brązowy/zielony	19	szary/niebieski	różowy/niebieski
8	biały/żółty	żółty/brązowy	20	szary/czerwony	różowy/czerwony
9	biały/szary	szary/brązowy	21	szary/czarny	różowy/czarny
10	biały/różowy	różowy/brązowy	22	niebieski/czarny	czerwony/czarny
11	biały/niebieski	brązowy/niebieski			
12	biały/czerwony	brązowy/czerwony			



■ Materiały izolacyjne

Materiały izolacyjne są jednym z głównych składników kabli i przewodów. Dla uzyskania coraz lepszych właściwości eksploatacyjnych kabli producenci stosują coraz szerszą gamę materiałów izolacyjnych przeznaczonych zarówno na izolację jak i na powłoki kabli. Poniżej zamieszczono informacje dotyczące materiałów izolacyjnych natomiast właściwości termiczne, elektryczne i odporność chemiczna zostały opisane w odpowiednich tabelach.

Polwinity (PVC, PCW) to grupa tworzyw na bazie plastyfikowanego polichlorku winylu. Wykazują podwyższoną odporność na działanie ognia (nie przenoszą płomienia), olejów, ozonu, promieniowania UV i większości rozpuszczalników. Przenikalność dielektryczna PVC jest większa niż polietylenu PE, co ogranicza zastosowanie kabli transmisyjnych izolowanych PVC ze względu na stosunkowo wysoką pojemność (w przypadku wysokich częstotliwości należy stosować kable o izolacji PE). Polwinity można dowolnie modyfikować zmieniając ich właściwości mechaniczne, termiczne, elektryczne oraz odporność chemiczną.

Polietylen (PE) ma dobre właściwości elektryczne, niewielką stałą dielektryczną, niewielką stratność, wysoką wytrzymałość elektryczną i rezystywność. Twardość i elastyczność polietylenu zależy od jego gęstości. Polietylen o małej gęstości (LDPE) jest bardziej elastyczny i miękki, polietylen o dużej gęstości (HDPE) jest twardszy. Izolacja polietylenowa jest lekka, odporna na działanie wody i większości związków chemicznych. Ze względu na małą stałą dielektryczną oraz niewielką stratność, polietylen stosuje się na izolację kabli przeznaczonych do transmisji danych i gdzie istotna jest niewielka pojemność żył. Polietylen nie jest odporny na UV, ale dodatek antyutleniaczy i pigmentów uodparnia go na promieniowanie słoneczne i warunki atmosferyczne. Polietylen jest łatwopalny i rozprzestrzenia płomień, podczas palenia skapują z niego pływające krople, ale te wady można usunąć stosując domieszki zmniejszające palność.

Polietylen spieniony powstaje przez wprowadzenie do struktury polietylenu pęcherzyków gazu (proces spieniania polietylenu). Stała dielektryczna polietylenu spienionego, maleje wraz ze stopniem spienienia. Materiał ten nadaje się doskonale na izolację żył kabli koncentrycznych przeznaczonych do transmisji sygnałów wysokiej częstotliwości. Z uwagi na niską wytrzymałość mechaniczną często w procesie produkcyjnym na polietylen spieniony wytłaczana jest cienka warstwa polietylenu (polietylen spieniony ze skórą).

Polietylen usieciowany (XLPE) powstaje w procesie tzw. sieciowania polietylenu PE, czyli powstania dodatkowych wiązań poprzecznych pomiędzy łańcuchami polietylenu, zachowuje właściwości elektryczne polietylenu termoplastycznego, ma jednak lepsze właściwości mechaniczne. Izolację z polietylenu usieciowanego stosuje się przede wszystkim w kablach energetycznych, również ze względu na niską stratność i wysoką wytrzymałość elektryczną. Temperatura dopuszczalna długotrwałe dla izolacji XLPE wynosi 90°C (PVC 70°C), a dopuszczalna przy zwarcu aż 250°C (PVC 160°C), przez co obciążalność długotrwała jest wyższa o ok. 20% niż dla PVC.

Elastomery termoplastyczne (TPE) grupa tworzyw o wyjątkowych właściwościach. Choć można je wytłaczać podobnie jak większość tworzyw termoplastycznych, ich właściwości użytkowe są podobne do właściwości jakie mają gumy. Ich zasadniczą cechą jest odporność na temperaturę w szerokim zakresie.

Tworzywa bezhalogenowe (HFFR) nie zawierają pierwiastków z grupy chlorowców i podczas palenia nie wydzielają agresywnych i trujących gazów oraz dymów. Ich właściwości elektryczne i mechaniczne są podobne do właściwości polwinitów.

Guma jest elastycznym produktem wulkanizacji (tj. usieciowania makrocząsteczek) kauczuku naturalnego lub syntetycznego w temperaturze 110÷180°C w czasie od kilku minut do kilku godzin. Otrzymuje się ją przez przeróbkę mieszanek kauczukowych.

■ Właściwości materiałów izolacyjnych

Właściwości termiczne materiałów izolacyjnych i powłokowych (+ bardzo dobra, o średnia, - słaba):

	PCV	PCV ciepłoodporny	LDPE	HDPE	XLPE	PUR	Silikon
Temperatura pracy (°C)	-30 do 70	-20 do 105	-50 do 70	-50 do 100	-35 do 90	-55 do 80	-60 do 180
Temperatura topnienia (°C)	>140	>140	105-110	130		150	
Indeks tlenowy	23-42	23-42	≤22	≤22	≤22	20-26	25-35

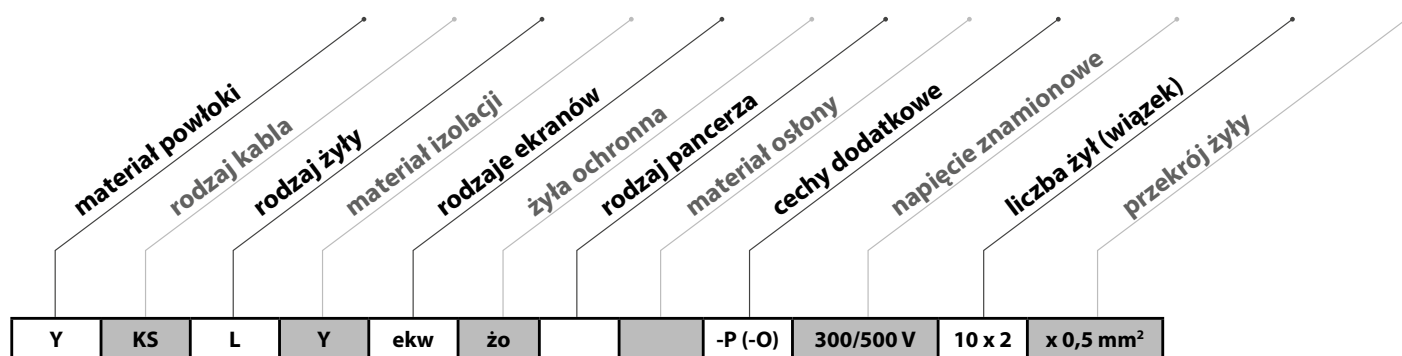
Odporność chemiczna materiałów izolacyjnych i powłokowych:

Rodzaj materiału	Stężenie	Temperatura do (°C)	PVC	PCV ciepłoodporny	PE	PUR	Silikon
Alkohol etylowy	100	20	-	-	+	o	+
Alkohol metylowy	100	20	o	o	+	o	+
Benzyna		50	-	-	-	+	o
Butan		20	+	+			o
Glikol etylenowy		50	+	+		+	
Kwas solny skon.	100	20	-	-	+	-	-
Kwas solny	10	20					+
Kwas siarkowy	50	50	+	+			
Kwas cytrynowy			+	+		o	+
Kwas octowy	20	20	o	o			+
Ług sodowy	50	50	+	+			
Masło		50	+	+		o	+
Olej przekładniowy		100	+	+		o	+
Olej maszynowy		20	o	+		o	+
Olej napędowy (Diesel)			-	-		+	o
Olej silnikowy		120	+	+	-		+
Olej roślinny			+	+	+	+	+
Oliwa		50	+	+	+	+	+
Płyn hamulcowy			o	o		o	+
Rtęć	100	20	+	+	+	+	+
Woda morsk		20	+	+		+	o

+ bardzo dobra ○ średnia - słaba



■ Typowe oznaczenia stosowane dla kabli i przewodów elektroenergetycznych



Materiał powłoki i izolacji:	
Oznaczenie	Rozwinięcie oznaczenia (opis)
Y	polwinit
Yb	polwinit benzenoodporny
Yc	polwinit ciepłoodporny
Yn	polwinit samogasnący
Yo	polwinit olejoodporny
X	polietylen
Xz	polietylen z barierą przeciwwilgociową
Xp	polietylen piankowy
Xs	polietylen usieciowany
G	guma
Gs	silikon
H	tworzywo bezhalogenowe

Rodzaj ekranu:	
Oznaczenie	Rozwinięcie oznaczenia (opis)
ekw, ekwf	wspólny na ośrodku (folia)
ekp	indywidualnie ekranowane pary
ekt	taśmowy
eko	siatkowy z drutów okrągłych

Cechy dodatkowe:	
Oznaczenie	Rozwinięcie oznaczenia (opis)
p	przewód płaski
o	przewód okrągły
n	przewód samonośny
w	przewód wypełniony żelem
żo	żyła ochronna zielono-żółta
y	osłona z polwinitu

Rodzaj kabla lub przewodu:	
Oznaczenie	Rozwinięcie oznaczenia (opis)
K	kabel
G	kabel górniczy
OM	przewód oponowy mieszkaniowy
OW	przewód oponowy warsztatowy
St	przewód sterowniczy
S	przewód sygnalizacyjny
IB	przewód do obwodów iskrobezpiecznych
TKS	telekomunikacyjny kabel stacyjny
TKM	telekomunikacyjny kabel miejscowy

Materiał żyły:	
Oznaczenie	Rozwinięcie oznaczenia (opis)
bez oznaczenia	żyła miedziana
A	żyła aluminiowa
AA	stop aluminium
F	stal miękka, linka stalowa

Konstrukcja żyły:	
Oznaczenie	Rozwinięcie oznaczenia (opis)
D	żyły jednodrutowe
L	żyły wielodrutowe
Lg	żyły wielodrutowe giętkie

Rodzaj pancerza, osłony:	
Oznaczenie	Rozwinięcie oznaczenia (opis)
Ft	pancerz z taśm stalowych
Fp	pancerz z płaskich drutów stalowych
Fo	pancerz z okrągłych drutów stalowych
tm	pancerz z taśmy miedzianej
A	osłona z przesyconego materiału włóknistego
y	osłona z polwinitu

Podczas projektowania wszelkich urządzeń elektrycznych w tym instalacji i sieci elektroenergetycznych, jedną z podstawowych czynności jest dobór przewodów.

W celu prawidłowego doboru przewodów oraz kabli w sieciach i instalacjach elektrycznych nN należy określić warunki eksploatacyjne oraz warunki instalowania.

Do warunków eksploatacyjnych zaliczamy takie parametry jak:

- napięcie znamionowe,
- częstotliwość,
- warunki środowiskowe i przeznaczenie,
- obciążalność prądową długotrwałą,
- przeciążalność,
- warunki zwarciowe,
- spadek napięcia.

Warunki instalowania obejmują:

- długość i profil trasy,
- sposób instalowania,
- szczególne warunki układania (kable w ziemi, wodzie, na ścianie itp.).

Dla kabli ułożonych bezpośrednio w ziemi należy uwzględnić:

- warunki ułożenia (w celu doboru rodzaju powłoki metalowej, pancerza lub rur ochronnych),
- głębokość ułożenia,
- rezystywność cieplną i rodzaj gleby,
- temperaturę minimalną i maksymalną gleby na głębokości ułożenia kabli,
- długość, ilość i średnicą kanałów lub rur,
- odległości pomiędzy kablami, kanałami lub rurami jeśli jest ich więcej.

Dla przewodów i kabli prowadzonych w instalacjach napowietrznych należy określić:

- najwyższą i najniższą temperaturę powietrza,
- sposób instalowania (np. zawieszenie na ścianach, na uchwytych itp.),
- ochronę przed bezpośrednim działaniem promieni słonecznych,
- zagrożenie pożarowe.

Przedstawiony poniżej dobór przekroju przewodów i kabli dotyczy przewodów czynnych (L, N). Dla przewodu PE uwzględnić można tylko dobór ze względu na wytrzymałość mechaniczną oraz wytrzymałość zwarciową cieplną. Kryterium, które definiuje przekrój największy jest ostateczne dla prawidłowego doboru przewodów i kabli.

Po określeniu parametrów eksploatacyjnych oraz warunków instalowania kabli i przewodów należy dokonać doboru przekroju żyły.

Przekrój żyły należy dobierać z szeregu przekrojów znormalizowanych dla danego typu kabli z uwzględnieniem czynników takich jak:

- wytrzymałość mechaniczna,
- obciążalność długotrwałą,
- przeciążalność,
- obciążalność zwarciowa,
- spadek napięcia.



■ Podstawowe sposoby ułożenia kabli i przewodów

Norma PN-IEC 60364-5-523:2001 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego” w celu prawidłowego doboru obciążalności przewodów określa kilka podstawowych sposobów ułożenia

kabli i przewodów oraz współczynniki poprawkowe korygujące ich obciążalność długotrwałą.

W poniższej tabeli przedstawiono podstawowe sposoby układania kabli i przewodów oraz ich umowne oznaczenia.

Sposoby układania kabli i przewodów:

Sposób wykonania instalacji	Oznaczenie
Przewody jednożyłowe w rurkach lub kanałach izolacyjnych, ułożone w izolowanych cieplnie ścianach	A1
Przewody wielożyłowe ułożone bezpośrednio w izolowanych cieplnie ścianach	
Przewody jedno- i wielożyłowe ułożone w ościeżnicach i ramach okien	
Przewody wielożyłowe w rurkach lub kanałach izolacyjnych ułożone w izolowanych cieplnie ścianach	A2
Przewody jednożyłowe ułożone w rurkach lub kanałach izolacyjnych na ścianie	B1
Przewody jedno- i wielożyłowe ułożone w rurkach w murze	
Przewody jedno- i wielożyłowe w przestrzeni instalacyjnej $5 \cdot D_e \leq V \leq 50 \cdot D_e$	
Przewody jednożyłowe w rurkach lub kanałach izolacyjnych w przestrzeni instalacyjnej $20 \cdot D_e \leq V$	B2
Przewody wielożyłowe ułożone w rurkach lub kanałach izolacyjnych na ścianie lub na podłodze albo w odległości mniejszej niż 0,3 średnicy przewodu od ściany	
Przewody wielożyłowe ułożone w rurkach izolacyjnych oraz kable wielożyłowe ułożone w murze lub w betonie	
Przewody jedno- i wielożyłowe w przestrzeni instalacyjnej $1,5 \cdot D_e \leq V \leq 5 \cdot D_e$	
Przewody jednożyłowe w rurkach lub kanałach izolacyjnych w przestrzeni instalacyjnej $1,5 \cdot D_e \leq V < 20 \cdot D_e$	C
Przewody wielożyłowe ułożone bezpośrednio na ścianie, na podłodze lub pod sufitem	
Przewody wtynkowe	
Przewody wielożyłowe lub kable ułożone bezpośrednio w murze lub w betonie	
Kable jednożyłowe lub wielożyłowe oraz przewody oponowe ułożone na pełnych (nieperforowanych) półkach	D
Kable jedno- i wielożyłowe w przepustach w ziemi	
Kable jedno- i wielożyłowe ułożone bezpośrednio w ziemi	E
Przewody wielożyłowe lub kable (zawieszone) w powietrzu lub w pobliżu ścian, lecz w odległości większej niż 0,3 średnicy kabla lub przewodu od ściany	
Kable jedno- lub wielożyłowe oraz przewody ułożone na perforowanych półkach (korytkach), lecz w odległości większej niż 0,3 średnicy kabla lub przewodu od ściany	
Przewody jedno- i wielożyłowe zawieszone na linie nośnej lub przewody wielożyłowe samonośne	F
Przewody jednożyłowe w powietrzu stykające się, w odległości co najmniej równej średnicy kabla lub przewodu od ściany	
Kable jedno- lub wielożyłowe oraz przewody ułożone na perforowanych korytkach, drabinkach lub wspornikach, lecz w odległości większej niż 0,3 średnicy kabla lub przewodu od ściany	
Przewody jedno- i wielożyłowe zawieszone na linie nośnej lub przewody wielożyłowe samonośne	G
Przewody jednożyłowe w powietrzu niestykające się, w odległości co najmniej równej średnicy kabla lub przewodu od ściany i między sobą	
Przewody gołe lub izolowane na izolatorach	

■ Dobór przekroju przewodów ze względu na wytrzymałość mechaniczną

Przewody i kable powinny wytrzymywać narażenia mechaniczne przy montażu jak i w czasie jego eksploatacji, dlatego należy dokonać doboru przekroju przewodu ze względu na jego wytrzymałość mechaniczną.

Dopuszczalne najmniejsze przekroje przewodów ze względu na wytrzymałość mechaniczną zostały przedstawione w normie DIN VDE 0100:2002 oraz zestawione w poniższej tabeli:

Rodzaje przewodów, sposób ułożenia		Najmniejszy przekrój żyły w mm ²	
		Cu	Al
Przewody ułożone na stałe, chronione przed uszkodzeniami		1,5	2,5
Przewody umieszczone na zewnątrz pomieszczeń na izolatorach; odległość między punktami mocowania:	do 20 m	4	16
	do 40 m	6	16
Przewody izolowane do połączeń w rozdzielnicach o zastępczym prądzie obciążenia długotrwałego IB:	$I_B \leq 2,5 \text{ A}$	0,5	zabroniony
	$2,5 \text{ A} < I_B \leq 16 \text{ A}$	0,75	zabroniony
	$I_B > 16 \text{ A}$	1,0	zabroniony
Przewody do odbiorników ruchomych i przenośnych o prądzie znamionowym I_n :	$1,5 \text{ A} < I_n \leq 10 \text{ A}$	0,75	zabroniony
	$I_n > 10 \text{ A}$	1,0	zabroniony
Przewody obwodu wtórnego przekładnika prądowego		2,5	zabroniony
Przewody obwodu wtórnego przekładnika napięciowego		1,5	zabroniony
Przewody sterownicze ułożone na stałe w pomieszczeniach		0,5	zabroniony
Przewody napowietrzne na izolatorach przy rozpiętości przęsła „a”	$a \leq 20 \text{ m}$	4	16
	$20 \text{ m} < a \leq 45 \text{ m}$	6	16
	$a > 45 \text{ m}$	10	25

■ Dobór przewodów i kabli na obciążalność długotrwałą i przeciążalność

Przepływający prąd przez żyły przewodów lub kabli powoduje wydzielanie się ciepła i wzrost temperatury żył, a w efekcie nagrzewanie izolacji, ekranu, powłoki oraz tynku, gruntu czy innego ośrodka, w którym zostały ułożone. Ciepło te, w zależności od sposobu ułożenia kabla lub przewodu, może być rozpraszane przez konwekcję, przewodnictwo lub promieniowanie.

Moc P wydzielana na przewodzie jest wprost proporcjonalna do kwadratu natężenia przepływającego prądu I oraz do rezystancji R żyły (L – długość, γ – konduktywność materiału, z którego wykonana jest żyła, S – przekrój żyły).

$$P = I^2 \cdot R = I^2 \cdot \frac{L}{\gamma \cdot S}$$

Przy doborze przewodów na długotrwałą obciążalność i przeciążalność prądową pierwszym krokiem jest obliczenie spodziewanego prądu obciążenia, który należy wyznaczyć z poniższych wzorów w zależności od rodzaju obwodu:

- dla obwodów jednofazowych:

$$I_B = \frac{S_n}{U_{nf}} = \frac{P_n}{\cos \varphi \cdot U_{nf}}$$

- dla obwodów trójfazowych:

$$I_B = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi \cdot U_n}$$

gdzie:

I_B [A] – obliczeniowy prąd obciążenia przewodu lub kabla,

U_{nf} [V] – znamionowe napięcie fazowe,

U_n [V] – znamiono we napięcie międzyfazowe,

$\cos \varphi$ – współczynnik mocy (w obwodach prądu sinusoidalnego $\cos \varphi = P_n / S_n$),

S_n [VA] – moc pozorna obciążenia przewodu lub kabla,

P_n [W] – moc czynna obciążenia przewodu lub kabla.

W obliczeniach prądu I_B w budynkach mieszkalnych, przy braku dokładnych danych można przyjąć $\cos\varphi = 0,95$.

Znając prąd obciążenia doboru przekroju przewodów ze względu na obciążalność prądową długotrwałą wykonujemy na podstawie tablic obciążalności długotrwałej przewodów zawartych w normie PN-IEC 60364-5-523:2001 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego”.

Norma ta zawiera tablice obciążalności długotrwałej przewodów dla temperatury otaczającego powietrza 30°C występującej w strefie śródlądowej oraz obciążalności długotrwałej kabli ułożonych w ziemi dla rezystywności gruntu 2,5 K·m/W. Wszystkie wartości podane są przy założeniu długotrwałym, nie zmieniającego się w czasie obciążenia prądu stałego lub prądu przemiennego o częstotliwości 50 Hz albo 60 Hz.

Obciążalność długotrwałą przewodów wyznacza się z tabel zawartych w normie po zastosowaniu współczynników poprawkowych dla warunków polskich oraz po uwzględnieniu rodzaju przewodów, warunków ich układania oraz charakteru obciążenia średniodobowego.

Wartości właściwe dla Polski podane w normie IEC 60287-3-1:1999:

Obliczeniowa temperatura otoczenia w Polsce wynosi:

- a) dla przewodów ułożonych w pomieszczeniach 25°C,
- b) dla przewodów izolowanych w przestrzeniach zewnętrznych:
 - nie narażone na bezpośrednie nasłonecznienie 25°C,
 - narażone na bezpośrednie nasłonecznienie 40°C,
- c) dla kabli ułożonych w ziemi w zależności od pory roku: 5°C, 15°C, 20°C.

Rezystywność cieplna gruntu w Polsce wynosi: 1,0 K·m/W.

Prąd długotrwały w dowolnej żyłce przewodu w warunkach normalnej eksploatacji powinien mieć taką wartość, aby nie została przekroczona odpowiednia temperatura graniczna. Wartość ta zależy od materiału izolacji:

Materiał izolacji	Temperatura graniczna [°C] dopuszczalna		
	długotrwałe	przejściowo	przy zwarcu
Bez izolacji, przewody gołe miedziane	80	100	200
Polwinyl (PVC)	70	100	160
Polietylen (PE)	75	90	150
Polietylen usieciowany (XLPE), guma etylenowo-propylenowa (EPR)	90	130	250
Guma silikonowa	180		350
Temperatura graniczna może być dopuszczalna przejściowo np. w sytuacjach awaryjnych przeciążeń ruchowych urządzeń elektrycznych w ograniczonym czasie ich trwania.			

Warunki doboru przekroju przewodów i kabli

Przy doborze przewodów i kabli ze względu na nagrzewanie prądem roboczym dobiera się najmniejszy z przekrojów, którego obciążalność długotrwałą I_z jest większa od obliczeniowego prądu obciążenia I_B wyznaczonego z mocy zapotrzebowanej lub obliczeniowej mocy szczytowej

$$I_z \geq I_B$$

Powyższa zależność dotyczy przewodów z obciążeniem o stałej wartości (praca ciągła). Przy obciążeniu dorywczym przewód o obciążalności I_z może być obciążony prądem I_{zd}

$$I_{zd} = K_d \cdot I_z \quad K_d = x - e^{-t_d/T}$$

gdzie:

t_d – czas trwania obciążenia dorywczego,
 T – cieplna stała czasowa przewodu.

W obwodach z zabezpieczeniami przeciążeniowymi, dobranymi z uwzględnieniem warunku selektywności działania spełnione muszą być następujące warunki doboru przewodów:

- obciążalność długotrwałą przewodu I_z powinna być większa od znamionowego prądu nastawczego I_n zabezpieczenia przeciążeniowego obwodu, a ten – by spełnić warunki selektywności – powinien być większy od obliczeniowego prądu obciążenia I_B wyznaczonego z mocy zapotrzebowanej lub obliczeniowej mocy szczytowej

$$I_z \geq I_n \geq I_B$$

- prąd przeciążeniowy o wartości $1,45 \cdot I_z$, przy której przyrost temperatury ustala się na poziomie dwukrotnie większym niż dopuszczalny długotrwałe, powinien wywołać zadziałanie członu przeciążeniowego zabezpieczenia nadprądowego obwodu

$$1,45 \cdot I_z \geq I_2 \quad I_z \geq \frac{I_2}{1,45}$$

gdzie:

I_2 [A] – najmniejszy prąd wywołujący zadziałanie zabezpieczenia członu przeciążeniowego zabezpieczenia nadprądowego.

$$I_2 = k \cdot I_n$$

gdzie k jest równe:

- 1,9 – dla wkładek topikowych o pełnozakresowej zdolności wyłączania i prądzie znamionowym od 6 do 13 A,
- 1,6 – dla wkładek topikowych o prądzie znamionowym powyżej 13 A,
- 1,45 – dla wyłączników nadprądowych instalacyjnych o charakterystyce B, C lub D,
- 1,2 – dla wyzwalaczy termobimetalowych i elektronicznych przy stycznikach i wyłącznikach oraz dla wyzwalaczy nadprądowych o charakterystyce E (ograniczniki mocy – wyłączenie przed upływem 20 min.)

Przewody zasilające odbiorniki o obciążeniu innym niż długotrwałe (dorywcze, przerywane), w ograniczonym czasie mogą być obciążone prądem większym od ich obciążalności długotrwałej I_{dd} bez przekroczenia temperatury granicznej dopuszczalnej długotrwałe.

■ Dobór przewodów i kabli na obciążalność zwarciovą

Przepływ prądu powstający w wyniku bezoporowego (metalicznego) połączenia dwóch lub większej liczby przewodów o różnych potencjałach nazywa się zwarcie. Skutek cieplny prądu zwarciovego (całka Joule'a) dopuszczalny dla przewodu o przekroju S i największej dopuszczalnej jednosekundowej gęstości prądu k powinien być nie mniejszy niż rzeczywiście występujący skutek cieplny prądu zwarciovego, na który narażony jest przewód.

gdzie:

k [A/mm²] – największa dopuszczalna gęstość prądu,

S [mm²] – przekrój przewodu,

I_{th}^2 [kA] – zastępczy prąd cieplnych,

T_k [s] – czas zadziałania urządzenia zabezpieczającego,

$(I^2 t)_w$ – podana przez producenta wartość całki Joule'a wyłączenia bezpiecznika ograniczającego zabezpieczającego przewód.

$$(k \cdot S)^2 \cdot I_{th}^2 \geq I_{th}^2 \cdot T_k \quad \text{lub} \quad (k \cdot S)^2 \cdot I_{th}^2 \geq (I^2 t)_w$$

Z powyższych zależności można obliczyć przekrój przewodu wymagany ze względu na obciążalność zwarciovą cieplną 1-sekundową:

$$S \geq \frac{I_{th}}{k} \sqrt{\frac{T_k}{1}} \quad \text{lub} \quad S \geq \frac{1}{k} \sqrt{\frac{(I^2 t)_w}{1}}$$

Największa dopuszczalna jednosekundowa gęstość prądu dla przewodów izolowanych wynosi:

Materiał izolacji		Jednosekundowa gęstość prądu k [A/mm ²] w żyłach	
		Miedzianych	Aluminiowych
Polwinit, przewody o przekroju	$S > 300 \text{ mm}^2$	103	68
	$S > 300 \text{ mm}^2$	115	76
Guma naturalna		141	93
Guma etylenowo – propylnowa, polietylen sieciowany		143	94

■ Dobór przekroju przewodów ze względu na dopuszczalny spadek napięcia

Odbiorniki energii elektrycznej pracują poprawnie przy zasilaniu ich napięciem o wartości zbliżonej do znamionowej. Wymagane jest niekiedy zastosowanie przewodów o przekroju żył większym niż wynika to z warunku obciążalności prądowej długotrwałej, aby odchylenia napięcia w poszczególnych fragmentach sieci i instalacji nie przekraczały wartości granicznych dopuszczalnych ustalonych przez odpowiednie normy przy założeniu, że występujące odchylenia napięcia powodowane spadkami napięć nie powinny wywoływać zakłóceń w pracy odbiorników.

Zgodnie z normą SEP-E-002 spadek napięcia w obwodach odbiorczych, od licznika energii elektrycznej do punktu przyłączenia odbiornika nie powinien przekraczać 3%, przy czym równocześnie całkowity spadek napięcia od złącza instalacji elektrycznej do zacisków dowolnego odbiornika nie powinien przekraczać 4%. Spadki napięcia w wewnętrznej linii zasilającej nie powinny przekraczać wartości podanych w poniższej tabeli. Obliczenia spadku napięcia należy dokonać dla prądu znamionowego zabezpieczenia nadprądowego.

L.p.	Moc przesyłana linią WLZ w kVA	Dopuszczalny spadek napięcia $\Delta U\%$
1.	do 100	0,5
2.	100 - 250	1,0
3.	250 - 400	1,25
4.	powyżej 400	1,5

Spadek napięcia wyrażony w % na dowolnym odcinku toru o długości l wykonany przewodem o przekroju S i konduktywności materiału żyły γ jest określony zależnością:

- dla obwodów jednofazowych:

$$\Delta U_{\%} = \frac{200}{U_{nf}} \cdot I_B \cdot (R \cdot \cos\varphi + X_L \cdot \sin\varphi)$$

- dla obwodów trójfazowych:

$$\Delta U_{\%} = \frac{\sqrt{3} \cdot 100}{U_n} \cdot I_B \cdot (R \cdot \cos\varphi + X_L \cdot \sin\varphi)$$

gdzie:

I_B [A] – obliczeniowy prąd obciążenia przewodu lub kabla,
 U_{nf} [V] – znamionowe napięcie fazowe,
 U_n [V] – znamionowe napięcie międzyfazowe,
 $\cos\varphi$ – współczynnik mocy (w obwodach prądu sinusoidalnego $\cos\varphi = P_n/S_n$),
 S [mm²] – przekrój przewodu,
 l [m] – długość linii,
 γ [m/Ω·mm²] – konduktywność materiału żył,

X_L [Ω] – reaktancja przewodu oraz R [Ω] – rezystancja przewodu, wyrażone wzorami:

$$X_L = x' \cdot L$$

$$R = \frac{l}{\gamma \cdot S}$$

gdzie:

x' [mΩ] – reaktancja jednostkowa przewodów.

Konduktywność γ dla linii kablowych należy przyjąć 0,10 mΩ/m, natomiast dla instalacji w rurkach oraz dla linii napowietrznych niskiego napięcia – 0,25 – 0,30 mΩ/m.

Można też bezpośrednio obliczyć wymagany przekrój przewodów:

- dla obwodów jednofazowych:

$$S \geq \frac{1}{\gamma \cdot \left(\frac{\Delta U_{\%} \cdot U_{nf}}{200 \cdot I_B \cdot l \cdot \cos\varphi} - X_L \cdot 10^{-3} \cdot \tan\varphi \right)}$$

- dla obwodów trójfazowych:

$$S \geq \frac{1}{\gamma \cdot \left(\frac{\Delta U_{\%} \cdot U_{nf}}{100 \cdot \sqrt{3} \cdot I_B \cdot l \cdot \cos\varphi} - X_L \cdot 10^{-3} \cdot \tan\varphi \right)}$$

Przy czym w powyższych wzorach $\tan\varphi$ oznacza wartość funkcji tangens związaną z powyższą wartością funkcji $\cos\varphi$.

- dla obwodów jednofazowych:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot P \cdot l \cdot 100}{\gamma \cdot S \cdot U_{nf}^2}$$

- dla obwodów trójfazowych:

$$\Delta U = \frac{P \cdot I \cdot 100}{\gamma \cdot S \cdot U_n^2}$$

gdzie:

P [W] – moc czynna przesyłana analizowanym odcinkiem instalacji.

Pozostałe oznaczenia – jak wyżej.

Również dla tego przypadku można bezpośrednio obliczyć wymagany przekrój przewodów:

- dla obwodów jednofazowych:

$$S \geq \frac{200 \cdot I_B \cdot I \cdot R \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot \Delta U_{\%} \cdot U_{nf}}$$

- dla obwodów trójfazowych:

$$S \geq \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot I_B \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot \Delta U_{\%} \cdot U_n}$$

[illegible]



Przewody elektroenergetyczne do układania na stałe

Sposób ułożenia przewodu	Rodzaj przewodu				
	H07V-U (DY); H07V-R (LY); H07V-K (LgY)				H05V-U (DY); H05V-K (LgY); H07V-U; H07V-R; H07V -K
	Izolacja: polwinil zwykły (PVC)				
	Sposób wykonania instalacji				
	Przewody jednożyłowe w rurze instalacyjnej w izolowanej cieplnie ścianie		Przewody jednożyłowe w rurze instalacyjnej na ścianie		Przewody jednożyłowe w powietrzu oddalone od siebie
Przekrój znamionowy żył [mm ²]	Obciążalność prądowa długotrwała (A) Temperatura żyły: 70°C Temperatura otoczenia: 30°C w powietrzu, 20°C w ziemi				
0,5	-	-	-	-	-
0,75	-	-	-	-	15
1	-	-	-	-	19
1,5	14,5	13,5	17,5	15,5	24
2,5	19,5	18	24	21	32
4	26	24	32	28	42
6	34	31	41	36	54
10	46	42	57	50	73
16	61	56	76	68	98
25	80	73	101	89	129
35	99	89	125	110	158
50	119	108	151	134	198
70	151	136	192	171	245
95	182	164	232	207	292
120	210	188	269	239	344
150	240	216	-	-	391
185	273	245	-	-	448
240	321	286	-	-	528
300	367	328	-	-	608
400	-	-	-	-	726

Współczynniki poprawkowe dla obciążalności prądowej w zależności od temperatury otoczenia							
Temperatura otoczenia (°C)	30	35	40	45	50	55	60
Współczynnik poprawkowy	1	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61	0,5

Sposób ułożenia przewodu	Rodzaj przewodu				
	H07V2-U(DYc); H07V2-R (LYc); H07V2-K (LgYc)				H05V2-U (DYc); H05V2-R (LgYc); H05V2-K (LgYc); H07V2-U; H07V2-R; H07V2-K
	Izolacja: polwinit ciepłoodporny (PVC)				
	Sposób wykonania instalacji				
	Przewody jednożyłowe w rurze instalacyjnej w izolowanej cieplnie ścianie		Przewody jednożyłowe w rurze instalacyjnej na ścianie		Przewody jednożyłowe w powietrzu oddalone od siebie
	2 żyły	3 żyły	2 żyły	3 żyły	2 żyły
Przekrój znamionowy żył [mm²]	Obciążalność prądowa długotrwała (A) Temperatura żyły: 70°C Temperatura otoczenia: 30°C w powietrzu, 20°C w ziemi				
0,5	-	-	-	-	-
0,75	-	-	-	-	15
1	-	-	-	-	19
1,5	19	17	23	20	24
2,5	26	23	31	28	32
4	35	31	42	37	42
6	45	40	54	48	54
10	61	54	75	66	73
16	81	73	100	88	98
25	106	95	133	117	129
35	131	117	164	144	158

Współczynniki poprawkowe dla obciążalności prądowej w zależności od temperatury otoczenia (powyżej 30°C)											
Temperatura otoczenia (°C)	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Współczynnik poprawkowy	1	0,96	0,91	0,87	0,82	0,76	0,71	0,65	0,58	0,5	0,4

Sposób ułożenia przewodu	Rodzaj przewodu							
	YDY; CYKY; NYM							
	Izolacja: polwinit ciepłoodporny (PVC)							
	Sposób wykonania instalacji							
	Przewody jednożyłowe w rurze instalacyjnej w izolowanej cieplnie ścianie		Przewody jednożyłowe w rurze instalacyjnej na ścianie		Przewody 1-żyłowe lub wielożyłowe w rurze instalacyjnej na ścianie		Przewody wielożyłowe w powietrzu, odległość ściany ≥0,3 średnicy przewodu	
2 żyły	3 żyły	2 żyły	3 żyły	2 żyły	3 żyły	2 żyły	3 żyły	
Przekrój znamionowy żył [mm²]	Obciążalność prądowa długotrwała (A) Temperatura żyły: 70°C Temperatura otoczenia: 30°C w powietrzu, 20°C w ziemi							
1,5	14	13	16,5	15	19,5	17,5	22	18,5
2,5	18,5	17,5	23	20	27	24	30	25
4	25	23	30	27	36	32	40	34
6	32	29	38	34	46	41	51	43
10	43	39	52	46	63	57	70	60
16	57	52	69	62	85	76	94	80
25	75	68	90	80	112	96	119	101
35	92	83	111	99	138	119	148	128
50	110	99	133	118	168	144	180	153
70	139	125	168	149	213	184	232	196
95	167	150	201	179	258	223	282	238
120	192	172	232	206	299	259	328	276
150	219	196	-	-	344	299	379	319
Współczynniki poprawkowe dla obciążalności prądowej w zależności od temperatury otoczenia (powyżej 30°C)								
Temperatura otoczenia (°C)	30	35	40	45	50	55	60	
Współczynnik poprawkowy	1	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61	0,5	

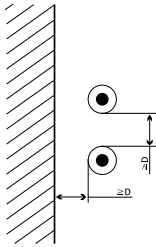
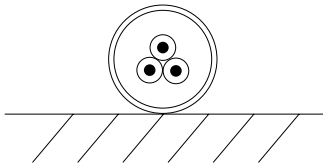
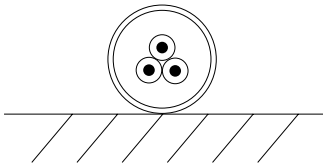
■ Przewody elektroenergetyczne do odbiorników ruchomych i przenośnych

Rodzaj przewodu	
OGL; NSHTÓU-J (0;6/1 kV)	
Norma	
DIN VDE 0298-4	
Obciążalność prądowa (A) Temperatura żyły: 60°C	
Przekrój znamionowy żył [mm²]	Ilość obciążonych żył
	2 żyły lub 3 żyły
1,5	18
2,5	26
4	34
6	44
10	61
16	82
25	108
35	135
50	168
70	207
95	250
120	292
150	335
Współczynniki korekcyjne	
Temperatura (°C)	Wartość współczynnika
30	1
35	0,91
40	0,82
45	0,71
50	0,58
55	0,41
Ilość obciążonych żył	Wartość współczynnika
5	0,75
7	0,65
10	0,55
14	0,5
19	0,45
24	0,4

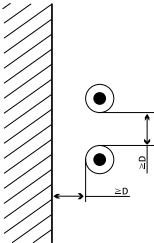
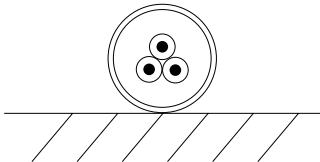
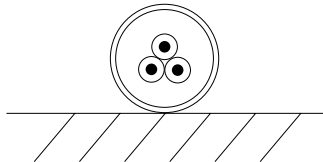
Rodzaj przewodu	
NSSHÓU (0,6/1 kV)	
Norma	
DIN VDE 0298-4	
Obciążalność prądowa (A) Temperatura żyły: 80°C	
Przekrój znamionowy żył [mm²]	Ilość obciążonych żył
	2 żyły lub 3 żyły
1,5	-
2,5	30
4	41
6	53
10	74
16	99
25	131
35	162
50	202
70	250
95	301
120	352
150	404
185	461
Współczynniki korekcyjne	
Temperatura (°C)	Wartość współczynnika
30	1
35	0,95
40	0,89
45	0,84
50	0,77
55	0,71
60	0,63
65	0,55
70	0,45
75	0,32
Ilość obciążonych żył	Wartość współczynnika
5	0,75
7	0,65
10	0,55
14	0,5
19	0,45
24	0,4

Rodzaj przewodu		
H03VV-F; H03VVH2 (OMY) (300/300 V) H03V2V2-F; H03V2V2H2-F; H05V2V2H2-F		
Norma		
PN-HD 516 S2:1997		
Obciążalność prądowa (A)		
Przekrój znamionowy żył [mm²]	Sznury o izolacji polwinitowej PVC (HD21)	
	Zasilanie	
	1-fazowe	2-fazowe
0,5	3	3
0,75	6	6
1	10	10
1,5	16	16
2,5	25	20
4	32	25

Rodzaj przewodu		
H05RR-F; H03RR-H H07RN-F; H05BB-F H05RN-F		
Norma		
PN-HD 516 S2:1997		
Obciążalność prądowa (A)		
Przekrój znamionowy żył [mm²]	Sznury o izolacji gumowej (HD22)	
	Zasilanie	
	1-fazowe	3-fazowe
0,75	6	6
1	10	10
1,5	16	16
2,5	25	20
4	32	25
6	40	-

Sposób ułożenia przewodu	Rodzaj przewodu			
	H07BB-F (450/750 V)			
	Norma			
	DIN VDE 0298-4	PN-HD 516 S2:1997		DIN VDE 0298-4
	Sposób wykonania instalacji			
	w powietrzu	w budynku	poza budynkiem	
	temp. otoczenia 50°C	temp. otoczenia 30°C	temp. otoczenia 50°C	
				
	1 żyła	2 żyły		3 żyły
Przekrój znamionowy żył [mm ²]	Obciążalność prądowa długotrwała (A) Temperatura żyły: 70°C Temperatura otoczenia: 30°C w powietrzu, 20°C w ziemi			
1	19	10	10	15
1,5	24	16	16	18
2,5	32	25	20	26
4	42	32	25	34
6	54	40	-	44
10	73	63	-	61
16	98	-	-	82
25	129	-	-	108
35	158	-	-	135
50	198	-	-	168
70	245	-	-	207
95	292	-	-	250
120	344	-	-	292
150	391	-	-	335
185	448	-	-	382
240	528	-	-	453
300	608	-	-	-
400	726	-	-	-
500	830	-	-	-

Współczynniki korekcyjne	
Temperatura (°C)	Wartość współczynnika
50	1
55	0,94
60	0,87
65	0,79
70	0,71
75	0,61
80	0,5
85	0,35

Sposób ułożenia przewodu	Rodzaj przewodu			
	H05BN4-F; H07BN4-F; H07ZZ-F			
	Norma			
	DIN VDE 0298-4	PN-HD 516 S2:1997		DIN VDE 0298-4
	Sposób wykonania instalacji			
	w powietrzu	w budynku		poza budynkiem
	temp. otoczenia 50°C	temp. otoczenia 30°C		temp. otoczenia 50°C
				
	1 żyła	2 żyły		3 żyły
Przekrój znamionowy żył [mm²]	Obciążalność prądowa długotrwała (A) Temperatura żyły: 70°C Temperatura otoczenia: 30°C			
1	19	10	10	15
1,5	24	16	16	18
2,5	32	25	20	26
4	42	32	25	34
6	54	40	-	44
10	73	63	-	61
16	98	-	-	82
25	129	-	-	108
35	158			135
50	198			168
70	245			207
95	292			250
120	344			292
150	391			335
185	448			382
240	528	-	-	453
300	608	-	-	523
400	726	-	-	-
500	830	-	-	-

Współczynniki korekcyjne	
Temperatura (°C)	Wartość współczynnika
50	1
55	0,94
60	0,87
65	0,79
70	0,71
75	0,61
80	0,5
85	0,35

Współczynniki korekcyjne	
Ilość ociążonych żył	Wartość współczynnika
5	0,75
7	0,65
10	0,55
14	0,5
19	0,45
24	0,4

Rodzaj przewodu				
H07RN8-F; H01N2-D; H01N2-E				
Norma				
PN-HD 516 S2:1997				
Prąd obciążenia przy jednym cyklu pracy nie przekraczającym 5 minut				
Przekrój znamionowy żyły [mm²]	Obciążalność prądowa w zależności od procentowego cyklu obciążenia			
	100%	85%	60%	35%
	A	A	A	A
10	100	103	108	122
16	135	145	175	230
25	180	195	230	300
35	225	245	290	375
50	285	305	365	480
70	355	385	460	600
95	430	470	560	730
120	500	540	650	850
150	580	630	750	980
185	665	720	860	1120

Rodzaj przewodu							
H07RN8-F; H01N2-D; H01N2-E							
Norma							
PN-HD 516 S2:1997							
Prąd obciążenia przy cyklicznej pracy o 5-minutowym okresie powtarzania							
Przekrój znamionowy żyły [mm²]	Obciążalność prądowa w zależności od procentowego cyklu obciążenia						
	100%	85%	80%	60%	35%	20%	8%
	A	A	A	A	A	A	A
10	100	101	102	106	119	143	206
16	135	138	140	148	173	212	314
25	180	186	189	204	244	305	460
35	225	235	239	260	317	400	608
50	285	299	305	336	415	529	811
70	355	375	383	426	531	682	1053
95	430	456	467	523	658	850	1319
120	500	532	545	613	776	1008	1565
150	580	619	634	716	911	1184	1845
185	665	711	729	826	1054	1374	2145

Prąd obciążenia przy cyklicznej pracy o 10 minutowym okresie powtarzania							
Przekrój znamionowy żyły [mm ²]	Obciążalność prądowa w zależności od procentowego cyklu obciążenia						
	100%	85%	80%	60%	35%	20%	8%
	A	A	A	A	A	A	A
10	100	100	100	101	106	118	158
16	135	136	136	139	150	174	243
25	180	185	183	190	213	254	366
35	225	229	231	243	279	338	497
50	285	293	296	316	371	457	681
70	355	367	373	403	482	602	908
95	430	448	456	498	606	765	1164
120	500	524	534	587	721	917	1404
150	580	610	622	689	853	1090	1676
185	665	702	717	797	995	1277	1971

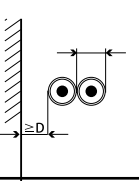
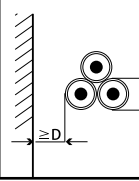
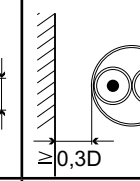
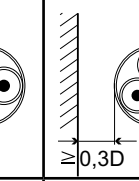
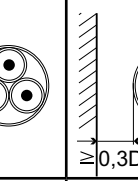
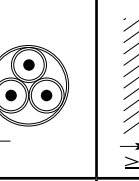
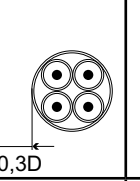
Spadek napięcia przy prądzie stałym i podwyższonej temperaturze							
Przekrój znamionowy żyły [mm ²]	Obciążalność prądowa w zależności od procentowego cyklu obciążenia						
	Spadek napięcia przy prądzie stałym o wartości 100 A i odcinku przewodu o długości 10 m						
	20°C		60°C		85°C		
10	1,950		2,260		2,450		
16	1,240		1,430		1,560		
25	0,795		0,920		0,998		
35	0,565		0,654		0,709		
50	0,393		0,455		0,493		
70	0,277		0,321		0,348		
95	0,210		0,243		0,264		
120	0,164		0,190		0,206		
150	0,132		0,153		0,166		
185	0,108		0,125		0,136		

Rodzaj przewodu		
HO5BQ-F (300/500 V)		
Norma		
PN-HD 516 S2:1997		
Obciążalność prądowa (A) Temperatura żyły: 90°C Temperatura otoczenia: 30°C		
Przekrój znamionowy żył [mm ²]	Sznury o izolacji gumowej (HD22)	
	Zasilanie	
	1-fazowe	2-fazowe
0,75	6	6
1	10	10

Rodzaj przewodu			
H07BQ-F			
Norma			
	PN-HD 516 S2:1997		DIN VDE 0298-4
Przekrój znamionowy żył [mm²]	Obciążalność prądowa długotrwała (A); Temperatura żyły: 90°C		
	Temperatura otoczenia: 30°C		Temperatura otoczenia: 50°C
	2 żyły	3 żyły	2 żyły lub 3 żyły
	1,5	16	16
2,5	25	20	26
4	32	25	34
6	40	-	44
10	63	-	61
16	-	-	82

Współczynniki korekcyjne	
Temperatura (°C)	Wartość współczynnika
50	1
55	0,94
60	0,87
65	0,79
70	0,71
75	0,61
80	0,5
85	0,35

Współczynniki korekcyjne	
Ilość obciążonych żył	Wartość współczynnika dla przekroju żył do 10mm ²
5	0,75
7	0,65
10	0,55
14	0,5
19	0,45
24	0,4

Sposób ułożenia przewodu	Rodzaj przewodu						
	H07RN-F; H07RN8-F						
	Norma						
	PN-HD 516 S2:1997 DIN VDE 0298 - 4						
							
	Przewody 1 żyłowe	Przewody 2 żyłowe	Przewody 3 żyłowe	Przewody 3 żyłowe	Przewody 3 żyłowe	Przewody 4 żyłowe	Przewody 5 żyłowe
Przekrój znamionowy żył [mm ²]	Obciążalność prądowa długotrwała (A) Temperatura żyły: 60°C Temperatura otoczenia: 30°C w powietrzu, 20°C w ziemi						
	Ilość przewodów obciążonych						
	2	3	2	2	3*	3	3
1	-	-	15	15,5	12,5	13	13,5
1,5	19	16,5	18,5	19,5	15,5	16	16,5
2,5	26	22	19,5	26	21	22	23
4	34	30	25	35	29	30	30
6	43	38	34	44	36	37	38
10	60	53	43	62	51	52	54
16	79	71	60	82	67	69	94
25	104	94	79	109	89	92	-
35	129	117	105	135	110	114	-
50	162	148	-	169	138	143	-
70	202	185	-	211	172	178	-
95	240	222	-	250	204	210	-
120	280	260	-	292	238	246	-
150	321	300	-	335	273	282	-
185	363	341	-	378	309	319	-
240	433	407	-	447	365	377	-
300	497	468	-	509	415	430	-
400	586	553	-	-	-	-	-
500	670	634	-	-	-	-	-

* Obciążalność dla przewodów wielożyłowych należy pomnożyć przez współczynnik korekcyjny dla liczby obciążonych żył.



Wymagania obliczeniowe		
Parametry gleby		
Rezystancja cieplna gleby K·m/W	Warunki glebowe	Warunki pogodowe
0,7	bardzo wilgotne	wilgoć słaba
1	wilgotne	regularne opady deszczu
2	suche	rzadkie opady deszczu
3	bardzo suche	brak opadów lub rzadkie opady deszczu
Temperatura (wg normy PN- IEC 60364-4-43:1999)		
Temperatura dopuszczalna długotrwała żyły - izolacja z polwinitu - izolacja z usieciowanego polietylenu		70°C 90°C
Temperatura dopuszczalna żyły przy zwarcia - polwinit do 300 mm ² - polwinit powyżej 300 mm ² - usieciowany polietylen		160°C 140°C 250°C
Temperatura otoczenia - ziemia - powietrze		+20°C +25°C
Rezystywność cieplna gleby		1K·m/W
Współczynnik obciążenia kabli w ziemi		0,7
Głębokość ułożenia w ziemi		0,7 m
Odstęp pojedynczych kabli ułożonych na płasko		70 m
Uwzględnienie przesuwania się ziemi		Nie

Kable elektroenergetyczne 0,6/1 kV (3, 4 i 5-żyłowych ułożonych pojedynczo w ziemi, stosowany w obwodach 3-fazowych przy obciążeniu symetrycznym)				
Przekrój znamionowy żył [mm ²]	Obciążalność długotrwała kabli (A)			
	Aluminium		Miedź	
	Izolacja – polwinit PVC	Izolacja – polietylen usieciowany XLPE	Izolacja – polwinit PVC	Izolacja – polietylen usieciowany XLPE
1	-	-	18	21
1,5	-	-	26	30
2,5	-	-	34	40
4	30	35	44	52
6	340	45	56	64
10	54	65	75	86
16	77	92	98	111
25	99	111	128	143
35	118	132	157	173
50	142	157	185	205
70	176	195	228	252
95	211	233	275	303
120	242	266	313	346
150	270	299	353	390
185	308	340	399	441
240	363	401	464	511
300	412	455	524	580
400	475	526	600	663
500	540	610	675	755

Kable elektroenergetyczne 0,6/1 kV (1-żyłowych ułożonych w ziemi, stosowany w obwodach 3-fazowych przy obciążeniu symetrycznym)								
Przekrój znamionowy żył [mm ²]	Obciążalność długotrwała kabli (A)							
	Aluminium				Miedź			
	Izolacja – polwinil PVC		Izolacja – polietylen usieciowany XLPE		Izolacja – polwinil PVC		Izolacja – polietylen usieciowany XLPE	
								
1	-	-	-	-	18	22	22	27
1,5	-	-	-	-	25	29	32	39
2,5	-	-	-	-	33	39	43	51
4	33	38	36	43	43	51	55	66
6	42	49	47	55	55	65	68	82
10	56	67	62	74	75	88	90	109
16	74	88	81	98	107	127	115	139
25	96	114	105	126	137	163	149	179
35	127	151	137	164	165	195	178	213
50	151	179	163	195	195	230	211	251
70	186	218	201	238	239	282	259	307
95	223	261	240	284	287	336	310	366
120	254	297	274	323	326	382	352	416
150	285	332	308	361	366	428	396	465
185	323	376	350	408	414	483	449	526
240	378	437	408	476	481	561	521	610
300	427	495	462	535	542	632	587	689
400	485	560	525	610	630	725	669	788
500	550	635	600	690	698	810	748	889
630	625	720	680	780	805	920	875	1010
800	710	810	770	880	915	1035	995	1140
1000	790	910	860	990	1020	1140	1120	1260

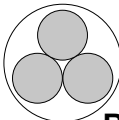
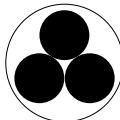
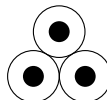
Kable elektroenergetyczne 0,6/1 kV (1-żyłowych ułożonych pojedynczo w powietrzu w miejscach osłoniętych od bezpośredniego działania promieni słonecznych, przeznaczonych do eksploatacji w obwodach trójfazowych przy obciążeniu symetrycznym)								
Przekrój znamionowy żył [mm ²]	Obciążalność długotrwała kabli (A)							
	Aluminium				Miedź			
	Izolacja – polwinil PVC		Izolacja – polietylen usieciowany XLPE		Izolacja – polwinil PVC		Izolacja – polietylen usieciowany XLPE	
								
1	-	-	-	-	18	23	22	28
1,5	-	-	-	-	21	26,5	26	33
2,5	-	-	-	-	28	36	35	43
4	31	37	35	45	39	47	45	58
6	40	47	45	57	50	60	59	73
10	55	64	62	78	70	82	80	99
16	74	85	84	103	94	109	106	133
25	98	113	111	138	125	145	144	180
35	119	138	136	169	156	179	176	220
50	146	169	167	208	186	218	216	268
70	184	214	213	264	237	276	275	341
95	222	264	263	325	287	340	339	420
120	258	308	307	380	332	396	396	490
150	297	353	354	436	382	453	455	562

Kable elektroenergetyczne 0,6/1 kV (1-żyłowych ułożonych pojedynczo w powietrzu w miejscach osłoniętych od bezpośredniego działania promieni słonecznych, przeznaczonych do eksploatacji w obwodach trójfazowych przy obciążeniu symetrycznym)								
Przekrój znamionowy żył [mm²]	Obciążalność długotrwała kabli (A)							
	Aluminium				Miedź			
	Izolacja – polwinit PVC		Izolacja – polietylen usieciowany XLPE		Izolacja – polwinit PVC		Izolacja – polietylen usieciowany XLPE	
185	339	407	410	505	436	523	527	651
240	400	487	494	608	513	625	630	779
300	459	561	570	702	582	718	725	898
400	554	680	672	830	696	866	848	1058
500	639	788	779	963	794	996	970	1220
630	725	900	890	1100	900	1140	1100	1400
800	835	1030	1020	1260	1095	1370	1340	1680
1000	925	1140	1130	1410	1220	1500	1500	1850

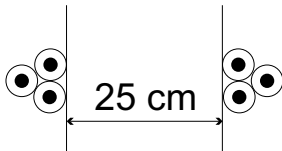
1 -sekundowe gęstości prądów zwarcia w zależności od początkowej temperatury żyły roboczej kabli							
Izolacja – polwinit (PVC)							
Kabel (żyła)	Temperatura zwarcia (°C)	Temperatura żyły roboczej na początku zwarcia (°C)					
		70	60	50	40	30	20
		Gęstość 1-sekundowego prądu zwarcia [A/mm²]					
Cu≤300 mm²	160	115	122	129	136	143	150
Cu>300 mm²	140	103	111	118	126	133	140
Al≤300 mm²	160	76	81	85	90	95	99
Al>300 mm²	140	68	73	78	83	88	93

Izolacja – polwinit (PVC)									
Kabel (żyła)	Temperatura zwarcia (°C)	Temperatura żyły roboczej na początku zwarcia (°C)							
		90	80	70	60	50	40	30	20
		Gęstość 1-sekundowego prądu zwarcia [A/mm²]							
Cu	250	143	149	154	159	165	170	176	181
Al	250	94	98	102	105	105	113	116	120

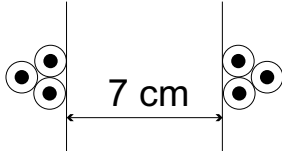
■ Współczynniki korygujące obciążalność długotrwałą kabli

Kable jedno i wielożyłowe w izolacji z polietylenu usieciowanego XLPE w ziemi w zależności od stopnia obciążenia										
Sposób ułożenia kabla	RMRESESM									
Temperatura gleby (°C)	Rezystywność cieplna gleby K·m/W									
	0,7			1			1,5		2,5	
	Współczynnik obciążalności									
	0,5	0,7	1	0,5	0,7	1	0,5	0,7	1	0,5 do 1,0
5	1,24	1,18	1,07	1,11	1,07	1	0,99	0,97	0,94	0,89
10	1,23	1,16	1,05	1,09	1,05	0,98	0,97	0,95	0,91	0,86
15	1,21	1,14	1,03	1,07	1,02	0,95	0,95	0,92	0,89	0,84
20	1,19	1,12	1	1,05	1	0,93	0,92	0,9	0,86	0,81
25					0,98	0,9	0,9	0,87	0,84	0,78
30					0,95	0,88	0,87	0,84	0,81	0,75
35								0,82	0,78	0,72
40										0,68

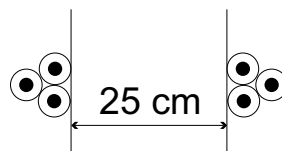
Kable jednożyłowe w izolacji z polietylenu usieciowanego XLPE w ziemi w zależności od ilości systemów kablowych

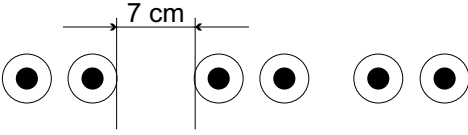
Sposób ułożenia kabla												
Ilość systemów (wiązek)	Rezystywność cieplna gleby K-m/W											
	0,7			1			1,5			2,5		
	Współczynnik obciążalności											
	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7
1	1,09	1,04	0,99	1,11	1,05	1	1,13	1,07	1,01	1,17	1,09	1,03
2	1,01	0,94	0,89	1,02	0,95	0,89	1,04	0,97	0,9	1,06	0,98	0,91
3	0,94	0,87	0,81	0,95	0,88	0,82	0,97	0,89	0,82	0,99	0,9	0,83
4	0,91	0,84	0,78	0,92	0,84	0,78	0,93	0,85	0,79	0,95	0,86	0,79
5	0,88	0,8	0,74	0,89	0,81	0,75	0,9	0,82	0,75	0,91	0,83	0,76
6	0,86	0,79	0,72	0,87	0,79	0,73	0,88	0,8	0,73	0,89	0,81	0,74
8	0,83	0,76	0,7	0,84	0,76	0,7	0,85	0,77	0,7	0,86	0,78	0,71
10	0,81	0,74	0,68	0,82	0,74	0,68	0,83	0,75	0,68	0,84	0,76	0,69

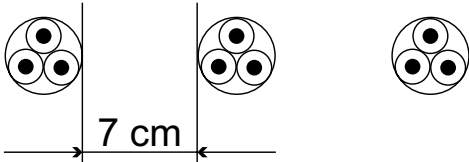
Kable jednożyłowe w izolacji z polwinitu (PVC) w ziemi w zależności od ilości systemów kablowych

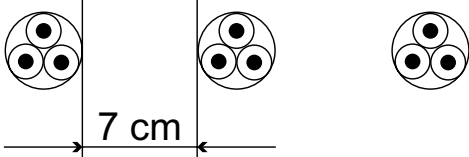
Sposób ułożenia kabla												
Ilość systemów (wiązek)	Rezystywność cieplna gleby K-m/W											
	0,7			1			1,5			2,5		
	Współczynnik obciążalności											
	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7
1	1,01	1,02	0,99	1,04	1,05	1	1,07	1,06	1,01	1,11	1,08	1,01
2	1,94	0,89	0,84	0,97	0,91	0,85	0,99	0,92	0,86	1,01	0,93	0,87
3	0,86	0,79	0,74	0,89	0,81	0,75	0,9	0,83	0,76	0,91	0,83	0,77
4	0,82	0,75	0,69	0,84	0,76	0,7	0,85	0,77	0,71	0,86	0,78	0,71
5	0,78	0,71	0,65	0,8	0,72	0,66	0,8	0,73	0,66	0,81	0,73	0,67
6	0,75	0,68	0,62	0,77	0,69	0,63	0,77	0,7	0,64	0,78	0,7	0,64
8	0,71	0,64	0,58	0,72	0,65	0,59	0,73	0,65	0,59	0,74	0,66	0,6
10	0,68	0,61	0,55	0,69	0,62	0,56	0,69	0,62	0,56	0,7	0,63	0,57

Kable jednożyłowe w izolacji z polwinitu (PVC) w ziemi w zależności od ilości systemów kablowych

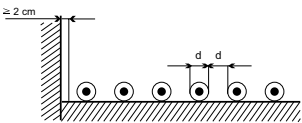
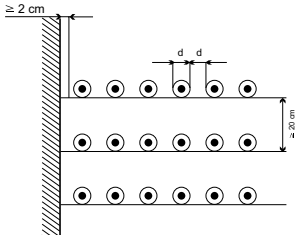
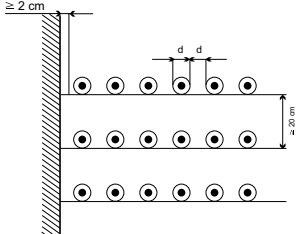
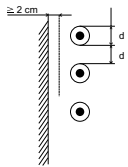
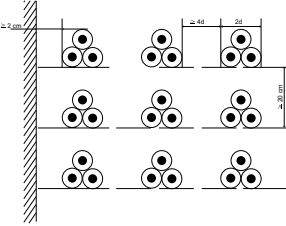
Sposób ułożenia kabla												
	Rezystywność cieplna gleby K-m/W											
Ilość systemów (wiązek)	0,7			1			1,5			2,5		
	Współczynnik obciążalności											
	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7
1	1,01	1,02	0,99	1,04	1,05	1	1,07	1,06	1,01	1,11	1,08	1,01
2	0,97	0,95	0,89	1	0,96	0,9	1,03	0,97	0,91	1,06	0,98	0,91
3	0,94	0,88	0,82	0,97	0,88	0,82	0,97	0,89	0,83	0,98	0,9	0,84
4	0,91	0,84	0,78	0,92	0,85	0,79	0,93	0,86	0,79	0,95	0,87	0,8
5	0,88	0,81	0,75	0,89	0,82	0,76	0,9	0,82	0,76	0,91	0,83	0,77
6	0,86	0,79	0,73	0,87	0,8	0,74	0,88	0,81	0,74	0,89	0,81	0,75
8	0,83	0,76	0,7	0,84	0,77	0,71	0,85	0,78	0,71	0,86	0,78	0,72
10	0,82	0,75	0,69	0,82	0,75	0,69	0,83	0,76	0,69	0,84	0,76	0,7

Kable jednożyłowe w izolacji z polwinitu (PVC) w ziemi w zależności od ilości systemów kablowych												
Sposób ułożenia kabla												
Ilość systemów (wiązek)	Rezystywność cieplna gleby K-m/W											
	0,7			1			1,5			2,5		
	Współczynnik obciążalności											
	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7
1	0,96	0,97	0,98	1,01	1,01	1	1,07	1,05	1,01	1,16	1,1	1,02
2	0,92	0,89	0,86	0,96	0,94	0,87	1	0,95	0,88	1,05	0,97	0,89
3	0,88	0,84	0,77	0,91	0,85	0,78	0,95	0,86	0,79	0,96	0,87	0,79
4	0,86	0,8	0,73	0,89	0,81	0,74	0,9	0,82	0,74	0,91	0,82	0,75
5	0,84	0,76	0,7	0,85	0,77	0,7	0,87	0,78	0,71	0,87	0,79	0,71
6	0,82	0,74	0,68	0,83	0,75	0,68	0,84	0,76	0,69	0,85	0,76	0,69
8	0,79	0,71	0,65	0,8	0,72	0,65	0,81	0,72	0,65	0,81	0,73	0,66
10	0,77	0,69	0,63	0,78	0,7	0,63	0,79	0,7	0,63	0,79	0,71	0,64

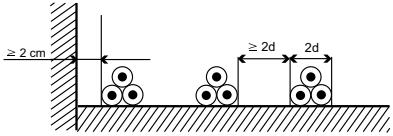
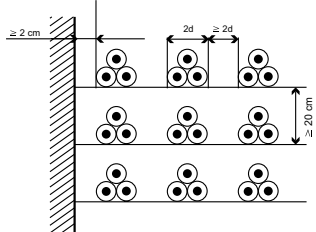
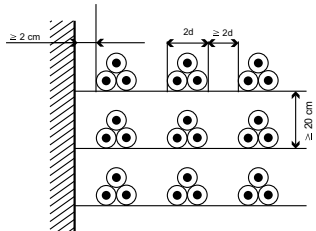
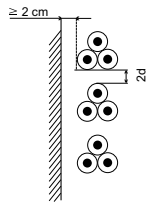
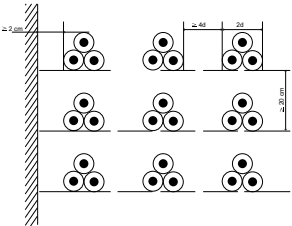
Kable 3,4,5 żyłowe w izolacji z polwinitu (PVC) w ziemi w zależności od ilości kabli												
Sposób ułożenia kabla												
Ilość systemów (wiązek)	Rezystywność cieplna gleby K-m/W											
	0,7			1			1,5			2,5		
	Współczynnik obciążalności											
	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7
1	0,91	0,92	0,94	0,97	0,97	1	1,04	1,03	1,01	1,13	1,07	1,02
2	0,86	0,87	0,85	0,91	0,9	0,86	0,97	0,93	0,87	1,01	0,94	0,88
3	0,82	0,8	0,75	0,86	0,82	0,76	0,91	0,84	0,77	0,92	0,84	0,78
4	0,8	0,76	0,7	0,84	0,77	0,71	0,86	0,78	0,72	0,87	0,79	0,73
5	0,78	0,72	0,66	0,81	0,73	0,67	0,81	0,74	0,68	0,82	0,75	0,68
6	0,76	0,69	0,64	0,77	0,7	0,64	0,78	0,71	0,65	0,79	0,72	0,65
8	0,72	0,65	0,59	0,73	0,66	0,6	0,74	0,67	0,61	0,75	0,67	0,61
10	0,69	0,62	0,57	0,7	0,63	0,57	0,71	0,64	0,58	0,71	0,64	0,58

Kable 3,4,5 żyłowe w izolacji z polietylenu usieciowanego XLPE w ziemi w zależności od ilości kabli												
Sposób ułożenia kabla												
Ilość systemów (wiązek)	Rezystywność cieplna gleby K-m/W											
	0,7			1			1,5			2,5		
	Współczynnik obciążalności											
	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7
1	1,02	1,03	0,99	1,06	1,05	1	1,09	1,06	1,01	1,11	1,07	1,02
2	0,95	0,89	0,84	0,98	0,91	0,85	0,99	0,92	0,86	1,01	0,94	0,87
3	0,86	0,8	0,74	0,89	0,81	0,75	0,9	0,83	0,77	0,92	0,84	0,77
4	0,82	0,75	0,69	0,84	0,76	0,7	0,85	0,78	0,71	0,86	0,78	0,72
5	0,78	0,71	0,65	0,8	0,72	0,66	0,81	0,73	0,67	0,82	0,74	0,67
6	0,75	0,68	0,63	0,77	0,69	0,63	0,78	0,7	0,64	0,79	0,71	0,65
8	0,71	0,64	0,59	0,72	0,65	0,59	0,73	0,66	0,6	0,74	0,66	0,6
10	0,68	0,61	0,56	0,69	0,62	0,56	0,7	0,63	0,57	0,71	0,63	0,57

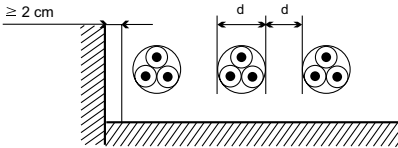
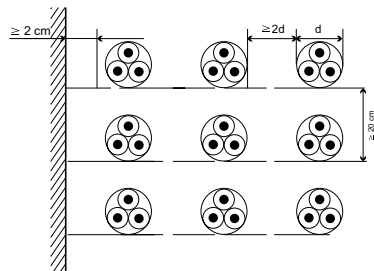
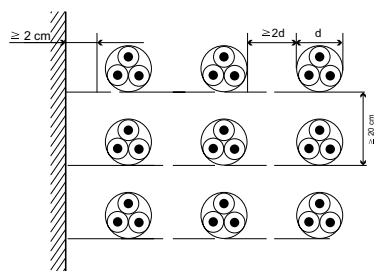
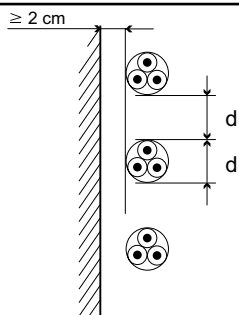
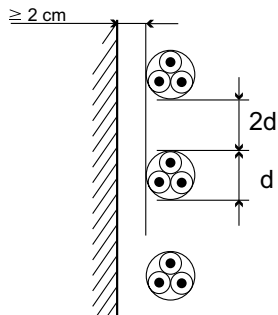
Kable ułożone w powietrzu pojedynczo i w wiązkach wg normy PN-IEC 60364-5-523:2001

Sposób ułożenia kabli	Ilość kabli na półkach lub drabinkach	Instalowane pojedynczo Odstęp między kablami, d średnica kabla, odległość od ściany ≥ 2 cm			
		1	2	3	
Na podłodze	-	0,92	0,89	0,88	
Na korytkach	1	0,92	0,89	0,88	
	2	0,87	0,84	0,83	
	3	0,84	0,82	0,81	
	6	0,82	0,80	0,79	
Na drabinkach	1	1,00	0,97	0,96	
	2	0,97	0,94	0,93	
	3	0,96	0,93	0,92	
	6	0,94	0,91	0,90	
Na podporach lub ścianach	-	0,94	0,91	0,89	
Sposób ułożenia gdzie nie trzeba stosować współczynników przeliczeniowych					

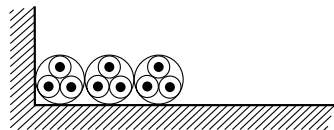
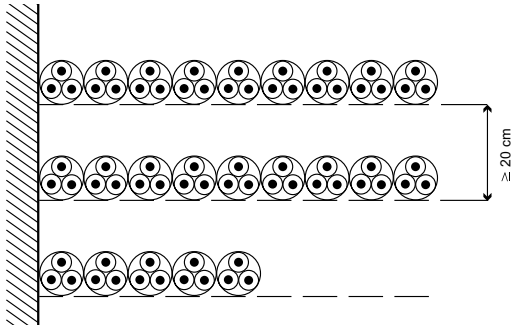
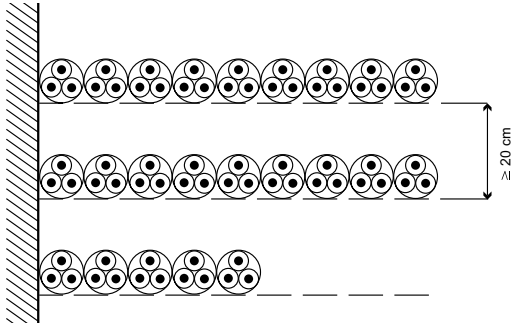
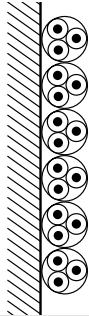
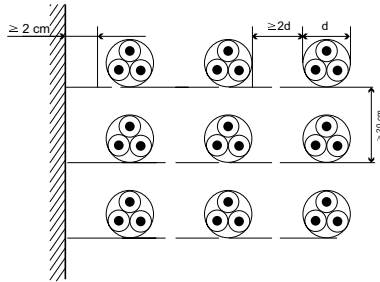
Kable ułożone w powietrzu pojedynczo i w wiązkach wg normy PN-IEC 60364-5-523:2001

Sposób ułożenia kabli	Ilość kabli na półkach lub drabinkach	Instalowane pojedynczo Odstęp między kablami, d średnica kabla, odległość od ściany $\geq 2 \text{ cm}$			
		1	2	3	
Na podłodze	-	0,95	0,90	0,88	
Na korytkach	1	0,95	0,90	0,88	
	2	0,90	0,85	0,83	
	3	0,88	0,83	0,81	
	6	0,86	0,81	0,79	
Na drabinkach	1	1,00	0,98	0,96	
	2	1,00	0,95	0,93	
	3	1,00	0,94	0,92	
	6	1,00	0,93	0,90	
Na podporach lub ścianach	-	0,89	0,86	0,84	
Sposób ułożenia gdzie nie trzeba stosować współczynników przeliczeniowych					

Kable ułożone w powietrzu wg normy PN-IEC 60364-5-523:2001

Sposób ułożenia kabli	Ilość kabli na półkach lub drabinkach	Instalowane pojedynczo Odstęp między kablami, d średnica kabla, odległość od ściany ≥ 2 cm					
		1	2	3	6	9	
Na podłodze	-	0,95	0,90	0,88	0,85	0,84	
Na korytkach	1	0,95	0,90	0,88	0,85	0,84	
	2	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	
	3	0,88	0,83	0,81	0,79	0,78	
	6	0,86	0,81	0,79	0,77	0,76	
Na drabinkach	1	1,00	0,98	0,96	0,93	0,92	
	2	1,00	0,95	0,93	0,90	0,89	
	3	1,00	0,94	0,92	0,89	0,88	
	6	1,00	0,93	0,90	0,87	0,86	
Na podporach lub ścianach	-	1,00	0,93	0,90	0,87	0,86	
Sposób ułożenia gdzie nie trzeba stosować współczynników przeliczeniowych							

Kable ułożone w powietrzu wg normy PN-IEC 60364-5-523:2001

Sposób ułożenia kabli	Ilość kabli na półkach lub drabinkach	Instalowane pojedynczo					
		Odstęp między kablami, d średnica kabla, odległość od ściany $\geq 2\text{ cm}$					
		1	2	3	6	9	
Na podłodze	-	0,90	0,84	0,80	0,75	0,73	
Na korytkach	1	0,95	0,84	0,80	0,75	0,73	
	2	0,95	0,80	0,76	0,71	0,69	
	3	0,95	0,78	0,74	0,70	0,68	
	6	0,95	0,76	0,72	0,68	0,66	
Na drabinkach	1	0,95	0,84	0,80	0,75	0,73	
	2	0,95	0,80	0,76	0,71	0,69	
	3	0,95	0,78	0,74	0,70	0,68	
	6	0,95	0,76	0,72	0,68	0,66	
Na podporach lub ścianach	-	0,95	0,78	0,73	0,68	0,66	
Ilość kabli ułożonych obok siebie jest nieograniczona							



Parametry elektryczne kabli sygnalizacyjnych 0,6/1 kV

Obciążalność długotrwała kabli sygnalizacyjnych prowadzonych w instalacjach napowietrznych osłoniętych od bezpośredniego działania promieni słonecznych w temperaturze otoczenia 25°C				
Ilość żył w kablu	Przekrój żył [mm²]			
	1	1,5	2,5	4
	Obciążenie (A)			
7	10	13	18	23
10	8	11	15	20
14	8	10	14	-
19	7	9	12	-
24	6	8	11	-
30	5	7	11	-
37	5	6	11	-
48	5	6	-	-
61	5	6	-	-
75	5	6	-	-

Obciążalność długotrwała kabli sygnalizacyjnych ułożonych pojedynczo bezpośrednio w ziemi w temperaturze otoczenia 20°C, przy uwzględnieniu migracji wilgoci w obszarze izotermi 35°C				
Ilość żył w kablu	Przekrój żył [mm²]			
	1	1,5	2,5	4
	Obciążenie (A)			
7	11	14	19	24
10	9	12	16	20
14	8	11	14	-
19	7	10	12	-
24	6	8	11	-
30	5	7	11	-
37	5	6	10	-
48	5	6	-	-
61	5	6	-	-
75	5	6	-	-

Maksymalne wartości pojemności kabli sygnalizacyjnych o izolacji polwinitowej i powłoce polwinitowej PVC przy temperaturze 20°C			
Kabel bez pancerza o dowolnej liczbie żył, o przekroju znamionowym [mm²]	Pojemność układu µF/km		
	żyła-żyła	żyła-pancerz	żyła-pancerz (połączony z pozostałymi żyłami)
1,0	0,12	0,2	0,2
1,5	0,14	0,2	0,2
2,5	0,18	0,3	0,3
4,0	0,23	0,35	0,35
6,0	0,28	0,5	0,5
10,0	0,36	0,7	0,7





Fabryka Kabli ELPAR Sp. z o.o.

ul. Laskowska 1

21-200 Parczew

 + 48 83 355 03 38

 + 48 83 355 18 88

 info@elpar.pl

ul. Szafirowa 9

16-400 Suwałki

 + 48 87 565 41 30

 + 48 87 565 41 50

 suwalki@elpar.pl