Przewody i kable elektroenergetyczne

Przewody elektroenergetyczne

Przewody – umożliwiają przesyłanie i rozdzielanie energii elektrycznej. Służą do połączenia odbiorników ze źródłami zasilania.

Podział przewodów:

- przewody i kable elektroenergetyczne
- przewody i kable telekomunikacyjne
- przewody nawojowe
- przewody i kable specjalne.

Przewody elektroenergetyczne dzielimy na przewody:

- gołe
- szynowe
- instalacyjne
- do odbiorników przenośnych
- specjalnego przeznaczenia.

Przewody elektroenergetyczne i kable różnią się od siebie dwiema zasadniczymi cechami. Przewody, mające izolacje z materiałów stałych są budowane na niższe napięcia (max. do 6 kV), a kable na cały zakres stosowanych napięć. Przewody izolowane są stosowane do układania tylko w pomieszczeniach, natomiast kable, dzięki ich specjalnej budowie mogą być również układane w ziemi czy w wodzie.

Elementy budowy przewodów elektrycznych:

1. Żyły robocze – wykonywane najczęściej z miedzi oraz aluminium. Wadą przewodów aluminiowych ograniczającą obecnie ich zastosowanie, jest mała wytrzymałość mechaniczna powodująca dużą awaryjność instalacji i w związku z tym wymagane są dla tego typu przewodów większe minimalne przekroje niż dla przewodów z żyłami miedzianymi.

Przekroje żył są znormalizowane i wynoszą: 0,5; 0,75; 1; 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70

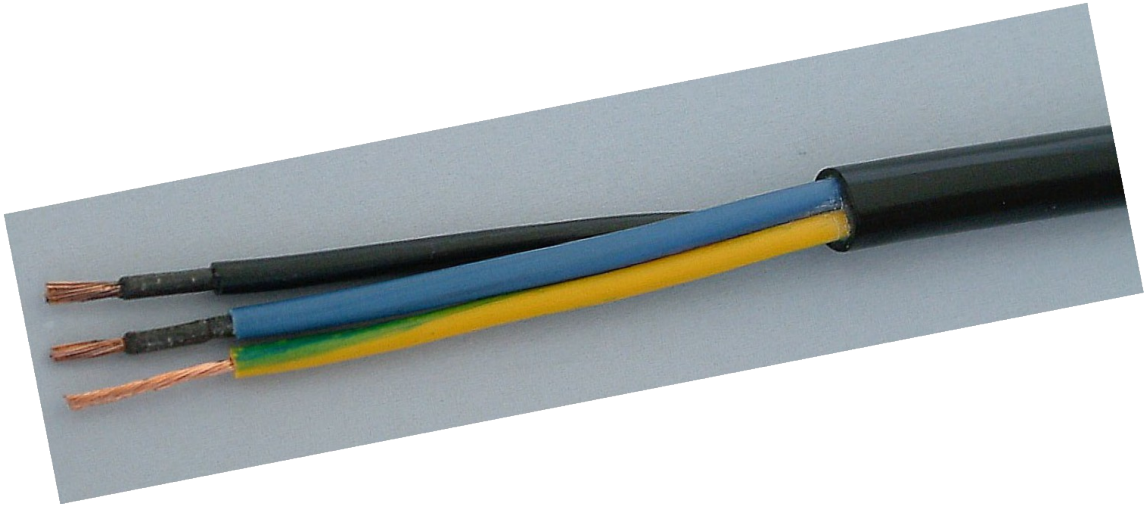
2. Izolacja robocza żył – wykonywane najczęściej z gumy i polwinitu. Zastosowanie przewodów z izolacją polwinitową jest ograniczone w warunkach obniżonej temperatury ze względu na zwiększoną sztywność i utratę w ten sposób odpowiedniej odporności na uszkodzenia szczególnie w przypadku przewodów do odbiorników przenośnych i ruchomych np. przewodów oponowych. W przypadku izolacji gumowej należy zwrócić uwagę na szybkie starzenie i utratę własności izolacyjnych w warunkach podwyższonej temperatury.

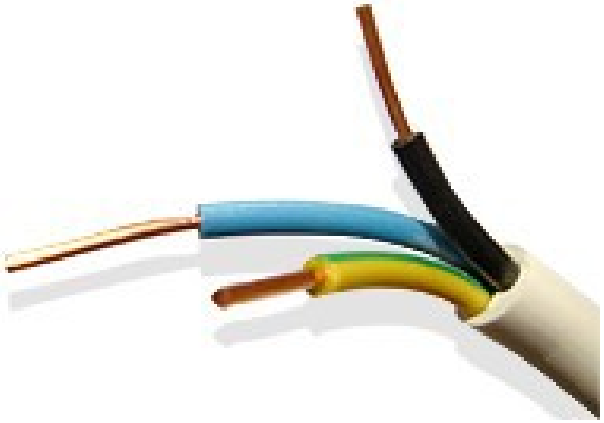
3. Osłony – np. oploty z taśm stalowych, których zadaniem jest ochrona przed uszkodzeniami mechanicznymi. W przypadku przewodów instalacyjnych wystarczającą wytrzymałość mechaniczną w typowych warunkach zapewnia powłoka polwinitowa.

3. Powłoka – szczelna warstwa zapobiegająca wnikaniu wilgoci do wnętrza przewodu. Przewody kabelkowe – do układania na stałe, mają powłokę wykonaną z twardego polwinitu. Przewody oponowe – do odbiorników ruchomych, mają giętką powłokę, tzw. oponę, wykonaną z gumy lub miękkiego polwinitu.

4. Pancerz – wykonany przez owinięcie metalowymi taśmami lub drutami w celu ochrony przewodu od uszkodzeń mechanicznych; maja go tzw. przewody uzbrojone.

5. Odzież – oplot z materiału włóknistego na izolacji lub na pancerzu, w celu ochrony od czynników atmosferycznych.





Materiały stosowane do budowy przewodów

Żyły przewodów –

- Budowane z miedzi lub aluminium, rzadziej stal (w przewodach elektroenergetycznych stosowana raczej jako wzmocnienie mechaniczne przewodu) czy brąz.

- Konduktywność materiałów
  - **miedź – 54 MS/m (m/Ωmm^2)**
  - **aluminium – 35 MS/m**
  - brąz – 45 MS/m
  - stal – 6,6 MS/m

- Porównanie miedzi i aluminium:
  - żyły Al maja mniejszą wytrzymałość mechaniczną, pękają przy wielokrotnym zginaniu (w pobliżu zacisku)
  - aluminium szybko pokrywa się warstwą nieprzewodzącego tlenku
  - pod wpływem trwale przyłożonego docisku cząsteczki Al przemieszczają się, następuje tzw. pełzanie aluminium i z czasem może dojść do obluzowania żył w zaciskach
  - porównując przewody o tej samej budowie i obciążalności prądowej, to żyły Al mają ok. 50% większy przekrój, ale ważą dwukrotnie mniej (w przewodach kilogram Al zastępuje dwa kilo Cu)

- Miedź należy preferować w przewodach instalacyjnych o małym przekroju ($s \leq 10$ mm^2), ale aluminium nadal będzie stosowane na przewody typu: szyny, kable, linie napowietrzne

Izolacje żył przewodów -

- **Izolacja polwinitowa** (PVC – plastyfikowany polichlorek winylu) wykonana z polwinitu twardego lub miękkiego. Cechą polwinitu jest jego twardnienie i pękanie przy zginaniu w temperaturze poniżej -5 ^{0}C , dlatego nie należy układać przewodów w takiej temperaturze otoczenia, chociaż przewody w polwinicie nie narażone na zginanie, skręcanie czy drgania mogą przewodzić w temperaturze do -30 ^{0}C.
- Graniczna dopuszczalna długotrwale temperatura żył przewodów o izolacji polwinitowej wynosi zazwyczaj 70 ^{0}C (polwinit zwykły) i 105 ^{0}C (polwinit ciepłoodporny)

- **Izolacja gumowa** – wykonana może być z:
  - z gumy zwykłej, rodzaju IZ, wytworzonej z kauczuku naturalnego lub etyleno-propylenowego
  - gumy ciepłoodpornej, rodzaju IB lub Isi, wytworzonej z kauczuku butylowego, etyleno-propylenowego lub silikonowego
- Graniczna dopuszczalna długotrwale temperatura żył przewodów o izolacji gumowej wynosi zazwyczaj 60 ^{0}C

- **Inne rodzaje izolacji** – zależnie od wymaganych właściwości przewodów izolacja może być wykonana np. z
  - gumy termoplastycznej, tworzywa fluoroorganicznego, włókna szklanego itd.

Parametry znamionowe przewodów

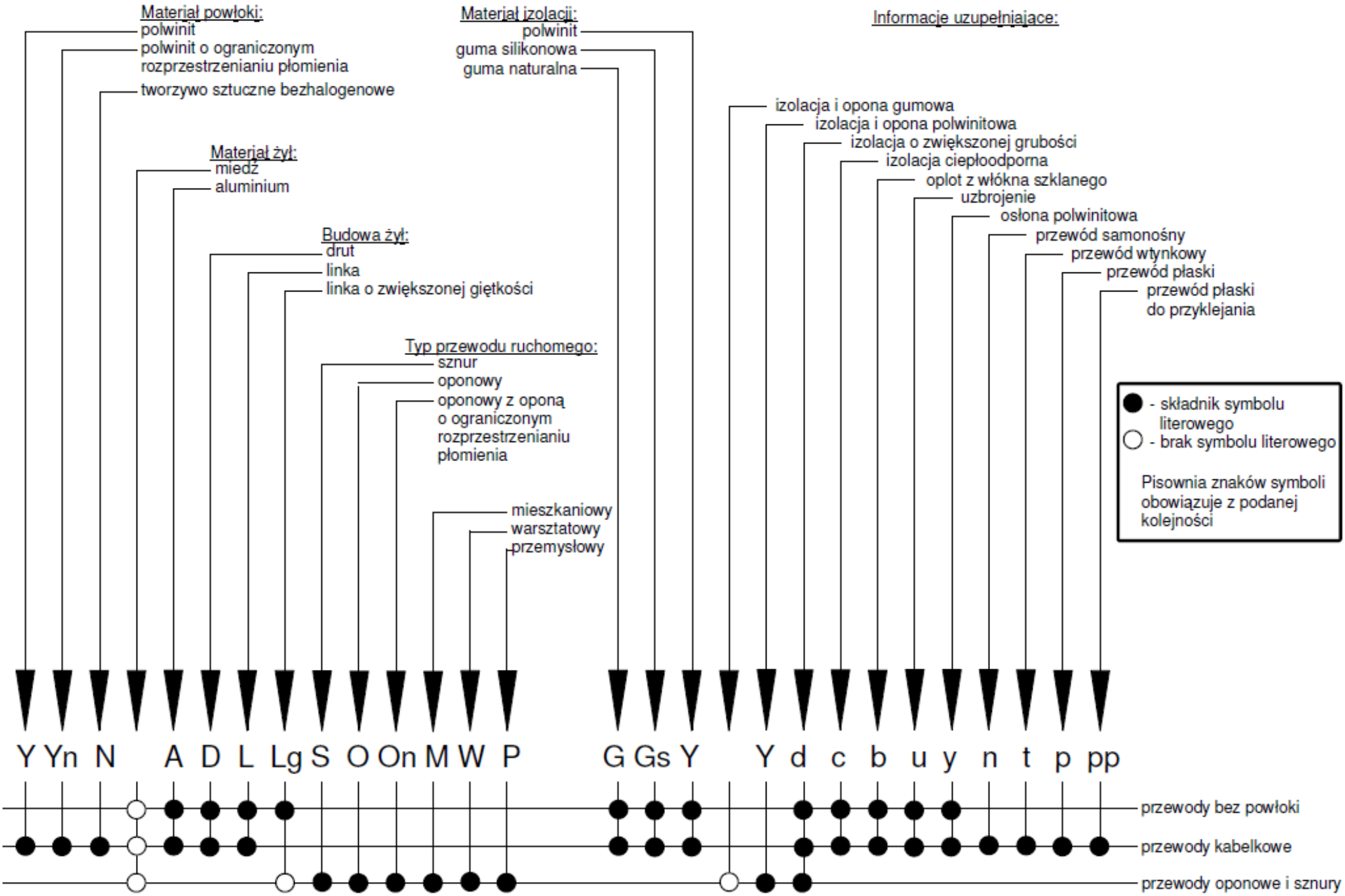
- Napięcie znamionowe – podaje się w postaci dwóch wartości napięcia przemiennego U_O/U, przy czym U_O – napięcie żyła-ziemia, U – napięcie żyła-żyła przewodu wielożyłowego lub układu przewodów jednożyłowych

- Przewody wykonuje się na napięcia:
  - 300/300 V
  - 300/500 V
  - 450/750 V
  - 600/1000 V
- Uwaga:

  w instalacjach 230/400 V wystarczają przewody o napięciu 300/300 V w obwodach jednofazowych lub 300/500 V w obwodach trójfazowych, jednak wymagane są przewody o napięciu co najmniej 450/750 V – przy układaniu ich w stalowych rurkach i korytkach albo w otworach prefabrykowanych elementów budowlanych.

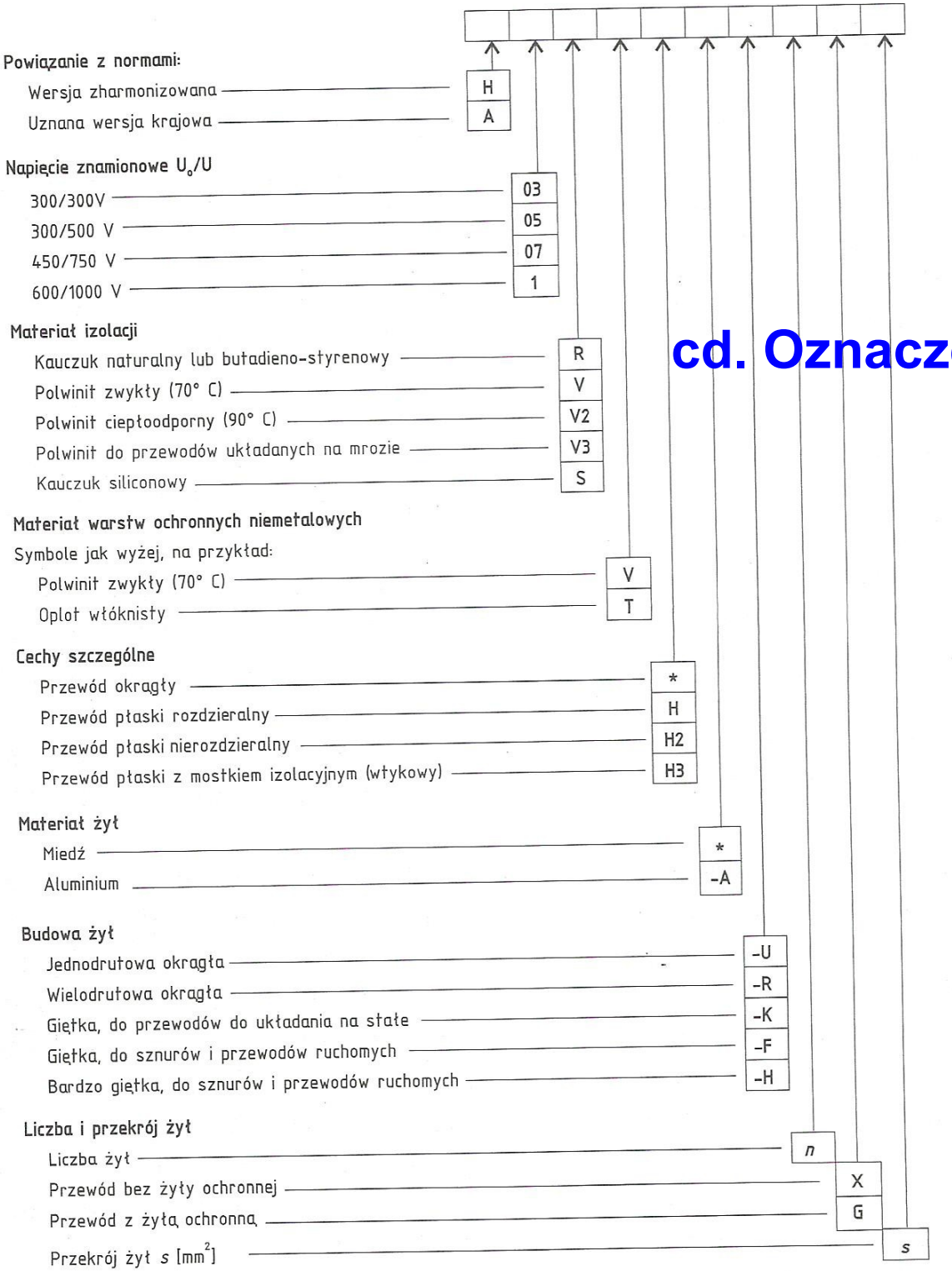
- Obciążalność prądowa długotrwała przewodu

Oznaczenia literowe określające budowę przewodów elektroenergetycznych



Oznaczenia literowe przewodów

cd. Oznaczenia literowe przewodów



DY750 1x2,5 mm^2 – przewód z żyłą miedzianą jednodrutową (D) o izolacji polwinitowej (Y) na napięcie 750V, o przekroju znamionowym żyły 2,5 mm^2

YADYp 3x4 mm^2 - przewód z żyłami aluminiowymi (A), jednodrutowymi (D) o izolacji polwinitowej (Y po symbolu D), z powłoką polwinitową (Y przed symbolem A), płaski trójżyłowy, o przekroju żył 4 mm^2

KGao 4x6 mm^2 - przewód kabelkowy z powłoką ołowianą, o izolacji gumowej (G), pokryty oplotem włóknistym nasyconym (a), okrągły (o), czterożyłowy, o przekroju znamionowym żył jednodrutowych miedzianych 6 mm^2

SMY 2x0,5 mm^2 - sznur (S) mieszkaniowy (M), z żyłami miedzianymi o izolacji polwinityowej (Y), dwużyłowy, o przekroju znamionowym żył 0,5 mm^2

H05V-U – przewód wykonany wg normy zharmonizowanej (H) na napięcie znamionowe 300/500V (05), o izolacji z polwinitu (V), z żyłą jednodrutową (U)

H05V-R – przewód wykonany wg normy zharmonizowanej (H) na napięcie znamionowe 300/500V (05), o izolacji z polwinitu (V), z żyłą wielodrutową sztywną (R)

H05V-K – przewód wykonany wg normy zharmonizowanej (H) na napięcie znamionowe 300/500V (05), o izolacji z polwinitu (V), z żyłą wielodrutową giętką (K)

H05V2-U – przewód wykonany wg normy zharmonizowanej (H) na napięcie znamionowe 300/500V (05), o izolacji z polwinitu ciepłoodpornego (V2), z żyłą jednodrutową (U)

H05V2-R – przewód wykonany wg normy zharmonizowanej (H) na napięcie znamionowe 300/500V (05), o izolacji z polwinitu ciepłoodpornego (V2), z żyłą wielodrutową sztywną (R)

H05V2-K – przewód wykonany wg normy zharmonizowanej (H) na napięcie znamionowe 300/500V (05), o izolacji z polwinitu ciepłoodpornego (V2), z żyłą wielodrutową giętką (K)

H07G-U – przewód wykonany wg normy zharmonizowanej (H) na napięcie znamionowe 450/750V (07), o izolacji z gumy ciepłoodpornej (G) z żyłą jednodrutową (U)

H07G-R – przewód wykonany wg normy zharmonizowanej (H) na napięcie znamionowe 450/750V (07), o izolacji z gumy ciepłoodpornej (G) z żyłą wielodrutową sztywną (R)

Budowa najczęściej spotykanych przewodów

1. Przewody gołe

- Przewody gołe, bez izolacji stosuje się najczęściej w liniach napowietrznych, w trakcji elektrycznej, jako przewody jezdne suwnic. Rzadziej są stosowane w instalacjach wnętrzowych na wspornikach izolacyjnych.
- W liniach napowietrznych stosuje się przewody stalowo-aluminiowe AFL oraz aluminiowe AL

2. Przewody szynowe

- Instaluje się przede wszystkim we wszelkiego rodzaju rozdzielnicach. Są to głównie przewody prowadzone na izolatorach wzdłuż rozdzielni, do których są przyłączone wszystkie linie zasilające i odbiorcze

- W praktyce stosuje się tylko szyny miedziane lub aluminiowe, wykonane w postaci profili:
  - płaskich (P)
  - okrągłych (O)
  - rurowych (R)
  - ceownikowych (C)

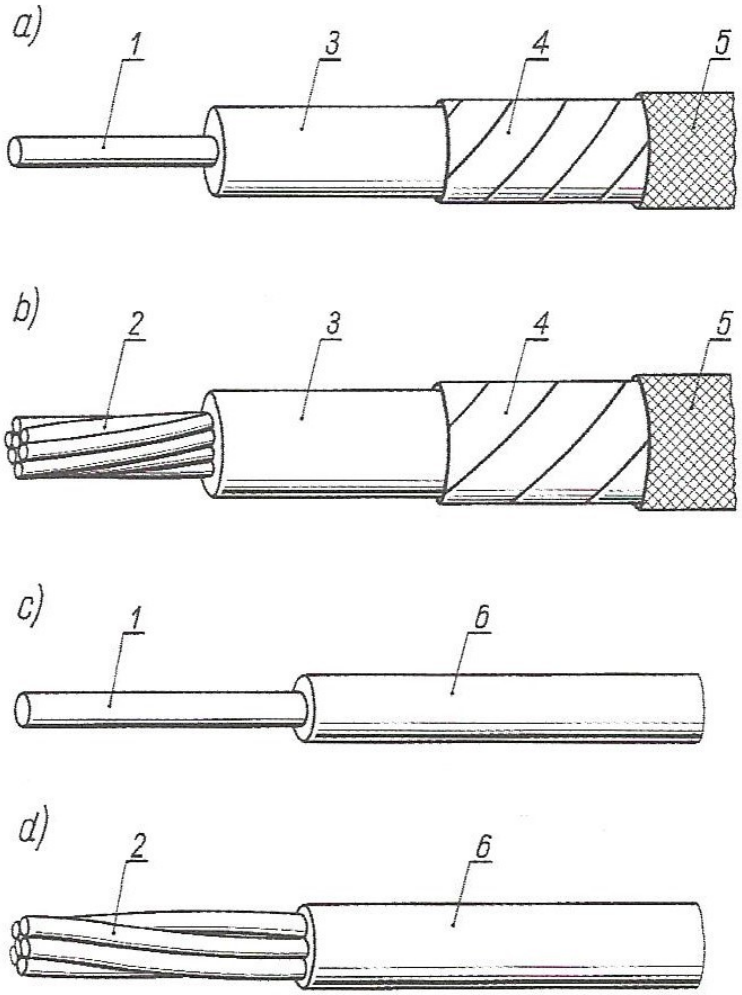
- Szyny są tez często stosowane do wykonywania przemysłowych instalacji elektrycznych, zwłaszcza, gdy jest wymagana duża obciążalność przewodów

3. Przewody instalacyjne bez dodatkowych osłon

- Przewody instalacyjne, do układania na stałe pod tynkiem, na tynku, w tynku i w rurach.
- Mogą być wykonywane w izolacji polwinitowej lub gumowej bez uzbrojenia, płaszcza lub powłoki albo tez dodatkowo osłonięte wymieniona ochroną.

Przewody instalacyjne bez dodatkowych osłon:
a)DG-750
b)LG-750
c)DY
d)LY

1 - żyła jednodrutowa
2 - żyła wielodrutowa
3 - guma wulkanizowana
4 - taśma nagumowana
5 - oplot włóknisty
6 - warstwa polwinitu



YLYżo 300/500V

DGs 300/500V

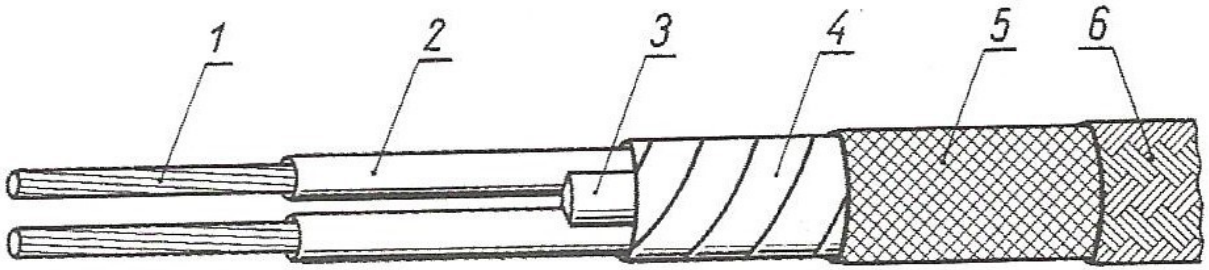
LGs 450/750V

GsLGs 300/500V

3. Przewody instalacyjne uzbrojone

- Mają izolację gumową oraz oplot z drutów stalowych ocynkowanych.
- Stosowane w miejscach narazonych na niebezpieczeństwo mechanicznego uszkodzenia.
- Ze względu na wysokie koszty przewodów, należy ich zastosowanie ograniczać do minimum (jeśli zagrożenie uszkodzenia występuje na krótkim odcinku, należy zagrożone miejsce zabezpieczyć odpowiednią osłoną).

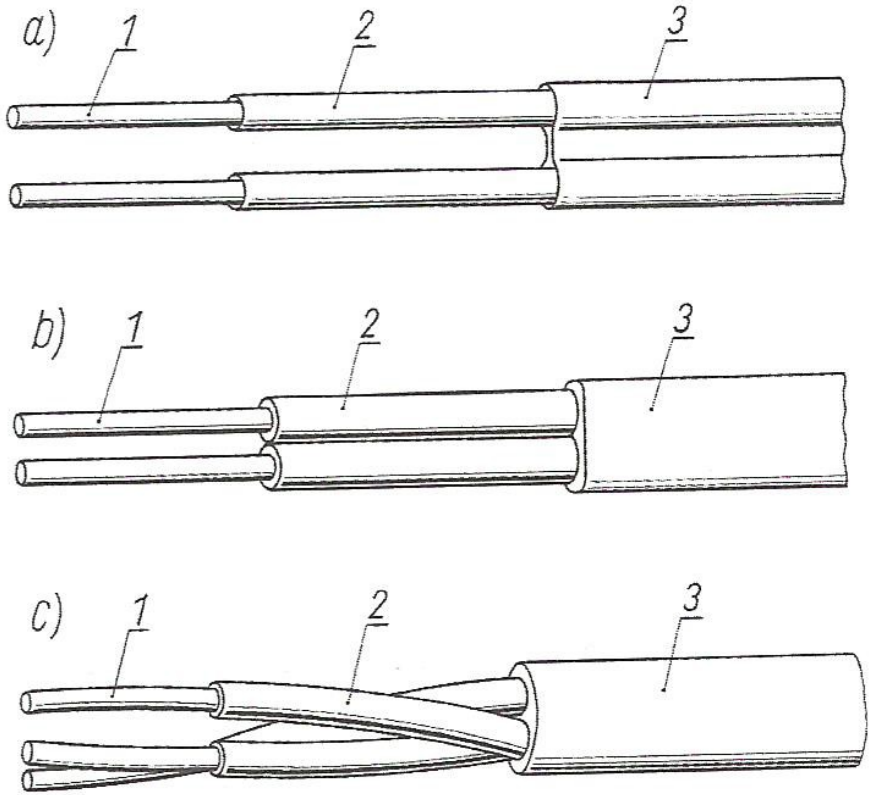
YLYuyżo 0,6/1kV



Przewód instalacyjny typu LGu
1 – żyła miedziana wielodrutowa
2 – guma wulkanizowana
3 – wypełnienie z materiału włóknistego
4 – obwój z taśmy nagumowanej
5 – oplot włóknisty
6 – uzbrojenie (oplot z drutów stalowych ocynkowanych)

4. Przewody instalacyjne w izolacji i powłoce polwinitowej

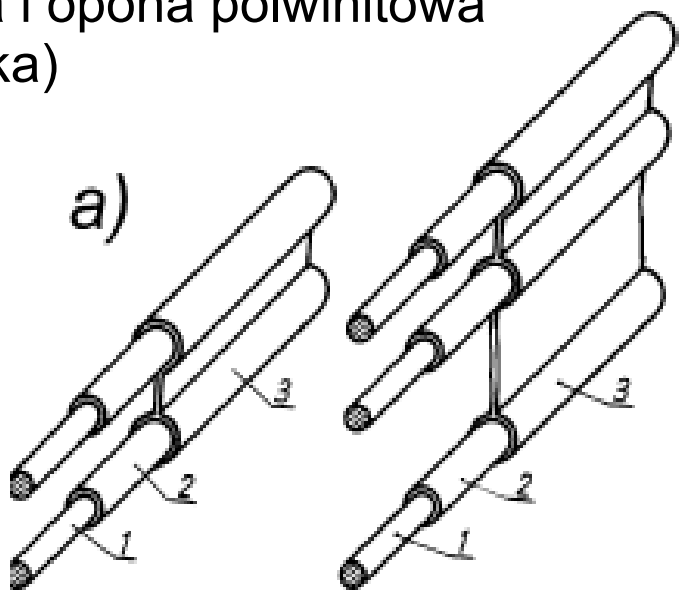
- Obecnie w instalacjach najczęściej stosowany typ przewodów, do układania pod tynkiem lub na tynku, przewody płaskie lub okrągłe



Przykłady przewodów instalacyjnych

a) YDYt
b) YDYp
c)YDY

1 – żyła jednodrutowa miedziana
2 – izolacja polwinitowa
3 – izolacja i opona polwinitowa (powłoka)



YDY 450/750 V

YLY 0,6/1kV

YDYp 300/500V

YDYtżo 450/750V

5. Przewody do odbiorników ruchomych

- Są to przewody zasilające różnego rodzaju odbiorniki przenośne i ruchome, pracujące w różnych warunkach środowiskowych. Zaliczają się do nich:
  - sznury mieszkaniowe(SM,SMp, SMYp) - stosowane do odbiorników w gospodarstwach domowych
  - przewody oponowe o różnorakim przeznaczeniu: mieszkaniowe, warsztatowe, przemysłowe.

- Przewody do odbiorników ruchomych mogą mieć izolację i powłokę (oponę) zarówno z gumy jak i z polwinitu. Można je stosowac w pomieszczeniach jak i na zewnątrz budynków (przemysłowe).

- Są odporne na zwijanie, skręcanie i drgania.

Przewody do odbiorników ruchomych i przenośnych

HO5SS-F 300/500V

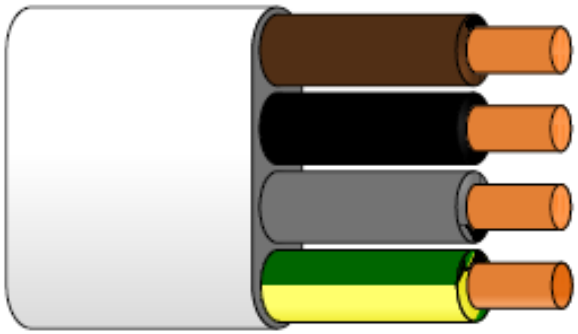
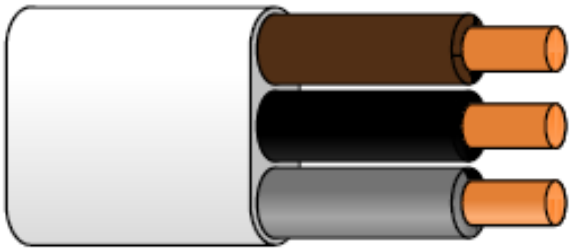
OGŁp 0,6/1kV

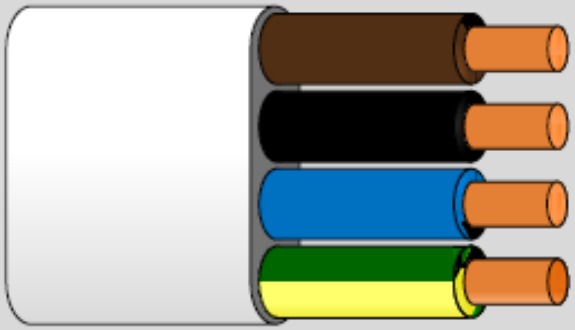
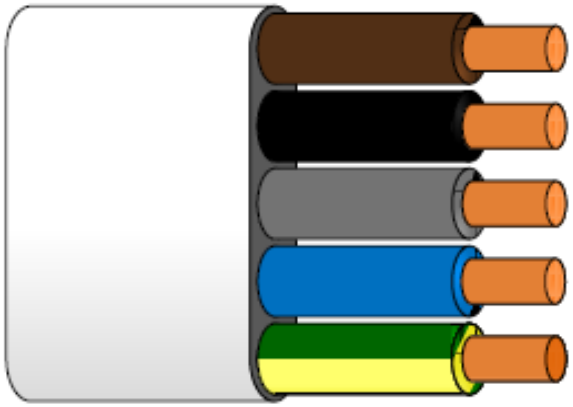
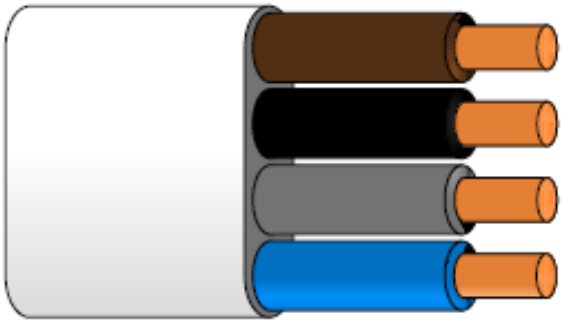
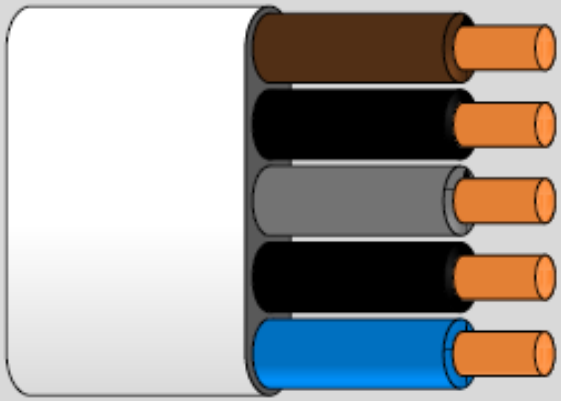
H03V2V2H2-F 300/300V

H03RR-H 300/300V

HO1N2-D 100/100V
(OS)

Kolorystyka żył przewodów i kabli elektroenergetycznych wg PN-HD 308 S2:2007

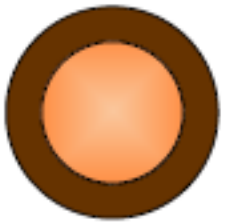
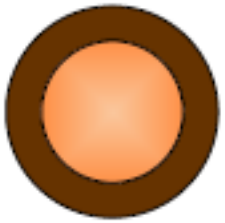
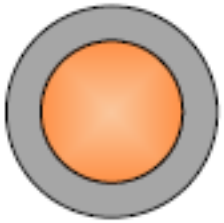
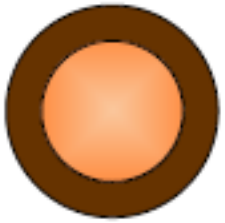
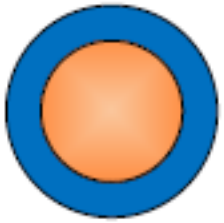
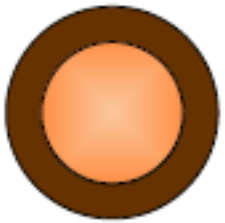
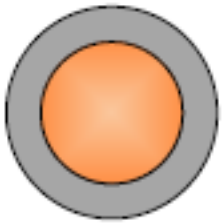
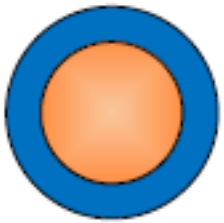
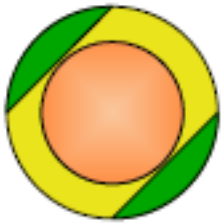
Przewody i kable z żyłą ochronną PE		Przewody i kable bez żyły ochronnej PE	
	3-żyłowe: BN – brązowy, BU – niebieski, GNYE – żółto-zielony		2-żyłowe: BN – brązowy, BU – niebieski,
	4-żyłowe: BN – brązowy, BK – czarny, GY – szary, GNYE – żółto-zielony,		3-żyłowe: BN – brązowy, BK – czarny, GY – szary,

	4-żyłowe*: BN – brązowy, BK – czarny, BU – niebieski, GNYE – żółto-zielony,		3-żyłowe*: BN – brązowy, BK – czarny, BU – niebieski,
	5-żyłowe: BN – brązowy, BK – czarny, GY – szary, BU - niebieski GNYE – żółto-zielony,		4-żyłowe: BN – brązowy, BK – czarny, GY – szary, BU – niebieski,
			5-żyłowe: BN – brązowy, BK – czarny, GY – szary, BK – czarny, BU – niebieski,

** do zastosowań specjalnych*

Oznaczenie kodów kolorów według IEC 757

Przewody i kable z żyłą ochronną PE

3-żyłowe					
4-żyłowe					
4-żyłowe*					
5-żyłowe					

Przewody i kable bez żyły ochronnej PE

2-żyłowe					
3-żyłowe					
3-żyłowe*					
4-żyłowe					
5-żyłowe					

Zastosowanie przewodów jednożyłowych w izolacji polwinitowej

Symbol	Nazwa przewodu	Zastosowanie
DY-250 DY-750	Przewód o żyle miedzianej jednodrutowej (D), o izolacji z polwinitu zwyczajnego (Y), na napięcie znamionowe 250V lub 750V	Do układania na stałe w rurach instalacyjnych lub innych osłonach przewodów, do pracy w otoczeniu o wilgotności względnej do 100% i w temperaturze od -40°C do +65°C
ADY-250 ADY-750	Przewód o żyle aluminiowej (A) jednodrutowej (D), o izolacji z polwinitu zwyczajnego (Y), na napięcie znamionowe 250V lub 750V	
LY-750	Przewód o żyle miedzianej wielodrutowej (L), o izolacji z polwinitu zwyczajnego (Y), na napięcie znamionowe 750V	
ALY-750	Przewód o żyle aluminiowej (A) wielodrutowej (L), o izolacji z polwinitu zwyczajnego (Y), na napięcie znamionowe 750V	
DYc-250 DYc-750	Przewód o żyle miedzianej jednodrutowej (D), o izolacji z polwinitu ciepłoodpornego (Yc), na napięcie znamionowe 250V lub 750V	Jw., lecz do pracy w temperaturze od -20°C do +100°C, w tym na uzwojenia cewek aparatów i maszyn
LYc-750	Przewód o żyle miedzianej wielodrutowej (L), o izolacji z polwinitu ciepłoodpornego (Yc), na napięcie znamionowe 750V	

cd. Przewody instalacyjne jednożyłowe w izolacji polwinitowej

LgY-250 LgY-750	Przewód o żyle miedzianej wielodrutowej giętkiej (g), o izolacji z polwinitu zwyczajnego (Y), na napięcie znamionowe 250V lub 750V	Do układania wewnątrz opraw oświetleniowych oraz do połączeń ruchomych elementów wewnątrz maszyn, przyrządów i aparatów elektrycznych, w których jest wymagana duża giętkość przewodów, do pracy w otoczeniu o wilgotności względnej do 100% i w temperaturze od -40°C do +65°C
LgYc-250 LgYc-750	Przewód o żyle miedzianej wielodrutowej giętkiej (g), o izolacji z polwinitu ciepłoodpornego (Yc), na napięcie znamionowe 250V lub 750V	Jw., lecz do pracy w temperaturze od -20°C do +100°C
DYd-750	Jak DY-750, lecz o izolacji wzmocnionej (d)	Zastosowanie analogiczne jak przewodów podstawowych (bez izolacji wzmocnionej), lecz w warunkach większego narażenia mechanicznego w trakcie montażu lub eksploatacji; przewody nie zalecane ze względu na większe zużycie polwinitu
ADYd-750	Jak ADY-750, lecz o izolacji wzmocnionej (d)	
LYd-750	Jak LY-750, lecz o izolacji wzmocnionej (d)	
ALYd-750	Jak ALY-750, lecz o izolacji wzmocnionej (d)	
LgYd-750	Jak LgYd-750, lecz o izolacji wzmocnionej (d)	

Zastosowanie przewodów wielożyłowych w izolacji i powłoce polwinitowej

Symbol	Nazwa przewodu	Zastosowanie
YDY-750	Przewód o żyłach miedzianych jednodrutowych (D), o izolacji z polwinitu zwyczajnego (Y) i powłoce polwinitowej (Y), okrągły, na napięcie znamionowe 750V	Do układania na stałe bez dodatkowych osłon przed mechanicznymi uszkodzeniami na wierzchu ew. pod tynkiem, do pracy w otoczeniu o wilgotności względnej do 100% i w temperaturze od -40°C do +65°C
YADY-750	Jw. lecz o żyłach aluminiowych (A)	
YLY-1000	Przewód o żyłach miedzianych wielodrutowych (L), o izolacji polwinitowej (Y) i powłoce polwinitowej na napięcie znamionowe 1000V	
YALY-1000	Jw., lecz o żyłach aluminiowych	
YDYp-250 YDYp-750	Przewód o żyłach miedzianych jednodrutowych (D), o izolacji z polwinitu zwyczajnego (Y) i powłoce polwinitowej (Y), płaski (p), na napięcie znamionowe 250 V lub 750V	
YADYp-250 YADYp-750	Przewód o żyłach aluminiowych jednodrutowych (D), o izolacji z polwinitu zwyczajnego (Y) i powłoce polwinitowej (Y), płaski (p), na napięcie znamionowe 250 V lub 750V	

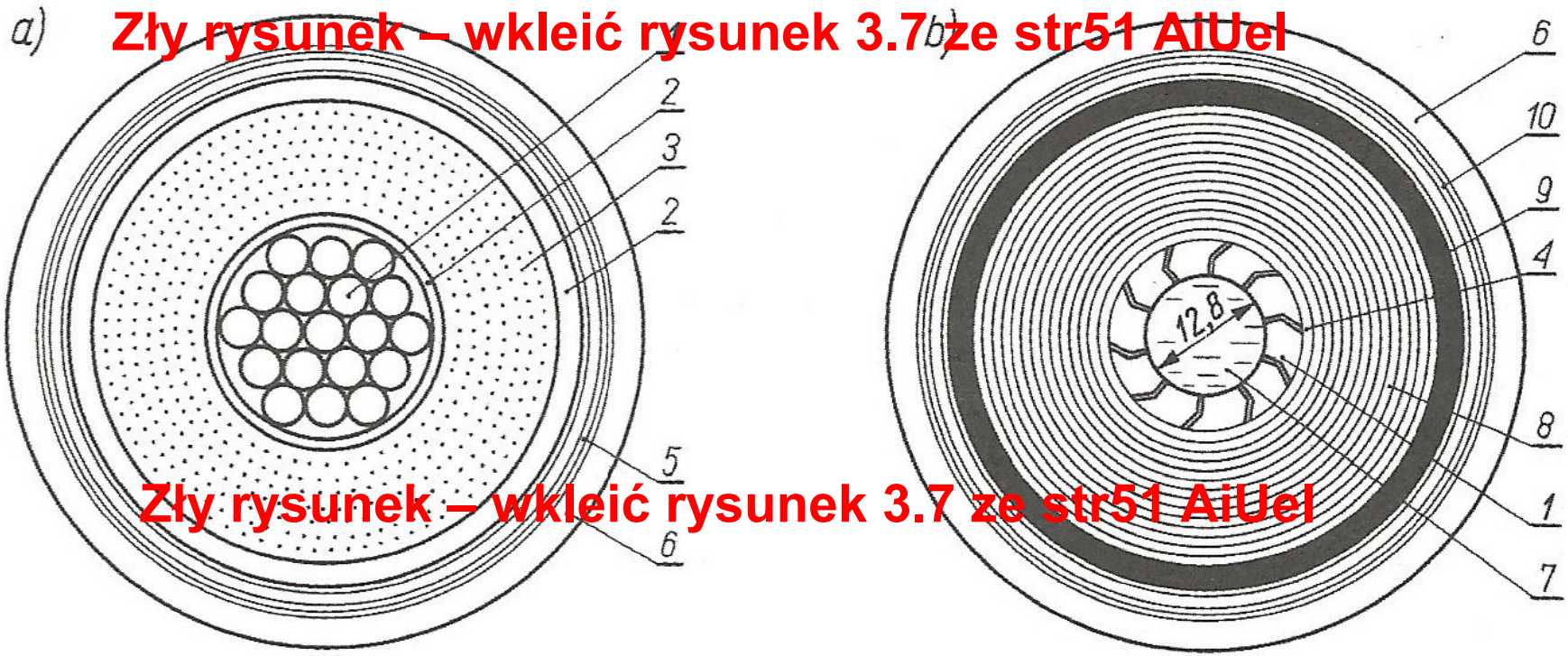
cd. Przewody wielożyłowe w izolacji i powłoce polwinitowej

YDYt-250	Przewód o żyłach miedzianych jednodrutowych (D), o izolacji z polwinitu zwyczajnego (Y) i powłoce polwinitowej (Y), wtynkowy (t), na napięcie znamionowe 250V	Jw., lecz przede wszystkim do układania w warstwie tynku
YADYt-250	Jw., lecz o żyłach aluminiowych	
YDYpp-250	Przewód o żyłach miedzianych jednodrutowych (D), o izolacji z polwinitu zwyczajnego (Y) i powłoce polwinitowej (Y), płaski (p), przystosowany do przyklejania (p), na napięcie znamionowe 250V	Jw., lecz przede wszystkim do układania na wierzchu przez przyklejanie
YADYpp-250	Jw., lecz o żyłach aluminiowych	

Kable elektroenergetyczne

Elementy składowe kabli elektroenergetycznych:

- **Żyły –** wykonane z aluminium lub miedzi, jako okrągłe lub sektorowe. Każda żyła składa się najczęściej z drutów o mniejszych przekrojach
- **Izolacja** – najczęściej wykonana z polwinitu lub polietyleny. Spotyka się kable o izolacji papierowej nasyconej olejem. Nowością jest izolacja z polietylenu usieciowanego o znacznie wyższej temperaturze pracy.
- **Wypełniacz** – materiał izolacyjny wypełniający szczeliny między izolacją żył a powłoką kabla.
- **Powłoka** – uszczelnia izolacje kabla i zapobiega wpływom wilgoci lub wyciekowi oleju, którym jest nasycony papier, oraz nie dopuszcza do powstawania w izolacji pęcherzyków powietrza. Jeżeli powłoka jest metalowa to wyrównuje natężenia pola elektrycznego w izolacji. Jako materiał na powłoki stosuje się:ołów, aluminium lub polwinit.
- **Pancerz** – służy do ochrony kabla przed uszkodzeniami mechanicznymi. Tworzą go najczęściej druty lub taśmy stalowe owinięte wokół kabla.
- **Osłona powłoki lub osłona zewnętrzna** – wykonana z polwinitu lub polietylenu. Osłona powłoki chroni ją przed bezpośrednim nawinięciem pancerza, a osłona zewnętrzna izoluje stalowy pancerz od wpływu wilgoci.

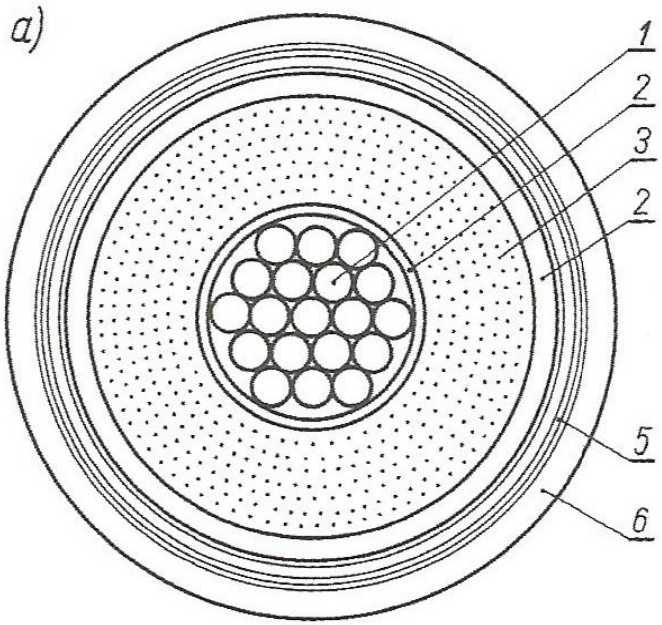


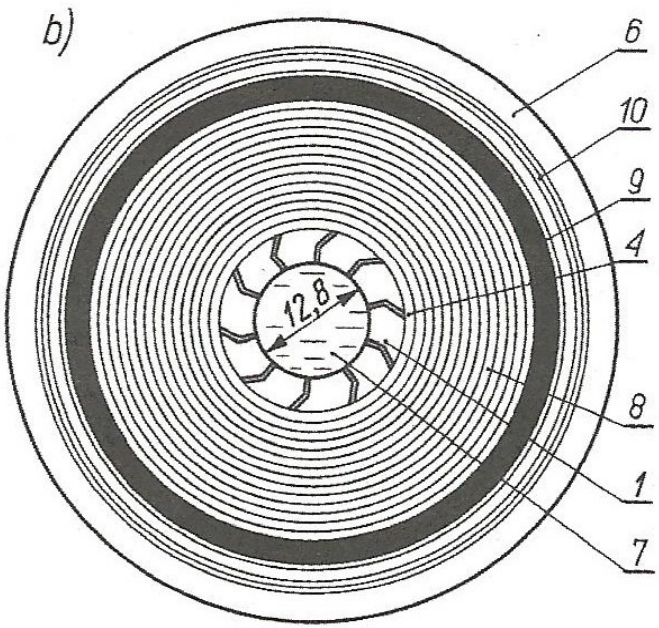
Budowa kabli: a) rdzeniowego (z żyłami sektorowymi)
b) ekranowanego

1 – żyły przewodzące
2 – izolacja żyły
3 – izolacja rdzeniowa
4 – powłoka
5 – osłona powłoki
6 - pancerz
7 – osłona zewnętrzna
8 – taśma metalizowana
9 - wypełniacze

Kable jednożyłowe

Ostatnio coraz powszechniej stosowane, zarówno na niskie jak i wysokie napięcie.

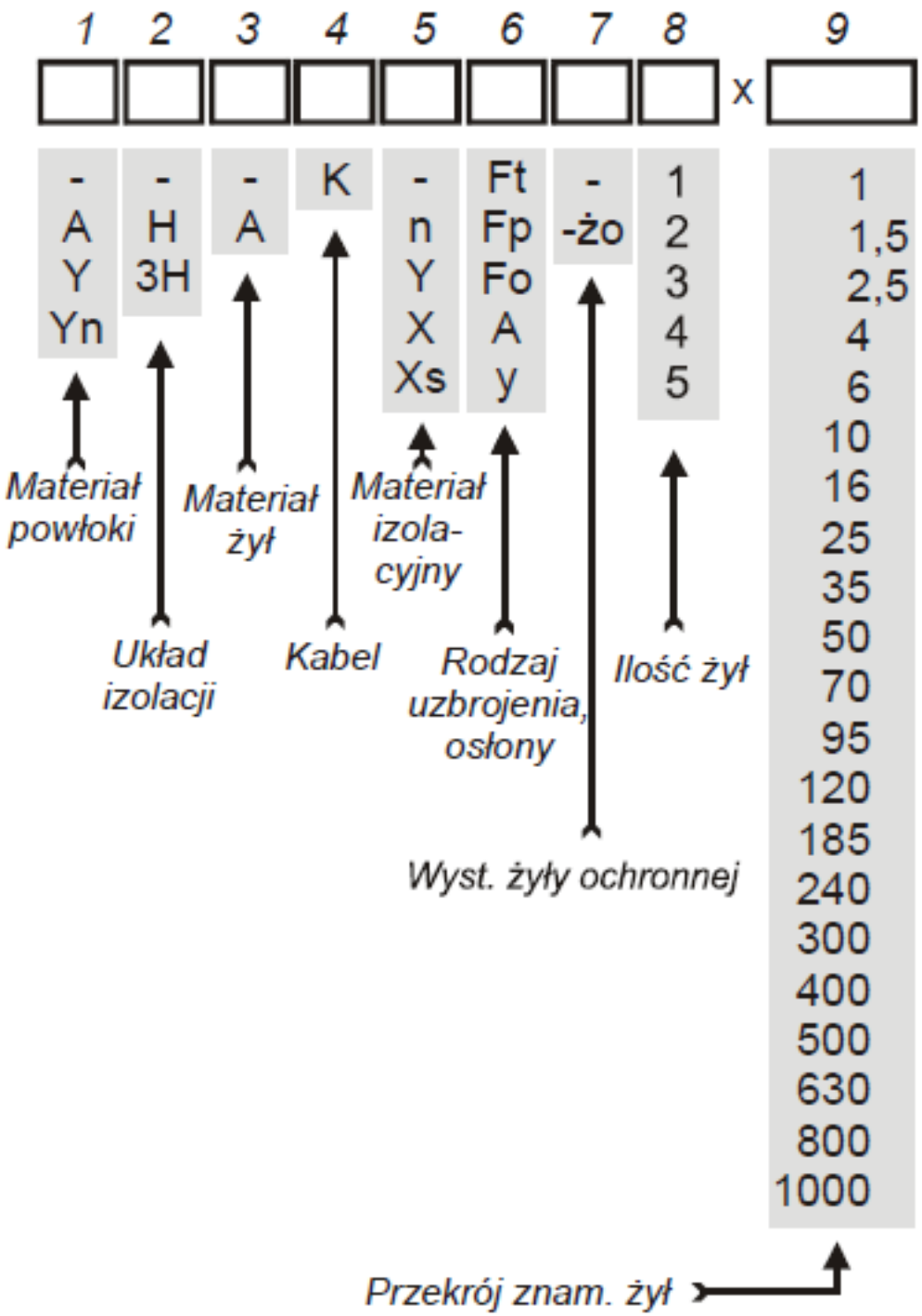




Budowa kabli jednożyłowych: a) średniego napięcia z izolacją polietylenową; b) olejowego

1 – żyła
2 – ekran z polietylenu przewodzącego
3 – izolacja z wytłaczanego polietylenu
4 – ekran z papierowych taśm półprzewodzących
5 – żyła powrotna z drutów lub taśm miedzianych
6 – zewnętrzna osłona polwinitowa
7 – kanał olejowy
8 – izolacja z taśm papierowych
9 – powłoka ołowiana
10 – taśma wzmacniająca

Oznaczanie kabli elektroenergetycznych

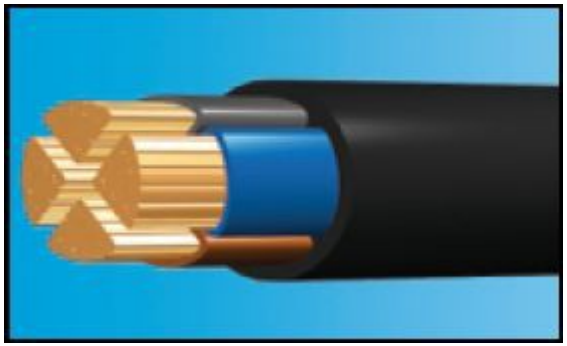


Pozycja	Symbol	Znaczenie
Materiał powłoki		
1		ołów
	A	aluminium
	Y	polwinit
	Yn	polwinit z powłoką nierozprzestrzeniającą płomienia
Układ izolacji		
2		izolacja rdzeniowa
	H	pole promieniowe, wspólna powłoka, żyły ekranowane
	3H	pole promieniowe, kabel 3 - powłokowy
Materiał żyły		
3		miedź
	A	aluminium
Przeznaczenie		
4	**K**	kabel elektroenergetyczny
Materiał izolacyjny		
5		papier z syciwem zwykłym
	n	papier z syciwem nieściekającym
	Y	polwinit
	X	polietylen
	Xs	polietylen usieciowany

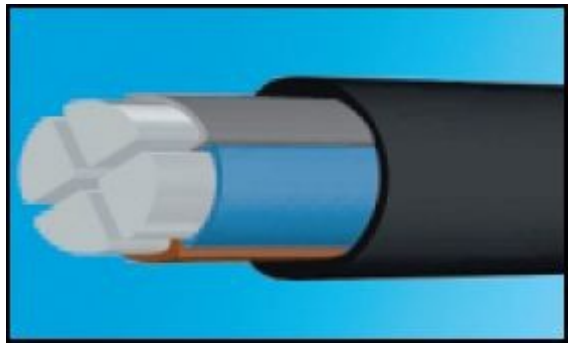
Rodzaj uzbrojenia, osłony		
6	**Ft**	pancerz z taśm stalowych
	Fp	pancerz z płaskich drutów stalowych
	Fo	pancerz z okrągłych drutów stalowych
	A	osłona z przesyconego materiału włóknistego
	y	osłona z polwinitu
Występowanie żyły ochronnej		
7		brak żyły ochronnej w przewodzie
	-żo	przewód z żyłą ochronną (zielono-żółtą)
Ilość żył w przewodzie		
8	**1**	przewód jednodżyłowy
	2	przewód dwużyłowy itd
Przekrój znamionowy żył w mm^2		
9	**1**	przewód z żyłami o przekroju 1 mm^2 każda
	1, 5	przewód z żyłami o przekroju 1,5 mm^2 każda

Przykładowe oznaczenia i ich objaśnienie

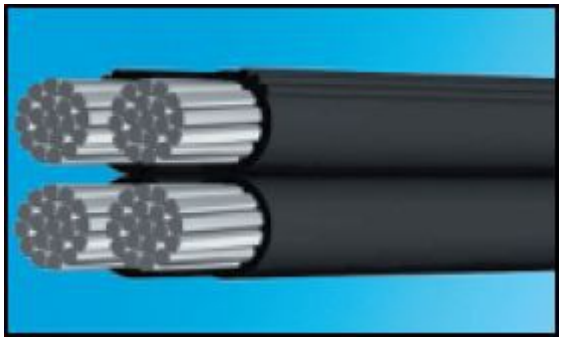
oznaczenie	objaśnienie symboliki
YnKY	kabel elektroenergetyczny (K) o żyłach wykonanych z miedzi (-), o izolacji polwinitowej (Y) z powłoką polwinitową nie rozprzestrzeniającą płomienia (Yn)
YKYFoy	kabel elektroenergetyczny (K) o żyłach wykonanych z miedzi (-), o izolacji polwinitowej (Y) opancerzony okrągłymi drutami stalowymi (Fo) z ochronną osłoną polwinitową (y)
AKFtA	kabel elektroenergetyczny (K) o żyłach wykonanych z aluminium (A), o izolacji papierowej (-) opancerzony taśmami stalowymi (Ft) z ochronną osłoną przesyconego materiału włóknistego (A)
YAKY-żo	kabel elektroenergetyczny (K) o żyłach wykonanych z aluminium (A), o izolacji polwinitowej (Y) z powłoką polwinitową (Y), posiadający żyłę ochronną zielono-żółtą



YKY



YAKY



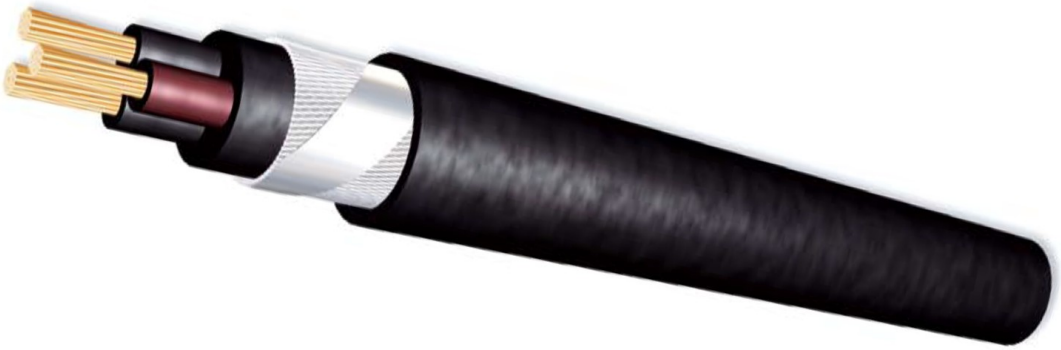
AsXSn

YnKY – 0,6/1kV

Linie energetyczne prowadzone w powietrzu, wewnątrz i na zewnątrz pomieszczeń, w kanałach kablowych oraz układane bezpośrednio w ziemi

yKYFoY-żo – 0,6/1kV

Linie elektroenergetyczne prowadzone w powietrzu, wewnątrz i na zewnątrz pomieszczeń, w kanałach kablowych oraz układane bezpośrednio w ziemi, w miejscach narażonych na duże uszkodzenia mechaniczne, głownie w przypadku występowania sił rozciągających



YKYFtlY - 0,6/1kV

Linie elektroenergetyczne prowadzone w powietrzu, wewnątrz i na zewnątrz pomieszczeń, w kanałach kablowych oraz układane bezpośrednio w ziemi, w miejscach narażonych na duże uszkodzenia mechaniczne

YnAKY – 0,6/1kV

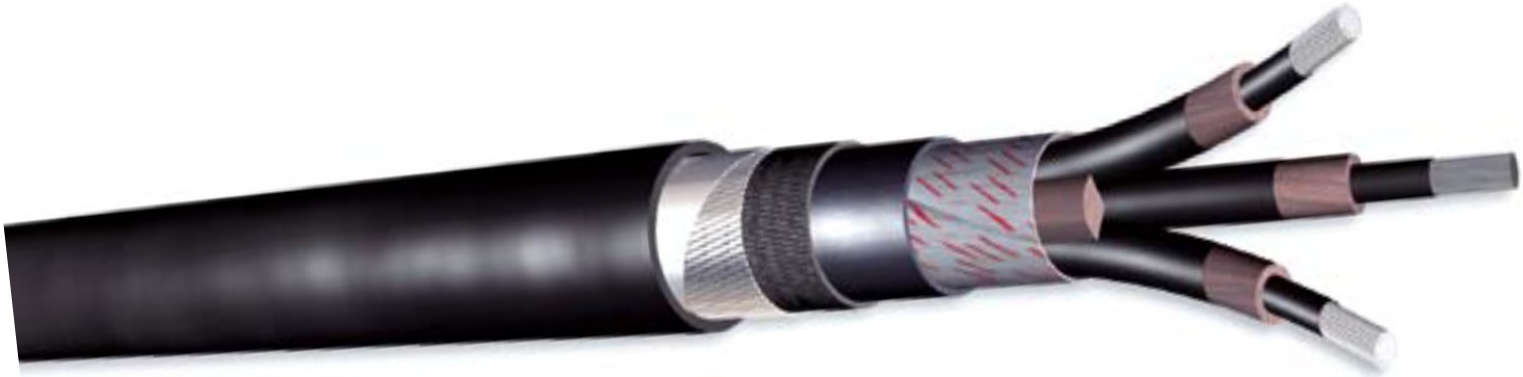
Do wykonania elektroenergetycznych linii kablowych w systemie pięcioprzewodowym. Mogą być układane w ziemi, pomieszczeniach i na powietrzu

XRUHKXS 3,6/6kV, 6/10kV, 8,7/15kV, 12/20kV, 18/30kV

Kable elektroenergetyczne jednożyłowe z żyłą miedzianą o izolacji z polietylenu usieciowanego z żyłą powrotną miedzianą koncentryczną uszczelnioną wzdłużnie i promieniowo, z powłoką z polietylenu termoplastycznego

Kny (AKny) 3,6/6kV i 6/10kV

Do przesyłu energii elektrycznej. Linie elektroenergetyczne prowadzone w kanałach kablowych w miejscach narażonych na uszkodzenia mechaniczne przy znacznych różnicach poziomów



HAKnFpy 8,7/15kV do 18/30kV

- Kable elektroenergetyczne trzyżyłowe o polu elektrycznym promieniowym, o izolacji papierowej przesyconej syciwem nieściekającym i powłoce ołowianej, opancerzone drutami stalowymi z osłoną ochronną polwinitową
- Zastosowanie: do przesyłu energii elektrycznej. Linie elektroenergetyczne prowadzone w miejscach narażonych na duże uszkodzenia mechaniczne, głównie w przypadku występowania sił rozciągających i dużych różnic poziomów.

Łączenie przewodów

- Połączenia między żyłami przewodów, a także między żyłami i urządzeniami, do których się je przyłącza, powinny być wykonane w taki sposób, aby zapewniony był bezpieczny i pewny styk. Połączenie powinno charakteryzować się możliwie małą rezystancją i odpowiednią wytrzymałością mechaniczną.
- Niepoprawnie lub niedokładnie wykonane połączenie jest słabym punktem układu, może być przyczyną niewłaściwego działania, nadmiernego nagrzewania lub nawet wybuchu pożaru.
- Do najbardziej rozpowszechnionych sposobów wykonywania połączeń elektrycznych zaliczamy: **połączenia lutowane, zaciskane i rozłączne.**

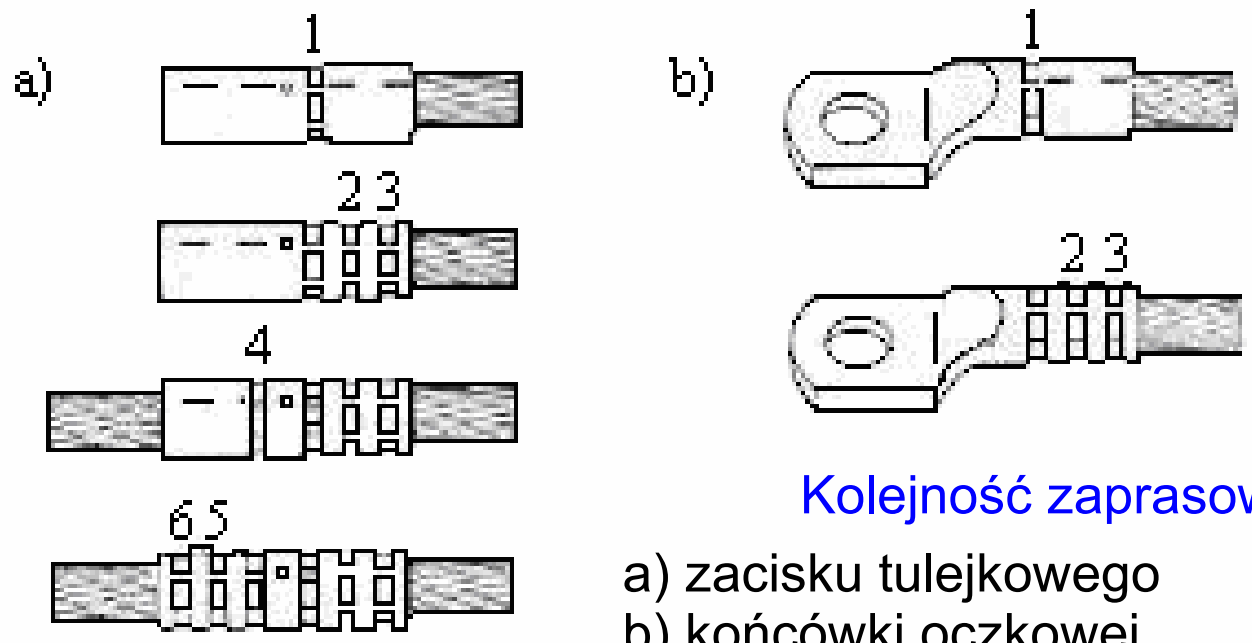
1. Połączenia lutowane

- Proces lutowania polega na łączeniu części metalowych za pomocą specjalnych stopów, zwanych lutami. Luty mają niższą temperaturę topnienia niż łączone metale i podczas lutowania, pod wpływem temperatury topią się, tworząc trwałe połączenie z materiałem podstawowym.

- Wyróżnia się lutowanie miękkie i twarde. Do lutowania miękkiego używa się stopu cyny z ołowiem, który topi się w temperaturze ok. 400°C. Lutowanie takie stosuje się w przemyśle elektrotechnicznym, w telekomunikacji. Lutowanie twarde stosuje się przy łączeniu stali stopowych i węglowych. Luty topią się w tym przypadku w temperaturze powyżej 400°C, a połączenia wykonane takimi lutami mają większą wytrzymałość mechaniczną niż połączenia wykonane lutami miękkimi.

2. Połączenia zaciskane

- Zaciskanie jest to sposób połączenia między przewodem i końcówką lub tulejką. Do zaciskania nadają się różne przewody elektroenergetyczne, ale najbardziej przewody wielożyłowe. Wykonując połączenie tą metodą, należy odizolować żyłę przewodu, wsunąć ją w tulejkę lub końcówkę i zacisnąć stosując cęgi do zaciskania tulejek lub specjalne praski (czynność przy użyciu prasy nazywamy zaprasowywaniem).
- Przy zaciskaniu i zaprasowywaniu, wskutek wywierania dużych sił nacisku zarówno przewód jak i końcówka, są deformowane sprężyście i plastycznie. W ten sposób powstaje trwałe nierozłączne połączenie.

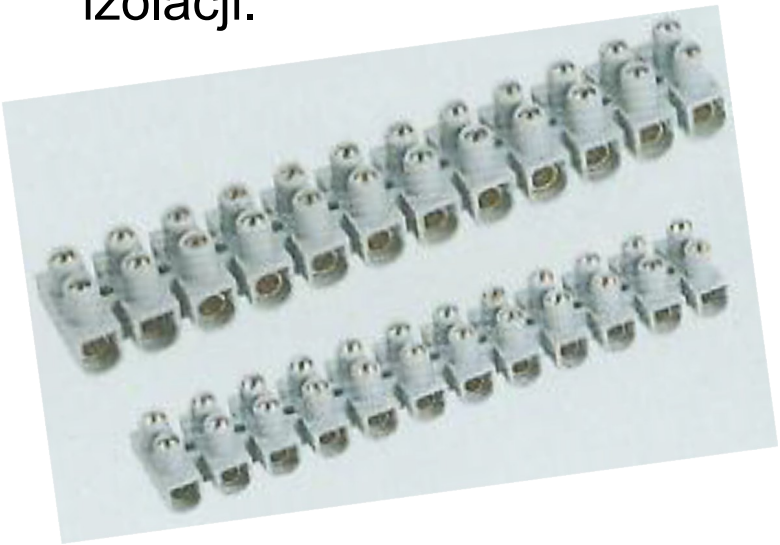


Kolejność zaprasowywania

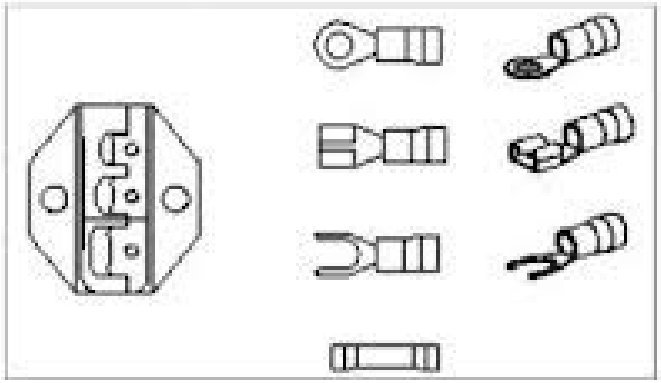
a) zacisku tulejkowego
b) końcówki oczkowej

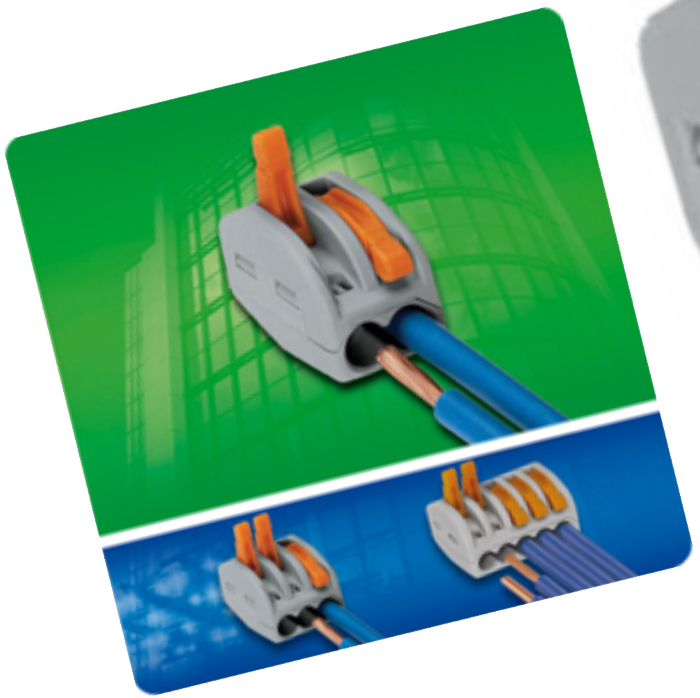
3. Połączenia rozłączne

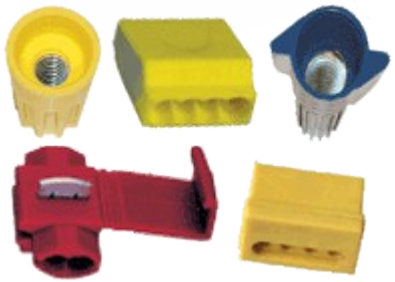
- Podczas wykonywania instalacji przewody przyłącza się do różnego rodzaju łączników, odbiorników i innych urządzeń. Połączenia powinny być wtedy rozłączalne, łatwe do rozłączenia bez zniszczenia jakichkolwiek części, by umożliwić odłączenie przyrządu do naprawy lub wymiany.
- Połączenia rozłączne mogą być zrealizowane za pomocą listew zaciskowych, zacisków listwowych, śrubowych, kostek przyłączeniowych lub zacisków aparatowych.
- Przed przystąpieniem do wykonania połączenia należy odpowiednio przygotować przewody – zdjąć zewnętrzną warstwę ochronną oraz usunąć warstwę izolacji. Służą do tego specjalne noże lub cęgi do zdejmowania izolacji.

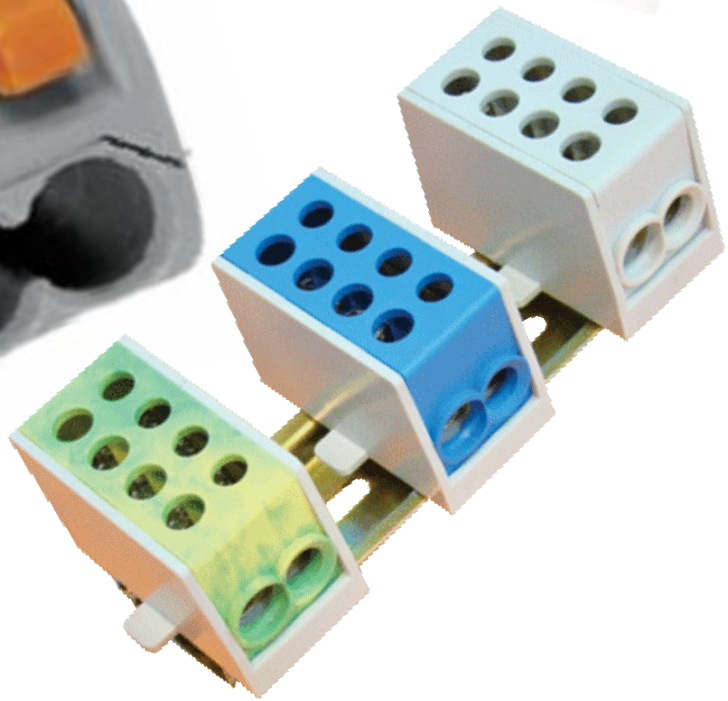


Listwy zaciskowe

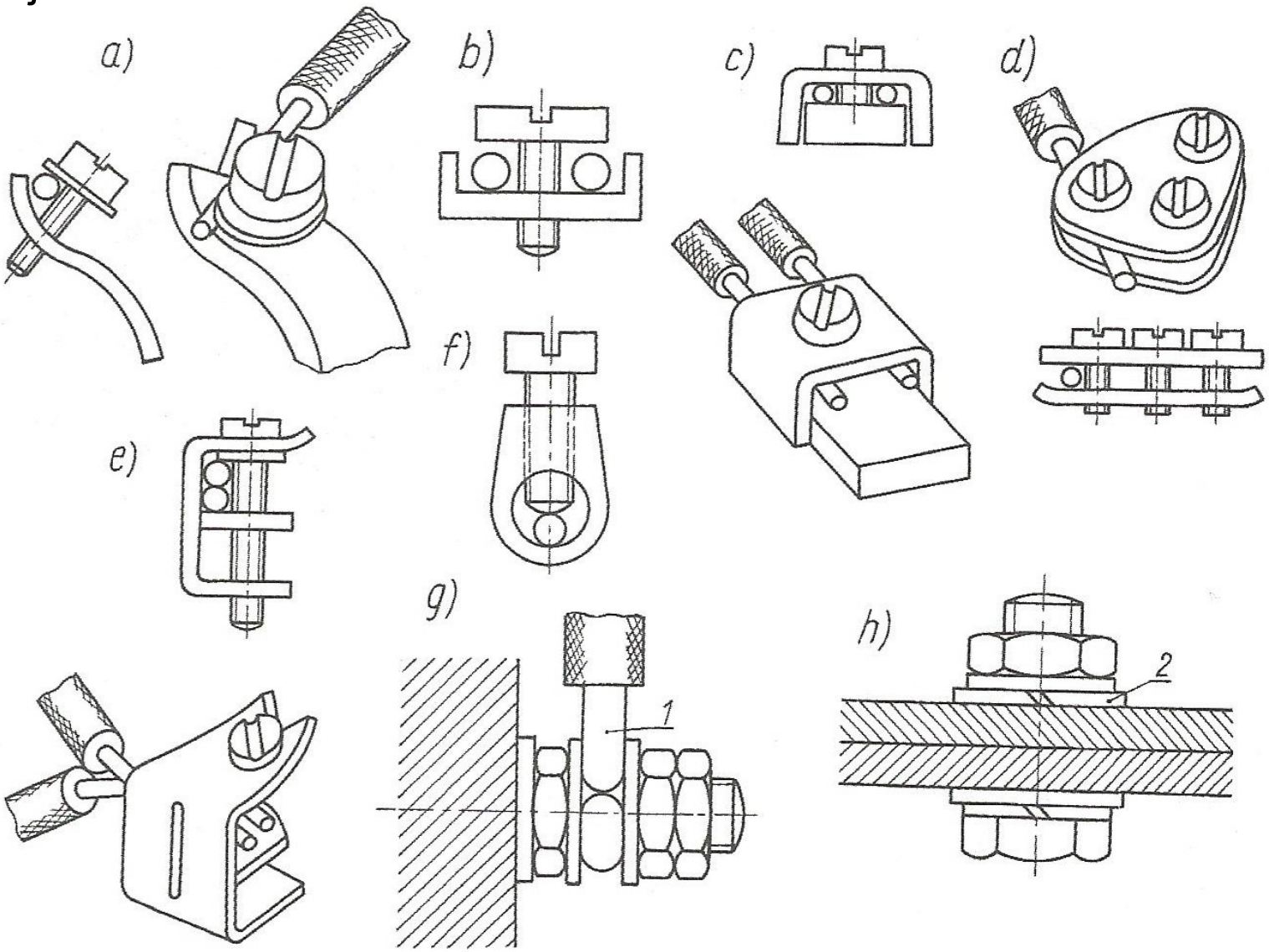








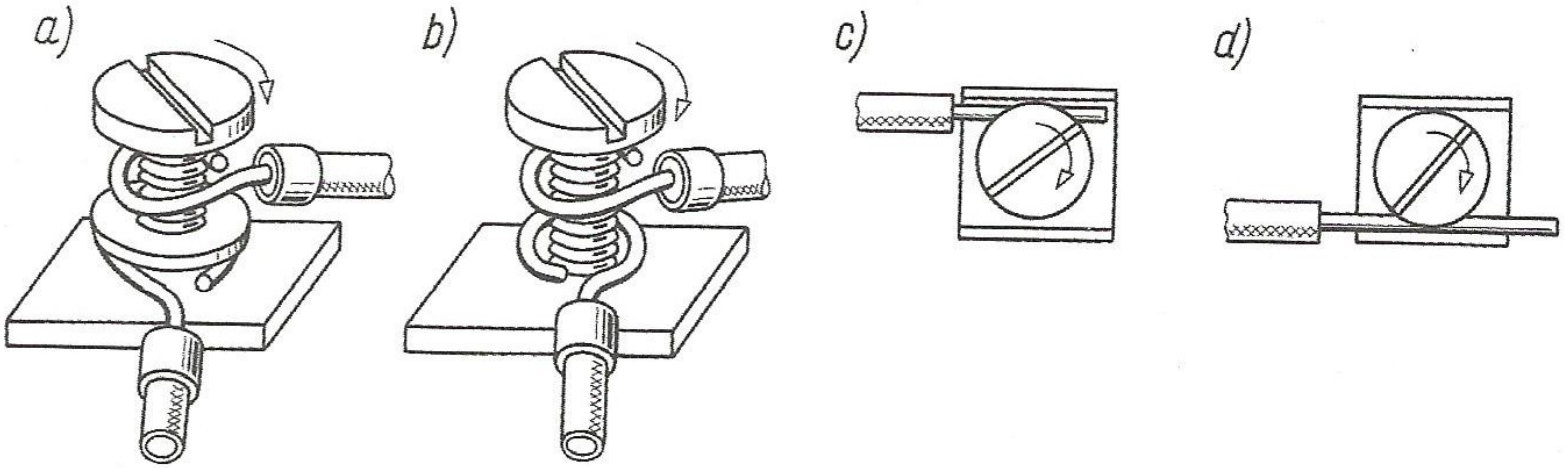
- Obecnie w instalacjach domowych spotyka się połączenie dociskowe a najczęściej śrubowe



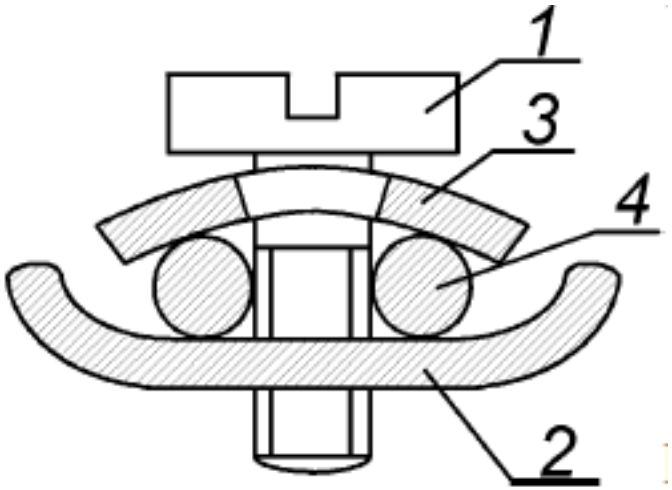
Zaciski śrubowe: a) główkowy z podkładką; b)główkowy bez podkładki; c) nakładkowy jednośrubowy; d) trójśrubowy; e) szczękowy; f) tulejkowy; g) sworzniowy h) śrubowy do łączenia szyn aluminiowych

1 – oczko 2 – podkładka sprężynująca

Połączenie zacisku śrubowego



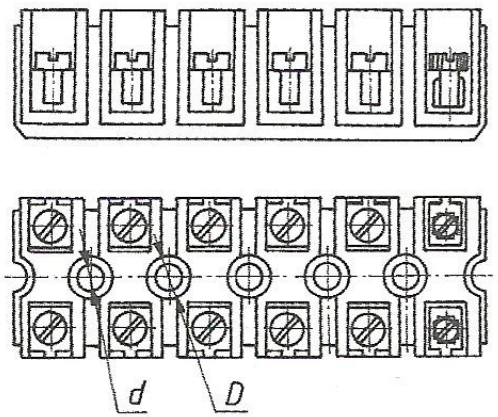
a), c) prawidłowe;
b) nieprawidłowe – brak podkładki i dolne oczko w złym kierunku
d) nieprawidłowe - zła długość odizolowania, żyła wprowadzona przeciw kierunkowi dokręcania



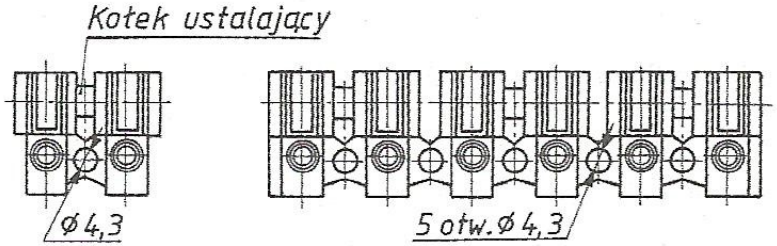
Zacisk śrubowy
1 – śruba
2 – dolna część zacisku
3 – podkładka sprężynująca
4 – żyła przewodu

- W celu przyłączenia przewodów do tablic, opraw i aparatów elektrycznych stosuje się zazwyczaj:
    - złączki przewodowe gwintowe (a)
    - złączki gwintowo - zaciskowe (b)
    - listwy zaciskowe (c)
    - zaciski tablicowe
    - zaciski instalacyjne np.. WAGO (d)

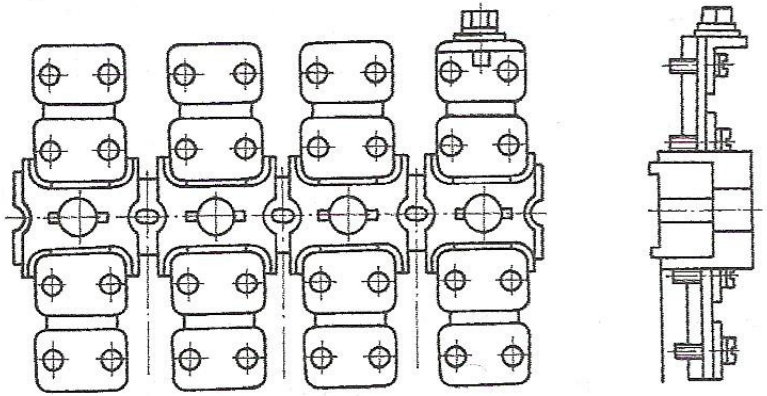
a)



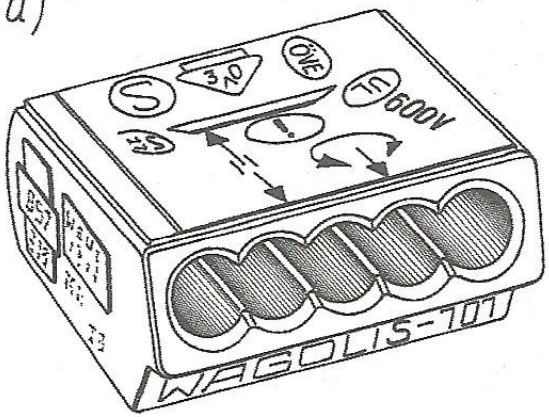
b)



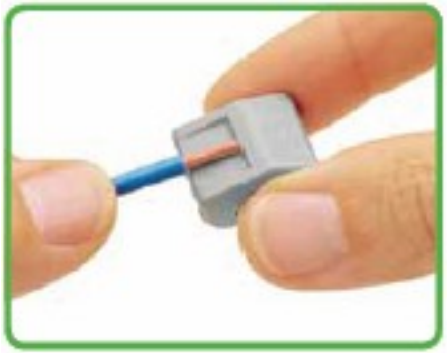
c)



d)



Złączki instalacyjne z zaciskiem CAGE CLAMP uruchamianym dźwignią



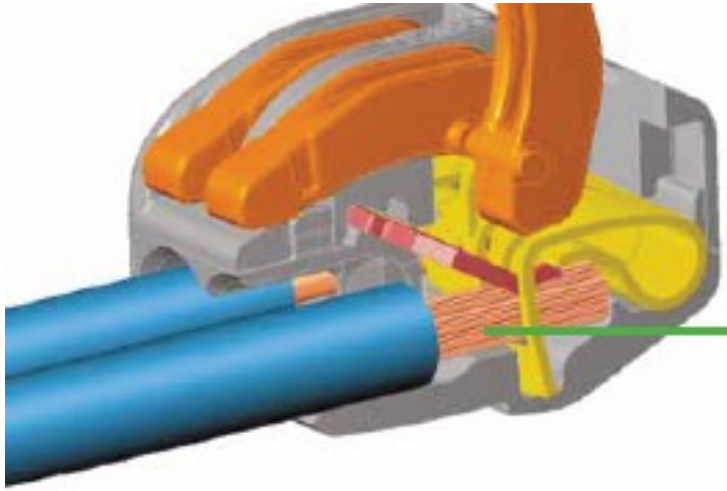
Dł. odizolowania przewodu

Odizolować przewód na długości 9 - 10 mm.

Następnie opuścić dźwignię.

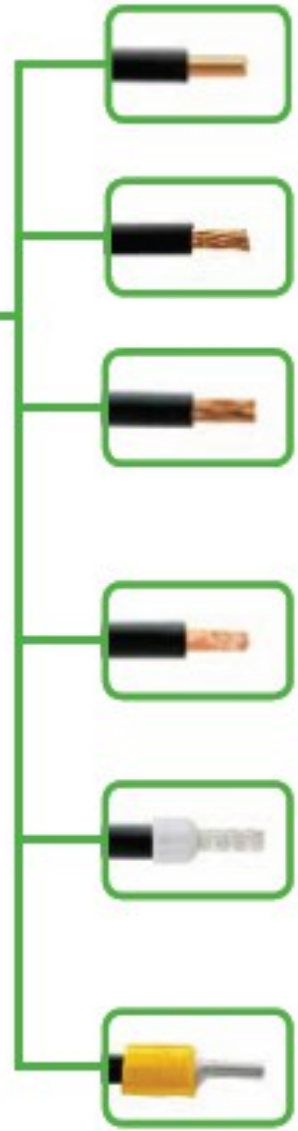
Podłączanie przewodu

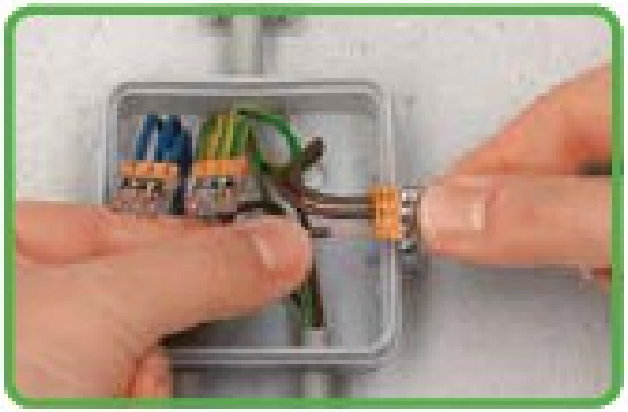
Otworzyć zacisk poprzez podniesienie dźwigni i wprowadzić przewód.

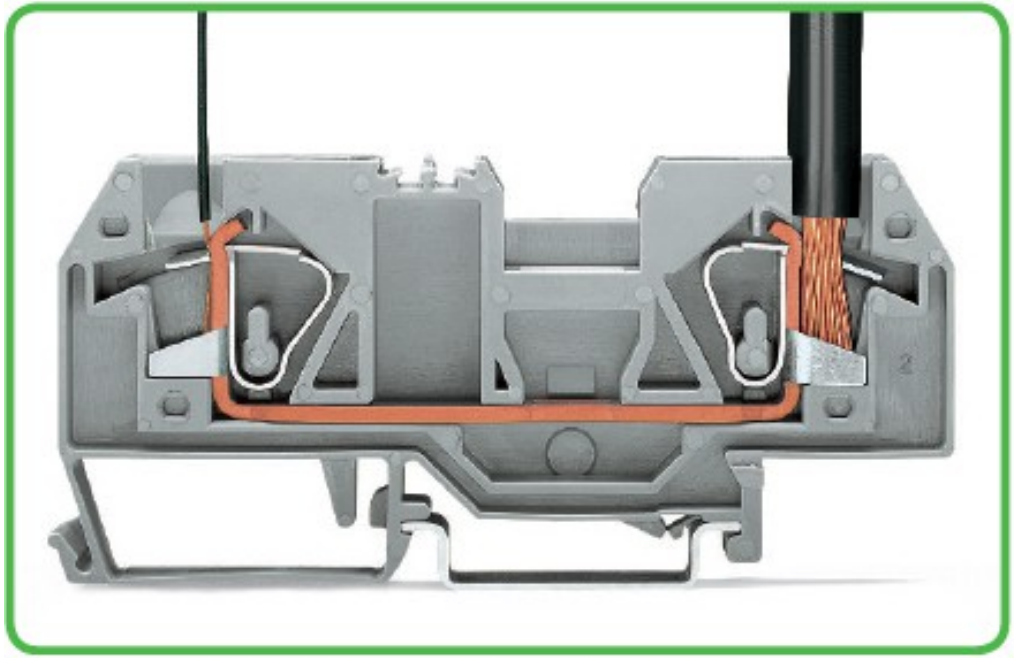


Zacisk CAGE CLAMP służy do montażu następujących przewodów miedzianych:

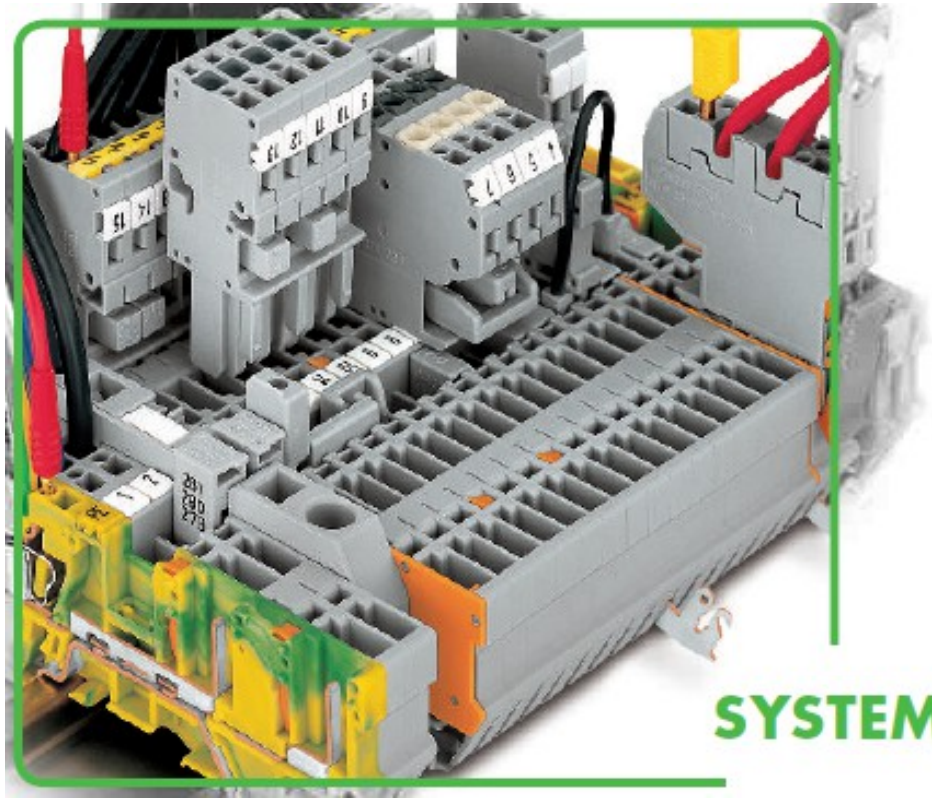
a) jednodrutowy
b) wielodrutowy
c) linkowy także z cynowanymi pojedynczymi drutami
d) linkowy ze spojoną końcówką
e) linkowy z tulejką przewodową
f) linkowy z końcówką kołkową

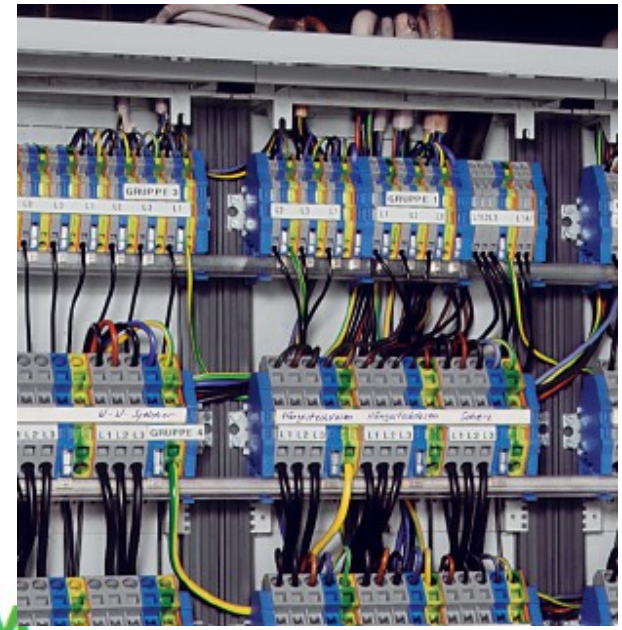






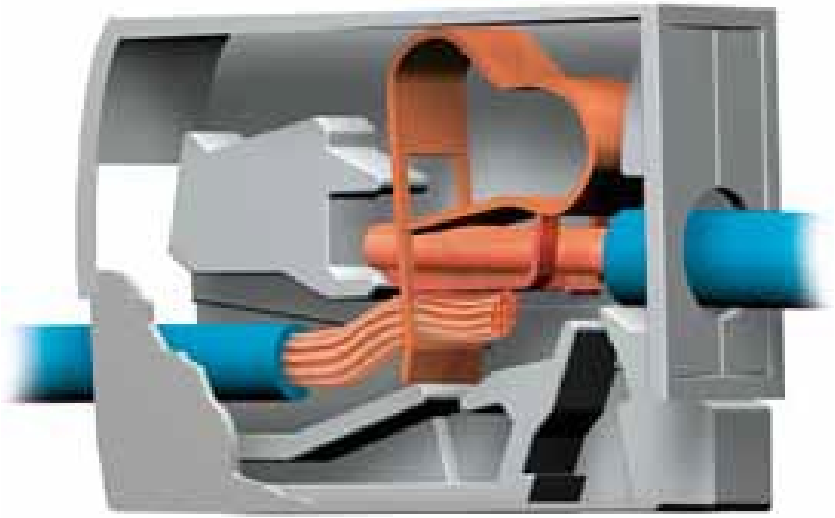
Wariant połączenia niespotykany w praktyce: przewód 0,2 mm² (po lewej) i 16 mm² (po prawej) w złączce do przewodów o przekroju 16 mm².





SYSTEM WAGO X-COM

Złączki oświetleniowe WAGO

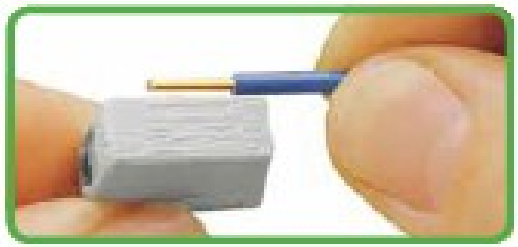


Podłączanie przewodu

Odizolowany przewód jednodrutowy wprowadzić w **okrągły** otwór złączki i wcisnąć do oporu.

Pomiar

w specjalnym, dodatkowym otworze złączki



Odizolowanie przewodu

Odizolować przewód na długości 9 - 11 mm.

Demontaż

Ścisnąć złączkę od strony **prostokątnego** otworu i wyciągnąć przewód.

Podłączanie przewodu

Ścisnąć złączkę od strony **prostokątnego** otworu i wprowadzić przewód.

Demontaż

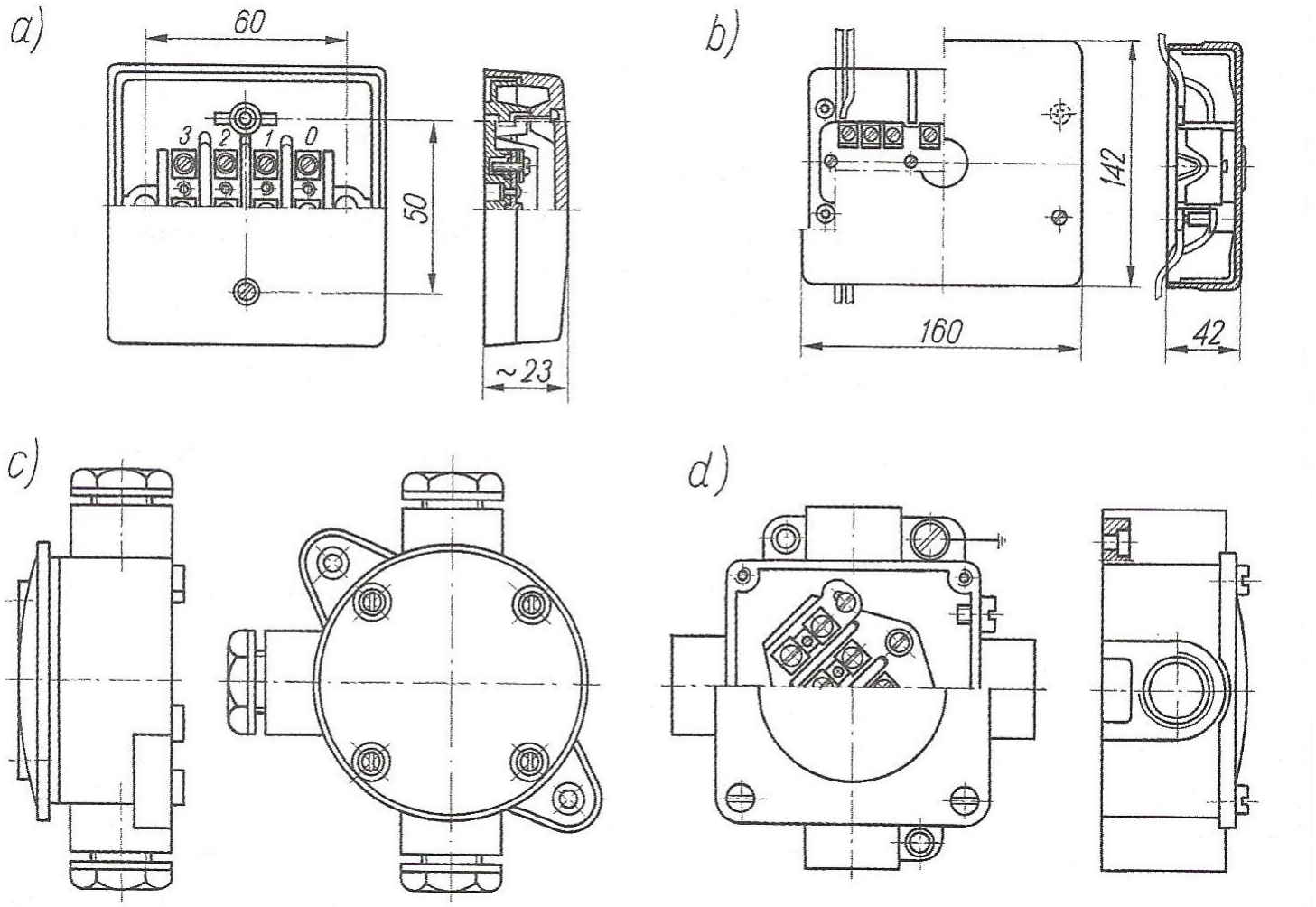
Przewód uchwycić mocno palcami i przekręcając lekko złączką w prawo i w lewo zdjąć ją z przewodu.

Złączki COMPACT do puszek instalacyjnych do przewodów jednodrutowych

Zasady, które należy bezwzględnie przestrzegać przy łączeniu przewodów

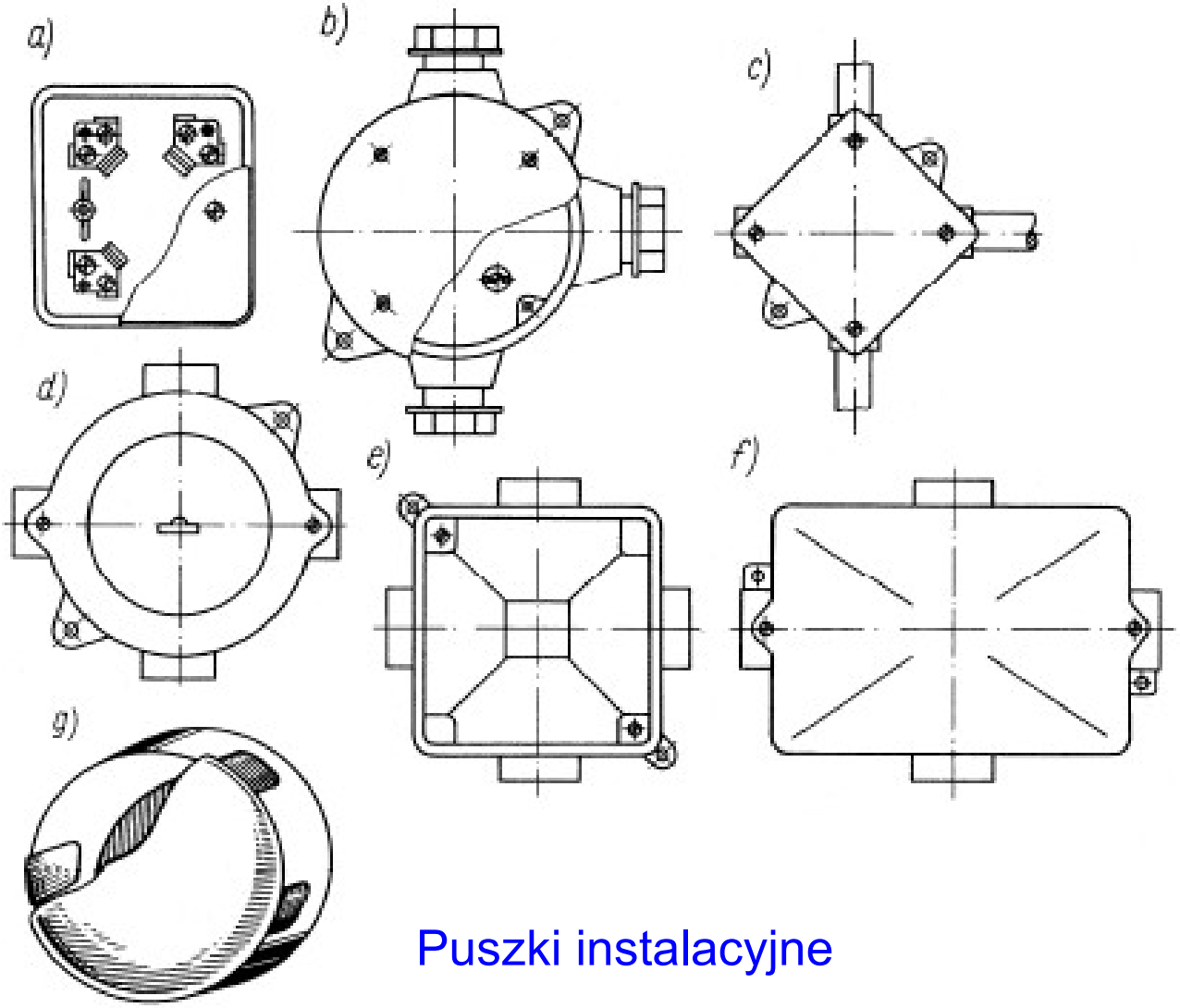
- Przewód tnie się **szczypcami**, równo obcinającymi żyłę oraz izolację, bez strzępienia ich.
- Izolację usuwa się tylko na odcinku żyły, który ma być wprowadzony do zacisku lub końcówki. Do ściągania izolacji bez kaleczenia żyły służą specjalne **szczypce**, a nie jakikolwiek nóż.
- Jeżeli żyła jest wielodrutowa, to przed wprowadzeniem do zacisku gwintowego zaciska się na niej **końcówkę** tulejkową, by stworzyć lepszą styczność i zapobiec wystawaniu pojedynczych drutów, co grozi zwarciem.
- Jeśli konstrukcja zacisku wymaga oczkowego wygięcia przewodu, to wykonuje się oczko o odpowiedniej średnicy za pomocą **szczypiec oczkówek**. W zacisku oczko trzeba skierować w prawo, by zapobiec wypychaniu przewodu spod łba wkrętu w trakcie dokręcania.
- Do dokręcania zacisku używa się **wkrętaka** o szerokości ostrza odpowiadającej średnicy łba wkrętu. Wkrętaki za małe i za duże niszczą łeb wkrętu, a te drugie grożą zerwaniem gwintu.
- Przy wykonywaniu połączenia należy unikać wielokrotnego przeginania przewodu, zwłaszcza przewodu aluminiowego. Żyła osłabiona przegięciami może nie wytrzymać późniejszych napraw i przełączeń dokonywanych w trakcie eksploatacji.

- Przewody łączymy na zaciskach lub listwach zaciskowych umieszczonych w puszkach instalacyjnych lub w samych urządzeniach. W puszkach zawsze zostawiamy pewien zapas przewodu na ewentualne przyszłe naprawy lub przeróbki.

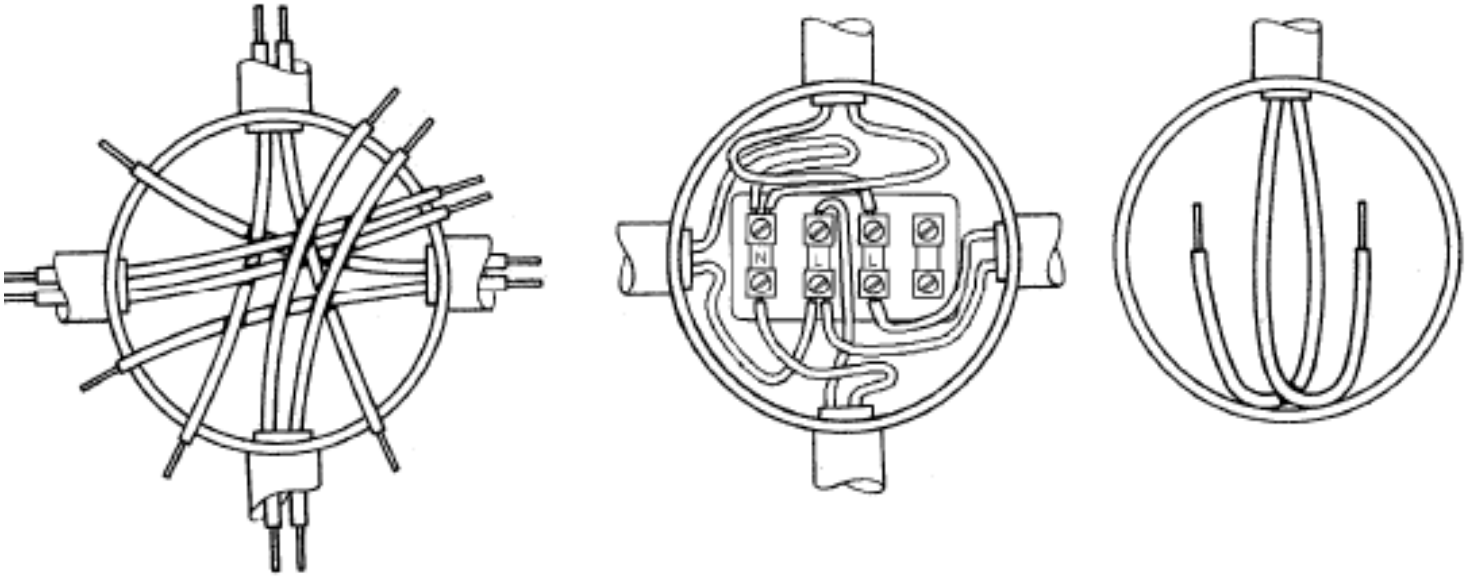


Odgałęźniki (puszki instalacyjne): a) natynkowo-wtynkowy; b) centralna puszka rozdzielcza (CPR); c) bryzgoszczelny w obudowie bakelitowej; d) w obudowie metalowej

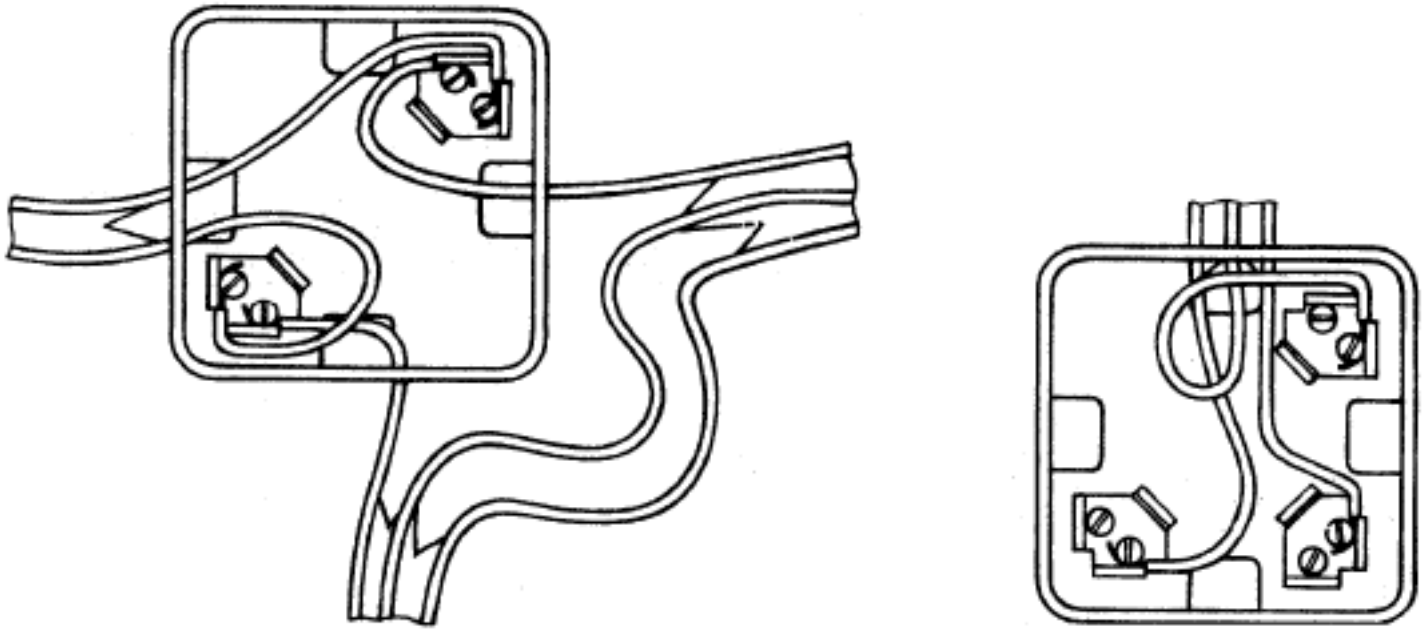
- Puszki instalacyjne występują w każdym rodzaju instalacji i niewiele się od siebie różnią. Wykonane z bakelitu lub polwinitu.
- W puszce, wmurowanej w ścianę umieszcza się np.. porcelanowy pierścień z zaciskami do łączenia przewodów (lub inny rodzaj złączki).
- Przewody wprowadza sio puszki po wyłamaniu okrągłych otworów w bocznej ściance.



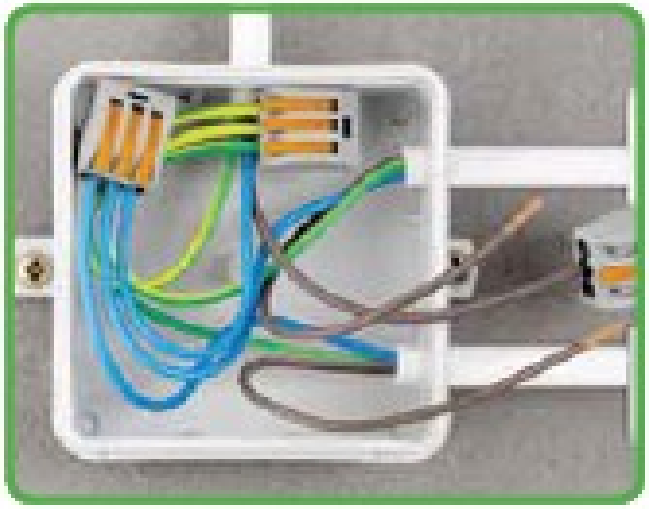
Puszki instalacyjne



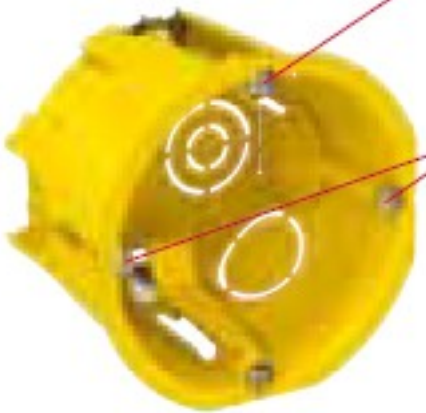
Szczegóły prowadzenia przewodów w puszkach

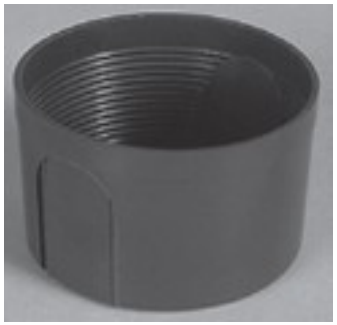


Połączenie przewodów w puszkach

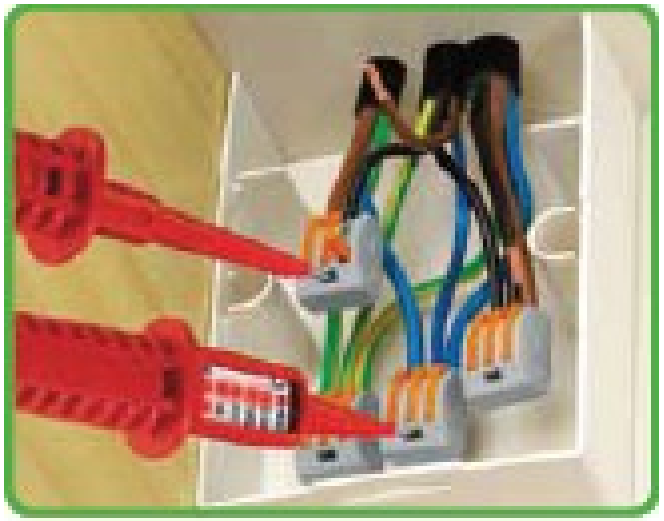


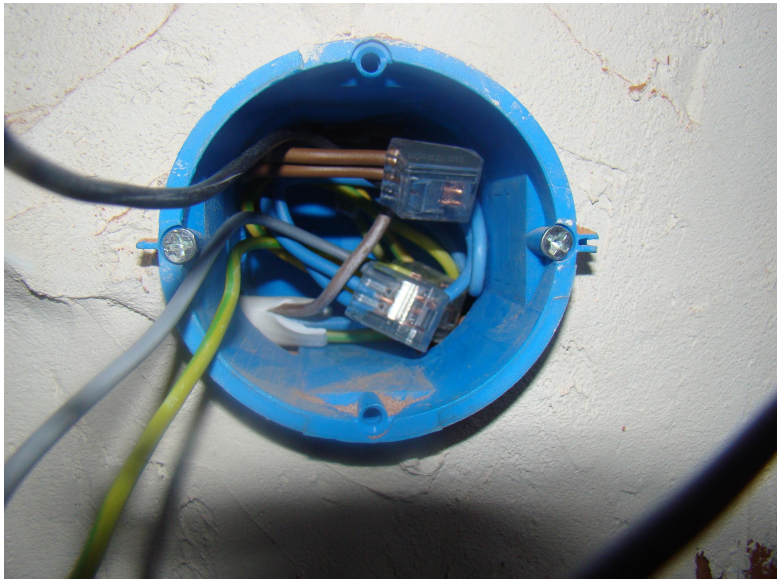
Oprzewodowanie puszki instalacyjnej przy użyciu przewodów linkowych



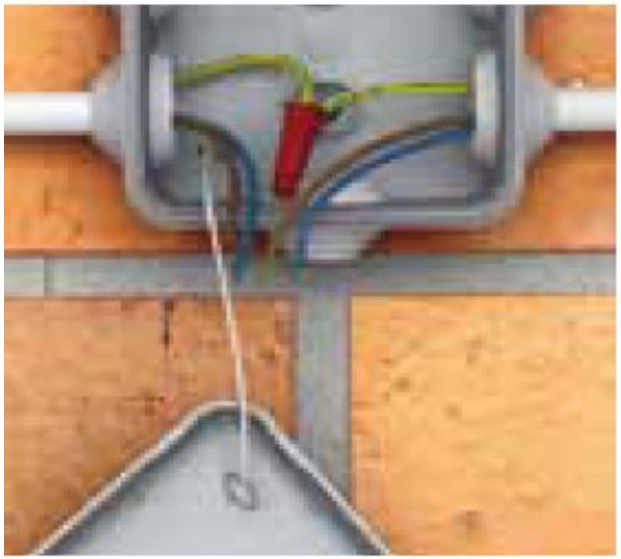


Puszki podtynkowe do ścian pustych





Kwadratowa puszka rozgałęźna z doprowadzonymi elastycznymi przewodami



Pokrywa połączona linką z podstawą puszki

Zdejmowanie zatrzaskowej pokrywy

Dławice, które mogą być odcięte nawet w pięciu miejscach, kołnierze z zatyczkami w miejscu przykręcania śrub