

# ENSTO

## Instrukcja montażu napowietrznych linii izolowanych niskiego napięcia z użyciem osprzętu Ensto



**Better life.**  
With electricity.

Sierpień 2003  
aktualizacja kwiecień 2024

[ensto.com](https://ensto.com)

# Spis treści

1.0 Wprowadzenie.....	3
1.1 Systemy wiązkowych izolowanych przewodów w liniach napowietrznych niskiego napięcia.....	3
1.2 System czteroprzewodowy.....	3
2.0 Budowa linii izolowanych niskiego napięcia .....	4
2.1 Posadowienie słupów.....	4
2.2 Konstrukcje wsporcze.....	4
2.2.1 Haki wieszakowe.....	4
2.2.2 Taśmy do mocowania haków.....	5
2.2.3 Naprężanie taśmy stalowej.....	5
2.3 Etapy budowy linii izolowanych, charakterystyka osprzętu i narzędzi .....	7
2.3.1 Rozwieszanie rolek montażowych i prowadzenie linki wstępnej.....	7
2.3.2 Rodzaje i montaż uchwytów odciągowych.....	8
2.3.3 Przebieg naciągania linii.....	9
2.3.4 Zakładanie uchwytów przelotowych i narożnych.....	9
2.3.5 Uchwyty przelotowe naścienne.....	11
2.3.6 Zakończenia przewodów i prowadzenie przewodów po słupie.....	11
2.4 Wykonanie odgałęzień.....	12
2.4.1 Podłączenie odgałęzienia z linią izolowaną zaciskami przebijającymi izolację.....	12
2.4.2 Etapy montażu zacisków.....	13
2.4.3 Rozmieszczenie zacisków.....	14
2.4.4 Podłączenie odgałęzienia z linią z przewodami gołymi.....	15
2.4.5 Wykonanie podłączenia przyłącza wiązkowego z instalacją WLZ.....	15
2.4.6 Łączenie przewodów izolowanych w przęsle.....	15
2.5 Zabezpieczanie linii napowietrznych izolowanych od skutków zwarć i przeciążeń.....	16
2.5.1 Słupowe rozłączniki bezpiecznikowe 160 A/415 V.....	16
2.5.2 Słupowe rozłączniki bezpiecznikowe 400 A/500 V.....	17
2.5.3 Montaż słupowych rozłączników bezpiecznikowych.....	17
2.6 Zabezpieczanie opraw oświetlenia ulicznego.....	18
2.7 Izolowane ograniczniki przepięć z zaciskami przebijającymi izolację.....	18
2.8 Narzędzia.....	19

## 1.0 WPROWADZENIE

### 1.1 SYSTEMY WIĄZKOWYCH IZOLOWANYCH PRZEWODÓW W LINIACH NAPOWIETRZNYCH NISKIEGO NAPIĘCIA

Systemy wiązkowych izolowanych przewodów napowietrznych zaczęto stosować w Europie na początku lat sześćdziesiątych. Pierwszy system zawierał oddzielną linkę nośną. Później skonstruowano system, w którym funkcję linki nośnej przejął przewód neutralny. System ten wprowadzono w Finlandii oraz we Francji i jest on stosowany w wielu krajach do dzisiaj.

Pod koniec lat sześćdziesiątych opracowano w Szwecji system, w którym przewody fazowe i neutralny mają tę samą konstrukcję. Jest to system bez linki nośnej, który nazwano "czteroprzewodowym" lub "samonośnym".

Firma ENSTO aktywnie uczestniczyła w procesie wprowadzania systemów izolowanych linii napowietrznych w wielu krajach. Już na etapie pierwszych eksperymentalnych instalacji opracowała szeroki asortyment osprzętu dla tych systemów tak, aby sprostał wymaganiom rynku lokalnego. W czasie ostatnich 40 lat zbudowano na całym świecie przeszło pół miliona kilometrów linii napowietrznych z izolowanych przewodów, stosując osprzęt firmy ENSTO.

Opracowanie to prezentuje osprzęt ENSTO i technologię budowy linii napowietrznych niskiego napięcia w systemie samonośnym (czteroprzewodowym).

### 1.2 SYSTEM CZTEROPRZEWODOWY

System czteroprzewodowy, nazywany inaczej samonośnym, charakteryzuje się brakiem linki nośnej. Obciążenie mechaniczne przenoszone jest przez cztery jednakowe izolowane przewody robocze. System samonośny stosowany jest głównie w Szwecji, Niemczech, Austrii, Wielkiej Brytanii, Irlandii, Portugalii oraz w Polsce.

W tym systemie wiązka przewodów składa się z czterech przewodów o tym samym przekroju. Obecnie produkuje się osprzęt i przewody dla przekroju od 16 do 120 mm<sup>2</sup>. Zarówno przewody fazowe jak i przewód zerowy wykonane są z tego samego materiału. Żyły mają postać linki skręconej z drutów, wykonanych z twardego lub stopowego aluminium, są okrągłe i zagęszczone. Przewody wykonane w tym systemie charakteryzują się dużą wytrzymałością mechaniczną.

Przewód elektroenergetyczny samonośny, aluminiowy, izolowany polietylenem sieciowanym, uodpornionym na działanie promieni ultrafioletowych i odporny na rozprzestrzenianie się płomienia oznaczony jest symbolem AsXSn. Przekroje obecnie produkowanych przewodów izolowanych mieszczą się w przedziale od 16 do 120 mm<sup>2</sup>, liczba przewodów w wiązce nie przekracza sześciu. I tak producenci przewodów proponują następujące wiązki: 2x16 mm<sup>2</sup>, 2x25 mm<sup>2</sup>, 2x35 mm<sup>2</sup>, a także 4x16 mm<sup>2</sup>, 4x25 mm<sup>2</sup>, 4x35 mm<sup>2</sup>, 4x50mm<sup>2</sup>, 4x70 mm<sup>2</sup>, 4x95 mm<sup>2</sup> oraz 4x120 mm<sup>2</sup>.

Dla przedziału przekrojów od 4x35 mm<sup>2</sup> do 4x120 mm<sup>2</sup> można dowinać przewód dodatkowy o przekroju 25 lub 35 mm<sup>2</sup>. Natomiast dla przedziału od 4x70 mm<sup>2</sup> do 4x120 mm<sup>2</sup> można dowinać dwa przewody dodatkowe o przekroju 25 lub 35 mm<sup>2</sup>. Inne wiązki wykonywane są na specjalne zamówienie.

**Ważniejsze parametry techniczne dla przewodów o przekrojach 16 mm<sup>2</sup> i 120mm<sup>2</sup> wynoszą odpowiednio:**

- średnica żyły 4,9 i 13 mm,
- grubość izolacji 1,1 i 1,7 mm,
- rezystancja izolacji mierzona w wodzie 5 MΩ/km,
- obciążalność prądowa długotrwała 93 i 296 A.

**Najważniejsze zalety:**

- duża niezawodność, dzięki wyeliminowaniu przewodów gołych (podatnych na zwarcia międzyprzewodowe i doziemienia),
- niewielkie koszty eksploatacji,
- zmniejszenie bezpiecznych odstępów względem drzew, budynków i innych linii napowietrznych, co daje możliwość swobodnego wyboru trasy linii z przewodami izolowanymi,
- możliwość zastosowania niższych słupów lub łatwej i relatywnie taniej rozbudowy na tych samych konstrukcjach wsporczych linii energetycznej, wzbogaconej o dodatkowe tory,
- duży poziom bezpieczeństwa osób postronnych, obsługi i zwierząt,
- zmniejszenie spadków napięcia, dzięki mniejszej reaktancji jednostkowej niż w tradycyjnych liniach napowietrznych z przewodami gołymi,
- zmniejszenie ryzyka wystąpienia pożaru wskutek zwarcia i zerwania przewodu, szczególnie w obszarach leśnych,
- możliwość tymczasowej eksploatacji sieci nawet w wypadku złamania lub wywrócenia się słupa i opadnięcia przewodów na ziemię,
- możliwość wykonywania zabiegów eksploatacyjnych pod napięciem, a także bezpieczne i łatwe wykonywanie przyłączy.

## 2.0 BUDOWA LINII IZOLOWANYCH NISKIEGO NAPIĘCIA

### 2.1 POSADOWIENIE SŁUPÓW

W typowych rozwiązaniach linii z przewodami izolowanymi zastosowano te same typy żerdzi, co w liniach gołych. Powszechnie stosuje się żerdzie strunobetonowe wirowane typu E i EV, zdecydowanie rzadziej żerdzie żelbetowe typu ŻN, kiedyś bardzo popularne. Pozwala to w prosty i ekonomicznie uzasadniony sposób prowadzić modernizację istniejących linii oraz projektować nowe napowietrzne linie z przewodami izolowanymi niskiego napięcia.

W porównaniu do rozwiązań stosowanych w liniach napowietrznych z przewodami gołymi nie zmieniły się zasady doboru posadowienia słupów. Są one bowiem projektowane niezależnie od typu i rozwiązania linii, a jedynie przy uwzględnieniu dopuszczalnych wartości obciążenia słupów.

### 2.2 KONSTRUKCJE WSPORCZE

Łatwy montaż linii izolowanej na konstrukcjach wsporczych zapewniają haki wieszakowe. Wykonuje się je ze stali, gwarantującej odpowiednią wytrzymałość mechaniczną, a zabezpiecza przed korozją cynkowaniem na gorąco.

**Do częściej stosowanych zaliczamy następujące haki wieszakowe:**

- śruba hakowa jednostronna,
- śruba hakowa dwustronna,
- hak nakrętkowy,
- hak dystansowy,
- hak dystansowy podwójny,
- hak płytowy.

Haki wieszakowe mocuje się do żerdzi za pomocą śrub hakowych z nakrętką albo za pomocą dwóch specjalnych taśm stalowych. Klamerka spinająca końce taśmy stalowej powinna znajdować się po przeciwnej stronie haka i przylegać całą powierzchnią do żerdzi. Liczba haków wieszakowych mocowanych za pomocą jednego kompletu taśm nie powinna przekraczać dwóch sztuk, w przypadku zawieszenia odciągowego oraz czterech sztuk w przypadku zawieszenia przyłączy.

Te same zasady stosuje się również do stalowych konstrukcji mocowanych do słupa za pomocą objemek.

#### 2.2.1 HAKI WIESZAKOWE

Haki wieszakowe stosuje się do zawieszania uchwytów odciągowych i przelotowych, mocujących wiązkowe przewody izolowane. Przeznaczone są do instalowania na słupach z otworami typu ŻN, wirowanych lub na ścianach budynków. Przy pomocy haków ENSTO można z łatwością budować linie równoległe. Haki są cynkowane na gorąco.

**Do haków wieszakowych zaliczamy następujące typy:**

- a) **haki wieszakowe** dla słupów z otworami (typ SOT21.x, SOT101.x)
- b) **śruby dwustronne** (typ SOT4.x), na które nakręca się haki nakrętkowe
- c) **haki nakrętkowe** (typ PD2.x, PD3.x)
- d) **haki płytowe** (typ SOT14.1, SOT28.2). Haki te stosowane są do zamocowania uchwytów odciągowych linii głównych i przyłączy na ścianach budynków
- e) **haki do słupów okrągłych** (typ SOT29, SOT39, SOT76). Haki te stosowane są do słupów stalowych i betonowych nie posiadających otworów. Mocowane są przy pomocy taśm wykonanych ze stali nierdzewnej.

Szczegółowe parametry i dane techniczne haków podano w Katalogu wyrobów dla energetyki. Haki te można wykorzystać do zamocowania uchwytu odciągowego linii odgałęźnej, przyłącza lub uchwytu przelotowego drugiego toru linii głównej.

## 2.2.2 TAŚMY DO MOCOWANIA HAKÓW COT37 i COT37/T1

Taśmy te służą do mocowania haków stalowych na słupach nieposiadających otworów. Haki na słupach krańcowych i narożnych mocujemy taśmą założoną podwójnie do obu otworów, natomiast na słupach przelotowych haki mocujemy, zakładając taśmę stalową podwójnie do otworu górnego i pojedynczo do otworu dolnego. Taśmy i klamerki spinające wykonane są ze stali nierdzewnej. Prawidłowy montaż taśmy stalowej gwarantuje jej pełną wytrzymałość. W przypadku podwójnego obwoju należy pamiętać o umieszczeniu w klamerce dwu pasm taśmy.

## 2.2.3 NAPRĘŻANIE TAŚMY STALOWEJ

Do naprężania i przecinania taśmy stalowej mocującej haki i inne elementy konstrukcyjne do żerdzi betonowych stosuje się narzędzie naprężające taśmę stalową CT42.

**W trakcie montażu należy wykonać następujące czynności:**

1. Przyciąć odpowiedni odcinek taśmy. Na jeden obwój potrzeba ok. 1 mb taśmy.

Do przycinania można wykorzystać gniazdo w narzędziu CT42.

W tym celu należy dźwignię przy gnieździe docisnąć do korpusu tak, aby do szczeliny można było wprowadzić taśmę (rys.1).

Po wprowadzeniu taśmy do szczeliny, przycinamy ją, odciągając dźwignię noża od korpusu narzędzia (rys.2).

Rys.1

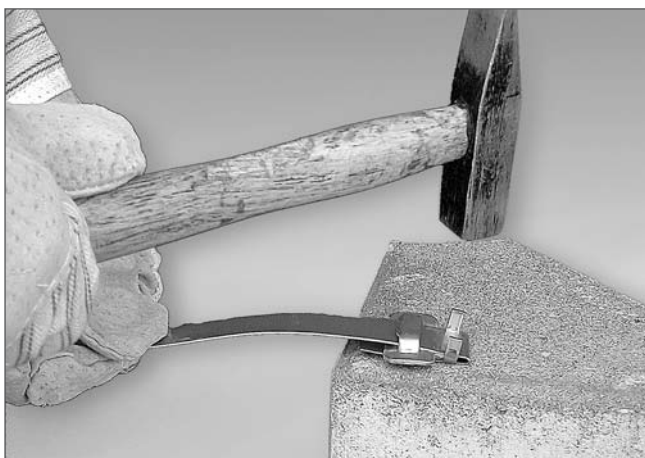


Rys.2



2. Wprowadzić koniec taśmy do szczeliny w klamerce spinającej COT36 (COT36/G1) na głębokość 5 cm, w taki sposób, aby „wąsy” klamerki znajdowały się od strony krótszego odcinka taśmy. Następnie podwijając, docisnąć przy pomocy młotka ten koniec do klamerki (rys.3).

Rys.3



Rys.4



3. Przełożyć taśmę przez otwór w mocowanym haku (rys.4), a następnie przełożyć ją ponownie przez szczelinę klamerki (rys.5). Gdy mocujemy taśmę podwójnie, to czynność tę należy wykonać dwa razy.

4 Swobodny koniec taśmy wkładamy ponownie do szczeliny gniazda narzędzia CT42 oraz do szczeliny w głowicy (rys.6). Należy pamiętać, aby w tym czasie dźwignia noża znajdowała się przy korpusie.

Rys.5



Rys.6

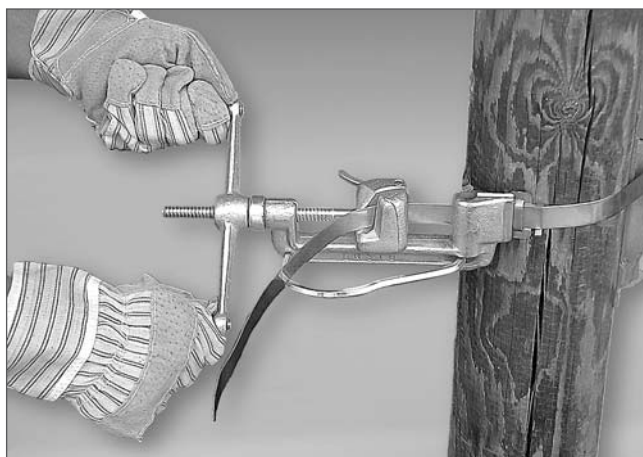


5. Po zablokowaniu taśmy w głowicy dźwignią (rys.7) naprężamy taśmę, obracając pokrętłem do momentu, aż wyczujemy wyraźny opór rozciągającej się taśmy (rys.8).

Rys.7



Rys.8



Następnie zginamy taśmę wokół klamerki, poluzowując nieco pokrętło i obcinamy pozostały odcinek jak w punkcie 1 (rys.9).

6. Na pozostałym w klamerce odcinku taśmy dociskamy przy pomocy młotka „wąsy” klamerki (rys.10).

Rys.9



Rys.10



## 2.3 ETAPY BUDOWY LINII IZOLOWANYCH, CHARAKTERYSTYKA NARZĘDZI I OSPRZĘTU UŻYTYCH DO BUDOWY

### 2.3.1 ROZWIESZANIE ROLEK MONTAŻOWYCH I PROWADZENIE LINKI WSTĘPNEJ

Na hakach wieszakowych wiesz się rolki montażowe. I tak na słupach przelotowych - rolki pojedyncze, na słupach narożnych dla kątów załomu od 90 stopni do 150 stopni - rolki podwójne. Rolki o nieco innej konstrukcji stosowane są natomiast na słupach narożnych, gdy kąt załomu wypada po zewnętrznej stronie słupa (stosowane najczęściej dla linii dwutorowych). Stosowanie rolek montażowych jest niezbędne dla zapewnienia bezpieczeństwa przewodom rozciągającym w trakcie budowy linii. Nie wolno rozciągać linii wiązkowych za pomocą innych urządzeń niż przygotowane do tego wciągarki. Wszelki kontakt przewodów z podłożem może spowodować zabrudzenie i uszkodzenie powierzchni przewodów. Przewody w takim stanie zamontowane w uchwycie odciągowym czy przelotowym nie gwarantują prawidłowej pracy na słupie. Zabrudzenie powierzchni przewodów ma również niekorzystny wpływ na prawidłowe połączenie elektryczne w zacisku przebijającym izolację.

Do wciągania przewodów za pomocą linki wstępnej służą wciągarki mechaniczne. Wciągarki takie zapewniają odpowiedni naciąg linki, która w przypadku napotkania oporu zatrzymuje się, nie powodując cofnięcia się linki. Do ww. prac można stosować wciągarki montowane do podwozi samochodowych, na oddzielnych przyczepach, montowane do słupów czy drzew. Wystarczającą siłą naciągu, która zapewnia prawidłowe rozciągnięcie wiązek do  $4 \times 120 + 2 \times 35$  jest siła 400 KG.

#### Rolki pojedyncze ST26.1, ST26.33

Stosowane są do rozwieszania przewodów izolowanych wiązkowych na słupach przelotowych i ścianach budynków. Rolki te instalowane są na tych samych hakach, na których zostaną powieszono uchwyty przelotowe.

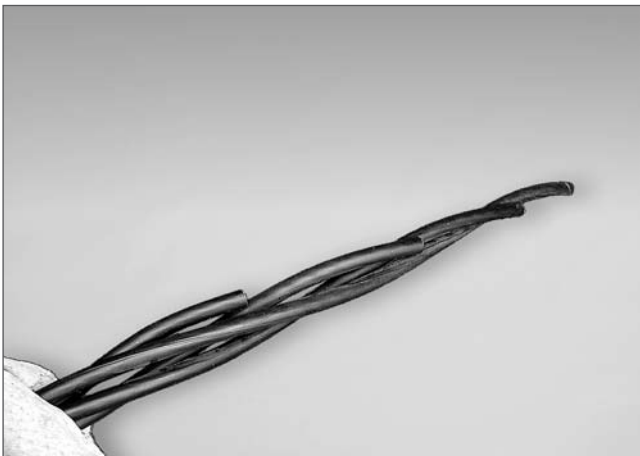
#### Rolka podwójna ST26.22

Stosowana jest do rozwieszania przewodów izolowanych wiązkowych na słupach narożnych, gdy kąt załomu jest od 90° do 120°. Rolki te są instalowane na słupach tymczasowo przy pomocy łańcucha.

#### Opończe kablowe CT103

Stosowane są do połączenia linki wstępnej z przewodem wiązkowym w trakcie rozwieszania przewodu po rolkach. Opończe wykonane są z tworzywa sztucznego, co jest szczególnie przydatne przy prowadzeniu prac montażowych pod napięciem. Aby prawidłowo zamocować wiązkę przewodów w opończy należy tak przyciąć przewody wiązki, żeby długość każdego z nich stopniowo malała, a różnica między kolejnymi ich końcami wynosiła około 10 cm (rys.11).

Rys.11



#### Krętnik CT104

Stosowany jest do odprężania skrętów przewodu wiązkowego w przypadku, gdy przewód ten jest rozwijany ze zwoju. Instalowany jest pomiędzy linką wstępną a opończą kablową.

### Wciągarki i stojaki pod bębny

Prawidłowe wprowadzenie wiązki przewodów izolowanych na słup, po uprzednim połączeniu jej z linką wstępną o przekroju co najmniej 10 mm<sup>2</sup> za pośrednictwem krętlika i opończy, wymaga odpowiedniego ustawienia bębna umieszczonego na stojaku z hamulcem. Nośność stojaka dobiera się w zależności od ciężaru bębna. Należy zwrócić szczególną uwagę na posadowienie stojaka z bębniem. Musi on znajdować się na trwałym i równym podłożu. Bezpieczeństwo pracy obsługi bębna wymaga również stałego komunikowania się z obsługą wciągarki.

Na rynku dostępnych jest wiele rodzajów stojaków i wciągarek. Należy ich używać zgodnie z instrukcją producenta.

Rozciąganie przewodów izolowanych można zakończyć w chwili przeciągnięcia końca wiązki poza słup krańcowy lub odporowy. Można wówczas przystąpić do montażu uchwyty odciągowego.

### 2.3.2 RODZAJE I MONTAŻ UCHWYTÓW ODCIĄGOWYCH

Uchwyty odciągowe służą do odciągowego zamocowania wiązkowego przewodu izolowanego. Uchwyty te mogą być podwieszane na słupach lub ścianach budynków. Konstrukcja uchwytów zapobiega wysuwaniu się wiązki przewodów i chroni izolację przed uszkodzeniem. Uchwyty zostały tak zaprojektowane, aby ułatwić ich montaż na przewodach wiązkowych. Prawidłowy montaż uchwytu odciągowego gwarantuje pewne zamocowanie linii napowietrznej i bezpieczeństwo pracy. Zacząć należy od rozkręcenia śrub mocujących, aż do dostatecznego rozchylenia się okładzin zewnętrznych. Klin rozporowy należy pozostawić w pozycji wysuniętej. Pamiętać trzeba, że w uchwycie odciągowym mocowane są tylko cztery przewody: trzy fazowe i jeden neutralny (rys.12). Następnie należy rozpocząć jego dokręcanie z momentem podanym przez producenta na korpusie uchwytu. Zwrócić przy tym należy uwagę, aby klin znajdujący się wewnątrz uchwytu był maksymalnie wysunięty w kierunku naprężanej linii. Uchwyty Ensto wyposażone są w nakrętki z łbem zrywalnym, które należy dokręcać ręcznie kluczem oczkowym (nasadowym) do zerwania łba nakrętki (nie stosować dokręcania z użyciem wkrętarek udarowych).

Rys.12



Rys.13



Przewody oświetleniowe, dowinięte do wiązki głównej, nie są mocowane w uchwycie. Części plastikowe uchwytów wykonane są z tworzywa odpornego na niskie temperatury oraz promieniowanie UV, natomiast części metalowe są cynkowane na gorąco. Uchwyty te spełniają wymagania wielu norm, w tym PN-EN 50483-2:2009.

#### Rodzaje uchwytów odciągowych:

##### Uchwyty odciągowe SO274S, SO275S i SO276S

Uchwyty o zwiększonej wytrzymałości mechanicznej zaprojektowane z uwzględnieniem wymagań normy PN-EN 50483-2:2009. Uchwyty wyposażone są w nakrętki z łbem zrywalnym. Dla zamontowania wiązek od 4x25mm<sup>2</sup> do 4x50 mm<sup>2</sup> należy stosować uchwyty SO274S, dla wiązek od 4x50 mm<sup>2</sup> i 4x70 mm<sup>2</sup> uchwyty typu SO275S a dla wiązek od 4x70 mm<sup>2</sup> do 4x120 mm<sup>2</sup> - uchwyty typu SO276S.

##### Uchwyty odciągowe serii SO118

Uchwyty te służą do trwałego zamocowania odciągowego przewodów linii głównej. Dla zamontowania wiązki 4x25 mm<sup>2</sup> lub 4x35mm<sup>2</sup> należy stosować uchwyty SO118.425S, dla wiązek od 4x50 mm<sup>2</sup> do 4x120 mm<sup>2</sup> uchwyty typu SO118.1201S.

##### Uchwyt odciągowy SO274.250S

Służy do trwałego zamocowania przewodu wiązkowego linii głównej jednofazowej lub oddzielnego toru oświetleniowego o przekrojach od 25 do 50 mm<sup>2</sup>.

##### Uchwyty odciągowe SO80S i SO80.235S

Uchwyty te służą do trwałego zamocowania izolowanego wiązkowego przewodu przyłącza linii napowietrznej. Dzięki nagwintowanej dolnej części uchwytu i długiej śrubie ułatwiony jest montaż wiązki przewodów w uchwycie. Śruby dociskowe uchwytów wyposażone są w nakrętki z łbem zrywalnym. Uchwyt SO80.235S stosowany jest do przewodów przyłączy jednofazowych.



### 2.3.3 PRZEBIEG NACIĄGANIA LINII

Po zawieszeniu na haku uchwyty odciągowego na słupie krańcowym lub odporowym, brygada przenosi się na stanowisko obok bębna z przewodami w celu rozpoczęcia naprężania końcowego. Na wiązkę przewodów izolowanych należy założyć uchwyt do napinania przewodów izolowanych zwany żabką, który poprzez urządzenie naprężające ST116 (ST116.6) i dynamometr łączy się ze słupem (rys.14). Żabkę należy właściwie dobrać do przekroju przewodów wiązki. Z uwagi na maksymalne przekroje przewodów wyróżniamy następujące typy żabek:

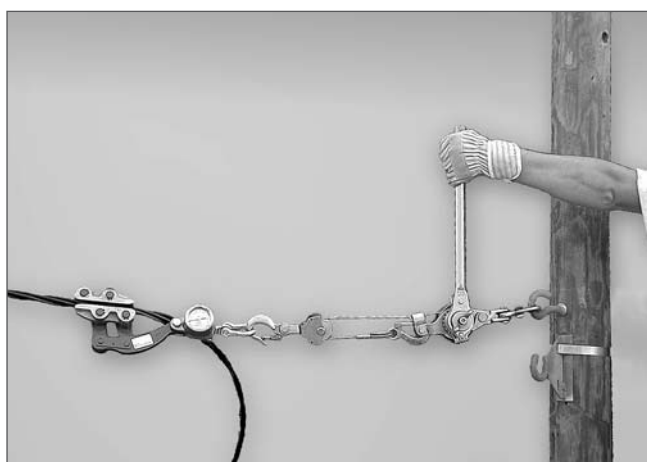
- 50 mm<sup>2</sup> - ST102.50
- 95 mm<sup>2</sup> - ST102.95
- 120 mm<sup>2</sup> - ST102.120

Jeżeli długość rozciąganej sekcji przekracza 500 m należy dokonać wstępnego przepięcia wiązki nie więcej jednak niż o 20% wartości siły naciągu. Następnie rozpoczyna się proces regulacji naprężenia wiązki przewodów izolowanych w oparciu o tabelę naprężeń i przy użyciu dynamometru.

#### Dynamometry ST112E

Stosowane są do pomiaru siły naciągu w trakcie wykonywania naciągu głównego linii napowietrznej. Instalowane są pomiędzy żabką a przyrządem naciągającym (rys.14). Dynamometry ST112.1E i ST112.2E są dynamometrami z wyświetlaczem elektronicznym, umożliwiającym precyzyjny odczyt siły naciągu.

Rys.14



#### Przyrząd naciągający ST116

Stosowany jest do wykonywania naciągu głównego linii napowietrznej (rys.14). Przyrząd ten wyposażony jest w mechanizm zapadkowy z przełącznikiem pozwalającym w prosty sposób zmienić pracę z naciągania na luzowanie. Przyrząd naciągający wyposażony jest w dwa haki. Jeden przymocowany bezpośrednio do linki umożliwia naciąg z siłą do 750 kG - długość naciągania 3 m. Drugi hak zamocowany na bloczku umożliwia naciąg z siłą 1500 kG - długość naciągania 1,5 m. Dostępna jest też wersja z linką 6 m (ST116.6).

Proces regulacji naprężenia można także prowadzić w oparciu o tabelę zwisów przy użyciu łat pomiarowych.

Po uzyskaniu właściwego naprężenia wiązki przewodów izolowanych można przystąpić do zamocowania uchwyty odciągowego na początku linii. Montaż ten nie różni się od montażu uchwyty na końcu linii przedstawionego powyżej.

### 2.3.4 ZAKŁADANIE UCHWYTÓW PRZELOTOWYCH I NAROŻNYCH

Po wykonaniu naciągu wiązki przewodów izolowanych i zamocowaniu uchwyty odciągowych na słupach krańcowych lub odporowych, można przystąpić do wymiany rolek montażowych na uchwyty przelotowe na słupach przelotowych i narożnych. W zależności od wielkości załomu na danym stanowisku rozróżnia się trzy typy uchwyty przelotowych:

- **przelotowe** - dla stanowisk bez załomów lub niewielkim załomem (typ SO270),
- **przelotowo-narożne** - dla stanowisk o kącie załomu od 180 do 150 stopni (typ SO130, SO130.02),
- **narożne** - dla stanowisk o kącie załomu od 180 do 90 stopni (typ SO136, SO136.02).

Taka klasyfikacja uchwyty jest zgodna z wieloma normami, a w warunkach polskich odpowiada rozwiązaniom przyjętym w katalogach typizacyjnych. Odstępując od tych rozwiązań, należy oczywiście sprawdzić, czy siły występujące na danym stanowisku nie przekraczają sił dopuszczalnych dla danego uchwyty, a podanych przez producenta w katalogu wyrobów. Do przyłączy i napowietrznych linii oświetlenia ulicznego stosuje się bardzo lekki uchwyt przelotowy SO239.

## Uchwyty SO270, SO130 (SO130.02) i SO136 (SO136.02)

Uchwyt SO270 posiada zmniejszoną wytrzymałość mechaniczną i stosowany jest do linii napowietrznych bez załomów, dokręcany ręcznie (mocno do oporu) nakrętką motylkową. Uchwyt SO130 stosowany jest dla ograniczonych załomów od 150° do 180°. Natomiast uchwyt SO136 jest typowo narożny dla dużych załomów od 90° do 150°. Śruby dociskowe uchwytów SO130 i SO136 należy dokręcić kluczem dynamometrycznym z momentem 10 Nm.

## Uchwyt SO239

Uchwyt ten stosowany jest do zawieszania przelotowego wiązek 2 i 4-przewodowych przyłączy i napowietrznych linii oświetlenia ulicznego o przekrojach 6 do 25 mm<sup>2</sup>. Uchwyt dokręcany jest nakrętką motylkową ręcznie (mocno do oporu).

W systemie czteroprzewodowym uchwyty przelotowe i narożne obejmują sobą wszystkie przewody wiązki łącznie z przewodami dodatkowymi. Wyposażone są w szczęki osłonięte wkładkami z tworzywa sztucznego. Uchwyty te są bardzo wygodne w montażu, ponieważ po włożeniu wiązki przewodów do uchwytu i jego zamknięciu dociskamy tylko szczęki do przewodu. Uniwersalność tych uchwytów polega na tym, że są one przystosowane do wszystkich typów przewodów stosowanych obecnie w Polsce, a więc od 2x25mm<sup>2</sup> do 4x120mm<sup>2</sup>+2x35mm<sup>2</sup>. Przy montażu przewodu w uchwytach SO130 i SO136 dokręcanie należy wykonywać kluczem dynamometrycznym z zachowaniem odpowiednich momentów dokręcania podanych na korpusie uchwytów. Uchwyty SO130.02 i SO136.02 i SO270 wyposażone są w nakrętkę motylkową. Motylek dokręca się ręcznie aż do zerwania zapadki. Dalsze dokręcanie, prawie bez oporu, obraca motylek na śrubie nie dociągając śruby. W razie potrzeby lekkie dociśnięcie motylka i obrót w lewo umożliwiają odkręcenie śruby dociskowej. Wymiana rolek na słupach bez załomu i na słupach z załomem od 180° do 150° stopni nie stanowi większego problemu montażowego, wystarczy bowiem, aby monter na czas przełożenia podtrzymał przewód na ramieniu, wyjmując go z rolki. Wszystkie rolki można w bardzo łatwy sposób rozpiąć w celu wyjęcia przewodu (rys.15). Uchwyt powinien być już otwarty przed tą wymianą (rys.16).

Rys.15

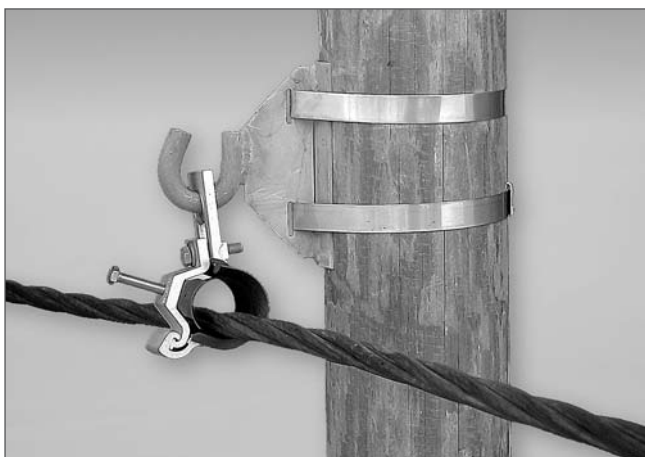


Rys.16



Po włożeniu przewodu do uchwytu zamykamy go (rys.17) i dokręcamy szczękę dociskającą przewód z momentem wskazanym na uchwycie - 10 Nm (rys.18).

Rys.17



Rys.18



Na stanowiskach, gdzie mamy do czynienia z większymi załomami do wymiany rolki (najczęściej podwójnej) na uchwyt narożny, musimy w trakcie wymiany podtrzymać napięcie wiązki przewodów poprzez zastosowanie dwóch uchwytów do napinania linii (żabki) oraz przyrząd naprężający. Takie rozwiązanie pozwoli nam na szybki i bezpieczny montaż uchwytów narożnych. Podczas montażu uchwytów przelotowych należy zwrócić uwagę na równomierny rozkład zwisów w przęsłach i ewentualnie, jeśli zajdzie taka potrzeba, wyrównać zwisy przeciągając przewód wiązkowy do sąsiedniego przęsła.

### 2.3.5 UCHWYTY PRZELOTOWE NAŚCIENNE

Wiązkowe przewody izolowane mogą być układane na ścianach budynków za pomocą uchwytów przelotowych ściennych i uchwytów dystansowych.

#### Uchwyty przelotowe SO125

Mocowane są do ścian wkrętami z kołkami rozporowymi. Można je więc montować na ścianach ceglanych i betonowych. Przewód wiązkowy przed włożeniem w uchwyt nie musi być osłonięty wkładką gumową, ponieważ uchwyty te wyposażone są fabrycznie w szczęki z tworzywa sztucznego, które dociskane są do przewodu śrubą M8. Uchwyty wykonane są z kształtowników aluminiowych odpornych na korozję, a części plastikowe z tworzywa odpornego na promieniowanie UV i wpływy atmosferyczne. Części stalowe są cynkowane na gorąco. Przy montażu przewodu w uchwycie dokręcanie należy wykonywać kluczem dynamometrycznym z zachowaniem odpowiedniego momentu dokręcania podanego na korpusie uchwytu. Zastąpienie podstawy uchwytu SO125 płaskownikiem 6 mm x 40 mm umożliwia mocowanie uchwytu pod różnym kątem w stosunku do ściany (np. obejście rynny spustowej).

#### Uchwyty dystansowe SO70

Uchwyty te służą do mocowania przewodów wiązkowych na ścianach budynków i są instalowane pomiędzy uchwytami typu SO125 lub SO239. Składają się z taśmy perforowanej i podstawy, która zapewnia odpowiednią odległość przewodu od ściany. Uchwyty te dostarczane są z wkrętami i kołkami rozporowymi różnej długości. Części plastikowe wykonane są z tworzywa odpornego na wpływy atmosferyczne i promieniowanie UV. Części metalowe posiadają ochronę antykorozyjną.

#### Uchwyty dystansowe SO72

Uchwyty te służą do mocowania przewodów wiązkowych do powierzchni drewnianych lub ścian twardych. Są mocowane do ścian przy pomocy śrub stalowych cynkowanych na gorąco. Uchwyty zapewniają 8 mm odstępu przewodu od ściany. Części z tworzywa są odporne na trudne warunki atmosferyczne oraz na promieniowanie UV.

### 2.3.6 ZAKOŃCZENIA PRZEWODÓW I PROWADZENIE PRZEWODÓW PO SŁUPIE

Na słupie krańcowym obcięte końce przewodów izolowanych należy osłonić specjalnymi gumowymi osłonkami dobranymi do przekroju. Mocowane one są poprzez wsunięcie (wciśnięcie) ich na koniec przewodu (rys.19).

Rys.19



#### Ostonki końca przewodu PK99.025, PK99.050, PK99.095, PK99.2595, PK555

Stosowane są do osłaniania końca poszczególnych żył wiązkowych przewodów izolowanych. Ostonki wykonane są z gumy koloru czarnego (PK555 z gumy koloru niebieskiego) odpornej na wpływy atmosferyczne i promieniowanie UV. Zapewniają one bezpieczeństwo osób postronnych i obsługi przed przypadkowym dotknięciem, a także chronią przewód przed wnikaniem wilgoci. Obcięte końce przewodów nie wymagają gumowych osłonek, jeśli łączymy linię izolowaną z kablem niskiego napięcia. Wówczas kończymy linię izolowaną w zaciskach przebijających izolację. Układanie przewodów izolowanych na żerdziach i konstrukcjach wsporczych powinno odbywać się w taki sposób, aby uniemożliwić stykanie się przewodów izolowanych z żerdzią czy konstrukcją. Do tego celu stosuje się uchwyty dystansowe, zapewniające odpowiednią odległość od podłoża i równocześnie usztywniające wiązkę, uniemożliwiając jej przesuwanie. Uchwyty wykonane są w różnych odmianach. Umożliwiają mocowanie przewodów na wszystkich typach słupów, na podłożu betonowym oraz drewnianym.

## Uchwyty dystansowe serii SO79

Uchwyty te służą do przymocowania przewodu wiązkowego do słupa. Wykorzystywane są przy sprowadzaniu przewodu wiązkowego ze szczytu słupa lub stacji transformatorowej do skrzynki z zabezpieczeniami, rozłączników bezpiecznikowych lub przy zakończeniu linii napowietrznej na słupie krańcowym. Uchwyty te mocowane są do słupa przy pomocy taśmy wykonanej ze stali nierdzewnej. SO79.6 dostarczany jest z taśmą (1,3 m), SO79.5 bez taśmy. Części z tworzywa wykonane są z materiału odpornego na wpływy atmosferyczne i promieniowanie UV.

### Montaż uchwyty:

1. Pod przewód podłożyć korpus uchwyty, przewód osłonić taśmą z tworzywa (rys.20).
2. Na osłonięty przewód nałożyć taśmę perforowaną (rys.21).
3. Przez perforacje i korpus uchwyty przełożyć taśmę stalową (rys.22).
4. Zaciśnąć taśmę stalową (rys.23) identycznie jak przy montażu haków (z tym, że siła docisku taśmy jest tu znacznie niższa) do chwili aż korpus uchwyty ulegnie lekkiemu ugięciu.

Rys.20



Rys.21



Rys.22



Rys.23



## 2.4 WYKONYWANIE ODGAŁĘZIEŃ

### 2.4.1 PODŁĄCZENIE ODGAŁĘZIENIA Z LINIĄ IZOLOWANĄ ZACISKAMI PRZEBIJAJĄCYMI IZOLACJĘ

Prawidłowo wybudowana linia wymaga nie tylko poprawnego montażu przewodów i uchwytów, ale również poprawnego wykonania odgałęzienia elektrycznego do innego odcinka linii lub przyłącza do odbiorcy. Odgałęzienie takie powinno spełniać wiele wymagań związanych z odpornością na korozję, utlenianiem się aluminium, płynięciem aluminium pod obciążeniem mechanicznym. Szczególnie ważne jest, aby w całym okresie pracy zacisku nie występowało zjawisko wzrostu spadku napięcia na takim połączeniu, popularnie zwane upalaniem się zacisku, co jest jednoznaczne z utratą połączenia.

Przebicie izolacji powinno odbywać się w taki sposób, aby nie nastąpiło jej uszkodzenie, powodujące rozwarstwienie. Jest to szczególnie istotne w systemie czteroprzewodowym, gdzie każda z żył przenosi naprężenie mechaniczne.

## 2.4.2 ETAPY MONTAŻU ZACISKÓW

Zaciski rozkładamy na przewodzie wiązkowym równomiernie w odległości ok. 8 do 10 cm jeden od drugiego. Po wykonaniu połączenia przy pomocy zacisków przebijających izolację, przewody odgałęźne należy ułożyć w taki sposób, aby ich układ na słupie był przejrzysty. W tym celu stosujemy opaski z tworzywa typu PER15, spinające pojedyncze żyły z wiązką przewodów.

W przypadku montażu zacisku typu SLIP i SL11.118 należy obciąć osłony z boku zacisku w celu wprowadzenia pojedynczych żył przewodu wiązkowego (rys.24). Obcinamy osłony w górnej i dolnej pokrywie i tylko z tej strony zacisku, z której wprowadzamy żyłę.

Rys.24



Następnie przy użyciu klinów rozdzielających ST31 wydzielamy z wiązki przewodów tę żyłę, na której będzie montowany zacisk. Rozkręcamy zacisk do takiego położenia, w którym swobodnie wprowadzimy przewód do zacisku. Nie wolno rozkręcać zacisków całkowicie, ponieważ może to spowodować nieprawidłowe ułożenie płytek z igiełkami przebijającymi izolację. Przewód odgałęźny wprowadzamy tak głęboko, aż jego końcówka oprze się o tylną ściankę zacisku. Jeśli obciąłiśmy wszystkie zaślepki zacisku, wysuwamy przewód odgałęźny z zacisku na taką odległość, aby można było założyć końcówkę przewodu PK.

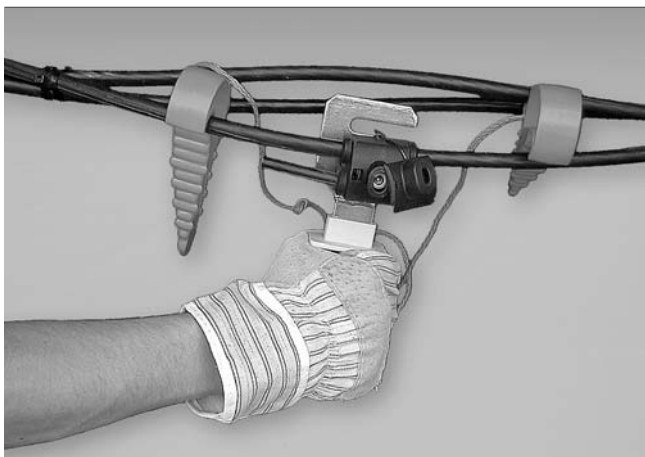
Po założeniu zacisku na przewody, dokręcamy go wstępnie kluczem ST32, aż do momentu, kiedy pocujemy wyraźny opór. Następnie umieszczamy dolną część zacisku w kluczu podtrzymującym ST34 i przystępujemy do dokręcania właściwego. Należy pamiętać, aby „szczęki” klucza ST34 skierowane były w prawo. Uniemożliwia to wysunięcie się zacisku z klucza podczas dokręcania końcowego (rys. 25).

**Zaciski typu SLIP wyposażone są w nakrętki z łbem zrywalnym.** Należy je dokręcać zwykłym kluczem nasadowym do momentu zerwania łba nakrętki. Dopuszcza się dokręcanie zacisków serii SLIP z użyciem elektronarzędzi, jednak **ważne, by nie stosować momentu uderowego.**

**Zacisk SL11.118 nie posiada nakrętki z łbem zrywalnym i wymaga użycia klucza dynamometrycznego przy dokręcaniu (rys. 26).** Należy pamiętać, aby w trakcie dokręcania zacisku operować kluczem równomiernie, bez gwałtownych ruchów. Po zakończeniu pracy na linii należy pamiętać o zwolnieniu sprężyny w kluczu dynamometrycznym. Zapewni to długotrwałą pracę narzędzia. **Nie dopuszcza się dokręcania zacisku SL11.118 z użyciem elektronarzędzi.**

**Zaciski typu SLIW również są wyposażone w nakrętki z łbem zrywalnym.** Wygodna nakładka na nakrętce umożliwia łatwe rozkręcenie zacisku, a następnie po ułożeniu przewodów w zacisku, łatwe dokręcenie wstępne bez użycia narzędzi. **Uwaga: nie należy zdejmować nakładki przed zakończeniem montażu zacisku.** Podczas montażu dolna część zacisku również powinna być umieszczona w kluczu podtrzymującym ST34. Nakrętkę z łbem zrywalnym należy dokręcić zwykłym kluczem nasadowym lub oczkowym. Po dokręceniu zacisku (zerwaniu łba) należy zdjąć nakładkę z nakrętki. Umożliwi to odkręcenie zacisku w przypadku konieczności demontażu. Na końcówkę przewodu odgałęźnego założyć należy kapturek dostarczany wraz z zaciskiem.

Rys.25



Mocowanie zacisku w kluczu podtrzymującym ST34.

Rys.26



Dokręcanie zacisku SL11.118 za pomocą klucza dynamometrycznego.

### 2.4.3 TYPY ZACISKÓW

#### Zaciski odgałęźne dwustronnie przebijające izolację SL11.118

Zaciski te stosowane są do połączeń przewodów linii głównych i przewodów linii odgałęźnych zarówno Al, jak i Cu. Zakres przekrojów przewodów głównego i odgałęźnego od 16 do 95 mm<sup>2</sup>. Mogą być również stosowane do połączeń przewodów izolowanych z żyłami kabla ziemnego o przekroju do 70 mm<sup>2</sup>, przy czym nie jest wymagane zdejmowanie izolacji z tego kabla. Położenie zacisków przebijających izolację jest dowolne. Dzięki konstrukcji igiełek zapewniają one szczelność połączenia elektrycznego. Należy jednak pamiętać, aby obciążać wejście do zacisku tylko od strony przewodu, a następnie przesunąć go do końca zacisku, aż do oparcia się o tylną ściankę, której nie obcinamy.

#### Zaciski odgałęźne dwustronnie przebijające izolację SLIP22.1

Zaciski te mają identyczne przeznaczenie i zastosowanie jak zaciski SL11.118. Wyposażone są w nakrętkę ze zrywalnym łbem, dzięki czemu do dokręcenia z właściwym momentem możemy zastosować zwykły klucz nasadowy.

#### Zaciski odgałęźne dwustronnie przebijające izolację SLIP32.2

Zaciski SLIP32.2 stosowane są do połączeń przewodów izolowanych o większych przekrojach zarówno Al, jak i Cu. Mogą być również stosowane do połączeń przewodów izolowanych z żyłami kabla ziemnego o przekroju do 120 mm<sup>2</sup>. Zasady umieszczenia przewodów kabla ziemnego tak, jak w zacisku SL11.118.

#### Zaciski odgałęźne dwustronnie przebijające izolację SLIP12.05

Zaciski te stosowane są do połączeń przewodów linii głównych o przekroju max. 50 mm<sup>2</sup> z przewodami przyłączy oraz z przewodami zasilającymi oprawy oświetleniowe zarówno Al, jak i Cu. Mogą być również stosowane do połączeń pomiędzy przewodami przyłączy a przewodami WLZ. Montaż tych zacisków odbywa się zgodnie z opisem z punktu 2.4.2.

#### **Zaciski odgałęźne dwustronnie przebijające izolację SLIW66 i SLIW67**

Zaciski te montowane są do zacisków SLIP22.1, SLIP32.2, SLIW57, SLIW58 lub SLIW59.1 i umożliwiają wykonanie odgałęzienia dwoma lub czterema przyłączami z jednego zacisku. Aby zapewnić im trwałe położenie w zacisku zaleca się podczepić do przewodu zaciski podwójne i poczwórne za pomocą opasek PER15.

#### **Zaciski odgałęźne dwustronnie przebijające izolację SLIW50 i SLIW52**

Zaciski te stosowane są do połączeń przewodów przyłączy z przewodami WLZ oraz przewodów linii oświetleniowych z przewodami zasilającymi oprawę (SLIW50 do 10 mm<sup>2</sup>; SLIW52 do 16 mm<sup>2</sup>) zarówno Al, jak i Cu.

#### **Zaciski odgałęźne dwustronnie przebijające izolację SLIW54**

Zaciski te stosowane są do połączeń przewodów linii głównych z przewodami linii odgałęźnych (do 50 mm<sup>2</sup>) oraz z przewodami przyłączy zarówno Al, jak i Cu.

#### **Zaciski odgałęźne dwustronnie przebijające izolację SLIW57**

Zaciski te stosowane są do połączeń przewodów linii głównych z przewodami linii odgałęźnych (do 95 mm<sup>2</sup>) zarówno Al, jak i Cu.

#### **Zaciski odgałęźne dwustronnie przebijające izolację SLIW58**

Zaciski te stosowane są do połączeń przewodów linii głównych i przewodów linii odgałęźnych o dużych przekrojach (do 150 mm<sup>2</sup>) zarówno Al, jak i Cu.

#### **Zaciski odgałęźne dwustronnie przebijające izolację SLIW59 i SLIW59.1**

Zaciski te stosowane są do połączeń przewodów linii głównych z kablem z żyłami sektorowymi o przekrojach od 70 do 240 mm<sup>2</sup> zarówno Al, jak i Cu.

### **2.4.4 PODŁĄCZENIE ODGAŁĘZIENIA Z LINIĄ Z PRZEWODAMI GOŁYMI**

W podobny sposób wykonujemy odgałęzienie linii izolowanej z linią z przewodami gołymi, przy czym korzystamy z innych zacisków odgałęźnych. Używając zacisku nieprzebijającego izolacji, należy odizolować mostek odgałęzienia, a po podłączeniu osłonić zacisk odpowiednią pokrywą izolacyjną. Natomiast przy zacisku jednostronnie przebijającym izolację nie należy zdejmować izolacji mostków odgałęzienia. Przy wykonywaniu odgałęzień z linią z przewodami gołymi, przed podłączeniem nie należy zapomnieć o dokładnym oczyszczeniu przewodu gołego z tlenku aluminium w miejscu podłączenia odgałęzienia.

#### **Zaciski odgałęźne jednostronnie przebijające izolację SLIP12.127**

Zaciski przebijające izolację przeznaczone do odgałęziania linii izolowanej do 50 mm<sup>2</sup> od linii gołej do 70 mm<sup>2</sup>, przeznaczone do przewodów Al i Cu.

#### **Zaciski odgałęźne jednostronnie przebijające izolację SLIP22.127**

Zaciski jednostronnie przebijające izolację przeznaczone do odgałęziania linii izolowanej do 95 mm<sup>2</sup> od linii gołej do 95 mm<sup>2</sup>, przeznaczone do przewodów Al i Cu.

#### **Zaciski odgałęźne jednostronnie przebijające izolację SLIP32.21**

Zaciski przebijające izolację przeznaczone do odgałęziania linii izolowanej do 120 mm<sup>2</sup> od linii gołej do 150 mm<sup>2</sup>, przeznaczone są do przewodów Al i Cu. Mogą również służyć do połączenia linii izolowanej z kablem o przekroju do 150 mm<sup>2</sup>. W tym przypadku należy zdjąć izolację z końca kabla i przeformować żyłę na okrągłą.

#### **Zaciski odgałęźne jednostronnie przebijające izolację SLIW63**

Zaciski przebijające izolację przeznaczone do odgałęziania linii izolowanej (przyłącza lub oprawy oświetleniowej) do 25 mm<sup>2</sup> od linii gołej do 95 mm<sup>2</sup>, przeznaczone do przewodów Al i Cu.

#### **Zaciski odgałęźne jednostronnie przebijające izolację SLIW64**

Zaciski przebijające izolację przeznaczone do odgałęziania linii izolowanej do 95 mm<sup>2</sup> od linii gołej do 95 mm<sup>2</sup>, przeznaczone do przewodów Al i Cu.

### **2.4.5 WYKONANIE POŁĄCZENIA PRZYŁĄCZA WIĄZKOWEGO Z INSTALACJĄ WLZ**

Do zamocowania przewodów przyłącza do budynku stosujemy odpowiednie uchwyty odciągowe. Uchwyty typu SO80S lub SO80.235S instalujemy na słupie i na szczycie budynku. Odgałęzienie od linii zasilającej izolowanej wykonujemy zaciskami przebijającymi izolację według przedstawionej już metody. Odgałęzienie od linii nieizolowanych wykonujemy zaciskami izolowanymi jednostronnie przebijającymi izolację. Część nieprzebijającą izolacji zakładamy na przewód nieizolowany, natomiast część przebijającą izolację zakładamy na żyłę przewodu izolowanego bez zdejmowania izolacji. Na szczycie budynku lub wysięgniku przewód wiązkowy możemy wprowadzić bezpośrednio do skrzynki złączowej lub połączyć przy pomocy zacisków przebijających izolację z przewodami linii WLZ. W przypadku wprowadzenia przewodów przyłącza bezpośrednio do skrzynki złączowej przewód wiązkowy powinniśmy prowadzić na uchwytych dystansowych po ścianie budynku lub osłonić rurą z tworzywa. Połączenie z linią WLZ możemy wykonać przy pomocy uniwersalnych zacisków przebijających izolację Al/Cu typu SLIP12.05, SLIW50, SLIW52 lub przy pomocy zacisków nieprzebijających izolacji Al/Al typu SL37.1 lub Al/Cu typu SM1.11 osłanianych po montażu odpowiednimi pokrywkami izolacyjnymi (SP14 lub SP15).

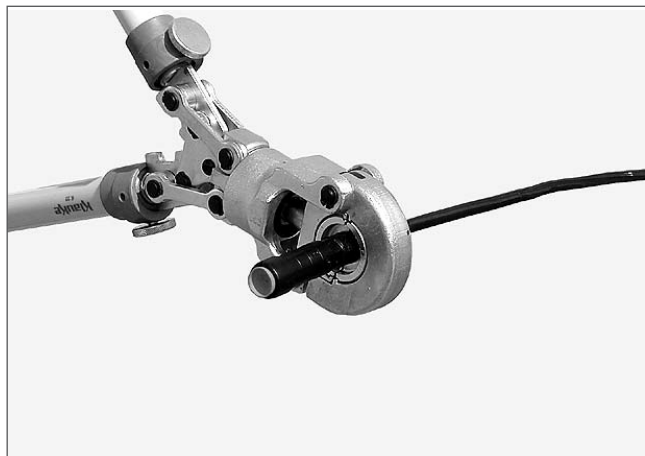
## 2.4.6 ŁĄCZENIE PRZEWODÓW IZOLOWANYCH W PRZĘŚLE

W razie konieczności połączenia przewodów izolowanych w przęśle, należy stosować złączki przewodowe wzdłużne SJ9. Do zaprasowywania złączek używa się uniwersalnej praski, wyposażonej w różne typy matryc wykonanych wg standardu DIN, pozwalających zaciskać złączki. Do złączek SJ9.16 - SJ9.50 należy stosować wyłącznie matrycę E173, do SJ9.700 - SJ9.1200 matrycę E215.

### Złączki przewodowe wzdłużne SJ9.16, SJ9.25, SJ9.35, SJ9.50, SJ9.700, SJ9.950, SJ9.1200

Stosowane są do łączenia poszczególnych żył przewodów izolowanych wiązkowych. Złączki te są izolowane, dlatego do ich zaciskania należy stosować wyłącznie odpowiednie szczęki a wtedy po zaciśnięciu nie wymagają już dodatkowego izolowania.

Rys.31



Rys.32



### Łączenie przewodów z użyciem złączek SJ9:

1. Odizolować koniec jednego przewodu na długość zaznaczoną strzałką na osłonie złączki (rys.32).
2. Włożyć odizolowany przewód do oporu do złączki, a następnie zaciskać w prasce w zaznaczonych na osłonie izolacyjnej miejscach, począwszy od środka złączki do końca (rys.31).
3. Odizolować koniec drugiego przewodu i postępując podobnie zaprasować złączkę (rys.32).

## 2.5 ZABEZPIECZANIE LINII NAPOWIETRZNYCH IZOLOWANYCH PRZED SKUTKAMI ZWARĆ I PRZECIĄŻEŃ

Linie napowietrzne wykonane z przewodów izolowanych wiązkowych, podobnie jak inne obiekty elektroenergetyczne, muszą być chronione przed skutkami zwarć i przeciążeń. Skutecznym zabezpieczeniem są zwykłe bezpieczniki topikowe zainstalowane w słupowych rozłącznikach typu SZ. Rozłączniki montuje się na stacjach transformatorowych słupowych, w linii na słupach odporowych, jako zabezpieczenie wzdłużne lub na poszczególnych słupach, jako zabezpieczenie poszczególnych przyłączy do pojedynczych odbiorców.

Dolna, ruchoma część rozłącznika typu SZ jest wyposażona w podstawy bezpiecznikowe, w których instalowane są bezpieczniki mocy. Górna, stała część rozłącznika typu SZ wyposażona jest w komory do gaszenia łuku elektrycznego, dzięki czemu możliwe jest rozłączanie obciążonych obwodów. Rozłączniki są łatwe w użyciu, ponieważ nie wymagają dodatkowej osłony, mogą być instalowane bezpośrednio na konstrukcjach stacji transformatorowych lub słupach linii napowietrznej, a manewrowanie nimi odbywa się z powierzchni ziemi przy pomocy specjalnego drążka. Rozłączniki są aparatami o dużej niezawodności, pracującymi w różnych warunkach klimatycznych. Spełniają wymagania norm IEC oraz norm wielu krajów, a także wymagania polskiej normy PN-EN 60947-1:2021-07 i PN-EN 60947-3:2021-07. Firma Ensto produkuje rozłączniki typu SZ160.xx i SZ400.xx o max. prądach znamionowych 160 A i 400 A.

### 2.5.1 SŁUPOWE ROZŁĄCZNIKI BEZPIECZNIKOWE 160 A/415 V

Rozłączniki bezpiecznikowe tej wielkości posiadają dane znamionowe dla kategorii AC 22B - 160 A, 415 V. W rozłącznikach tych można zainstalować małogabarytowe bezpieczniki mocy wielkości 00. Fabrycznie rozłączniki wyposażone są w dwururowkowe zaciski przyłączeniowe KG45 (nieprzebijające izolacji), pozwalające na przyłączenie przewodów aluminiowych, jak i miedzianych o przekrojach od 16 do 120 mm<sup>2</sup>. Korpus rozłącznika wykonany jest ze stopu aluminium odpornego na wpływy atmosferyczne. Części izolacyjne wykonane są z odpornego na mróz i promieniowanie UV tworzywa sztucznego. Części stalowe są cynkowane na gorąco lub wykonane ze stali nierdzewnej.



### Słupowe rozłączniki bezpiecznikowe SZ160.3, SZ160.41, SZ160.4

Rozłączniki SZ160.41 są wersją czterobiegunową rozłączników SZ160.3. Czwarty biegun w rozłącznikach SZ160.41 jest nierozłączalny, natomiast w rozłącznikach SZ160.4 jest rozłączalny. Rozłączniki mają osobne osłony na zaciski od strony zasilania i osobne na zaciski od strony odbioru. Dzięki temu możliwe jest podłączanie odbioru do rozłącznika, bez konieczności wyłączenia zasilania.

### Słupowe rozłączniki bezpiecznikowe z dodatkowym zaciskiem SZ160.322

Rozłączniki te są wersją rozłączników SZ160.3 wyposażoną w dodatkowy zacisk KG90 montowany do obudowy rozłącznika, służący do połączenia przewodów PEN. Umożliwia przyłączenie dwóch przewodów Al/Cu o żyłce okrągłej od strony zasilania i odbioru o przekrojach 16 do 120 mm<sup>2</sup>. Zacisk KG90 osłaniany jest osłoną.

### Jednobiegunowe słupowe rozłączniki bezpiecznikowe SZ160.1 (160 A/415 V)

Rozłączniki te stosowane są głównie do zabezpieczania obwodów oświetleniowych. Mogą być montowane do rozłączników trój lub czterobiegunowych.

## 2.5.2 SŁUPOWE ROZŁĄCZNIKI BEZPIECZNIKOWE 400 A/500 V

Rozłączniki bezpiecznikowe tej wielkości posiadają dane znamionowe dla kategorii AC 22 B - 400 A, 500 V. W rozłącznikach tych można zainstalować bezpieczniki mocy wielkości I o prądzie max. 250 A lub wielkości II o prądzie max. 400 A. Fabrycznie rozłączniki wyposażone są w zaciski KG43.6 (nieprzebijające izolacji), pozwalające na przyłączenie dwóch przewodów Al lub Cu o przekrojach od 50 do 240 mm<sup>2</sup> do jednego bieguna. Korpus rozłącznika wykonany jest ze stopu aluminium odpornego na wpływy atmosferyczne. Części izolacyjne wykonane są z odpornego na mróz i promieniowanie UV tworzywa sztucznego. Części stalowe są cynkowane na gorąco lub wykonane ze stali nierdzewnej.

### Słupowe rozłączniki bezpiecznikowe SZ400.3, SZ400.41, SZ400.4

Zdolność wyłączalna rozłączników wynosi 2400 A. Rozłączniki SZ400.41 są wersją czterobiegunową rozłączników SZ400.3. Czwarty biegun w rozłącznikach SZ400.41 jest nierozłączalny, natomiast w rozłącznikach SZ400.4 jest rozłączalny.

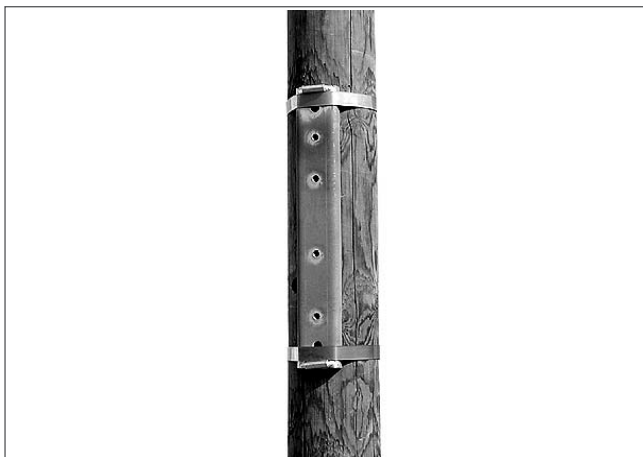
### Słupowe rozłączniki bezpiecznikowe z dodatkowym zaciskiem SZ400.322

Rozłączniki te są wersją rozłączników SZ400.3 wyposażoną w dodatkowy zacisk KG91 montowany do obudowy rozłącznika, służący do połączenia przewodów PEN. Umożliwia przyłączenie dwóch przewodów Al/Cu o żyłce okrągłej od strony zasilania i odbioru o przekrojach 50 do 240 mm<sup>2</sup>. Zacisk KG91 osłaniany jest osłoną.

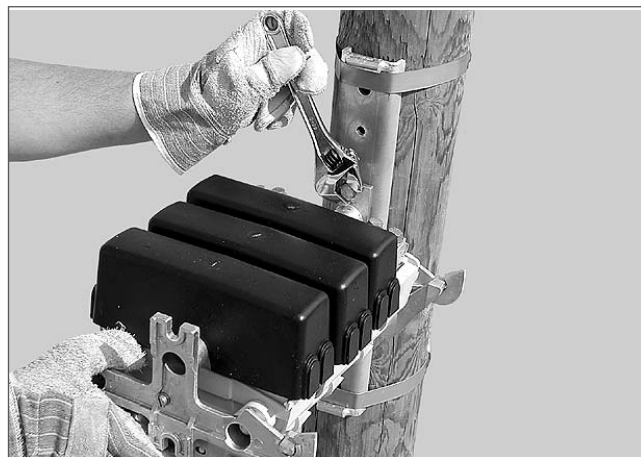
## 2.5.3 MONTAŻ SŁUPOWYCH ROZŁĄCZNIKÓW BEZPIECZNIKOWYCH

Słupowe rozłączniki bezpiecznikowe posiadają w zestawie wspornik i wkręty do drewna, umożliwiające ich montaż na słupach drewnianych. W przypadku montażu do słupa betonowego należy użyć wspornika PEK49, który mocujemy do słupa taśmą stalową (rys.27). Do przymocowanego wspornika przykręcamy śrubami (w ze stawie z PEK49) rozłącznik (rys.28). Wspornik PEK49 służy do montażu rozłączników zarówno 160 A, jak i 400 A. W przypadku konieczności zamocowania większej liczby rozłączników na jednym słupie należy zastosować wspornik PEK43.

Rys.27



Rys.28



### Drążek manewrowy do słupowych rozłączników bezpiecznikowych

Słupowy rozłącznik bezpiecznikowy może być otwierany i zamykany z powierzchni ziemi przy pomocy drążka ST33 o długości 2 m (długość transportowa 1,3 m).

## Uziemiacze do linii izolowanych nn poprzez słupowe rozłączniki bezpiecznikowe

Do łatwego uziemiania miejsca pracy na liniach izolowanych niskiego napięcia służą specjalnie do tego celu skonstruowane uziemiacze. Dostępne są dwa zestawy do rozłącznika trójbiegunowego i czterobiegunowego. Uziemiacz może występować wraz z miedzianą linką uziemiającą, zakończoną małym imadłem i zamocowaną do zwory biegunów uziemiacza lub bez tej linki. W celu uziemienia miejsca pracy zdejmujemy za pomocą dźwężki manewrowej dolną część rozłącznika i na jej miejsce montujemy odpowiedni uziemiacz (wszystkie typy uziemiaczy dostępne są w aktualnym Katalogu wyrobów dla energetyki).

### 2.6 ZABEZPIECZANIE OPRAW OŚWIETLENIA ULICZNEGO

Niezależnie od tego, czy obwód oświetleniowy jest wykonany, jako osobna wiązka, czy też wchodzi w skład wiązki linii zasilającej, odgałęzienie do opraw oświetleniowych zawsze wykonujemy tak samo. Na słupie, na którym zainstalowana jest oprawa oświetleniowa, powinniśmy w miejscu odejścia zainstalować zabezpieczenie. Do tego celu wykorzystujemy oprawki bezpiecznikowe na wkładki topikowe o prądzie znamionowym do 25 A.

Oprawki te zainstalowane są w specjalnych osłonach wykonanych z tworzywa sztucznego. Osłony mocowane są pod zaciskiem przebijającym izolację, na którym wykonaliśmy odgałęzienie do oprawy oświetleniowej. Przewód zerowy od oprawy oświetleniowej podłączamy bezpośrednio przez zacisk przebijający izolację z przewodem zerowym linii zasilającej.

Te same osłony z tworzywa sztucznego mogą być wyposażone w podstawy bezpiecznikowe o prądzie znamionowym do 63 A. Wówczas służą one do zabezpieczania pojedynczych odgałęzień od linii głównej do odbiorców, wszędzie tam, gdzie takie zabezpieczenie jest konieczne.

#### Oprawki bezpiecznikowe SV29.253 i SV29.633

#### Oprawki bezpiecznikowe SV29.25523 i SV29.63523 z zaciskiem SLIW52

Oprawki te stosowane są do zabezpieczania opraw oświetleniowych oraz drobnych odbiorców. Mocowane są do zacisków przebijających izolację (SL11.118, SLIP12.05, SLIP22.1 - oprawy 25 i 63 A, a oprawy 63 A także do SLIP32.2). Montaż oprawy na linii gołej - należy użyć zacisków jednostronnie przebijających izolację (SLIP12.127, SLIP22.127). **Do opraw można przyłączać tylko przewody Cu** (max. przekrój 10 mm<sup>2</sup> dla SV29.253 i 25 mm<sup>2</sup> dla SV29.633). Przewód Al należy łączyć przez dodatkowy zacisk pośredniczący (SLIP12.05, SLIW52) i dalej łączyć przewodem Cu. Oprawki wyposażone są we wstawki wkrętowe nielimitujące wielkości wkładki bezpiecznikowej. Zacisk przebijający izolację montujemy zgodnie z wcześniej podanymi zasadami z tym, że odgałęzieniem jest przewód zasilający bezpiecznik. Osłony bezpiecznikowe SV29.253 i SV29.633 są już w ten przewód wyposażone.

Zacisk na linii głównej montujemy razem z przewodem Cu oprawy bezpiecznikowej. Po zamontowaniu zacisku wciskamy oprawę w dolną część zacisku, gdzie wcześniej włożony był klucz czołowy (rys. 29, rys.30 i rys.31).

Oprawa gotowa do podłączenia przewodu Cu zasilającego lampę (można to również wykonać na wcześniejszym etapie).

**Uwaga** w zestawach SV29.25523 i SV29.63523 z zaciskami SLIW52 oprawki posiadają dodatkowy adapter montażowy. Jeżeli z jakiegoś powodów chcemy wykorzystać te oprawki do montażu z zaciskiem serii SLIP lub SL11.118, to należy z oprawki usunąć ten adapter (rys.32).

Rys.29



Rys.30



Rys.31



Rys.32



## 2.7 OGRANICZNIKI PRZEPIĘĆ Z ZACISKAMI PRZEBIJAJĄCYMI IZOLACJĘ

Ograniczniki przepięć z zaciskami przebijającymi izolację do izolowanych linii napowietrznych nn oferowane są z trzema typami zacisków: SE48.1, SE45.1 i SE46.1. Specjalna konstrukcja zacisku umożliwia wkręcanie ograniczników bezpośrednio w korpus zacisku. Dzięki temu wymiana uszkodzonego ogranicznika nie wymaga demontażu zacisku z przewodu.

Zaciski SE48.1, SE45.1 i SE46.1 wyposażone są w zrywalne łby śrub, nie wymagają stosowania klucza dynamometrycznego. Zaciski te przystosowane są do montażu pod napięciem, łby śrub są odizolowane od toru prądowego.

Ograniczniki dokręcane do zacisków ENSTO produkowane są przez firmy Bezpól (BZ) i Apator (AP) i objęte są ich gwarancją. Tabele dostępnych typów ograniczników znajdują się w aktualnym Katalogu wyrobów dla energetyki.

Ogranicznik z serii SE48.xxx dokręcany jest do dolnej części zacisku jednostronnie przebijającego izolację SE48.1. Podczas instalacji na przewodzie izolowanym można wykonać odgańlenie z tego zacisku przewodem gołym lub izolowanym po zdjęciu izolacji z końca przewodu.

Ogranicznik z serii SE45.xxx dokręcony jest do dolnej części zacisku przebijającego izolację SE45.1. Jest to zacisk przystosowany wyłącznie do montażu ograniczników przepięć. Nie ma możliwości wykonania odgańlenia od tego zacisku.

Ogranicznik typu SE46.xxx dokręcony jest do dolnej części zacisku dwustronnie przebijającego izolację typu SE46.1. Umożliwia on montaż ogranicznika na przewodzie izolowanym i jednocześnie wykonanie odgańlenia z tego zacisku przewodem izolowanym.

Połączenie zacisków uziemiających ograniczników należy wykonać linką miedzianą 16 mm<sup>2</sup>. W przypadku stosowania ograniczników przepięć z rozłącznikiem połączenie zacisków uziemiających należy wykonać od każdego ogranicznika osobną linką.

## 2.8 NARZĘDZIA

### **Klucze dynamometryczne ST30**

Stosowane są do dokręcania zacisków, uchwyty odciągowych i przelotowych oraz wszędzie tam, gdzie wymagana jest określona siła docisku.

Ustawienie klucza dynamometrycznego na odpowiedni moment dokręcania odbywa się poprzez odciągnięcie główki pokrętki znajdującej się na końcu klucza i jej obracanie aż do chwili, gdy na skali Nm osiągniemy wymaganą wartość. Następnie dociskamy ponownie główkę, w celu zabezpieczenia klucza przed zmianą przyjętej nastawy.

Po zakończeniu prac montażowych ustawiamy klucz na wartość zero.

### **Klucz sześciokątny ST32**

Stosowany jest do wstępnego dokręcania zacisków SL11.118. Kluczem tym można również wykonywać prace pod napięciem.

### **Klucz czołowy ST34**

Stosowany jest do podtrzymania zacisków w trakcie ich montażu na przewodzie linii napowietrznej. Kluczem tym można również wykonywać prace pod napięciem.

### **Pasta stykowa SR1**

Stosowana jest do zapobiegania utlenianiu się aluminium na powierzchni zacisków i odizolowanych żył przewodów. Powstający w trakcie utleniania aluminium tlenek glinu jest doskonałym materiałem izolacyjnym, a więc powoduje wzrost rezystancji, a nawet utratę połączenia. Odpowiednie przygotowanie miejsca połączenia, a więc oczyszczenie powierzchni przewodu i zacisku oraz osłonięcie aluminium pastą stykową gwarantuje bezawaryjną pracę.

# ENSTO

Ensto Pol Sp. z o.o.  
ul. Energetyczna 1  
80-180 Kowale  
Tel. +58 692 40 00  
biuro@ensto.com

Biuro Techniczne  
ul. Milionowa 21  
93-105 Łódź  
biuro.lodz@ensto.com

Biuro Techniczne  
ul. J. Conrada 51  
31-357 Kraków  
biuro.krakow@ensto.com



[ensto.pl](http://ensto.pl)



NIP: 583-001-05-91  
REGON: 190274030

KRS: 0000 119763  
BDO: 000007628