

## Instrukcja montażu napowietrznych linii izolowanych niskiego napięcia



# ENSTO



---

## **Instrukcja montażu napowietrznych linii izolowanych niskiego napięcia**

---

**ENSTO POL Sp. z o.o.  
Gdańsk, sierpień 2003**

# Spis treści

## Strona

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.....	4
2.2.3 Naprężanie taśmy stalowej .....	5
2.3 Etapy budowy linii izolowanych, charakterystyka użytych do budowy 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 prześle .....	15
2.5 Zabezpieczanie linii napowietrznych izolowanych od skutków zwarć i przeciążeń .....	15
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 zerowy (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 zerowy mają tę samą konstrukcję. Jest to system bez linki nośnej, który nazwano "czteroprzewodowym" lub "samonośnym".

Firma ENSTO aktywnie uczestniczyła we wprowadzaniu systemów izolowanych linii napowietrznych w wielu krajach. Już od pierwszych eksperymentalnych instalacji opracowała szeroki asortyment osprzętu dla tych systemów, tak aby sprostał wymaganiom rynku lokalnego. W czasie ostatnich 35 lat zbudowano na całym świecie przeszło pół miliona kilometrów linii napowietrznych z izolowanych przewodów stosując osprzęt firmy ENSTO.

Opracowanie to prezentuje osprzęt do budowy linii napowietrznych niskiego napięcia wykonanych z przewodów izolowanych wiązkowych wykonanych w tak zwanym systemie czteroprzewodowym oraz technologię budowy linii izolowanych niskiego napięcia w w/w systemie.

### 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 produkowany jest osprzęt i przewody o 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 więc dużą wytrzymałością mechaniczną.

Przewód elektroenergetyczny samonośny, aluminiowy, izolowany polietylenem sieciowanym, uodpornionym na działanie promieni ultrafioletowych oznaczony jest symbolem AsXS, a odporny na rozprzestrzenianie się płomienia AsXS<sub>n</sub>. Przewód importowany oznaczony jest symbolem NFA2X. Przekroje obecnie produkowanych przewodów izolowanych mieszczą się w przedziale od 16 do 120 mm<sup>2</sup>, natomiast liczba przewodów w wiązce nie przekracza 6-ciu. 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>, 4x50 mm<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 120 mm<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 to:

- 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,
- duże bezpieczeństwo 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 rozwiązaniach typowych linii napowietrznych z przewodami gołymi występują żerdzie żelbetowe typu ŻN. Coraz częściej stosuje się również żerdzie strunobetonowe wirowane typu E i EPV. W typowych rozwiązaniach linii z przewodami izolowanymi zastosowano te same typy żerdzi co w liniach tradycyjnych. 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 umożliwiają haki wieszakowe. Wykonuje się je ze stali, gwarantującej odpowiednią wytrzymałość mechaniczną, a zabezpiecza przed korozję cynkowaniem na gorąco.

Do najczęściej 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 skrośnych z nakrętką albo za pomocą dwóch specjalnych taśm stalowych. Klamerka spinająca końce taśmy stalowej powinna znajdować się po przeciwnej stronie względem haka i przylegać całą powierzchnią do żerdzi. Liczba haków wieszakowych mocowanych za pomocą jednego kompletu opasek stalowych 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 obejmek.

#### 2.2.1 HAKI WIESZAKOWE

Haki te są stosowane do zawieszania uchwytów odciągowych i przelotowych mocujących wiązki przewodów izolowane. Haki te przeznaczone są do instalowania na słupach z otworami typu ŻN, wirowanych lub na ścianach budynków. Przy pomocy haków firmy ENSTO można z łatwością budować linie równoległe. Stalowe haki są cynkowane na gorąco.

Ze względu na zastosowanie haki można podzielić na trzy klasy:

- a) **haki lekkie** stosowane są do zamocowania uchwytów odciągowych i przelotowych linii o małych przekrojach (max. 4 x 25 mm<sup>2</sup>).
- b) **haki średnie** stosowane są do mocowania uchwytów przelotowych linii głównych (max. 4x70 mm<sup>2</sup>) i jednocześnie uchwytów odciągowych pojedynczych przyłączy linii napowietrznej.
- c) **haki mocne** stosowane do zamocowania uchwytów odciągowych i narożnych linii głównych oraz uchwytów przelotowych linii głównych i odciągowych przyłączy.

Do haków wieszakowych zaliczamy następujące typy:

- a) **haki wieszakowe dla słupów z otworami** (typ SOT21.x, SOT101.x)
- b) **śruby dwustronne** (typ SOT4.x)
- c) **haki nakrętkowe** (typ PD2,3.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.

Szczególne parametry i dane techniczne haków podano w katalogu „Osprzęt do linii nn z przewodami izolowanymi”. Haki te można wykorzystać do zamocowania uchwytu odciągowego linii odgałęźnej, przyłączy lub uchwytu przelotowego drugiego toru linii głównej.

## 2.2.2 TAŚMY DO MOCOWANIA HAKÓW

Taśmy te służą do mocowania haków stalowych na słupach nie posiadających 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, jak 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 przycinania 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. 1mb 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**

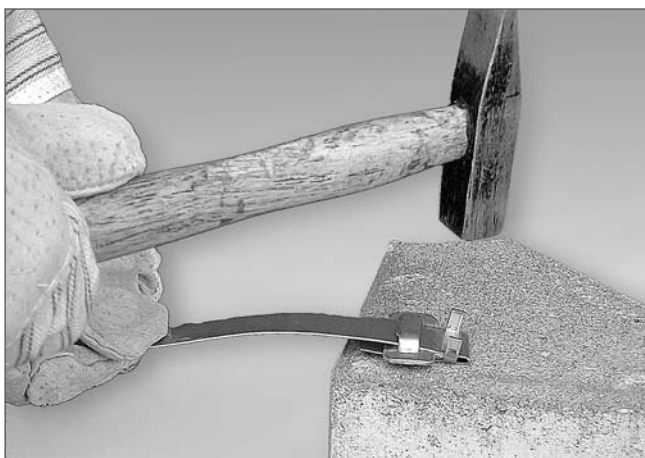


**Rys.2**



2. Wprowadzić koniec taśmy do szczeliny w klamerce spinającej COT36 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 kamery (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 podwójnie.

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**

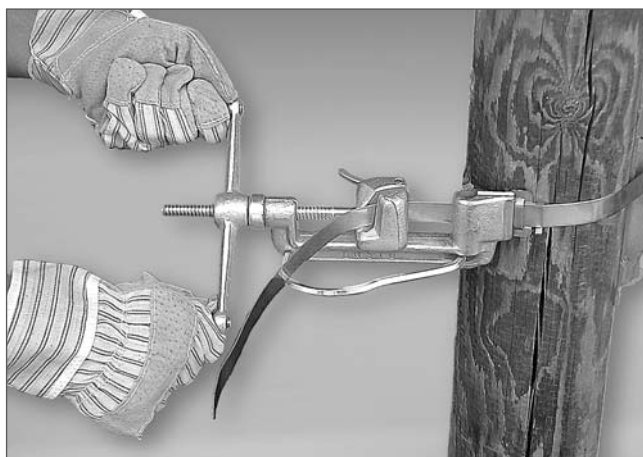


5. Po zablokowaniu taśmy w głowicy dźwignię (rys.7) naprężamy taśmę obracając pokrętle do momentu, aż wyczujemy wyraźny opór rozciągającej się taśmy (rys.8).

**Rys.7**



**Rys.8**



Następnie zginamy taśmę wokół klamerki poluzowując nieco pokrętle 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 UŻYTYCH DO BUDOWY NARZĘDZI I OSPRZĘTU

### 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 dla słupów narożnych, gdy kąt załomu wypada po zewnętrznej stronie słupa (stosowane najczęściej dla linii dwutorowych). Stosowanie rolek montażowych jest niezbędne dla zapewnienia bezpieczeństwa przewodów rozciąganych w trakcie budowy linii. Nie wolno rozciągać linii wiązkowych za pomocą innych urządzeń niż wyciągarek do tego przystosowanych. 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 nacisk linki, która w przypadku napotkania oporu zatrzymuje się, nie powodując cofnięcia się linki. Do w/w prac można stosować wciągarki montowane do podwozi samochodowych, na oddzielnych przyczepach, montowane do słupów czy drzew. Wystarczającą siłą naciągu, która zapewnia prawidłowe rozciąganie wiązek do  $4 \times 120 + 2 \times 35$  jest siła 400 kG.

#### Rolki pojedyncze ST26.1 i CT26.55

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. Rolki CT26.55 stosowane są natomiast przy rozwieszaniu przewodów izolowanych wiązkowych po zewnętrznej stronie słupa, przy załomie linii większym niż 150°.

#### Rolka pojedyncza ST26.11

Stosowana jest do rozwieszania przewodów wiązkowych na słupach krańcowych i stacjach transformatorowych, przy wprowadzeniu tych przewodów na linię od strony bębna kablowego lub wyciągarki. W miejscach tych, bowiem nie możemy korzystać z haków przeznaczonych do zamocowania uchwytów odciągowych, ponieważ są one ustawione w osi linii. Rolki te są instalowane na słupach tymczasowo przy pomocy łańcucha.

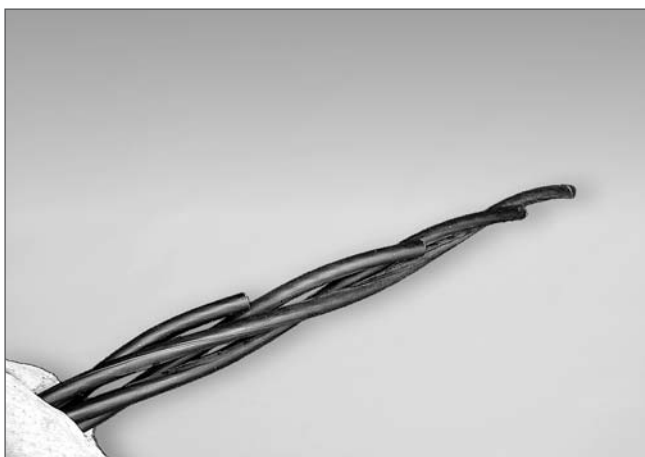
#### Rolka podwójna ST26.22

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 i ST103

Stosowane są do połączenia linki wstępnej z przewodem wiązkowym w trakcie rozwieszania przewodu po rolkach. Opończe typu ST są metalowe, natomiast opończe typu CT 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, aby długość każdego z nich stopniowo malała, a różnica między kolejnymi ich końcami wynosiła około 10 cm (rys.11).

### Rys.11



#### Krętlik CT 104

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. Stosowane są stojaki z podnoszeniem mechanicznym lub hydraulicznym bębna. Nośność stojaka dobiera się w zależności od stosowanych ciężarów bębna. Hamulec najczęściej jest mechaniczny oparty o docisk okładziny ciernej do bębna hamulcowego za pomocą śruby. Należy zwrócić szczególną ostrożność na posadowienia stojaka z bębniem. Wymagane jest aby oparty był na trwałym i równym podłożu. Bezpieczeństwo pracy obsługi bębna wymaga również stałego komunikowania się z obsługą wciągarki. Rozciąganie przewodów izolowanych można zakończyć w chwili przeciągnięcia końca wiązki poza słup końcowy lub odporowy. Można wówczas przystąpić do montażu uchwytu odciągowego.

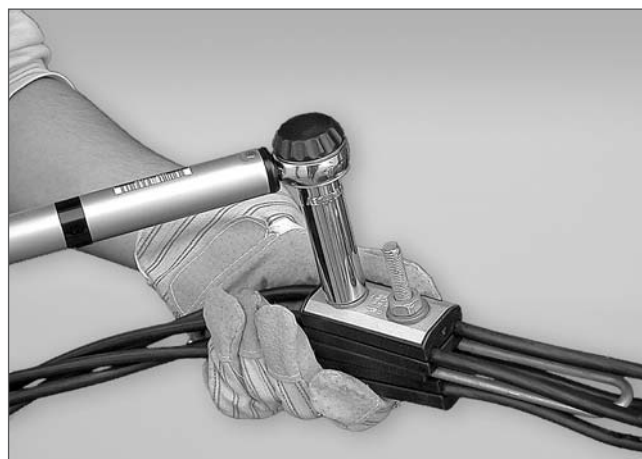
### 2.3.2 RODZAJE I MONTAŻ UCHWYTÓW ODCIĄGOWYCH

Uchwyty odciągowe służą do odciągowego zamocowania wiązkowego przewodu izolowanego. Uchwyty te mogą być powieszone 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 kadłubie uchwytu. Zwrócić przy tym należy uwagę, aby klin znajdujący się wewnątrz uchwytu był maksymalnie wysunięty w kierunku naprężanej linii. Śruby mocujące przewody należy dokręcać za pomocą klucza dynamometrycznego. (rys.13)

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 szwedzkiej SEN241428, brytyjskiej ESI43-14. W zależności od długości sekcji i przekroju przewodów wiązki, montaż uchwytów może odbywać się w dwojaki sposób:

- z poziomu ziemi,
- na słupie, po wcześniejszym przejściu naciągu.

Stosowane są następujące uchwyty odciągowe z następującym przeznaczeniem:

**Uchwyty odciągowe serii SO34 (typ SO34.25, SO34.50, SO34.95)**

Uchwyty te służą do trwałego zamocowania odciągowego przewodów linii głównej z możliwością regulacji zwisu śrubami kabłąka.

**Uchwyty odciągowe serii SO118**

Uchwyty te służą do trwałego zamocowania odciągowego przewodów linii głównej. Dla zamontowania wiązki 4x25mm<sup>2</sup> lub 4x35mm<sup>2</sup> należy stosować uchwyty SO118.425 a dla wiązek od 4x50 mm<sup>2</sup> do 4x120mm<sup>2</sup> uchwyty typu SO118.1202, które przystosowane są do mocowania na hakach oczkowych i otwartych.

**Uchwyty odciągowe SO34.250 i SO117.225**

Służą one do trwałego zamocowania przewodu wiązkowego linii głównej jednofazowej lub oddzielnego obwodu oświetleniowego.

**Uchwyty odciągowe serii SO80 oraz SO157.1 i SO158.1**

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.

### 2.3.3 PRZEBIEG NACIĄGANIA LINII

Po zawieszeniu na haku uchwyty odciągowe brygada przenosi się na stanowisko obok bębna z przewodami. Przed rozpoczęciem docelowego naprężania, na wiązkę przewodów izolowanych należy założyć uchwyt do napinania wiązki przewodów izolowanych, popularnie zwany żabką, który poprzez urządzenie naprężające łączy się ze słupem (rys.14). Żabkę należy właściwie dobrać do przekroju przewodów wiązki. I tak wyróżniamy żabki na następujące maksymalne przekroje przewodów:

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

Jeżeli długość rozciąganej sekcji przekracza 500m 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 ST112

Stosowane są do pomiaru siły naciągu w trakcie wykonywania naciągu głównego linii napowietrznej. Instalowane są pomiędzy żabką a przyrządem naciągającym (rys.14).

#### 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 500 kG - długość naciągania 3 m. Drugi hak zamocowany na bloczku umożliwia naciąg z siłą 1000 kG - długość naciągania 1,5 m.

Proces regulacji naprężenia można także prowadzić w oparciu o tabelę zwisów przy użyciu lat pomiarowych. Po uzyskaniu właściwego naprężenia wiązki przewodów izolowanych można przystąpić do zamocowania uchwyty odciągowe na początku linii. Montaż ten nie różni się od montażu uchwyty na końcu linii przedstawionego poprzednio.

### 2.3.4 ZAKŁADANIE UCHWYTÓW PRZELOTOWYCH I NAROŻNYCH

Po wykonaniu naciągu wiązki przewodów izolowanych i zamocowaniu uchwyty odciągowe 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:

- **lekkie** - dla stanowisk bez załomów, (typ SO140),
- **średnie** - dla stanowisk o kącie załomu od 180 do 150 stopni, (typ SO130),
- **ciężkie** - dla stanowisk o kącie załomu od 180 do 90 stopni (typ SO136).

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. Ostatnio wprowadzono nowy bardzo lekki uchwyt przelotowy do przyłączy i napowietrznych linii oświetlenia ulicznego SO239.

## Uchwyty SO140, SO130 i SO136

Typ SO140 posiada zmniejszoną wytrzymałość mechaniczną i stosowany są do linii napowietrznych bez załomów. Uchwyt SO130 stosowany jest dla ograniczonych załomów od 150° do 180°. Natomiast uchwyt SO136 jest typowo narożny dla dużych załomów od 90° do 150°.

## 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 śrubą motylkową ręcznie (mocno do oporu), co zapewnia prawidłowy moment dokręcenia ok. 8 Nm.

## Uchwyt SO99 i przystawka z rolkami ST26.99

Uchwyt ten wyposażony jest w rolki i dzięki temu może służyć do rozwieszania przewodów. Podczas rozwieszania przewodów, przy załomach większych od 150° należy użyć przystawki z rolkami ST26.99.

W systemie czteroprzewodowym uchwyty przelotowe i narożne obejmują sobą wszystkie przewody wiązki łącznie z przewodami dodatkowymi. Obecnie na rynku są dostępne uchwyty uniwersalne, wyposażone 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 2x16mm<sup>2</sup> (z przekładką gumową) do 4x120mm<sup>2</sup>+2x35mm<sup>2</sup>. Przy montażu tych uchwytów należy przestrzegać instrukcji podanych przez producenta, a w szczególności pamiętać, aby dokręcanie wykonywać kluczem dynamometrycznym z zachowaniem odpowiednich momentów dokręcania podanych na korpusie uchwytów. Uchwyty SO140.02, SO130.02 i SO136.02 wyposażone są w śrubę z łbem motylkowym zrywalnym. Motylek dokręca się ręcznie aż do zerwania zapadki, co zapewnia prawidłowy moment dokręcenia 10 Nm. 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 na ten czas z rolki. Wszystkie rolki można w bardzo łatwy sposób rozpiąć w celu wyjęcia przewodu (rys.15). Uchwyt powinien być już przed tą wymianą otwarty (rys.16).

**Rys.15**

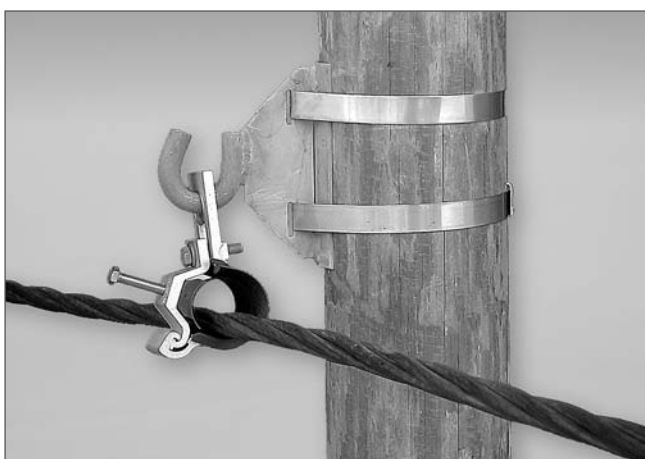


**Rys.16**



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 zastosować metodę polegającą na chwilowym podtrzymaniu naprężonej tutaj znacznie wiązki przewodów. Wykorzystujemy w tym celu dwa uchwyty do napinania wiązki przewodów (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 naściennych i uchwytów dystansowych.

#### Uchwyty przelotowe SO 125

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. Montaż przewodów w tych uchwytach przebiega identycznie jak w uchwytach przelotowych montowanych na słupach. Zastąpienie podstawy uchwytu SO125 płaskownikiem 6 mmx40 mm umożliwi 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 odstęp 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



#### Osłonki końca przewodu PK99.025, PK99.050, PK99.095, PK99.2595

Stosowane są do osłaniania końca poszczególnych żył wiązkowych przewodów izolowanych. Osłonki wykonane są z gumy koloru czarnego odpornej na wpływy atmosferyczne i promieniowanie UV. Zapewniają one bezpieczeństwo osób postronnych i obsługi przed przypadkowym dotknięciem, a także chronią przewód przed wnikaniem wilgoci. Nie wymagają gumowych osłonek obcięte końce przewodów, 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 usztywniają 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 stalowej wykonanej ze stali nierdzewnej. 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 wykonania nie tylko poprawnego montażu przewodów i uchwytów, ale również poprawnego wykonania odgałęzienia elektrycznego, czy to do innego odcinka linii czy też do przyłącza do odbiorcy. Odgałęzienie takie powinno spełniać wiele wymagań związanych z odpornością na korozję, utlenianiem się aluminium, płynięciem aluminium pod obciążeniem mechanicznym. W szczególności zależy nam na tym, aby w całym okresie pracy zacisku nie występowało zjawisko wzrostu spadku napięcia na takim połączeniu, czyli popularnie zwane upalaniem się zacisku, co jest jednoznaczne z utratą połączenia.

W liniach napowietrznych z przewodami izolowanymi wiązkowymi wymagania stawiane zaciskom odgałęźnym są bardzo wysokie. Najważniejszym z nich to oczywiście fakt przebijania izolacji tak, aby w trakcie montażu nie zachodziła konieczność jej zdejmowania. Przebite izolacji powinno nastąpić w taki sposób, aby nie nastąpiło jej uszkodzenie powodujące rozwarstwienie. Jest to szczególnie istotne w systemie czteroprzewodowym, gdzie każda z żył przenosi naprężenie mechaniczne.

Przy nieodpowiednio wykonanym lub źle dobranym zacisku, gdzie części elektryczne wykonane są w sposób nożowy, może wystąpić nacięcie izolacji i w konsekwencji jej rozwarstwienie przy długotrwałe występującym naprężeniu. Fakt ten został potwierdzony przez fabryki kablowe badające współpracę zacisków z produkowanymi przez nie przewodami samonośnymi.

Przebicie izolacji powinno również zostać wykonane w taki sposób, aby nie następowało wnikanie wilgoci do żyły aluminiowej w miejscu przebicia izolacji. Inaczej mówiąc, każde takie połączenie musi spełniać warunek szczelności.

Zaciski przebijające izolację przeznaczone do systemu czteroprzewodowego czyli samonośnego posiadają taką konstrukcję, że igielki przebijające izolację rozłożone są na płytkach obejmujących z góry i z dołu pojedynczą żyłę przewodu wiązkowego. Igielki te mają kształt piramidalny, dzięki czemu wbijając się w izolację uszczelniają punkt przebicia. Kształt tych igiełek, ich ilość i sposób rozłożenia na płytkach wykonany jest w taki sposób, że nie osłabiają one mechanicznie żyły aluminiowej, co często zdarza się przy zaciskach, w których część przebijająca izolację ma kształt nożowy. Zacisk tylko wtedy będzie poprawnie łączył dwa przewody, kiedy zostanie odpowiednio na tym przewodzie zaciśnięty. Siła docięnięcia zacisku nie może być za duża, bowiem wówczas może ulec on zniszczeniu, ani za mała, bowiem wówczas połączenie będzie nie wystarczające, co objawi się zbyt dużym spadkiem napięcia w tym miejscu. Siła docisku takiego zaciski uzależniona jest więc od konstrukcji przewodu, czyli od twardości aluminium oraz twardości izolacji. W przełożeniu na moment obrotowy, zawiera się on w zakresie od 20 do 30 Nm. W celu osiągnięcia odpowiedniego momentu dokręcania, do montażu zacisków stosujemy klucze dynamometryczne z ustawialną wartością tego momentu. Jest to ten sam klucz, który stosowany jest do dokręcania uchwytów odciągowych i przelotowych, zmieniają się tylko odpowiednie końcówki w postaci nasadek.

Należy pamiętać, aby w trakcie dokręcania zacisku przy użyciu odpowiedniej nasadki równomiernie, bez gwałtownych ruchów operować kluczem. Specjalistyczne klucze dynamometryczne stosowane w elektrotechnice zamiast mechanizmu znanego z tradycyjnych kluczy tego typu posiadają specjalną sprężynę, której naciągnięcie powoduje, że klucz zaczyna „odbijać” w momencie uzyskania ustawionego momentu.

**UWAGA!** Po zakończeniu pracy na linii należy pamiętać o zwolnieniu sprężyny w kluczu. Zapewni to długotrwałą pracę narzędzia.

W celu prawidłowego i pewnego operowania kluczem dynamometrycznym stosuje się klucze podtrzymujące ST34 patrz rozdział 2.7.

## 2.4.2 ETAPY MONTAŻU ZACISKÓW

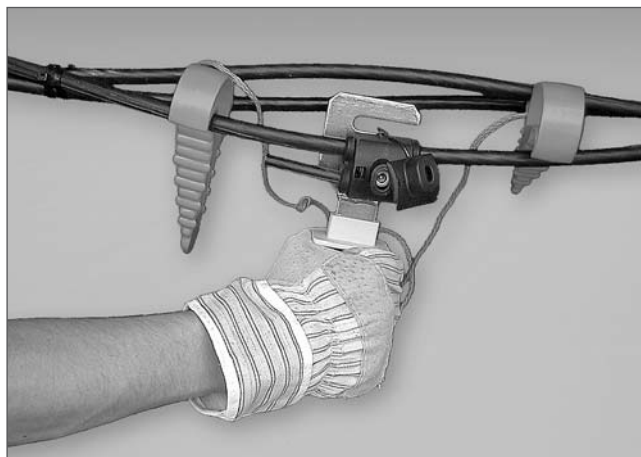
Przygotowanie zacisku do montażu: należy obciąć osłony z boku zacisków w celu wprowadzenia pojedynczych żył przewodu wiązkowego (rys.24). Obcinamy osłony w górnej i dolnej pokrywie i tylko z tej strony zacisku, z której wprowadzamy żyłę.

**Rys.24**



Następnie wydzielamy z wiązki przewodów tę żyłę, na której będzie montowany zacisk, przy użyciu klinów rozdzielających ST31. Przy zastosowaniu klucza ST32 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 igielkami przebijającymi izolację. Przewód odgałęźny wprowadzamy tak głęboko, aż jego końcówka oprze się o tylną ściankę zacisku. Jeśli obcieliśmy wszystkie zaślepki zacisku, wysuwamy przewód odgałęźny z zacisku na taką odległość, aby można było założyć końcówkę przewodu PK.

Po założeniu zacisku na łączone przewody dokręcamy go wstępnie kluczem ST32, aż do momentu, kiedy poczujemy wyraźny opór. Możemy teraz przystąpić do dokręcenia właściwego. Umieszczamy więc dolną część zacisku w kluczu podtrzymującym ST34 i przy użyciu klucza dynamometrycznego, z odpowiednio ustawionym momentem dokręcamy zacisk (rys.25). Należy pamiętać, aby „szczęki” klucza ST34 skierowane były w prawo. Uniemożliwia to wysunięcie się zacisku z klucza podczas dokręcania końcowego (rys.26).

**Rys.25****Rys.26**

Należy pamiętać, aby przewody na całej długości zacisku miały kontakt z igiełkami przebijającymi izolację. Jeśli prace montażowe wykonywane są w temperaturze poniżej  $-20^{\circ}\text{C}$  należy zwiększyć moment dokręcający o 10%.

### 2.4.3 ROZMIESZCZENIE ZACISKÓW

Zaciski rozkładamy na przewodzie wiązkowym równomiernie w odległości ok. 8 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 spinające pojedyncze żyły z wiązką przewodów typu PER15.

#### Zaciski odgałęźne przebijające izolację SL11.118

Zaciski te stosowane są do połączeń przewodów linii głównych i przewodów linii odgałęźnych zarówno z aluminium jak i miedzi. Zakres przekrojów przewodów głównego linii i odgałęźnego to 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 wymagane jest zdejmowanie izolacji z tego kabla. Położenie zacisków przebijających izolację jest dowolne. Dzięki konstrukcji igiełek zapewnia on 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 przebijające izolację SLIP22.1

Zaciski te mają identyczne przeznaczenie i zastosowanie jak zaciski SL11.118. Wyposażone są one jednak w śrubę dociskową z „urywalnym łbem”, dzięki czemu do dokręcenia z właściwym momentem możemy zastosować zwykły klucz monterski.

Pozostałe zasady montażu w/g punktu 2.4.2.

#### Zaciski „podwójne” i „poczwórne” SL29.4 i SL29.8

Zaciski te montowane są do zacisków SL11.118, SLIP22.1 lub SL24 i umożliwiają wykonanie odgałęzienia dwoma lub czterema przyłączami z jednego zacisku. Aby zapewnić im trwałe położenie w zacisku zaleca się, zaciski podwójne i poczwórne podczepić do przewodu za pomocą opasek PER15.

#### Zaciski odgałęźne przebijające izolację SL16.24 i SL24

Zaciski SL16.24 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 SL24 stosowane są do połączeń przewodów izolowanych o większych przekrojach z przewodami przyłączy lub WLZ zarówno Al jak i Cu.

#### Zaciski odgałęźne przebijające izolację SL21.1

Zaciski te stosowane są do połączeń przewodów linii głównych 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 przebijające izolację SM6.21

Zaciski te stosowane są do wykonywania połączeń przewodów izolowanych aluminiowych z przewodami nie izolowanymi miedzianymi. Zaciski typu SM6.21 są nasmarowane pastą stykową oraz posiadają sprężyny ułatwiające montaż.

### 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. W przypadku korzystania z zacisku nie przebijającego izolacji należy odizolować mostek odgałęzienia, a po podłączeniu zacisk osłonić odpowiednią pokrywą izolacyjną. Natomiast w przypadku korzystania z zacisku jednostronnie przebijającego 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 przebijające izolację SL9.21

Zaciski te stosowane są do wykonywania połączeń przewodów izolowanych aluminiowych z przewodami nie izolowanymi aluminiowymi. Zaciski typu SL9.21 są nasmarowane pastą stykową oraz posiadają sprężyny ułatwiające montaż.

## Zaciski odgałęźne przebijające izolację SL21.12. i SL21.127

Zaciski jednostronnie przebijające izolację przeznaczone do odgałęziania linii izolowanej do 35 mm<sup>2</sup> od linii gołej do 70 mm<sup>2</sup>. Zaciski SL21.12 przeznaczone są wyłącznie do przewodów Al, a SL21.127 do przewodów Al i Cu. Zaciski te celem odróżnienia od zacisków SL21.1 posiadają jasną pokrywę.

## Zaciski odgałęźne przebijające izolację SLIP22.12 i 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>. Zaciski SLIP22.12 przeznaczone są wyłącznie do przewodów Al, a SLIP22.127 do przewodów Al i Cu. Zaciski te celem odróżnienia od zacisków SLIP22.1 posiadają jasną pokrywę.

### 2.4.5 WYKONANIE POŁĄCZENIA PRZYŁĄCZA WIĄZKOWEGO Z INSTALACJĄ WLZ

Do zamocowania przewodów przyłącza do budynku stosujemy odpowiednie uchwyty odciągowe. Uchwyty typu SO80 instalujemy na słupie i na szczycie budynku. Odgałęzienie od linii zasilającej wykonane z przewodów izolowanych wiązkowych wykonujemy zaciskami przebijającymi izolację według przedstawionej już metody. Natomiast odgałęzienie od linii wykonane w technologii tradycyjnej, to znaczy z przewodów nie izolowanych, wykonujemy zaciskami izolowanymi jednostronnie przebijającymi izolację. Część nie przebijającą izolację zakładamy na przewód nie izolowany, natomiast część przebijającą izolację zakładamy na żyłę przewodu izolowanego bez zdejmowania izolacji. Do montażu używamy ten sam klucz dynamometryczny i klucz czołowy do podtrzymania. Natomiast 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 uchwytach dystansowych po ścianie budynku lub osłonić rurę z tworzywa. Połączenie przy pomocy zacisków z linią WLZ możemy wykonać przy pomocy uniwersalnych zacisków przebijających izolację Al/Cu o odpowiednim zakresie łączonych przewodów lub w wyjątkowych wypadkach przy pomocy zacisków nie przebijających izolacji Al/Al lub Al/Cu osłanianych po montażu odpowiednimi pokrywkami izolacyjnymi.

### 2.4.6 ŁĄCZENIE PRZEWODÓW IZOLOWANYCH W PRZĘŚLE

W przypadku konieczności połączenia przewodów izolowanych w przęśle, połączenie to wykonuje się z użyciem zaprasowywanych złączek przewodowych wzdłużnych SJ8. Do zaprasowywania używa się standardowej praski i specjalnych szczęk do złączek izolowanych.

#### Praska do złączek przewodowych ST120

Stosowana jest do zaciskania złączek wzdłużnych typu SJ8 łączących poszczególne żyły przewodu. Praska jest uniwersalna i może być wyposażona w różne typy szczęk pozwalających zaciskać szeroką gamę złączek i końcówek.

#### Szczęki do praski ST121 i ST122

Stosowane są do zaciskania złączek typu SJ łączących poszczególne żyły przewodu izolowanego wiązkowego.



## Złączki przewodowe wzdluzne SJ8

Stosowane są do łączenia poszczególnych żył przewodów izolowanych wiązkowych. Złączki te są izolowane, dlatego do ich zaciskania należy stosować wyłącznie odpowiednie szczęki, (ST121 i ST), a wtedy po zaciśnięciu nie wymagają już dodatkowego izolowania.

Rys.31



Rys.32



Łączenie przewodów z użyciem złączek SJ8:

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. Takim skutecznym zabezpieczeniem są zwykle bezpieczniki topikowe, które instalowane są w słupowych rozłącznikach. Rozłączniki te instalowane są na stacjach transformatorowych słupowych, w linii na słupach odporowych jako zabezpieczenie wzdluzne, lub na poszczególnych słupach jako zabezpieczenie poszczególnych przyłączy do pojedynczych odbiorców.

Dolna, ruchoma część rozłącznika jest wyposażona w podstawy bezpiecznikowe, w których instalowane są bezpieczniki mocy. Górna, stała część rozłącznika 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 dźwazka. Rozłączniki są aparatami o dużej niezawodności, pracującymi w różnych warunkach klimatycznych. Spełniają wymagania norm IEC oraz norm wielu krajów, a także wymagania polskiej normy i zostały dopuszczone do stosowania na terenie Polski. Wyroby te posiadają znak bezpieczeństwa „B”. Firma SEKKO produkuje rozłączniki o 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 22 B - 160 A, 415 V zgodnie z IEC 60947-3/EN-60947-3. W rozłącznikach tych można zainstalować małogabarytowe bezpieczniki mocy wielkości 00. Fabrycznie rozłączniki wyposażone są w zaciski KG41 lub KG71 pozwalające na przyłączenie dwóch przewodów do jednego bieguna. Zaciski te można zastąpić zaciskami KG44 do podłączenia przewodów miedzianych. Zaciski KG71 są zaciskami przebijającymi izolację i jednocześnie są to zaciski Al/Cu. Korpus rozłącznika wykonany jest ze stopu aluminium odporowego na wpływy atmosferyczne. Części izolacyjne wykonane są z odporowego na mróz i promieniowanie UV tworzywa sztucznego. Części stalowe są cynkowane na gorąco lub wykonane ze stali nierdzewnej.

## Słupowe rozłączniki bezpiecznikowe SZ51, SZ56, SZ56.1, SZ152 oraz SZ156

Rozłączniki SZ56 są wersją czterobiegunową rozłączników SZ51. Czwarty biegun w rozłącznikach SZ56 jest nierozłączalny, natomiast w rozłącznikach SZ56.1 jest rozłączalny. Rozłączniki SZ151 i SZ156 natomiast posiadają 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 zaciskami przebijającymi izolację SZ151 i SZ157

Rozłączniki te posiadają wszystkie zalety rozłączników serii SZ51. Standardowo wyposażane są natomiast w zaciski przyłączeniowe przebijające izolację. Dzięki temu monter nie musi zdejmować izolacji z przewodu podłączanego do rozłącznika. Jest szczególnie przydatne w pracach wykonywanych pod napięciem. Dodatkowo do zacisków tych można podłączać zarówno przewody aluminiowe jak i miedziane. Rozłączniki SZ157 wyposażone są w oddzielne osłony na zaciski od strony zasilania i oddzielne od strony odbioru.

## Jednobiegunowe słupowe rozłączniki bezpiecznikowe SZ50.1 (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

W rozłącznikach tych można zainstalować bezpieczniki mocy wielkości I lub II. Fabrycznie rozłączniki wyposażone są w zaciski KG43 pozwalające na przyłączenie dwóch przewodów aluminiowych do jednego bieguna. Zaciski te można zastąpić uniwersalnymi zaciskami KG43.6 do podłączenia przewodów Al lub Cu. 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.

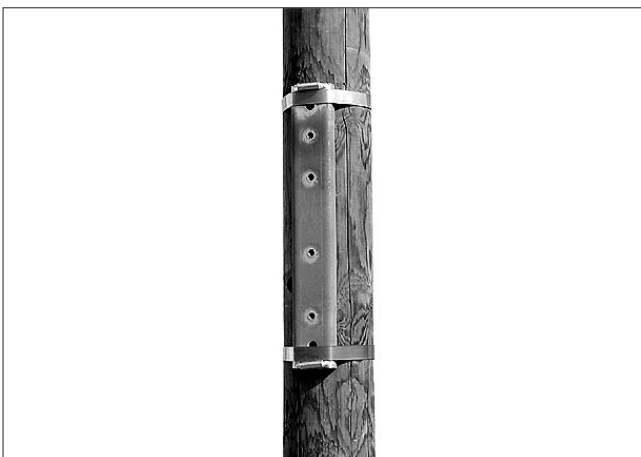
## Słupowe rozłączniki bezpiecznikowe SZ41, SZ46, SZ46.1

Zdolność wyłączalna rozłączników wynosi 2400 A. Rozłączniki SZ46 są wersją czterobiegunową rozłączników SZ41. Czwarty biegun w rozłącznikach SZ46 jest nierozłączalny, natomiast w rozłącznikach SZ46.1 jest rozłączalny.

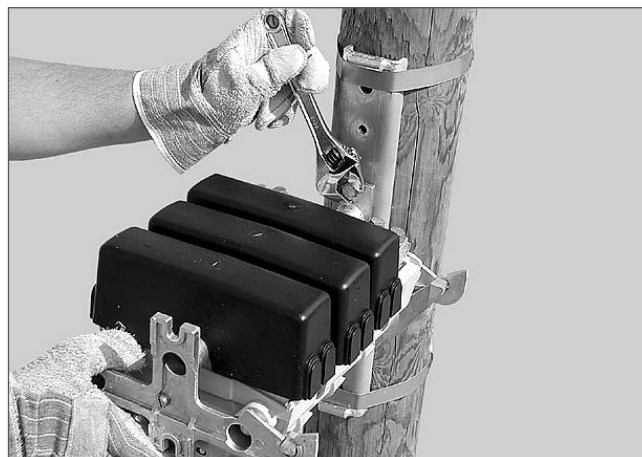
### 2.5.3 MONTAŻ SŁUPOWYCH ROZŁĄCZNIKÓW BEZPIECZNIKOWYCH

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 zestawie z PEK49) rozłącznik (rys.28). Wspornik PEK49 służy do montażu rozłączników zarówno 160 A, jak i 400 A. W przypadku konieczności zamocowania większej ilości rozłączników na jednym słupie można 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 ST19 lub ST33. Drążki te posiadają taką samą głowicę, wkręcaną do śruby manewrowej rozłącznika, różnią się natomiast długością.

## 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 drążka manewrowego dolną część rozłącznika i na jej miejsce montujemy odpowiedni uziemiacz.

## 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 te 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.

### Osłony bezpiecznikowe SV19.25 i SV19.63

Osłony bezpiecznikowe wyposażone w bezpieczniki topikowe 25 A lub 63 A są stosowane do zabezpieczania opraw oświetleniowych oraz drobnych odbiorów. Osłony te są mocowane do zacisków przebijających izolację (SLIP22.1, SL11.118, SL21.1, SL16.24 i SL24) zainstalowanych na przewodzie wchodzącym w skład wiązki przewodów.

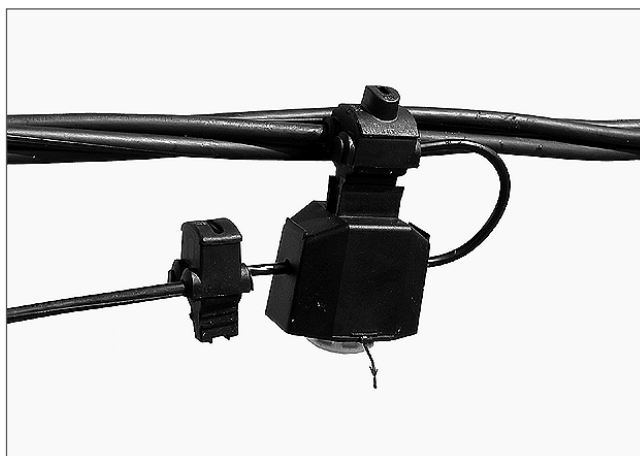
Zacisk przebijający izolację montujemy zgodnie z wcześniej podanymi zasadami, z tym, że odgałęzieniem jest przewód zasilający bezpiecznik. Osłony bezpiecznikowe SV19.25 i SV19.63 są już w ten przewód wyposażone.

Po dokonaniu połączenia wciskamy osłonkę w dolną część zacisku, w którą wsuwaliśmy klucz podtrzymujący ST34 (rys.29). W przypadku konieczności podłączenia do oprawy 63 A przewodu Al (do 25 mm<sup>2</sup>) należy zastosować zestaw SV19.635 wyposażony w dodatkowy zacisk SL21.1, do którego podłączamy aluminiowy przewód odejściowy, podczas gdy zacisk z oprawą łączy przewód miedziany (rys.30). Oprawy bezpiecznikowe nie są przystosowane do przyłączania przewodów aluminiowych.

Rys.29



Rys.30



## 2.7 IZOLOWANE OGRANICZNIKI PRZEPIĘĆ Z ZACISKAMI PRZEBIJAJĄCYMI IZOLACJĘ

Ograniczniki typu SE30.xxx dokręcone są do dolnej części zacisku przebijającego izolację typu SL9.21. W celu montażu zacisku należy zdjąć górną osłonę zacisku i po poluzowaniu śrub umieścić przewód izolowany między igielkami zacisku, wstępnie dokręcić śruby, założyć pokrywę i dociągnąć śruby z właściwym momentem kluczem dynamometrycznym, przytrzymując dolną część zacisku kluczem czołowym ST34.

Zacisk SL9.21 jest zaciskiem rozgałęźnym i jednocześnie umożliwia wykonanie odgałęzienia przewodem, który należy odizolować na końcu (druga część zacisku jest nie przebijająca izolację). Wymiana uszkodzonego ogranicznika przepięć polega na jego wykręceniu z zacisku i wkręcenia nowego.

## 2.8 NARZĘDZIA

### Klucze dynamometryczne ST30 i ST124

Stosowane są do dokręcania zacisków, uchwytów odciągowych i przelotowych oraz wszędzie tam, gdzie wymagana jest określona siła docisku. Klucz typu ST124 jest izolowany i przystosowany do wykonywania prac instalacyjnych pod napięciem.

Ustawienie klucza dynamometrycznego na odpowiedni moment dokręcania odbywa się poprzez odciągnięcie główki pokrętła 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.

### Nasadki do kluczy dynamometrycznych

Obejmują cały zakres potrzebnych wymiarów zarówno do dokręcania nakrętek śrub w uchwytach odciągowych i przelotowych, jak i śrub w zaciskach prądowych.

### Klucz sześciokątny ST32

Stosowany jest do wstępnego dokręcania zacisków przebijających izolację. 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.

**NOTATKI**

A series of horizontal dotted lines provided for taking notes.



# ENSTO

Utility Networks

**ENSTO POL Sp. z o.o.**

ul. Starogardzka 5, 83-010 Straszyn

tel. (058) 692 40 00

fax: (058) 692 40 20

e-mail: [biuro.gdansk@enstopol.com.pl](mailto:biuro.gdansk@enstopol.com.pl)

**Dział sprzedaży:**

tel. (058) 692 40 89

fax (058) 682 04 11

e-mail: [magazyn@enstopol.com.pl](mailto:magazyn@enstopol.com.pl)

**Biura regionalne:**

**Łódź**

tel. (042) 678 58 08

fax (042) 678 69 53

**Kraków**

tel. (012) 428 25 50

fax (012) 429 60 05

**Płock**

tel. 0603 783 440

fax (024) 262 02 14

**Warszawa**

tel. 0605 282 235

fax (022) 466 22 12

**Wrocław**

tel. 0605 282 233

fax (071) 345 00 18

[www.enstopol.com.pl](http://www.enstopol.com.pl)

[www.ensto.com](http://www.ensto.com)