

ENSTO

Wskazówki montażowe budowy linii napowietrznych SN z przewodami w osłonie (linie PAS) z wykorzystaniem osprzętu Ensto

Styczeń 2021



Better life.
With electricity.

Spis treści

1. Wstęp	3
2. Przewody w osłonie	4
3. Ochrona przeciwłukowa	5
4. Ochrona przeciwdrganiowa	6
5. Narzędzia	7
6. Rozwieszanie przewodów	8
7. Naciąg linii, montaż uchwytów odciągowych	11
8. Montaż uchwytów przelotowych i narożnych	15
9. Montaż zacisków odgałęźnych	18
10. Montaż układów ochrony przeciwłukowej	20
11. Montaż osprzętu do uziemiania linii PAS	22
12. Montaż pozostałego osprzętu w liniach PAS	23
13. Uwagi dotyczące eksploatacji linii PAS	30

1. Wstęp

W wyniku wieloletniej eksploatacji napowietrznych linii średniego napięcia na terenach leśnych, w Finlandii opracowano system linii napowietrznych, który charakteryzuje się dużą niezawodnością oraz małą awaryjnością, spowodowaną upadkami drzew na linię czy dotknięciem gałęzi do przewodów. Pierwsze linie tego typu wybudowano ponad 40 lat temu, nadając im nazwę system PAS (akronim fińskiego określenia linii izolowanej SN „Päällystetty Avojohto Suurjännitteelle”).

Założenia systemu

- > zamiast przewodów gołych stosuje się przewody w osłonie z polietylenu sieciowanego lub termoplastycznego. Osłona zapewnia brak przeskoków i zwarc w przypadku czasowego zetknięcia przewodów fazowych oraz dotyku np.: gałęzi drzew czy innych elementów przewodzących
- > izolacja oparta jest na izolatorach, podobnie jak dla linii gołych
- > odległość między przewodami fazowymi - 1/3 odległości przewodów analogicznej linii gołej. W Polsce przyjęto, że minimalna odległość między przewodami wynosi 50 cm

Zalety linii w systemie PAS

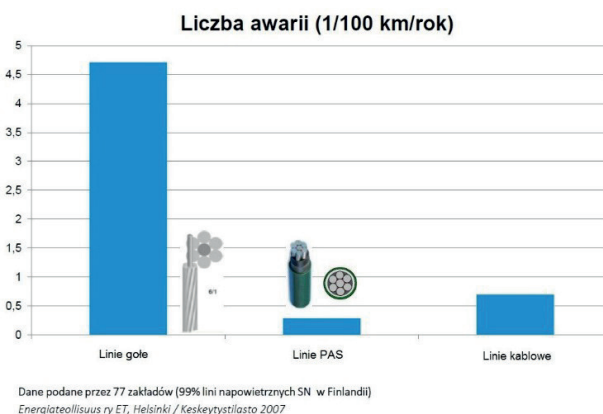
- > zmniejszenie ilości wyłączeń linii ze względu na dotyk gałęzi czy upadek drzew na linię
- > zwiększone bezpieczeństwo przy przypadkowym dotknięciu przewodu
- > zmniejszona strefa oddziaływania pola elektromagnetycznego
- > zmniejszona szerokość pasa wycinki drzew do 2/3 w stosunku do linii gołej
- > linie PAS optycznie mniej zaśmiecają krajobraz
- > linia ekologiczna, przewód w osłonie oraz osłony na osprzęt powodują istotne zmniejszenie porażeń drobnej zwierzyny i ptaków
- > ograniczenie kosztów eksploatacji w stosunku do linii gołej, ze względu na mniejszą liczbę awarii

Wymagania dodatkowe dotyczące budowy linii PAS

- > konieczność przestrzegania technologii budowy (przewody w osłonie i specjalny osprzęt)
- > należy stosować wyłącznie specjalnie zaprojektowany i przetestowany osprzęt do linii PAS
- > konieczność stosowania ochrony przeciwłukowej i przeciwdrganowej

Sprawdzone w eksploatacji

Pierwsze linie w systemie PAS zbudowano w Finlandii w 1976 roku, następne w latach 1985 – 86 w Szwecji i w Norwegii. Obecnie w krajach skandynawskich ponad 40% linii SN wykonanych jest w tej technologii. Linie te są również stosowane w innych krajach europejskich, a także w krajach Bliskiego i Dalekiego Wschodu. System PAS jest już od lat w pełni dojrzałym, niezawodnym sposobem budowy linii napowietrznych SN. Potwierdzają to dane statystyczne z energetyki fińskiej z roku 2007, gdzie wskaźnik liczby awarii na 100 km linii na rok dla linii PAS wyniósł 0,3 i był piętnastokrotnie niższy niż w liniach gołych i co ciekawe, dwukrotnie niższy niż w liniach kablowych



Zakres stosowania opracowania

Zaprezentowany w opracowaniu osprzęt Ensto do budowy linii SN w osłonie (system PAS) spełnia wymagania normy PN-EN 50397-2:2009 *Przewody elektroenergetyczne w osłonie do linii napowietrznych oraz osprzęt do nich na napięcie znamionowe przemiennie wyższe od 1 kV i nie przekraczające 36 kV – Część 2: Osprzęt do przewodów w osłonie – Badania i kryteria oceny* i może być stosowany do budowy linii PAS, wyłącznie z przewodami w osłonie spełniającymi wymagania normy PN-EN 50397-1:2007 *Przewody elektroenergetyczne w osłonie.... – Część 1: Przewody w osłonie*.

2. Przewody w osłonie

Przewody do linii w systemie PAS wykonywane są zgodnie z normą PN-EN 50397-1:2007 (*Przewody elektroenergetyczne w osłonie do linii napowietrznych oraz osprzęt do nich na napięcie znamionowe przemiennie wyższe od 1 kV i nie przekraczające 36 kV. Część 1: Przewody w osłonie*).

Zgodnie z normą przewody do linii PAS mogą być produkowane z jednowarstwową osłoną z polietylenu sieciowanego lub z dodatkową warstwą półprzewodzącą na żyłę, zapewniającą równomierny rozkład pola elektrycznego w osłonie.

Przewody oferowane przez Ensto typu BLL-T (CCST) i BLX-T (CCSX) posiadają unikalną trójwarstwową (T = triple) konstrukcję osłony. Na żyłę ze stopu AlMgSi nałożona jest warstwa półprzewodząca (podobnie jak w kablach SN) o minimalnej grubości 0,3 mm, zapewniająca równomierny rozkład pola elektrycznego, następnie warstwa izolacyjna o grubości 1,2 mm z polietylenu o wysokiej czystości i znakomitych parametrach izolacyjnych. Zewnętrzną osłonę stanowi warstwa polietylenu o grubości 1,1 mm z dodatkami uodparniającymi na działanie promieniowania UV. Wszystkie warstwy osłony izolacyjnej wytłaczane są w jednym procesie produkcyjnym (są zespolone ze sobą), co uniemożliwia wnikanie wody pomiędzy warstwy izolacji w przypadku uszkodzeń osłony. Unika się dzięki temu potencjalnych zagrożeń, związanych z migracją wody między warstwami osłony (rozwój wyładowań niezupełnych i powolna degradacja izolacji).

Żyła robocza posiada wytłaczaną wzdłużną barierę przeciwwilgociową, co całkowicie uodparnia przewód na wnikanie wilgoci. Żyła przewodu wykonana jest ze stopu AlMgSi typu AL7 o lepszej przewodności w stosunku do stosowanych powszechnie stopów AL2 lub AL3. Dzięki temu rezystancja przewodów BLL-T i BLX-T jest o ok. 13% mniejsza od rezystancji porównywalnych przewodów dostępnych na rynku. Przewód ten z dużym zapasem spełnia wymagania normy PN-EN 50397-1:2007 dla przewodów SN w osłonie.

Jako materiał izolacyjny w przewodach BLX-T zastosowano polietylen sieciowany (XLPE), natomiast w przewodach BLL-T - polietylen termoplastyczny, który umożliwia poddanie przewodu procesowi pełnego recyklingu po okresie eksploatacji. W wypadku przewodów BLX-T izolacja z polietylenu sieciowanego pozostaje odpadem.



Przewód BLL-T



Przewód BLX-T

3. Ochrona przeciwłukowa

Wyładowanie atmosferyczne w pobliżu napowietrznej linii SN (zarówno gołej, jak i PAS) powoduje powstanie indukowanej fali przepięciowej, rozchodzącej się wzdłuż linii w obu kierunkach od miejsca wyładowania. Jeśli wartość napięcia zaindukowanej fali przepięciowej jest odpowiednio duża może wywoływać przeskok napięcia w miejscach najbardziej zbliżonych do potencjału ziemi czyli na izolatorach SN. Przeskoki te mogą się rozwinąć w wyładowanie łukowe między przewodami a poprzecznikiem, podtrzymywane napięciem sieci. Na skutek działania siły elektrodynamicznej w liniach gołych łuk ten przemieszcza się wzdłuż przewodu zgodnie z kierunkiem przepływu prądu do obciążenia i nie powoduje uszkodzenia przewodu. Zwarcie to jest wyłączone przez zabezpieczenie zwarciove w stacji WN/SN (w cyklu SPZ-u) lub ulega samoczynnemu wygaszeniu na skutek wydłużenia się drogi łuku. W liniach PAS osłona izolacyjna uniemożliwia przemieszczanie się łuku wzdłuż przewodu, łuk ciągle pali się w jednym miejscu, co prowadzi do upalenia i zerwania przewodu. **Z tego powodu linie PAS muszą być chronione poprzez zastosowanie układów ochrony przeciwłukowej, zapewniających odpowiednią drogę wyładowczą dla łuku.**

Zgodnie z normą N SEP-E-003 z 2003 r. ochronę przeciwłukową należy montować w następujących miejscach linii:

- > słupy przy przejściu z terenu odkrytego w teren leśny,
- > słupy umiejscowione na wzniesieniach,
- > słupy umiejscowione w terenach odkrytych (nie rzadziej niż na co trzecim słupie),
- > słupy umiejscowione w terenach leśnych (nie rzadziej niż na co piątym słupie),
- > na słupach umiejscowionych przy drogach i zabudowaniach,
- > słupy skrzyżowaniowe, odporowe, odgałęźne i rozgałęźne.

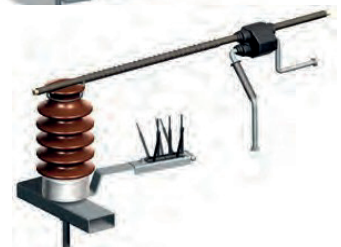
Wymagana przerwa iskrowa wynosi 9 cm dla linii 15 kV i 12 cm dla linii 20 kV.

Układy ochrony przeciwłukowej nie wymagają uziemienia słupa. W przypadku konieczności uziemienia słupa z innych przyczyn, układy ochrony przeciwłukowej stają się iskiernikami i dodatkowo pełnią funkcję ochrony przeciwprzepięciowej linii, rozładowując falę przepięciową do ziemi.

Ograniczniki przepięć zamontowane na słupach linii skutecznie rozładowują falę przepięciową nie dopuszczając do zapalenia się łuku. Na tych słupach nie ma potrzeby instalowania układów ochrony przeciwłukowej. W przypadku stosowania ograniczników przepięć zamiast układów ochrony przeciwłukowej, ograniczniki należy instalować na tych samych stanowiskach, co ochronę przeciwłukową.

Ochrona przeciwłukowa na izolacji stojącej

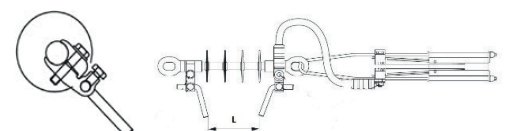
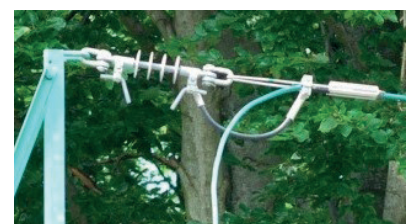
W liniach PAS w układzie płaskim stosuje się układ ochrony przeciwłukowej SDI25S. Rożek montowany na przewodzie PAS posiada dodatkowy zaczep do zakładania uziemienia. Drugi rożek, montowany pod podstawą izolatora stojącego, wyposażony jest w grzebień z tworzywa uniemożliwiający przysiadanie ptaków. Dzięki temu unika się porażań ptaków i wyłączenia linii przez automatykę SPZ.



W liniach PAS w układzie pionowym stosuje się układ ochrony przeciwłukowej SDI25.4S. Jest on odmianą układu ochrony przeciwłukowej SDI25S, który poprzez odchylenie elektrod od osi linii, został dostosowany do montażu na liniach PAS z pionowym układem przewodów.

Ochrona przeciwłukowa na izolacji wiszącej (odciągowej, narożnej)

Układy ochrony przeciwłukowej SDI27.1 i SDI27.4 przystosowane są do montażu na izolatorach SDI90.xx w zawieszeniu odciągowym lub narożnym wiszącym. Przy zawieszeniu odciągowym z uchwytem SO255S lub narożnym z uchwytem SO181.6S stosuje się układ SDI27.1. Dla zawieszenia odciągowego z uchwytem SO256S należy zastosować układ SDI27.4, który posiada dłuższy przewód mostkowy. Aby ograniczyć ptakom możliwość przysiadania na rożkach, zaleca się ich montaż skośnie w dół (ok. 45° od pionu).



4. Ochrona przeciwdrganiowa

Przewody linii PAS, ze względu na kompaktowaną żyłę ze stopu aluminium oraz zastosowaną izolację (opływowy kształt przewodu o gładkiej powierzchni), są znacznie bardziej narażone na drgania eolskie w porównaniu do przewodów gołych.

Na podstawie zaleceń CIGRE opracowana została tabela rozpiętości pręseł przy różnych napięciach podstawowych przewodu (wg PN-E-05100:1998), dla których zalecane jest stosowanie ochrony przeciwdrganiowej. W tabeli wydzielono osobno zalecenia dla linii PAS z przewodami o żyłce skompaktowanej (przewody typu AAsXS i AALXS, a także przewody GREENPAS czy EKOPAS) i zalecenia dla przewodów PAS o żyłce nieskompaktowanej (przewody typu BLL-T i BLX-T).

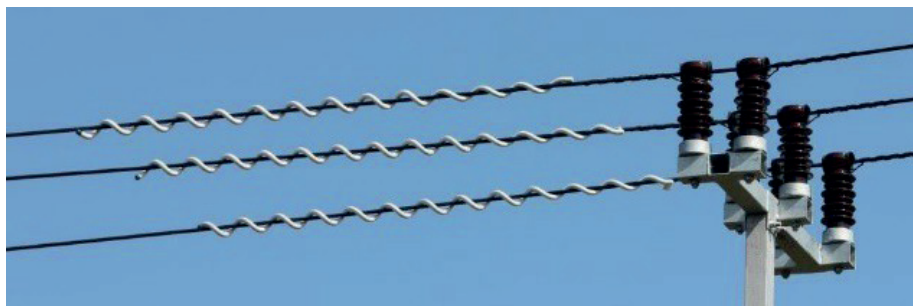
Tabela rozpiętości pręseł i napięć podstawowych przewodu, przy których zalecane jest stosowanie tłumików drgań

PODSTAWOWE NAPRĘŻENIE PRZEWODÓW	LINIE Z PRZEWODAMI AAsXS I AALXS			LINIE Z PRZEWODAMI BLL-T I BLX-T		
	50 mm ²	70 mm ²	120 mm ²	50 mm ²	70 mm ²	120 mm ²
	ROZPIĘTOŚĆ PRZĘSŁA (a)					
100 MPa	a < 115 m	wszystkie	wszystkie	a < 90 m	a < 120 m	wszystkie
90 MPa	a < 90 m	a < 130 m	wszystkie	a < 70 m	a < 90 m	a < 160 m
80 MPa	a < 70 m	a < 100 m	wszystkie	a < 60 m	a < 70 m	a < 120 m
75 MPa	a < 60 m	a < 85 m	a < 150 m			a < 100 m
70 MPa	a < 50 m	a < 70 m	a < 120 m	nie ma potrzeby stosowania	nie ma potrzeby stosowania	nie ma potrzeby stosowania
65 MPa	nie ma potrzeby stosowania	a < 60 m	a < 100 m			
60 MPa	nie ma potrzeby stosowania	nie ma potrzeby stosowania	55 < a < 80 m			

Jak widać zagrożenie drganiami dotyczy przede wszystkim krótkich pręseł już przy niewielkich napięciach podstawowych oraz prawie wszystkich długości pręseła przy dużych napięciach podstawowych. Z taką sytuacją spotykają się często projektanci (wykonawcy) przy modernizacji linii SN, polegającej na wymianie przewodów gołych na przewody PAS, ale pozostawieniu istniejących słupów. W liniach gołych stosowano znacznie większe naciągi. Przewód PAS też wymaga znacznego napięcia, by zachować odpowiednią odległość przewodu od ziemi. W takiej sytuacji praktycznie we wszystkich pręsełach należy stosować ochronę przeciwdrganiową.

Oferowane przez Ensto Pol przewody typu BLL-T i BLX-T, poza znacznie lepszymi parametrami izolacyjnymi, charakteryzują się większą odpornością na drgania eolskie. Żyła tych przewodów wykonana jest również ze stopu aluminium, ale z drutów okrągłych (jest nieskompaktowana). W środku między drutami przewodu znajduje się elastyczne wypełnienie, stanowiące barierę przeciwwilgociową. Taka konstrukcja skutkuje naturalną zdolnością przewodu do tłumienia drgań eolskich.

Jak wynika z tabeli, linie z przewodami BLL-T i BLX-T w porównaniu z liniami wykonanymi na tradycyjnych przewodach PAS, można budować przy znacznie większych napięciach przewodu bez konieczności stosowania ochrony przeciwdrganiowej.



W liniach PAS ochronę przeciwdrganiową zapewniają spiralne tłumiki drgań, wykonane z tworzywa sztucznego odpornego na czynniki atmosferyczne i promieniowanie UV.

5. Narzędzia

Do prawidłowego rozwieszenia i montażu linii PAS należy używać odpowiednich narzędzi:

Opończa kablowa ST103.501

Do mocowania przewodu podczas rozwieszania linii PAS. Opończa obejmuje przekroje przewodów 50-120 mm²



Rolka ST26.11

Do rozwieszania przewodów na pierwszym i ostatnim (lub przedostatnim) słupie, gdy zastosowano na słupach przelotowych izolatory kompozytowe SDI83.2M24 lub porcelanowe LWP8-24S



Krętlik CT104

Do odprężania skrętu przewodu przy rozwieszaniu linii



Wciągarka

Zalecane jest użycie wciągarki rozwieszania przewodów. Przy budowie większości linii PAS zazwyczaj wystarcza lekka wciągarka o uciążu 400 kG. Jedynie w terenach górzystych przy budowie linii z przewodami 120 mm² może być potrzebna wciągarka o większej sile uciążu



Żabka CT102.1659

Do naprężania przewodów PAS 50-120 mm²

Żabka ta posiada specjalnie wyprofilowane szczęki, uniemożliwiające wyslizg przewodu w osłonie izolacyjnej podczas naciągania linii



Przyrząd naciągający ST116

Do wykonania naciągu głównego linii. Posiada możliwość naciągu oraz luzowania naprężanej linii



Dynamometr ST112.1E

Dynamometr elektroniczny do pomiaru siły naciągu podczas wykonywania naciągu głównego linii.

Nie zaleca się używania dynamometrów wskazówkowych ze względu na zbyt małą rozdzielczość, szczególnie w dolnych zakresach pomiarowych



Klucz dynamometryczny ST30 i nasadka ST12

Do dokręcania śrub zacisków przebijających izolację w uchwytach i zacisków rozgałęźnych



Klucz czołowy ST34

Do podtrzymania zacisków odgałęźnych podczas montażu na przewodzie



6. Rozwieszanie przewodów

Przechowywanie i transport przewodów PAS odbywać się musi wyłącznie na zabezpieczonych fabrycznie bębnach kablowych.

Ze względu na osłonę izolacyjną przewodów zaleca się wykonywać budowę linii PAS w temperaturach nie niższych niż -10°C . Dopuszczalna temperatura montażu przewodów w osłonie z polietylenu termoplastycznego (BLL-T) wynosi -15°C , a przewodów w osłonie z polietylenu sieciowanego (BLX-T) -20°C . Przy tak niskich temperaturach rozwieszanie i montaż należy wykonywać szczególnie ostrożnie, starając się nie przeginać przewodów, aby nie uszkodzić izolacji.

Przewód powinien być rozwijany z górnej części bębna (jak na fot.).

Rozwijanie przewodów należy prowadzić ze stojaka z hamulcem tak, by nie dopuścić do powstawania dużych zwisów w trakcie montażu.

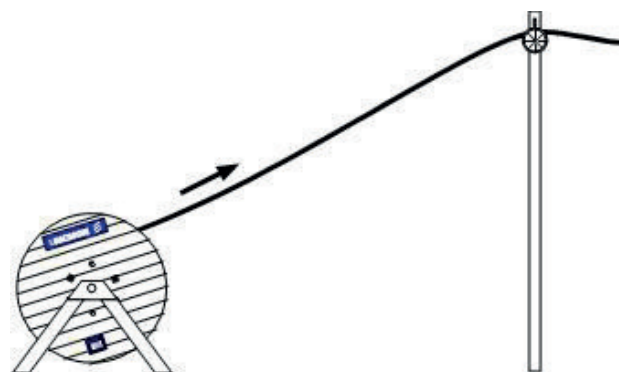
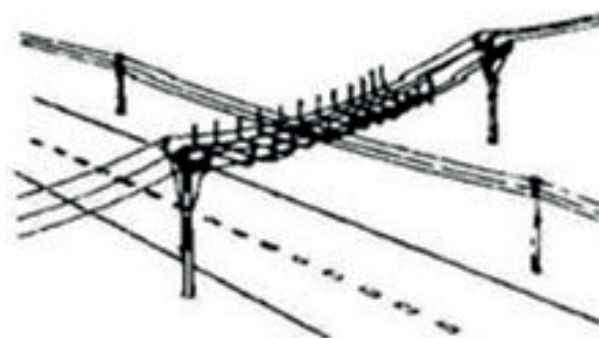
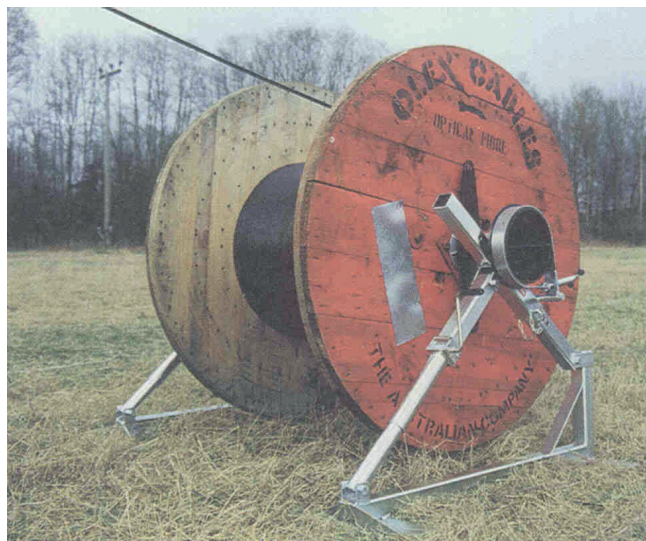
Podczas rozwieszania należy chronić izolację przewodu przed ocieraniem o ziemię, przeszkody terenowe (płoty), drzewa i krzewy owocowe o ostrych kolcach, stosując w razie potrzeby dodatkowe osłony.

Przy skrzyżowaniach z czynnymi liniami stosowanie osłon jest konieczne (przewód PAS traktujemy tam jak przewód goły).

Rozwieszanie przewodu należy wykonać z użyciem linki wstępnej, opończy kablowej i krętlika.

Uwaga: zaleca się owinąć koniec opończy na przewodzie za pomocą taśmy elektrotechnicznej na długości 50 mm.

Rolki muszą być zamontowane na pierwszym i ostatnim (lub przedostatnim, zależnie od sposobu rozwieszania) słupie sekcji odciążowej



W liniach PAS na stanowiskach przelotowych zaleca się stosowanie specjalnie zaprojektowanych do tych linii izolatorów stojących, umożliwiających rozwieszanie przewodów z wykorzystaniem odpowiednio ukształtowanej główki izolatora (bez użycia rolek).



Izolator
LWP8-24S



Izolator
SDI83.2M24

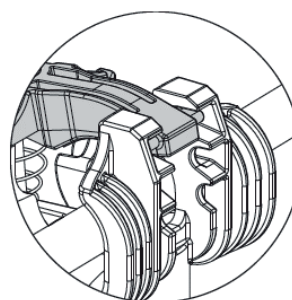
W przypadku stosowania izolatorów z otworem w główce (np. LWP8-24S) po umieszczeniu w otworze linki wstępnej należy przekreślić wkładkę tak, by nie dopuścić do wypadnięcia linki wstępnej i przewodu podczas rozwieszania i naprężania.



W przypadku stosowania izolatorów z uchwytem przelotowym w główce (SDI83.2M24) należy otworzyć ramię uchwyty, odpowiednio luzując nakrętkę motylkową.



Następnie należy ułożyć linkę wstępną w uchwycie i zamknąć go, sytuując ramię w górnym położeniu uchwyty.



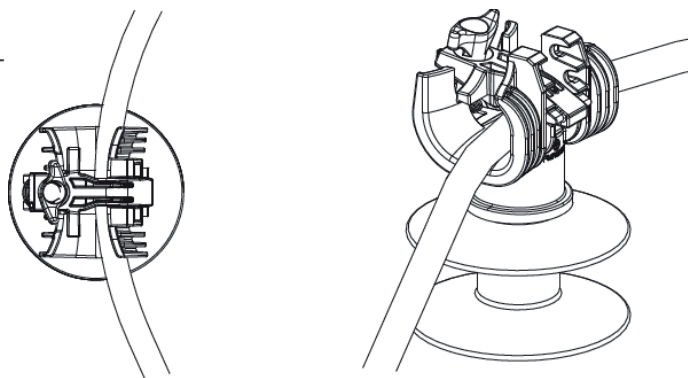
Dokręcić nakrętkę motylkową (niezbyt mocno) tak, by zablokować ramię na czas rozwieszania przewodu.



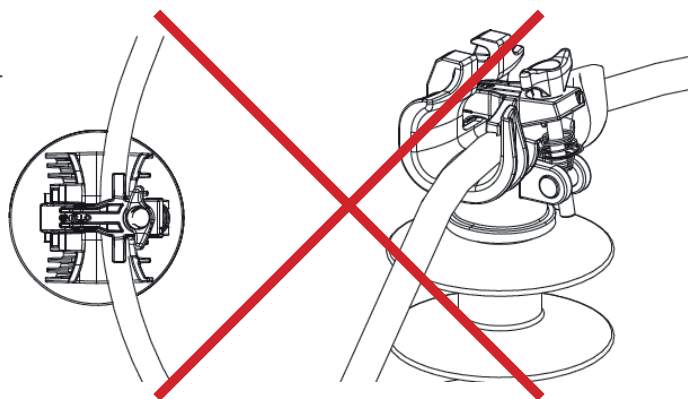
Takie położenie ramienia uchwyty umożliwia przeciąganie przez uchwyt linki wstępnej z krętlikiem oraz opończy z przewodem.



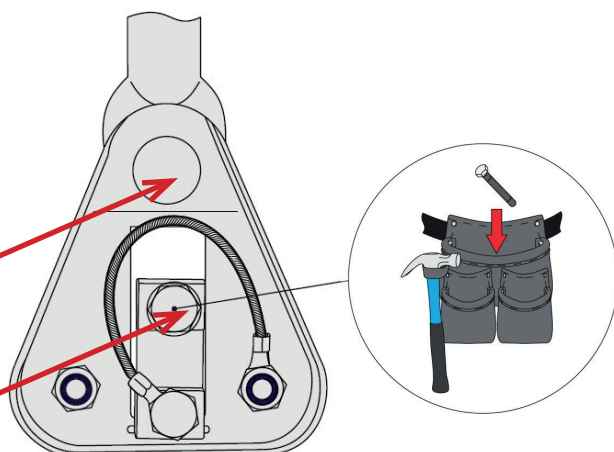
Na słupach przelotowo-naroznych z izolacją stojącą przy zastosowaniu izolatora SDI83.2M24 należy sprawdzić prawidłowość usytuowania izolatora względem osi linii. Załom powinien być wykonany po wzmocnionej stronie uchwyty (zob. rysunek).



Nie wolno wykonywać załomu linii w uchwycie po stronie śruby dociskowej.



Na słupach naroznych z izolacją wiszącą, do rozwieszania przewodu wykorzystuje się rolki uchwyty SO181.6S. Należy sprawdzić, czy płytki zacisku przebijającego izolację są w pozycji dolnej i są zablokowane, aby nie uszkodziły one izolacji przewodu podczas rozwieszania (zacisk ten jest fabrycznie usytuowany w położeniu dolnym i zablokowany).



Należy zawiesić uchwyt na izolatorze przez przełożenie trzpienia $\varnothing 16$ mm przez ucho izolatora, następnie trzpień zabezpieczyć zawleczką.

Na czas rozciągania przewodu należy wykręcić górną śrubę zacisku. Nie luzować dolnej śruby zacisku (dolna śruba zacisku blokuje zacisk w położeniu umożliwiającym bezpieczne przeciąganie przewodu przez uchwyt).

Po przełożeniu linki wstępnej przez izolatory wsporcze, uchwyty narozne i rolkę na ostatnim (lub przedostatnim) słupie sekcji odciągowej można rozpocząć rozwieszanie przewodu PAS. Do rozwieszania należy użyć specjalnej wciągarki o regulowanej szybkości wciągania.

Podczas rozwieszania przewodu należy kontrolować czy krętlik z opończą kablową nie blokują się przy przejściu przez izolatory lub uchwyty. W razie potrzeby podeprzeć przewód drążkiem.



7. Naciąg linii, montaż uchwytów odciążających

Rozwieszony przewód z jednej strony sekcji odciążowej należy zamontować w uchwycie odciążowym.

Montaż uchwytu odciążowego

SO 255S (linie PAS 50-70 mm²)

SO 256S (linie PAS 95-157 mm²)

Montaż uchwytu do izolatora

1. Odkręcić nakrętki kabłąka i wysunąć kabłąk z uchwytu (uwaga: nie zgubić nakrętek ani podkładek).
2. Przełożyć kabłąk uchwytu przez ucho izolatora i wsunąć kabłąk w uchwyt.
3. Na końcu kabłąka założyć podkładki i nakręcić nakrętki.

Nakrętki na kabłąku muszą być wkręcone na jednakową głębokość.

Jeśli izolator wyposażony jest w okucie widlaste lub dodatkowy łącznik kabłąkowy, wystarczy przełożenie trzpienia okucia lub łącznika przez kabłąk uchwytu.

Ze względu na konieczność zastosowania osłony przed ptakami zaleca się montaż uchwytu w płaszczyźnie horyzontalnej (fot.).

Uwaga:

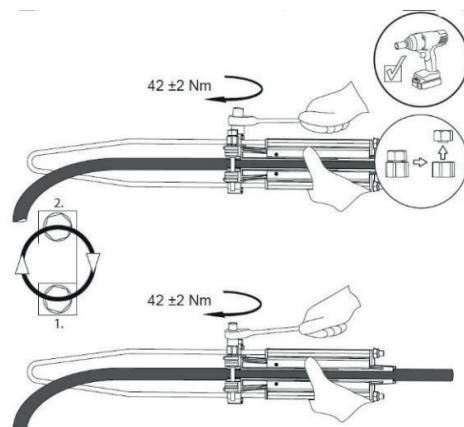
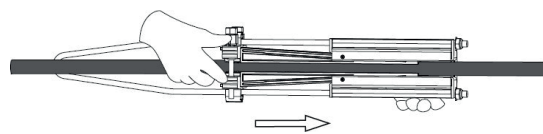
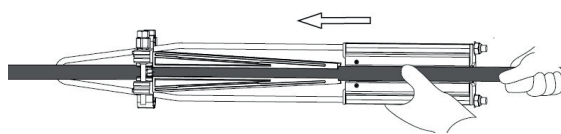
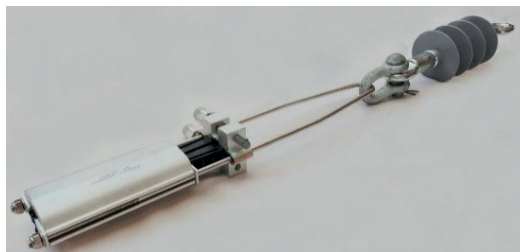
Jeśli do uchwytu będzie mocowany rożek do zakładania uziemiaczy, uchwyt musi być zainstalowany w płaszczyźnie horyzontalnej tak, aby rożek był skierowany w dół (pod uchwyt). W razie potrzeby należy zastosować między izolatorem a uchwytym łącznik kabłąkowy (np.: NK38140).

Montaż przewodu w uchwycie

1. Poluzuj śruby zacisku (jedną śrubę można całkowicie wykręcić, co ułatwi włożenie przewodu w uchwyt) i wysuń kliny uchwytu tak, aby można było włożyć przewód między kliny i szczęki zacisku.
2. Wsuń kliny z przewodem w uchwyt mocno do oporu.
3. Dokręcaj śruby zacisku naprzemiennie aż do zerwania łba.

Uwaga:

Nie wolno dokręcać całkowicie jednej śruby, a później drugiej. Grozi to uszkodzeniem zacisku i nieprawidłowym kontaktem zębów zacisku z żyłą przewodu.



Ustalenie siły naciągu zgodnie z projektem wykonanym w oparciu o normę PN-E 05100:1998

W projektach podawane są naprężenia i naciągi podstawowe (dobierane ze względu na wytrzymałość słupów). Występują one w warunkach:

- > temperatura przewodu -5 °C i obciążenie przewodu sadią normalną
- > temperatura przewodu -25 °C

W trakcie montażu linii należy skorzystać z tabeli zwisów i naprężeń przewodów właściwej dla danej strefy sadiowej, uwzględniając temperaturę montowanego przewodu (zwykle ma on temperaturę otoczenia).

Uwagi:

1. W celu przeciwdziałania skutkom pełzania przewodów, które z upływem czasu powiększają zwis, obliczając siły naciągu należy przyjąć naprężenie (naciąg) dla temperatury o 5 °C niższej niż temperatura przewodu.
2. Przy założeniu, że długości przęseł w sekcji odciągowej są zbliżone, dobierając siłę naciągu należy uwzględnić długość przęsła, przy którym jest wykonywany naciąg. Jeżeli następne przęsła mają różną długość należy przyjąć wartość średnią. Długości poszczególnych przęseł w sekcji odciągowej nie powinny się różnić więcej niż 20%. Jeżeli występują przęsła krótsze lub dłuższe, powinny one zostać wydzielone w odrębną sekcję odciągową.

Z tabeli zwisów i naprężeń należy odczytać prawidłowe naprężenie przewodu (dla danej temperatury przewodu i długości przęsła) i przeliczyć na wartość siły naciągu

Przykład

Strefa klimatyczna: SI i SIa

Typ przewodu: BLL-T 70 mm²

Naprężenie podstawowe:
75,0 MPa

Naciąg podstawowy: 5,26
[kN] czyli 526 daN

Rozpiętość przęsła: 100 m

Temp. przewodu: +15 °C

Dla ustalenia siły naciągu
należy przyjąć temp.: +10 °C

Naprężenie przewodu przy
słupie (z tablicy): 23,96 MPa

Naciąg przewodu przy słupie:
23,96 MPa x 70 mm² = 1677
N = **167,7 daN**

Zwis przewodu w przęśle
będzie wynosił około 2 m

Strefa obciążenia sadią SI, SIa				Naprężenie podstawowe 75,0 [MPa]							
Typ przewodu: BLL-T 70 mm ² , BLX-T 70 mm ²				Naciąg podstawowy 5,26 [kN]							
q = 70,1 [mm ²]		d = 16,7 [mm]		ap = 56,9 [m]		α = 0,0000230 1/°K		β = 0,0000149 1/MPa			
Rozpiętość a [m]	Temperatura [°C]										
	-25	-15	-5	0	5	10	20	40	60	sn - 5	sk - 5
TABLICA ZWISÓW [m]											
10,0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,05	0,13	0,18	0,04	0,06
20,0	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,14	0,27	0,37	0,14	0,20
30,0	0,06	0,07	0,10	0,11	0,14	0,17	0,25	0,43	0,57	0,28	0,38
40,0	0,10	0,13	0,17	0,20	0,23	0,28	0,38	0,60	0,78	0,44	0,60
50,0	0,16	0,20	0,26	0,30	0,35	0,40	0,52	0,77	0,99	0,63	0,84
60,0	0,24	0,30	0,39	0,44	0,50	0,57	0,71	0,99	1,24	0,86	1,12
70,0	0,39	0,49	0,62	0,69	0,77	0,85	1,01	1,31	1,58	1,18	1,47
80,0	0,62	0,76	0,93	1,02	1,11	1,20	1,37	1,68	1,96	1,54	1,87
90,0	0,94	1,12	1,32	1,41	1,50	1,59	1,77	2,09	2,38	1,94	2,31
100,0	1,36	1,56	1,76	1,86	1,95	2,04	2,22	2,55	2,85	2,40	2,79
110,0	1,85	2,06	2,26	2,36	2,45	2,55	2,72	3,06	3,37	2,90	3,32
120,0	2,40	2,61	2,81	2,91	3,00	3,09	3,27	3,61	3,93	3,46	3,90
130,0	3,00	3,21	3,41	3,51	3,60	3,69	3,87	4,22	4,54	4,06	4,52
140,0	3,65	3,86	4,06	4,15	4,25	4,34	4,52	4,87	5,19	4,71	5,18
150,0	4,35	4,56	4,75	4,85	4,94	5,04	5,22	5,56	5,89	5,40	5,90
TABLICA NAPRĘŻEŃ PRZY SŁUPIE [MPa]											
10,0	75,00	59,60	44,27	36,65	29,12	21,81	9,87	3,83	2,70	46,70	50,75
20,0	75,00	59,73	44,68	37,33	30,26	23,72	13,99	7,22	5,27	52,30	61,88
30,0	75,00	59,95	45,31	38,34	31,81	25,99	17,47	10,30	7,73	58,63	72,82
40,0	75,00	60,23	46,12	39,56	33,55	28,30	20,54	13,14	10,09	64,94	83,08
50,0	75,01	60,58	47,05	40,90	35,35	30,54	23,31	15,78	12,35	71,02	92,70
60,0	71,89	58,04	45,47	39,95	35,09	30,95	24,70	17,72	14,22	75,12	100,26
70,0	61,16	48,88	38,68	34,53	31,02	28,09	23,64	18,26	15,23	75,17	103,81
80,0	50,77	41,00	33,57	30,67	28,23	26,16	22,92	18,67	16,04	75,22	106,90
90,0	42,18	35,21	30,10	28,09	26,36	24,86	22,42	18,99	16,71	75,28	109,59
100,0	36,08	31,35	27,80	26,36	25,09	23,96	22,06	19,24	17,25	75,35	111,94
110,0	32,07	28,80	26,24	25,16	24,28	23,32	21,80	19,45	17,70	75,42	114,00
120,0	29,43	27,07	25,15	24,31	23,55	22,85	21,61	19,62	18,07	75,50	115,81
130,0	27,63	25,85	24,36	23,69	23,08	22,50	21,47	19,76	18,39	75,58	117,42
140,0	26,35	24,97	23,77	23,22	22,72	22,24	21,36	19,88	18,66	75,68	118,84
150,0	25,42	24,31	23,32	22,87	22,44	22,04	21,29	19,99	18,90	75,78	120,13

Ustalenie siły naciągu zgodnie z projektem wykonanym w oparciu o normę PN-EN 50341-1 i PN-EN 50341-2-22

W projektach podawane są naciągi podstawowe dla temperatury przewodu +10 °C bez dodatkowych obciążeń. W trakcie montażu linii należy skorzystać z tabeli zwisów i naciągów właściwej dla danej strefy sadziowej, wiatrowej i wysokości n.p.m., uwzględniając temperaturę montowanego przewodu (zwykle ma on temperaturę otoczenia).

Uwagi:

1. W celu przeciwdziałania skutkom pełzania przewodów, które z upływem czasu powiększają zwis, obliczając siły naciągu należy przyjąć naprężenie (naciąg) dla temperatury o 5 °C niższej niż temperatura przewodu.
2. Przy założeniu, że długości przęseł w sekcji odciągowej są zbliżone, dobierając siłę naciągu należy uwzględnić długość przęsła przy którym jest wykonywany naciąg. Jeżeli następne przęsła mają różną długość należy przyjąć wartość średnią. Długości poszczególnych przęseł w sekcji odciągowej nie powinny się różnić więcej niż 20%. Jeżeli występują przęsła krótsze lub dłuższe, powinny one zostać wydzielone w odrębną sekcję odciągową.

Z tabeli zwisów i naciągów należy odczytać prawidłowy naciąg przewodu (dla danej temperatury przewodu i długości przęsła).

Wykonanie naciągu

Niezbędne narzędzia: żabka CT102.1659, dynamometr ST112.1, przyrząd naciągający ST116.

Naciąg przewodu należy wykonywać z użyciem dynamometru z ustaloną siłą naciągu (dla danej długości przęsła i temperatury przewodu). Siła naciągu przy słupie, zgodnie z powyżej podanymi wskazówkami, powinna być ustalona wg normy **PN-E 05100:1998 lub PN-EN 50341-1 i PN-EN 50341-2-22**.

1. Wykonać naciąg z ustaloną siłą naciągu, stosując krótkotrwałe przepiężenie o 10% większe niż wynika z tabeli.
2. Pozostawić przepiężony przewód przez kilka, kilkanaście minut.
3. Wykonać wstępną regulację zwisów w przęsłach (ważne przy dużych załomach w sekcji odciągowej).
4. Zwolnić naciąg do właściwej wartości.
5. Zamontować uchwyt odciągowy zgodnie z opisem (str. 10).

Przy zastosowaniu uchwyty SO255S (SO256S) możliwa jest niewielka korekta naciągu (zwisu przewodu) nakrętkami na kabłąku uchwyty odciągowej. W takim przypadku podciągnąć przewód żabką, dokręcić symetrycznie nakrętki, zwolnić żabkę.

Nie wolno dokręcać nakrętek na kabłąku w uchwycie obciążonym naciągiem linii.

Na zainstalowany uchwyt założyć osłonę przed ptakami.

Dla uchwyty **SO255S** – osłona **SP63.3**

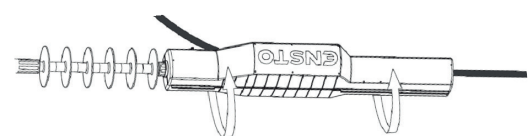
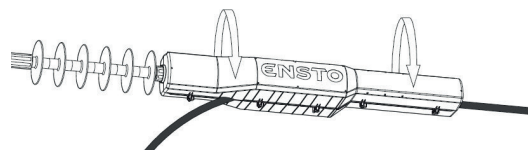
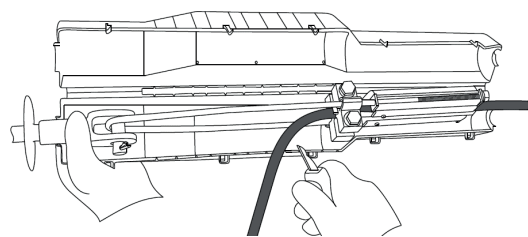
Dla uchwyty **SO256S** – osłona **SP67.3**



Montaż osłony SP63.3

Na zainstalowany uchwyt odciągowy SO255S założyć osłonę SP63.3.

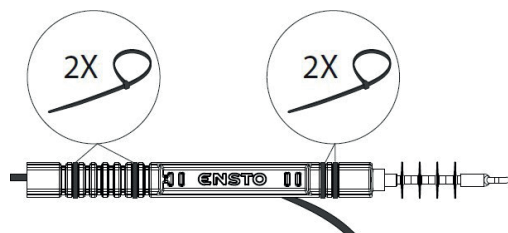
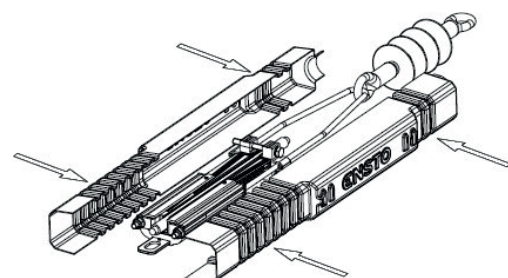
1. Przyłożyć do uchwytu otwartą osłonę.
2. Przewód PAS tak ukształtować, aby wychodził z osłony między zatraskami osłony. Wyciąć w krawędzi osłony stosowny otwór, wykorzystując wykonane fabrycznie nacięcia.
3. W przypadku stosowania układu ochrony przeciwłukowej SDI27.1 wyciąć w osłonie dodatkowy otwór na przewód mostkowy układu SDI27.1
4. Osłonę zamknąć, zwracając uwagę na prawidłowe ułożenie uchwytu w osłonie i prawidłowe zamknięcie wszystkich zatrzasków.
5. W przypadku, gdy konieczne jest wyprowadzenie przewodu z uchwytu do góry, dopuszcza się montaż osłony zatrzaskami do góry.



Montaż osłony SP67.3

Na zainstalowany uchwyt odciągowy SO256S założyć osłonę SP67.3

1. Obydwie części osłony przyłożyć do uchwytu.
2. Na osłonach oznaczyć miejsce przewodu PAS wychodzącego z uchwytu.
3. Wyciąć fragmenty osłon tak, aby przewód wychodzący z uchwytu nie dotykał osłon.
4. W przypadku stosowania układu ochrony przeciwłukowej SDI27.4 wyciąć w osłonie dodatkowy otwór na przewód mostkowy układu SDI27.4
5. Założyć osłony na uchwyt i zacisnąć je opaskami kablowymi w miejscach pokazanych na rys.



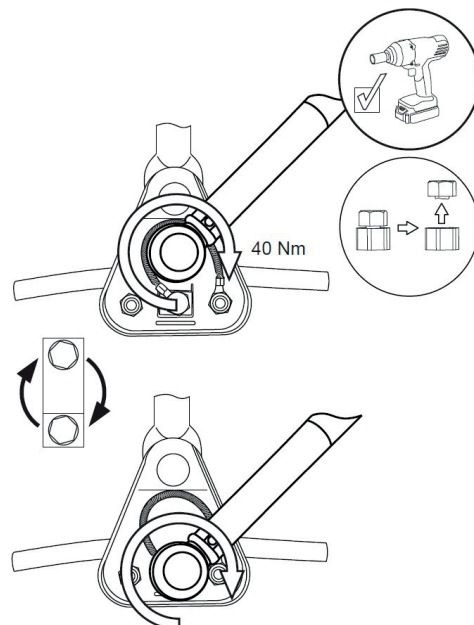
8. Montaż uchwytów przelotowych i narożnych

Montaż uchwytu narożnego SO181.6S

W uchwytach narożnych SO181.6S należy na przewodach zaciąć zaciski przebijające izolację.

1. Poluzować dolną śrubę zacisku.
2. Ułożyć obie strony zacisku centralnie na przewodzie.
3. Wkręcić górną śrubę zacisku.
4. Dokręcać śruby zacisku (symetrycznie, na przemian) kluczem nasadowym aż do zerwania łba (moment siły dokręcenia 40 Nm).

Uwaga: nie wolno dokręcać całkowicie jednej śruby, a później drugiej. Grozi to uszkodzeniem zacisku i nieprawidłowym kontaktem zębów zacisku z żyłą przewodu.

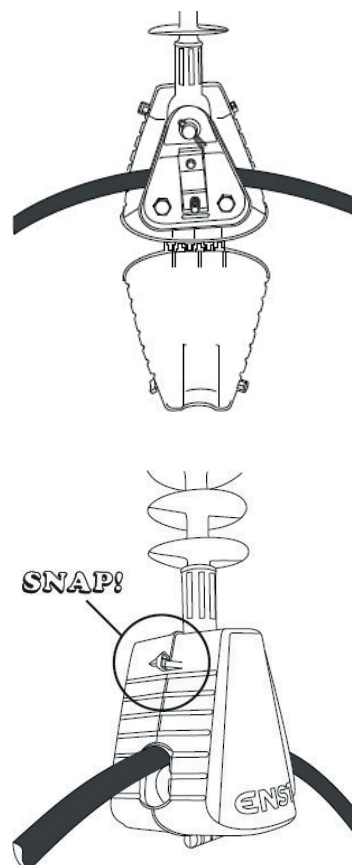


Montaż osłony SP62.3

Na zainstalowany uchwyt przelotowo-narożny SO181.6S założyć osłonę SP62.3.



1. Na uchwyt założyć otwartą osłonę.
2. Osłonę zamknąć, zwracając uwagę na prawidłowe ułożenie uchwytu w osłonie i prawidłowe zamknięcie wszystkich zatrzasków.
3. W przypadku stosowania układu ochrony przeciwłukowej SDI27.1 wyciąć w boku osłony odpowiedni otwór na przewód mostkowy układu SDI27.1.



Montaż uchwytów oplotowo-skrętnych SO 115.xx

Uchwyty te stosowane są do mocowania przewodu do główki izolatora stojącego na stanowiskach przelotowych i przelotowo-narożnych.

Należy stosować uchwyty o wielkościach dopasowanych do przekroju przewodu, są one oznaczone kolorem:

- SO115.5085  kolor czerwony, PAS 35-50 mm²
- SO115.9585  kolor niebieski, PAS 70-95 mm²
- SO115.150  kolor biały, PAS 120-150 mm²

Uchwyty montuje się wokół szyjki izolatora a następnie owija na przewodzie (oba końce uchwyty owijać w tę samą stronę).

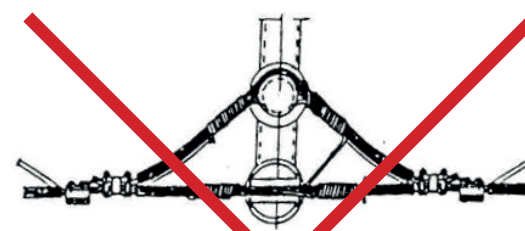
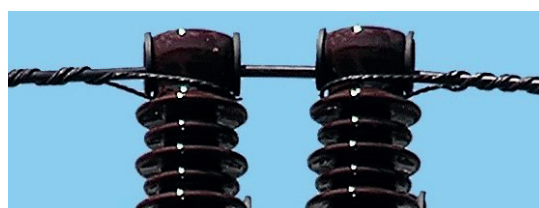
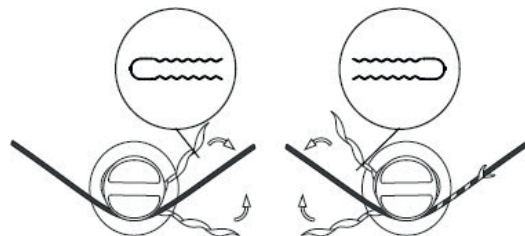
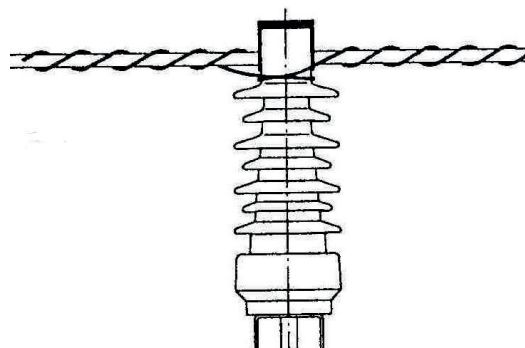
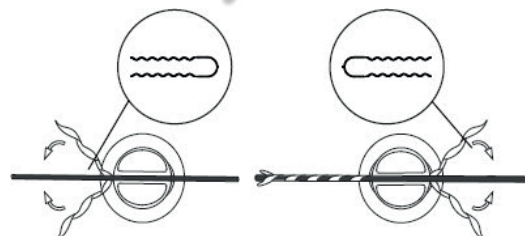
Montaż wykonuje się ręcznie. Nie należy używać narzędzi, aby nie uszkodzić warstwy tworzywa na uchwycie.

Na izolatorze montuje się parę uchwytów, po obu stronach izolatora.

Na stanowiskach przelotowo-narożnych, w przypadku stosowania izolatorów z główką do linii gołych (bez zamykanego kielicha), przewód mocuje się z boku na szyjce izolatora.

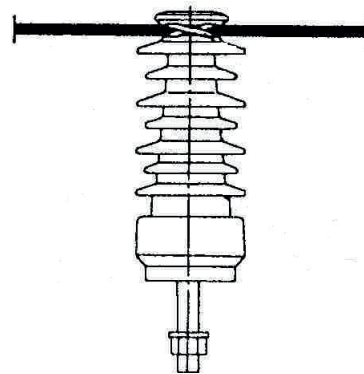
Na stanowisku z obostrzeniem 2° i 3°, wykonanym na dwóch izolatorach stojących, uchwyty oplotowo-skrętne montuje się po jednym na każdym izolatorze.

W żadnym wypadku w liniach PAS nie wolno wykonać obostrzenia 2° i 3° na dwóch izolatorach montowanych obok siebie (jak w liniach gołych) z użyciem zacisków śrubowo-kabłąkowych i mocowania przewodów PAS drutem wiązałkowym Al.



Zawieszenie przelotowe mostka ZM

Przewód mocuje się do główki izolatora przy pomocy opaski kablowej czarnej (odpornej na UV) np. PER 14.4.



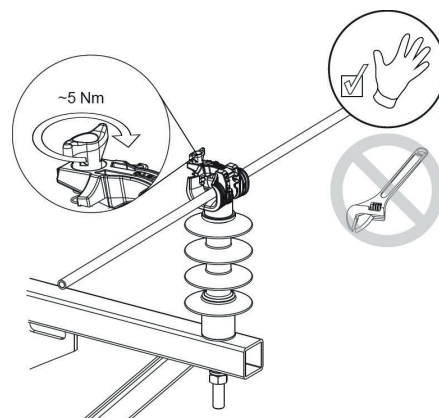
Montaż przewodu w uchwycie przelotowym izolatora SDI83.2M24

Po rozwinięciu i naprężeniu przewodu należy go zamocować w uchwycie przelotowym w główce izolatora SDI83.2M24.

W tym celu należy, luzując nakrętkę motylkową, otworzyć ramię uchwytu i przełożyć je w położenie dolne - mocowanie przewodów PAS o przekrojach 50- 120 mm²

Położenie środkowe ramienia uchwytu umożliwi montaż przewodu PAS o przekrojach 150 do 240 mm² niestosowanych w Polsce.

Następnie dokręcić nakrętkę motylkową ręcznie mocno. Nie używać dodatkowych narzędzi, by nie uszkodzić uchwytu.



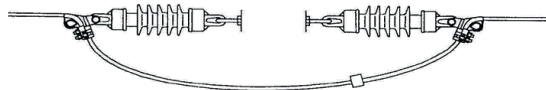
W żadnym wypadku nie wolno mocować przewodu PAS do izolatora przy pomocy aluminiowego drutu wiązałkowego, używanego do przewodów gołych



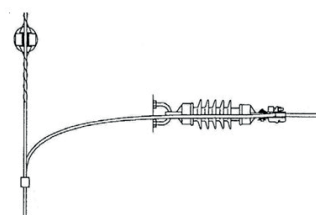
9. Montaż zacisków odgałęźnych

Montaż zacisku SLW25.22

Zaciski dwustronnie przebijające izolację SLW25.22 służą do odgałęziania linii PAS oraz łączenia przewodów PAS w mostkach. Zakres przekrojów łączonych przewodów: 50-157 mm². Śruby dociskowe zacisków wyposażone są w nasadki z łbem zrywalnym. W komplecie znajduje się osłonka końca przewodu i pokrywa izolacyjna SP16.



Połączenie mostka



Połączenie odgałęzienia

Poluzować śruby zacisku tak, aby można było prawidłowo ułożyć przewody w rowkach zacisku. Nie usuwać pasty z ząbków zacisku. Koniec przewodu odgałęźnego powinien wystawać ok. 8-10 cm poza zacisk. Wstępnie dokręcić śruby tak, by zablokować przewody w zacisku.

Trzymając zacisk w kluczu czołowym ST34, kolejno dokręcać śruby kluczem nasadowym aż do zerwania łba.

Na końcówkę przewodu nasunąć osłonkę końca przewodu.

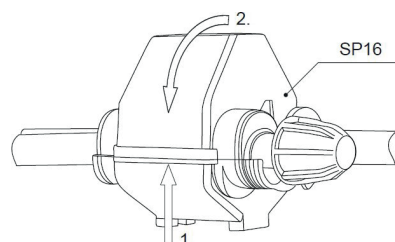
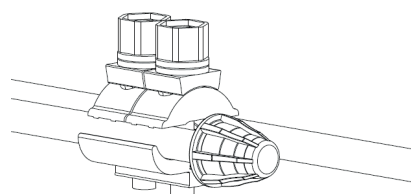
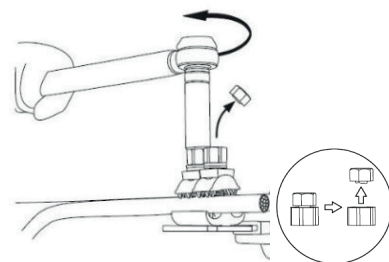
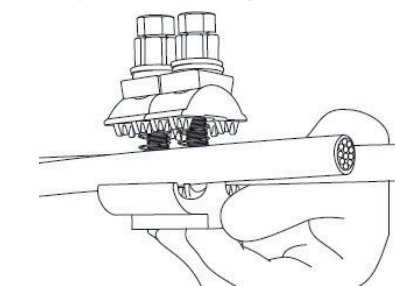
Uwaga: Jeśli wykonuje się połączenie mostka na stanowisku odporowym, należy zabezpieczyć drugi koniec przewodu osłonką, która jest w komplecie z uchwytem odciągowym SO255S lub SO256S

W pokrywie izolacyjnej SP16 odciąć zaślepki wejścia przewodów stosownie do przekroju przewodu.

Na zainstalowany zacisk należy założyć pokrywę SP16.

Uwagi:

Zacisk może być montowany w dowolnej płaszczyźnie. Po zaciśnięciu ząbki zacisku ulegają deformacji, zapewniając prawidłowy zestyk z żyłą przewodu. W związku z tym zaciski po demontażu nie nadają się do powtórnego użycia.



Montaż zacisku SEW20.72

Zaciski jednostronnie przebijające izolację SEW20.72 służą do odgałęziania linii PAS lub mostków wykonanych przewodem PAS od linii gołej.

Zakres przekrojów łączonych przewodów:

- przewody PAS – 50-157 mm².
- przewody gołe (Al, AFL) – 50-157 mm².

Śruby dociskowe zacisków wyposażone są w nasadki z łbem zrywalnym. W komplecie znajduje się osłonka końca przewodu PAS i pokrywa izolacyjna SP16.

Poluzować śruby zacisku tak, aby można było prawidłowo ułożyć przewody w rowkach zacisku.

Koniec przewodu odgałęźnego powinien wystawać ok. 8-10 cm poza zacisk. Wstępnie dokręcić śruby tak, by zablokować przewody w zacisku.

Trzymając zacisk w kluczu czołowym ST34, kolejno dokręcać śruby kluczem nasadowym aż do zerwania łba.

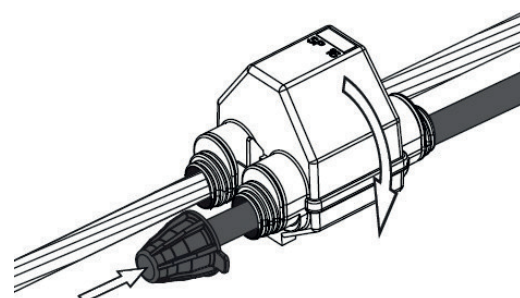
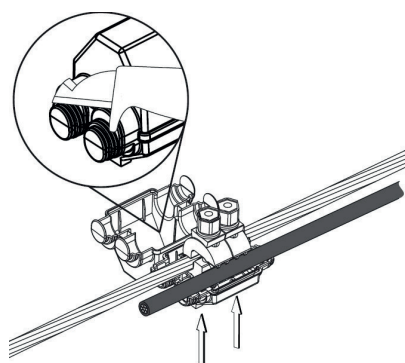
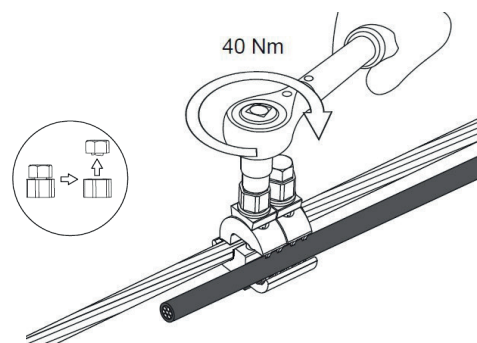
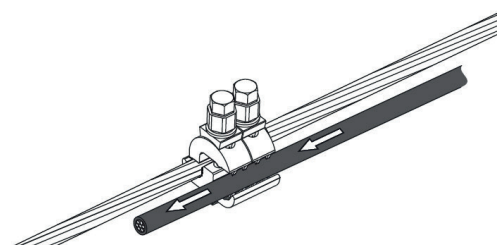
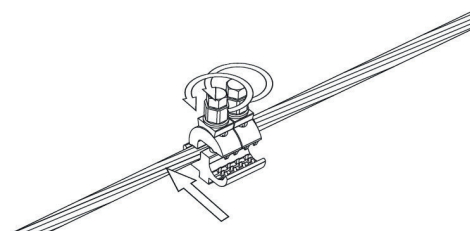
W pokrywie izolacyjnej SP16 odciąć zaślepki wejścia przewodu stosownie do przekroju przewodu.

Na zainstalowany zacisk należy założyć pokrywę SP16.

Na końcówkę przewodu PAS nasunąć osłonkę końca przewodu.

Uwagi:

1. Zacisk może być montowany w dowolnej płaszczyźnie.
2. Po zaciśnięciu ząbki zacisku ulegają deformacji, zapewniając prawidłowy zestyk z żyłą przewodu. W związku z tym zaciski po demontażu nie nadają się do powtórnego użycia.



10. Montaż układów ochrony przeciwłukowej

Montaż układów ochrony przeciwłukowej na izolacji wiszącej SDI27.1 i SDI27.4

(stanowiska krańcowe, odporowe, odgałęźne i narożne z izolacją wiszącą). Zasady lokalizacji stanowisk z ochroną przeciwłukową omówiono szczegółowo w rozdziale 3.

Na stanowisku słupowym montuje się jeden komplet układów ochrony przeciwłukowej z dowolnej strony słupa, przy czym przy odgałęzieniu linii PAS od linii PAS układy ochrony przeciwłukowej montuje się na linii głównej.

Układ ochrony przeciwłukowej **SDI27.1** montowany jest na izolatorach wiszących w zawieszeniu odciążowym z uchwytem SO255S i w zawieszeniu narożnym z uchwytem SO181.6S

1. Przykręcić rożki do okuć izolatora w takiej odległości, by regulując położeniem rożka w uchwytach mocujących można było nastawić wymaganą długość przerwy iskrowej L. Moment dokręcenia 40 Nm.
2. Aby ograniczyć ptakom możliwości przysiadania na rożkach, zaleca się ich montaż skośnie w dół (ok. 45° od pionu).
3. Zamontować (zgodnie z rys.) przewód mostkowy do śruby zacisku przebijającego izolację w uchwycie (SO255S, SO181.6S) i do śruby uchwytu mocującego rożka. Nakrętki dokręcić z momentem 40 Nm.
4. Poluzować śruby mocujące rożki w uchwytach, ustawić wymaganą długość przerwy iskrowej L, dokręcić śruby z momentem 40 Nm.

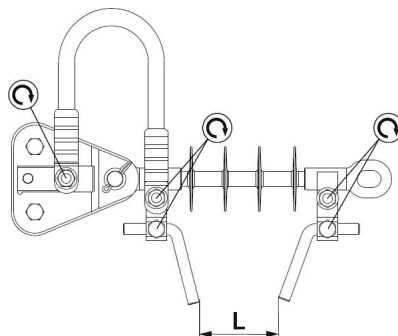
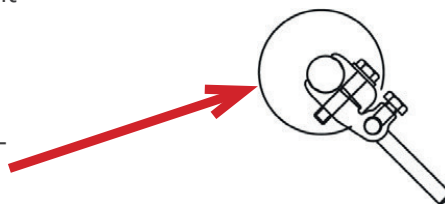
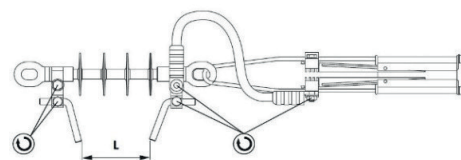
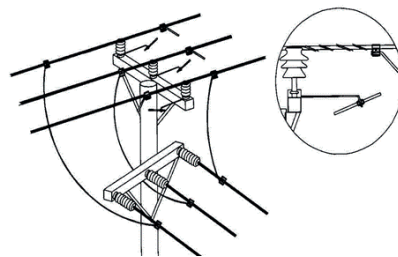
Wymagana przerwa iskrowa:
sieć 15 kV – 90-120 mm
sieć 20 kV – 120-150 mm

Układ ochrony przeciwłukowej **SDI27.4** montowany jest na izolatorach wiszących w zawieszeniu odciążowym z uchwytem SO256S (linie PAS 120 mm²). Układ SDI27.4 posiada dłuższy przewód mostkowy (w stosunku do SDI27.1) dostosowany do wymiarów uchwytu SO256S. Montaż układu SDI27.4 wykonuje się identycznie jak układu SDI27.1.

Przy budowie linii PAS nie zaleca się stosowania izolatorów odciążowych porcelanowych. Dostosowane do nich układy ochrony przeciwłukowej umożliwiają łatwe przysiadanie ptaków na elektrodach (niezależnie od położenia elektrod), co skutkuje porażeniami ptaków i zwarciami w sieci SN.



SDI27.1 i SDI27.4



Montaż układów ochrony przeciwłukowej na izolacji stojącej SDI25S i SDI25.4S

(stanowiska przelotowe i przelotowo-narożne)

Zasady lokalizacji stanowisk z ochroną przeciwłukową omówiono szczegółowo w rozdziale 3.

Na stanowisku słupowym montuje się jeden komplet układów ochrony przeciwłukowej z dowolnej strony słupa, przy czym przy odgałęzieniu linii PAS od linii PAS układy ochrony przeciwłukowej montuje się na linii głównej.

Układ ochrony przeciwłukowej **SDI25S** montowany jest na izolatorach stojących w zawieszeniu przelotowym i przelotowo-narożnym w liniach PAS w układzie płaskim.

1. Pod podstawę izolatora stojącego zamontować dolną elektrodę układu (wygięciem do góry).
2. Na przewodzie PAS za wiązałką zamontować zacisk z rożkiem w takiej odległości, by było możliwe ustawienie wymaganej długości przerwy iskrowej L.
3. Montaż zacisku z rożkiem wykonać zgodnie z instrukcją montażu zacisku SEW20.72. Rożek umieścić w rowku zacisku dla przewodów gołych.
4. Na zainstalowany zacisk należy założyć pokrywę SP16.
5. Ruchomą częścią dolnej elektrody ustawić prawidłową długość przerwy iskrowej i zablokować jej położenie, dokręcając śrubę.

Wymagana przerwa iskrowa:

sieć 15 kV – 90 mm

sieć 20 kV – 120 mm

Układ ochrony przeciwłukowej SDI25.4S montowany jest na izolatorach stojących w zawieszeniu przelotowym i przelotowo-narożnym w liniach PAS w układzie pionowym.

1. Pod podstawę izolatora stojącego zamontować dolną elektrodę układu (wygięciem do góry). Elektroda ta powinna być odchylona od osi linii o ok. 10° - 12° .
2. Na przewodzie PAS za wiązałką zamontować zacisk z rożkiem w takiej odległości, by było możliwe ustawienie wymaganej długości przerwy iskrowej L.
3. Montaż zacisku z rożkiem wykonać zgodnie z instrukcją montażu zacisku SEW20.72. Rożek umieścić w rowku zacisku dla przewodów gołych.
4. Na zainstalowany zacisk należy założyć pokrywę SP16.
5. Ruchomą częścią dolnej elektrody ustawić prawidłową długość przerwy iskrowej i zablokować jej położenie, dokręcając śrubę.

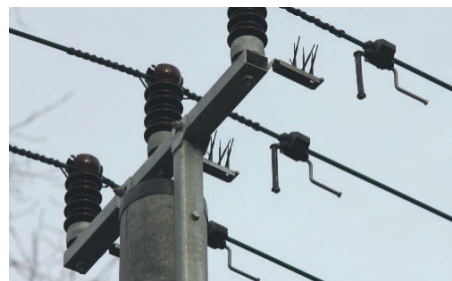
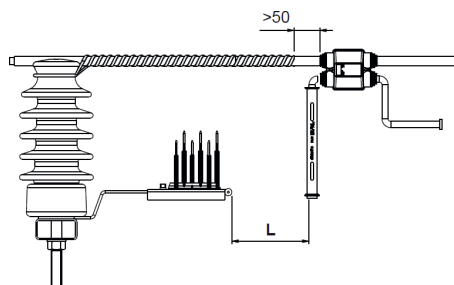
Wymagana przerwa iskrowa:

sieć 15 kV – 90-120 mm

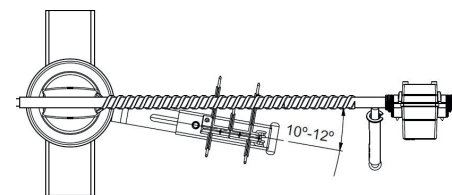
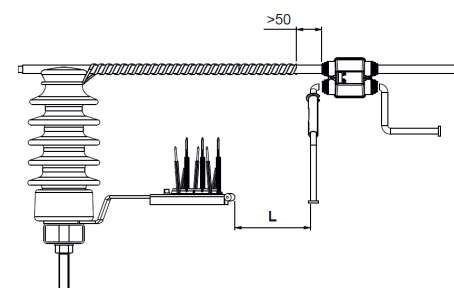
sieć 20 kV – 120-150 mm



SDI25S



SDI25.4S

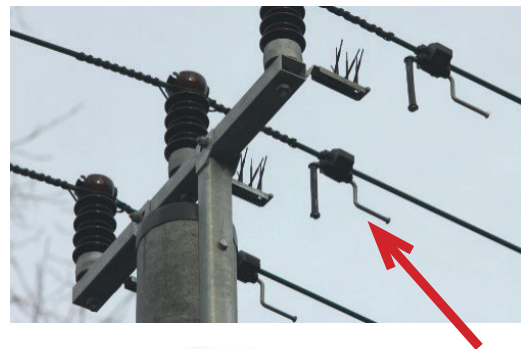


11. Montaż osprzętu do uziemiania linii PAS

Montaż rożków do zakładania uziemiaczy przenośnych

Do zakładania uziemiaczy przenośnych na liniach PAS na stanowiskach przelotowych wykorzystuje się rożki układów ochrony przeciwłukowej **SDI25S i SDI25.4S**.

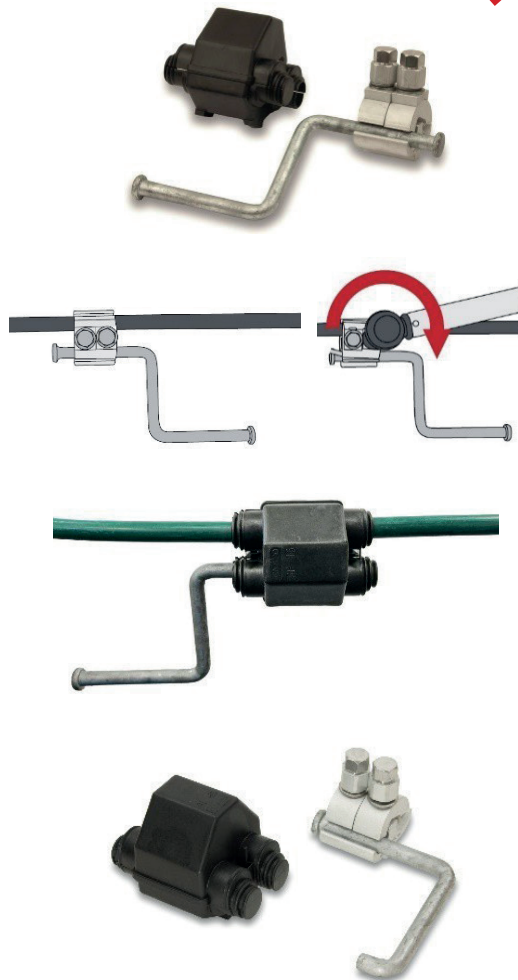
W przypadku konieczności zakładania uziemiaczy na stanowiskach niewyposażonych w układy ochrony przeciwłukowej należy zainstalować zacisk z rożkiem **SEW20.3S**.



Montaż zacisku z rożkiem SEW20.3S

Do montażu rożka używany jest zacisk SEW20.72. Ze względu na wygodę operowania drążkiem przy zakładaniu uziemiaczy zaleca się montaż zacisku w niewielkiej odległości od słupa (nie więcej niż 1-2 m).

1. Poluzować śruby zacisku i ułożyć przewód PAS w rowku zacisku po stronie przebijającej izolację. Umieścić rożek w drugim rowku jak na rysunku.
2. Trzymając zacisk w kluczu czołowym ST34, dokręcać śruby dociskowe aż do zerwania łba.
3. Po zakończeniu montażu założyć na zacisk osłonę SP16.

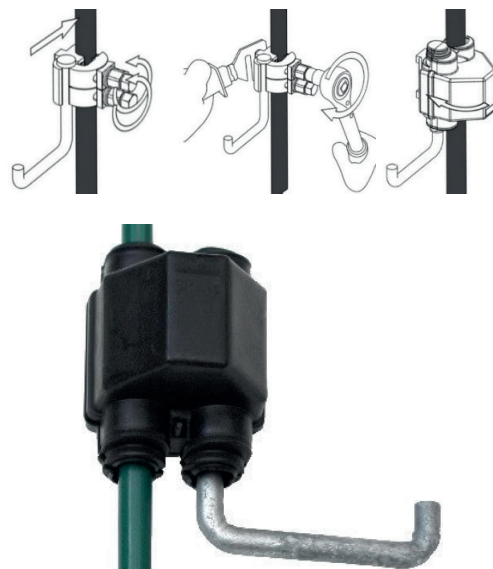


W przypadku konieczności zainstalowania rożka do zakładania uziemiaczy na pionowych zwodach (np. do transformatora czy głowicy kablowej), wykonanych przewodem PAS, należy do tego celu użyć zacisku z rożkiem **SEW20.31**

Montaż zacisku z rożkiem SEW20.31

Do montażu rożka używany jest zacisk SEW20.72.

1. Poluzować śruby zacisku i ułożyć przewód PAS w rowku zacisku po stronie przebijającej izolację. Umieścić rożek w drugim rowku jak na rysunku.
2. Trzymając zacisk w kluczu czołowym ST34, dokręcać śruby dociskowe aż do zerwania łba.
3. Po zakończeniu montażu założyć na zacisk osłonę SP16.

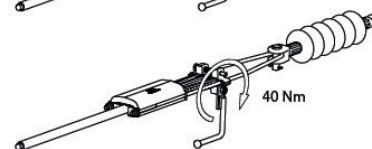
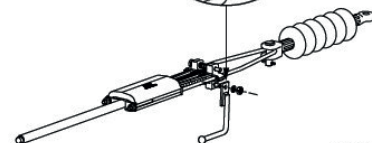
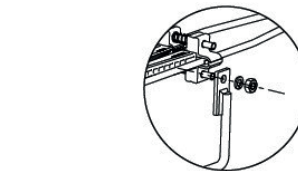


Na stanowiskach krańcowych i odporowych rożek do zakładania uziemiaczy montuje się do zacisku uchwyty odciągowe.

Rożek PSS699 do zakładania uziemień do uchwyty odciągowe.

Montowany do uchwytów odciągowych **SO255S** i **SO256S**, aby umożliwić zakładanie uziemiaczy przenośnych. Rożek umożliwia instalowanie uziemiaczy przenośnych automatycznych (sprężynowych) i dokręcanych

1. Zainstalować rożek do zakładania uziemień zgodnie z widokiem na rysunku.
2. Dokręcić nakrętkę kluczem dynamometrycznym z momentem siły 40 Nm.
3. W osłonie SP63.3 wyciąć otwór umożliwiającą montaż osłony na uchwycie z rożkiem.
4. Rożek powinien być skierowany w dół. Jeśli położenie uchwytu uniemożliwia prawidłowy montaż rożka, należy przeinstalować uchwyt, stosując w łańcuchu odciągowym łącznik kabłąkowy.



12. Montaż pozostałego osprzętu w liniach PAS

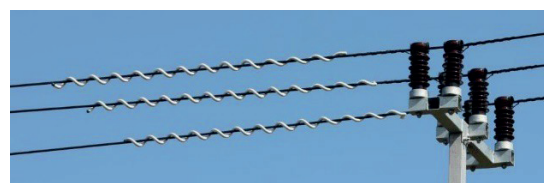
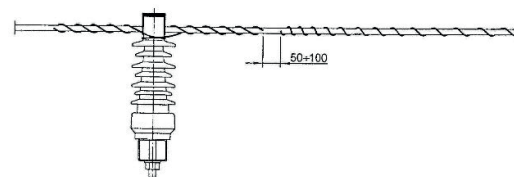
Montaż tłumików drgań CO27 i CO28

Tłumiki drgań montuje się w przęsłach zagrożonych wystąpieniem drgań eolskich. Zasady stosowania ochrony przeciwdrganiowej omówiono szczegółowo w rozdziale 4.

Tłumiki drgań montuje się po obu stronach przęsła zagrożonego drganiami.

Tłumik drgań **CO27** – przewody PAS 35-50 mm²
Tłumik drgań **CO28** – przewody PAS 70-120 mm²

- Tłumiki należy montować 5-10 cm za wiązką lub zaciskiem zamontowanym na linii.
- Montować, owijając spiralnie wokół przewodu węższą stroną tłumika od strony izolatora.

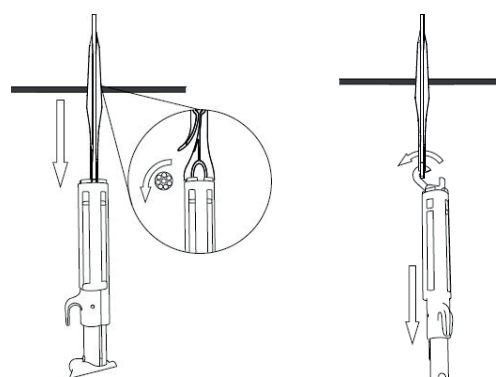
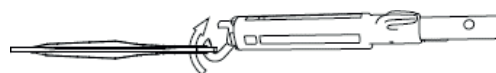
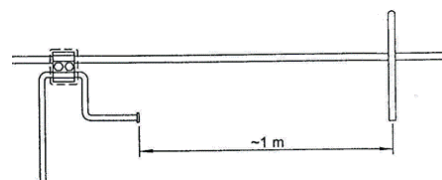


Montaż klipsa ochronnego przed gałęziami ST149

Klips ST149 powinien być instalowany na przewodach PAS przed słupami z ochroną przeciwłukową lub w miejscach, gdzie niewielka gałąź, leżąca na przewodach PAS i przesuwana przez wiatr, mogłaby spowodować zwarcie z nieosłoniętymi elementami linii pod napięciem.

Klips dostosowany jest do instalacji w technologii PPN przy użyciu drążka, na przewodach PAS o przekrojach od 35 do 157 mm².

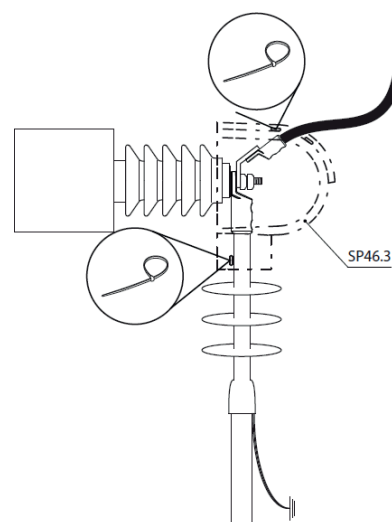
1. Klips należy montować w odległości ok. 1 m od nieosłoniętego osprzętu linii PAS.
2. Uchwycić klips drążkiem manewrowym wyposażonym w końcówkę jak na rysunku.
3. Założyć klips na przewód i energicznym pociągnięciem w dół zablokować go na przewodzie PAS.
4. Wyjąć końcówkę drążka z klipsa.



Montaż osłon przed ptakami SP46.3

Osłona SP46.3 stosowana jest jako osłona zacisków napowietrznych głowic kablowych i zacisków ograniczników przepięć.

1. Nałożyć osłonę na zacisk ogranicznika. W szerszej części osłony (Ø 54) pod głowicą (lub przewodem) przełożyć opaskę kablową przez otwory w osłonie. Zacisnąć opaskę.
2. Drugą opaskę kablową montować w otworach znajdujących się bliżej przewodu odejściowego. Przełożyć opaskę przez jeden otwór, owinąć wokół przewodu, następnie przełożyć przez drugi otwór. Zacisnąć opaskę.

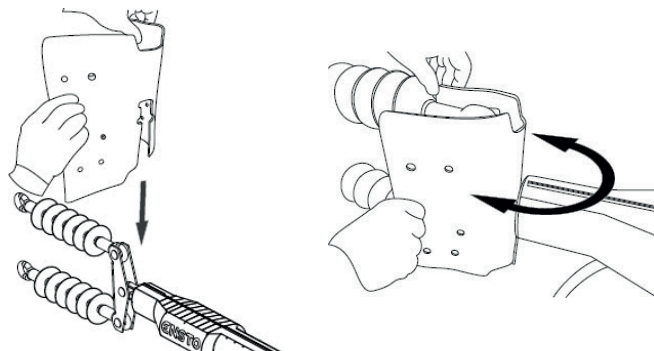


Montaż osłon przed ptakami SP33.3

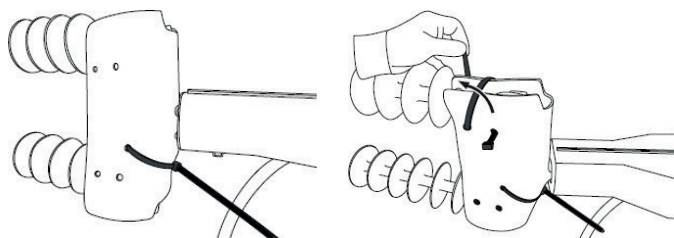
Stosowana do osłony orczyka w łańcuchu odciągowym linii PAS w celu ochrony ptaków przed porażeniami i ograniczeniu możliwości wystąpienia zwarć, spowodowanych np. przez gałęzie w kontakcie z nieosłoniętymi elementami linii PAS. W skład zestawu wchodzi komplet na 3 fazy.



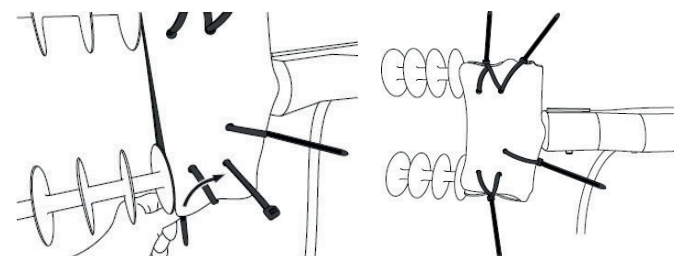
1. Założyć osłonę na orczyk zgodnie z rysunkiem



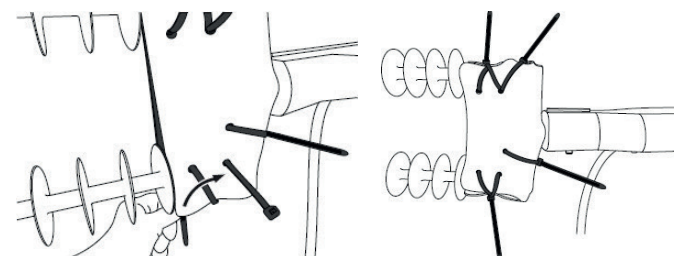
2. Przełożyć opaskę przez otwory w osłonie, obejmując dolną część orczyka. Zacisnąć opaskę.



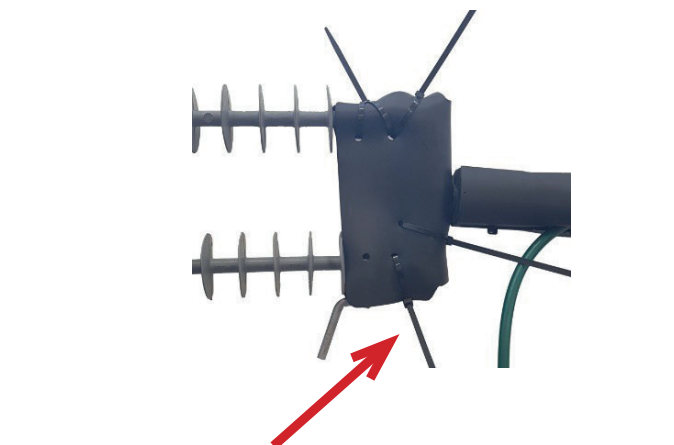
3. Przełożyć opaskę podwójnie przez otwory w górnej części osłony, obejmując okucie izolatora. Ułożyć brzegi osłony tak, by zachodziły na siebie i zacisnąć opaskę.



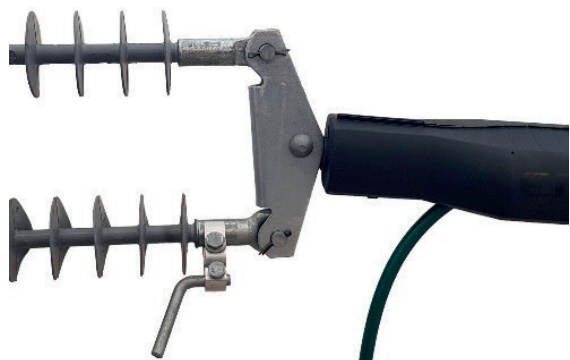
4. Przełożyć opaskę podwójnie przez otwory w dolnej części osłony, obejmując okucie izolatora. Ułożyć brzegi osłony tak, by zachodziły na siebie i zacisnąć opaskę.



5. Przełożyć czwartą opaskę przez górne otwory osłony (jak na rys.) i zacisnąć ją w skos, osłaniając osłoną górną część orczyka.



6. Zaleca się nie obcinać końców pasek, skierowanych do góry, utrudnia to przysiadanie ptaków.

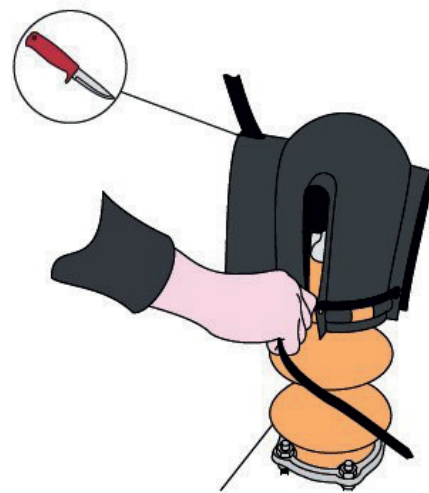


Uwaga: Jeśli na okuciu izolatora zainstalowany jest rożek ochrony przeciwłukowej, tę opaskę należy instalować pojedynczo

Montaż osłon przed ptakami SP36.3

Stosowane do osłony zacisków izolatorów przepustowych na-
powietrznych transformatorów SN przed dostępem ptaków lub
drobnych zwierząt.

1. Jeśli jest to potrzebne, odciąć nożem fragment osłony wzdłuż nacięcia tak, by zostawić miejsce wystarczające dla przewodu mostka.
2. Przełożyć opaskę kablową przez otwory w osłonie.
3. Założyć osłonę na ostatni klosz izolatora przepustowego.
4. Zaciągnąć opaskę kablową tak, by osłona trzymała się klosza



Montaż złączek do łączenia przewodów w przęśle.

Podczas budowy linii należy unikać łączenia przewodów w przęśle. Zgodnie z N SEP-E-003 przy obostrzeniu 2° łączenie przewodów w przęśle jest niezalecane, a przy obostrzeniu 3° jest zabronione. Konieczność łączenia przewodów w przęśle występuje przede wszystkim podczas likwidacji skutków awarii.



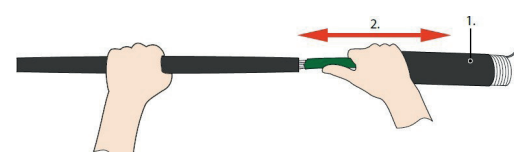
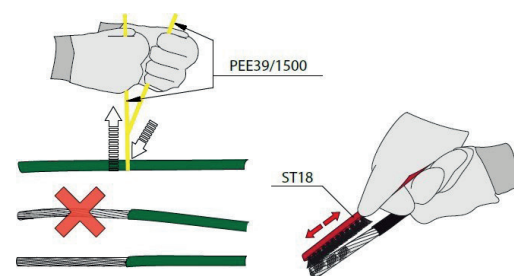
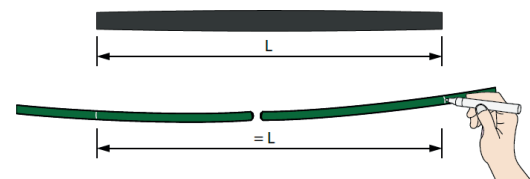
Złączki samoklinujące CIL106, CIL107 i CIL108

Złączki CILxxx umożliwiają łączenie przewodów PAS bez użycia specjalnych narzędzi. Kolorowe oznaczenie kodowe ułatwia identyfikację złączki.

Typ	Przekrój przewodu (mm ²)		Kolor końcówek
	Kompaktowany	BLL-T, BLX-T	
CIL106	35-50	-	pomarańczowy/ czerwony
CIL107	70-95	50-70	żółty/szary
CIL108	120	99-120	różowy/czarny

Montaż złączek CIL106, CIL107 i CIL108

1.
 - Zaznacz na izolacji łączonych przewodów odcinki po pół długości złączki
2.
 - Wyprostuj łączone przewody, wchodzące w złączkę (zgięty przewód nie zaklinuje się poprawnie w złączce)
 - Usuń izolację z przewodów do oznaczonej długości, nie uszkadzając żyły aluminiowej
 - Do nacięcia poprzecznego izolacji nie wolno używać noża. Użyj w tym celu cienkiej linki do przecinania izolacji, będącej w zestawie
 - Usuń szczotką drucianą tlenki aluminium z powierzchni żyły
3.
 - Załóż na przewód rurę zimnokurczliwą. Uwaga: rurę zimnokurczliwą nałożyć tak, aby spirala dała się ciągnąć od złączki w kierunku przewodu
 - Włóż jednym ciągłym ruchem przewód do złączki, aż do oporu i zablokuj go przez pociągnięcie w stronę przeciwną

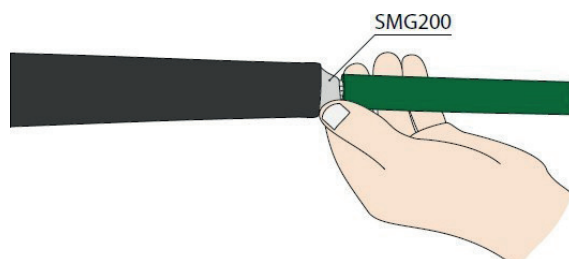


Nigdy nie obracaj złączką podczas montażu.

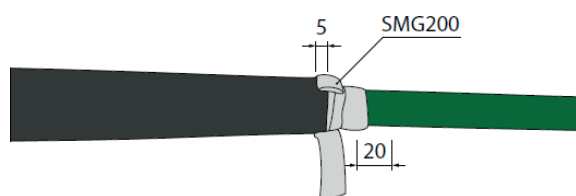
- 4.
- Załóż na przewód drugą rurę zimnokurczliwą, po następnym kroku nie będzie to już możliwe. Uwaga: rurę zimnokurczliwą nałożyć tak, aby spirala dała się ciągnąć od złączki w kierunku przewodu
- Włóż przewód z drugiej strony złączki (zgodnie z uwagą poz. 3)
- Pociągnij mocno za obydwa przewody, by upewnić się, że przewody zaklinowały się w złączce



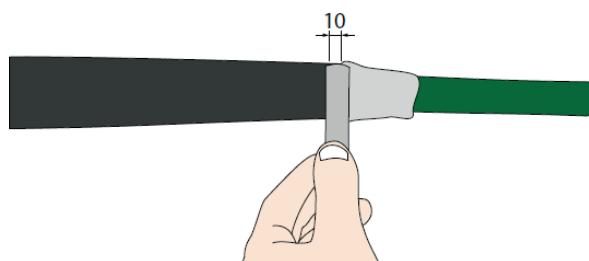
- 5.
- Wypełnij przestrzeń między złączką a izolacją przewodu szarą masą uszczelniającą (mastik), formując ją w kształt stożka



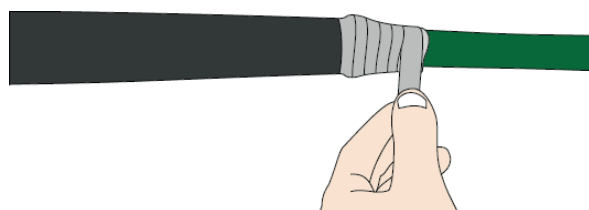
- 6.
- Nawiń warstwę szarej masy uszczelniającej tak, aby przykryła koniec złączki na długości co najmniej 5 mm, a przewód na długości co najmniej 20 mm. Warstwa szarej masy uszczelniającej na końcu złączki powinna być cieńsza, aby ułatwić obkurczanie rury zimnokurczliwej



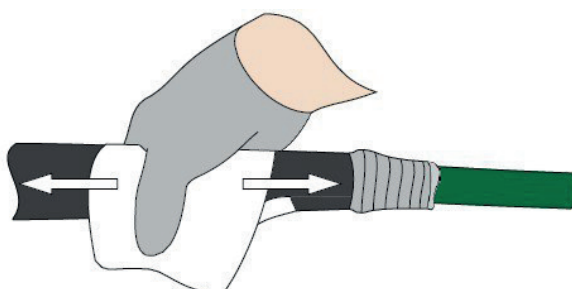
- 7.
- Nawiń warstwę taśmy PCV na szarą masę uszczelniającą, zaczynając w odległości 10 mm od końca szarej masy uszczelniającej



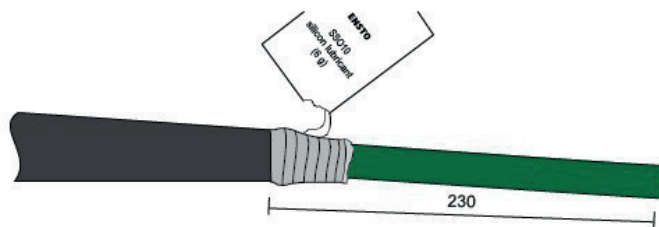
- 8.
- Taśma PCV nie powinna dotykać izolacji przewodu, pozostaw nieco szarej masy uszczelniającej od strony przewodu nieowiniętej taśmą PCV



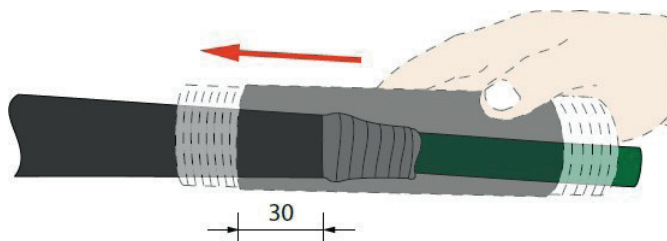
- 9.
- Wyczyść starannie ściereczką złączkę i przewód



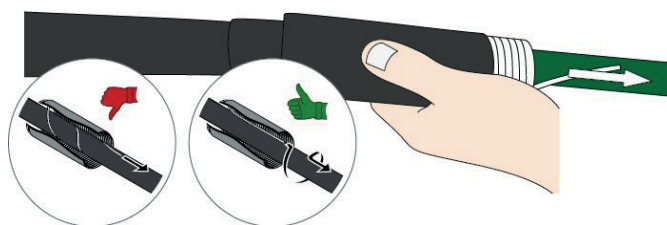
- 10.
- Nanieś równomierną ciekłą warstwę smaru silikonowego SSO10, zaczynając od taśmy PCV, dalej na izolację przewodu na długości 230 mm



- 11.
- Umieść początek rury zimnokurczliwej na końcu złączki, co najmniej 30 mm od taśmy PCV



- 12.
- Trzymając rurę zimnokurczliwą, delikatnie ciągnij spiralę, jednocześnie obracając ją w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara, aż do obkurczenia całej rury



- 13.
- Po wyciągnięciu spirali osłona zimnokurczliwa po jednej stronie złączki jest zainstalowana



- 14.
- Powtarzając kroki od 5 do 12, zainstaluj rurę zimnokurczliwą z drugiej strony złączki



- 15.
- Złączki instalować można wyłącznie na rozwieszonym przewodzie
 - Nie przeciągać przewodu łączonego złączkami przez rolki



13. Uwagi dotyczące eksploatacji linii PAS

Zasady eksploatacji linii PAS nie różnią się od eksploatacji linii gołych.

- Elektroenergetyczne linie napowietrzne średniego napięcia (SN) typu PAS to linie napowietrzne prądu przemiennego, wykonane przewodami w osłonie¹ (przewodami niepełnoizolowanymi)² zawieszonymi na słupach lub wspornikach. Przewody w osłonie stosowane w liniach napowietrznych typu PAS to przewody robocze jednożyłowe, samonośne, o jednej lub kilku warstwach izolacji, dostosowanych do pracy w linii napowietrznej o określonym napięciu znamionowym, której wytrzymałość elektryczna nie spełnia wymagań odpowiadających napięciu znamionowemu linii.
- Ze względu na fakt, że wytrzymałość elektryczna osłony przewodów stosowanych w liniach napowietrznych SN typu PAS nie spełnia wymagań odpowiadających napięciu znamionowemu linii, z punktu widzenia ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym, linie PAS należy traktować jak linie gołe.³ Zastosowana na przewodzie osłona zwiększa bezpieczeństwo przy przypadkowym dotyku, natomiast w żadnym stopniu tego bezpieczeństwa nie gwarantuje. Może się zdarzyć, że osłona przewodu została uszkodzona w sposób niewidoczny i linia będzie pracowała poprawnie, natomiast potencjał żyły pojawi się na powierzchni osłony. Właściwości izolacyjne osłony można ocenić wyłącznie przed zainstalowaniem przewodu na linii. Stan osłony przewodu zainstalowanego w linii można ocenić jedynie wizualnie.
- Każde uszkodzenie izolacji przewodów w osłonie w tym np. otwory po demontażu zacisków musi być zabezpieczone w sposób uniemożliwiający wnikanie wilgoci do żyły i odtwarzający izolację przewodu. Najlepiej do tego celu nadaje się samowulkanizująca odporna na UV taśma izolacyjna z tworzywa na bazie kauczuku silikonowego (np.: Scotch 70).
- Leżące na linii gałęzie, czy powalone drzewa nie powodują wyłączenia linii, chyba że uszkodzeniu uległy przewody. Z tego względu każdorazowo po huraganach i silnych burzach zaleca się wykonanie oględzin linii, zgodnie z obowiązującą instrukcją eksploatacji⁴, celem stwierdzenia konieczności usunięcia leżących na nich drzew i gałęzi.
- W wypadku awarii, polegającej na zerwaniu przewodu PAS i jego upadku na ziemię, w pewnych przypadkach odsłonięty koniec zerwanego przewodu PAS ma kontakt z ziemią i powoduje wyłączenie linii poprzez zadziałanie zabezpieczeń ziemnozwarciowych. Zdarza się, że przewód upadnie na ziemię ale odsłonięty fragment żyły przewodu nie ma kontaktu z ziemią (lub kontakt jest słaby) i zabezpieczenie ziemnozwarciowe nie wyłączy linii. Jest to kwestią przypadku i zależy od tego, jak i gdzie upadnie zerwany przewód oraz czynników wpływających na wielkość prądu ziemnozwarciowego, jak rezystywność gruntu, wilgotność itp. Naszym zdaniem w takiej sytuacji może pomóc analiza napięć w danym ciągu liniowym SN. Jeśli w linii następuje w jakimś miejscu zanik napięcia (w 1 lub wielu fazach), a nie zostało to spowodowane działaniem łączników, należy się spodziewać, że nastąpiło zerwanie przewodów linii PAS. Podobną funkcjonalność mają detektory zerwanego przewodu, działające w oparciu o zabezpieczenia w reklozerach SN. Można również do tego celu wykorzystać sygnalizację obniżonego napięcia, zasilającego sieć niskiego napięcia (nn) z systemu AMI (np. w istniejących układach bilansujących stacje transformatorowe SN/nn oraz licznik ze zdalnym odczytem). Najlepiej byłoby gdyby tego typu analizy były wykonywane automatycznie, z poziomu systemu SCADA, w oparciu o dane pomiarowe z głębi sieci.

1. PN-EN 50341-2-22:2016-04 Elektroenergetyczne linie napowietrzne prądu przemiennego powyżej 1 kV - Część 2-22 Krajowe Warunki Normatywne (NNA) dla Polski (oparte na EN 50341-1:2012);

2. Norma SEP N SEP-E-003 Elektroenergetyczne linie napowietrzne – Projektowanie i budowa – Linie prądu przemiennego z przewodami pełnoizolowanymi oraz z przewodami niepełnoizolowanymi. Wydanie 2006/I;

3. Jak wyżej;

4. Instrukcja eksploatacji elektroenergetycznych linii napowietrznych z przewodami gołymi oraz izolowanymi niskich i średnich napięć zatwierdzona do stosowania przez pracodawcę;



ENSTO

Ensto Pol Sp. z o.o.
ul. Starogardzka 17A
83-010 Straszyn
biuro@ensto.com

ensto.pl



NIP 583-001-05-91
KRS 0000119763
REGON 190274030
BDO 000007628