



Doskonalenie
Kadr
Gospodarki

Akademia Energetyki



**PRACE POD
NAPIĘCIEM**

**Szkolenie dla prac pod napięciem
przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych**

*Projekt jest współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego,
realizowany pod nadzorem Polskiej Agencji Rozwoju Przedsiębiorczości*



ZIAD BIELSKO - BIALA
Spółka Akcyjna



POLSKA AGENCJA ROZWOJU PRZEDSIĘBIORCZOŚCI
POLISH AGENCY FOR ENTERPRISE DEVELOPMENT

Prace pod napięciem przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych

Wykładowcy:

inż. Stanisław Cader, mgr inż. Bogumił Dudek, inż. Roman Fober,
mgr inż. Tadeusz Gontarz, mgr inż. Witold Wiśniewski

Wykład ósmy

Bocznikowanie obwodów do 1 kV

Potrzeby celowego przerwania zasilania energią elektryczną realizowane są przez różnego typu wyłączniki. W obwodach elektrycznych funkcjonuje m.in. aparatura wymagająca okresowych przeglądów, napraw lub wymian – aby do tych prac nie wyłączać całych obwodów rozwinięto tymczasowe techniki zasilania, w których istotną rolę odgrywa bocznikowanie obwodów do 1 kV pod napięciem.

Tymczasowemu zwieraniu i rozwieraniu obwodów elektrycznych, obciążonych, towarzyszy łuk elektryczny, który stanowi jedno z głównych zagrożeń przy pracach pod napięciem. W celu wyeliminowania tego zagrożenia i zapewnienia ciągłości przepływu prądu stosuje się w pracach pod napięciem bocznikowanie fragmentów obwodów, na których są wykonywane prace.

Do przyłączania nowych odbiorców, bez obciążenia, zwłaszcza w liniach napowietrznych z przewodami gołymi stosuje się boczniki jednofazowe zakładane na łączone przewody bezpośrednio (na sztywno) w celu asekuracji przed przypadkowym pojawieniem się obciążenia podczas wykonywania połączenia przewodów odgałęzienia (przyłącza) z przewodami linii głównej. Również dla bezpieczeństwa bocznikuje się przewody uziemiające w przypadku ich wymiany bądź naprawy połączeń.

Konstrukcja boczników liniowych wykonanych z izolowanego przewodu bez rozłącznika może stanowić dodatkowe zagrożenie w przypadku zwierania obwodu rozwartego wskutek zwarcia lub wskutek manewrowania drugim zaciskiem będącym pod napięciem po założeniu pierwszego zacisku pod napięciem.

Innym rodzajem boczników są boczniki przystosowane do rzeczywistego przejmowania pełnego obciążenia, a wyposażone w łączniki i zabezpieczenia nie stanowią zagrożenia załączenia na zwarcie. Tego typu boczniki stosuje się szeroko przy pracach pod napięciem przy urządzeniach i instalacjach elektrycznych.

Można zatem podjąć się próby klasyfikacji boczników na jedno- i trójfazowe; z rozłącznikiem i bez niego, oraz ze względu na rodzaj urządzeń, przy których są stosowane na liniowe i aparaturowe.

Każde zbocznikowanie fragmentu obwodu powoduje zmianę rozpyływu prądów w obwodzie zbocznikowanym, a prądy wyrównawcze w niektórych przypadkach mogą wielokrotnie przewyższać znamionowe wartości prądu płynące w układzie normalnym, przed zbocznikowaniem.

Bocznikowanie prostych fragmentów obwodu

Przy bocznikowaniu prostych fragmentów obwodu w celu naprawy lub wymiany jego elementu rozpyływ prądu pomiędzy gałęzią bocznikowaną (główną) a bocznikującą zależy od wartości impedancji tych gałęzi i jest do nich odwrotnie proporcjonalny.

W większości przypadków przy bocznikowaniu elementów uszkodzonych, podlegających wymianie, wartość impedancji gałęzi głównej wskutek nadmiernej jej wygrzania jest większa od wartości impedancji gałęzi bocznikującej, co powoduje, że

wartość natężenia prądu w gałęzi bocznika będzie większa od natężenia prądu płynącego w gałęzi zbocznikowanej.

Inaczej będzie przy bocznikowaniu obwodu nieuszkodzonego w celu jego rozłączenia, np. w celu jego rozbudowy. Z doświadczeń na czynnych urządzeniach wynika, że przy bocznikowaniu prostych obwodów nieuszkodzonych (bocznik założony pomiędzy szynę zbiorczą a końcówkę kablową) gałęzią bocznika przepływa ok. 20% natężenia prądu obwodu, pozostałe 80% przepływa nadal gałęzią zbocznikowaną.

Należy zatem rozważyć następujące kwestie:

- czy w sytuacji gdy natężenie prądu w zbocznikowanej gałęzi będzie wynosiło 80% można przystąpić do rozłączania obwodu rozkręcania połączenia śrubowego?
- jaką wartość natężenia prądu płynącego gałęzią bocznika można uznać za skuteczne zbocznikowanie?

Wymienione wątpliwości, pojawiające się podczas prowadzonych zajęć praktycznych na rzeczywistych, obciążonych obwodach elektrycznych w mieście.

Pomimo znacznej wartości natężenia prądu w gałęzi zbocznikowanej można przystąpić do jej rozkręcania (rozłączania), gdyż podczas rozłączania obwodu zwiększa się wartość jego impedancji, co powoduje zmianę relacji prądów pomiędzy gałęzią bocznika (impedancja o stałej wartości) a gałęzią zbocznikowaną o wzrastającej impedancji.

Bocznikowanie można uznać za skuteczne, gdy gałęzią sprawnego bocznika będzie przepływał prąd o natężeniu, którego wartość można zmierzyć (większą od zera).

Przy bocznikowaniu obwodów do rozłącznika w boczniku można włożyć wkładkę bezpiecznikową lub zworę, w zależności od funkcji, jaką mają one pełnić podczas pełnego przepływu prądu przez bocznik, po rozłączeniu obwodu głównego.

Podczas pracy ze zbocznikowanym fragmentem obwodu należy wziąć pod uwagę możliwość wystąpienia zwarcia w obwodzie poza miejscem pracy w kierunku końca linii, a zatem przepływający prąd zwarciaowy przez obwód bocznika.

W przypadku zastosowania w gałęzi bocznika wkładki bezpiecznikowej może nastąpić jej przepalenie, a tym samym odłączenie uszkodzonego fragmentu obwodu.

W tej sytuacji załączenie obwodu głównego (połączenie elementów rozłączonych obwodu) może być bardzo niebezpieczne dla wykonujących prace, gdyż zwarcie, które zostało odłączone z równoczesnym ograniczeniem natężenia prądu przez bezpiecznik, dokonywane jest ponownie, często w rękach monterów, na wysokości jego twarzy, tym razem bez ograniczenia wartości natężenia prądu zwarciaowego.

Stąd zastrzeżenie, że nie należy wykonywać prac pod napięciem w instalacjach i urządzeniach, które

nie zostały zabezpieczone przed skutkami zwarcia w kierunku zasilania.

Wartość prądu znamionowego wkładki bezpiecznikowej powinna być odpowiednio dobrana do warunków normalnej pracy oraz do warunków zwarciaowych. W wielu przypadkach zamiast wkładki bezpiecznikowej do rozłącznika można zastosować zworę.

Bocznikowanie prostych fragmentów obwodu jest skutecznym sposobem umożliwiającym wymianę lub naprawę uszkodzonego elementu obwodu w technice utrzymania sieci pod napięciem.

Bocznikowanie obwodów rozgałęzionych

Nieco bardziej złożonym problemem jest bocznikowanie fragmentów obwodów rozgałęzionych. Zastosowanie bocznika do obwodu prostego lub rozgałęzionego zależy od czynności, jakie zamierza się wykonać i wymaga dokładnego przemyślenia zarówno kolejności, jak i sposobu zwierania poszczególnych fragmentów obwodu.

Do rozważań przyjęto jedną fazę obwodu rozgałęzionego – złącza kablowego przelotowego, w którym zamierza się wymienić główną szynę zbiorczą.

Wymiana szyny zbiorczej wymaga zbocznikowania wszystkich odgałęzień, co można wykonać za pomocą bocznika rozgałęźnego lub, w ograniczonym zakresie, przez zastosowanie wielu boczników prostych.

Bocznikowanie obwodów rozgałęzionych powoduje zmianę konfiguracji obwodu, co pociąga za sobą zmianę rozpiętych prądów w poszczególnych jego gałęziach, zmieniających się za każdym podłączeniem kolejnej gałęzi bocznika, jak i rozłączeniem obwodu głównego.

Z rozważań tych wynika, że nie bez znaczenia jest kolejność łączonych ze sobą elementów, gdyż w pewnych okolicznościach może dochodzić do chwilowych przeciążeń gałęzi obwodów, a nawet przepalenia się wkładki bezpiecznikowej i pozbawienie napięcia dla części obwodu.

Bocznikowanie obwodów wielofazowych

Bocznikowanie obwodów wielofazowych, zarówno prostych jak i rozgałęzionych, odbywa się na warunkach opisanych powyżej dla jednoimiennych elementów obwodu.

Dodatkowym czynnikiem utrudniającym skuteczne zbocznikowanie może być brak miejsca na założenie co najmniej dziewięciu zacisków odgałęźnych bocznika oraz wielokrotność odgałęzień z jednego połączenia śrubowego – zwłaszcza przewodów neutralnych.

Bocznikowanie w liniach napowietrznych

Jak już wspomniano, boczniki przy pracach na liniach napowietrznych stosuje się głównie w celach asekuracyjnych, z wyjątkiem technologii wymiany zacisku prądowego oraz wymiany upalonego mostka, dla których bocznik powinien zostać dobrany do warunków występujących w konkretnych okolicznościach. Nie można natomiast bezkrytycznie stosować bocznika o nieznanym parametrach, zwłaszcza do naprawy upalonego mostka bez uprzedniego ustalenia przyczyny jego upalenia, a gdy przyczyną było zwarcie, należy je usunąć przed połączeniem.

Zasadą przyjętą w technologiach dla linii napowietrznych jest zdjęcie obciążenia z obwodu przyłączanego lub odłączanego, stąd boczniki charakteryzują się katalogową obciążalnością 60 A.

Bezpieczeństwo użytkownika boczników

Wykonywanie prac pod napięciem odbywa się wg ściśle określonych zasad i warunków wprowadzających fragment sieci w specjalny stan eksploatacyjny, będący pod szczególnym nadzorem koordynującego. Dla bezpieczeństwa pracujących konieczne jest wprowadzenie pewnych ograniczeń komfortu pracy sieci, takich jak zablokowanie automatyki SPZ i SZR, zablokowanie telemechaniki urządzeń, wydzielenie odcinka sieci w celu ograniczenia wielkości prądów roboczych i zwarciovych.

Zamierzone zbocznikowanie fragmentów obwodów zawierających zabezpieczenia lub zbocznikowanie ich bezpiecznikami o większych parametrach powoduje pewien dyskomfort pracy urządzeń, lokalne „znieczulenie”, które jest niezbędne do przywrócenia pełnej zdolności pracy urządzeń w technologii prac pod napięciem.

Świadome zastosowanie ograniczeń musi być poprzedzone dokładną analizą pracy układu sieci i zastosowania właściwych rozwiązań, zwłaszcza w obwodach odgałęzień, w których zabezpieczenia pełnią funkcję ograniczającą skutki zwarć.

Innym problemem jest bezpieczeństwo osób posługujących się bocznikami rozgałęźnymi. Instrukcja obsługi szczegółowo opisuje sposób przyłączania kolejnych gałęzi do zacisku rozgałęźnego, będącego pod napięciem po przyłączeniu do niego pierwszej gałęzi obwodu. Przyłączanie każdego następnego przewodu odgałęzienia powinno odbywać się w boczniku, po dokładnym zidentyfikowaniu łączonych ze sobą elementów. Posługiwanie się bocznikami rozgałęźnymi wymaga rozważań i doświadczenia.

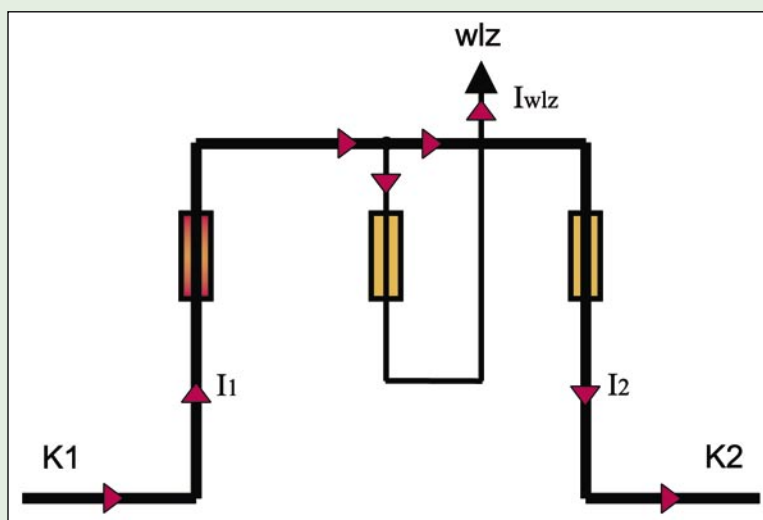
Przykładowo wzrost temperatury wynikający z pogorszenia się zestyków podstawy i noża wkładki bezpiecznikowej powoduje, że interwencji wymagają te miejsca, które wykazują wyższą temperaturę od innych, podobnych elementów, przy porównywalnym obciążeniu.

Bocznikowanie fragmentu obwodu dokonuje się w miejscu dogodnym do założenia zacisków bocznika, przy zachowaniu dogodnych warunków do wykonania czynności naprawczych. Zakładanie zacisków bocznika wykonuje się w stanie otwartego rozłącznika bezpiecznikowego.

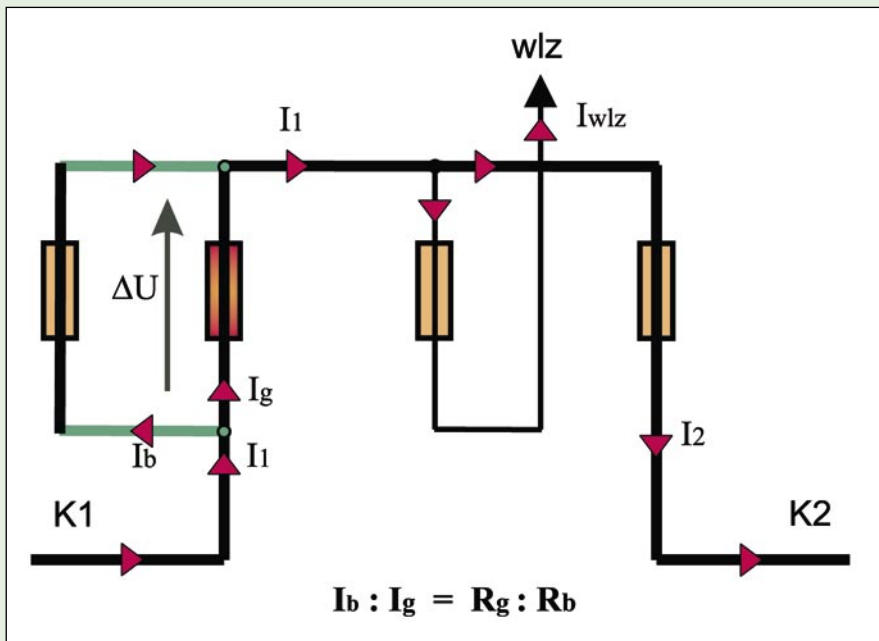
Po założeniu zacisków na bocznikowany fragment obwodu należy sprawdzić prawidłowość podłączenia – szczególnie ważne w układach wielofazowych, o niewidocznym układzie połączeń.

Załączenie rozłącznika, z wkładką bezpiecznikową lub zworą, powoduje zmianę rozptywu prądu na dwie gałęzie, odwrotnie proporcjonalnie do ich wartości rezystancji.

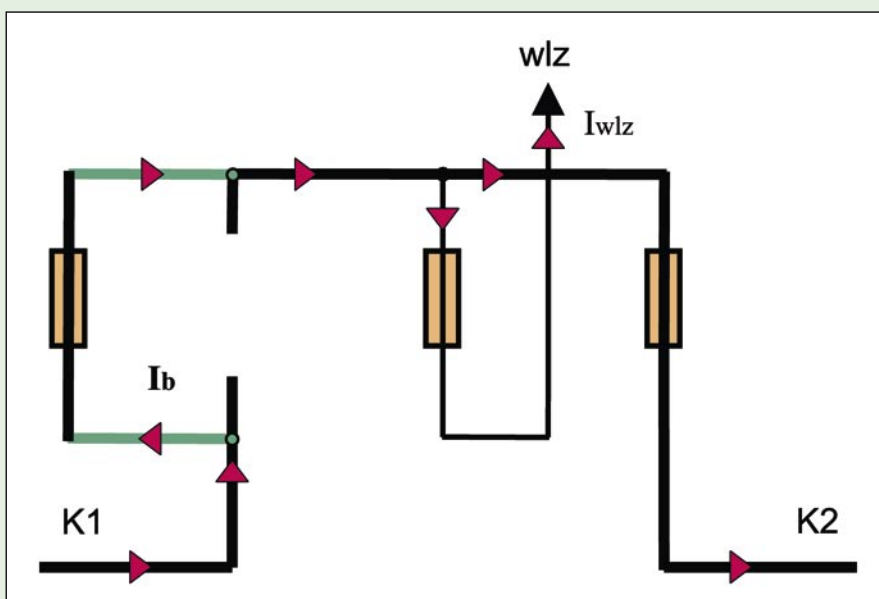
W przypadku braku obciążenia w gałęzi głównej, o skuteczności zbocznikowania decyduje obecność potencjału na obu biegunach rozłącznika (pomiędzy zaciskami przyłączeniowymi) oraz brak napięcia pomiędzy tymi biegunami.



Rys. 1. Schemat połączeń typowego rozgałęzienia linii kablowej (jednej fazy) oznaczenia: K1, K2 – linie kablowe 1, 2, włz – wewnętrzna linia zasilająca (odbiorcę energii), I_1 , I_2 , $I_{włz}$ – prądy w gałęziach



Rys. 2. Rozpływ prądów po z bocznikowaniu jednej gałęzi rozgałęzienia
 oznaczenia: K1, K2 – linie kablowe 1, 2, w1z – wewnętrzna linia zasilająca (odbiorcę energii), I_1, I_2, I_{w1z} – prądy w gałęziach, I_g – prąd gałęzi głównej, I_b – prąd płynący przez bocznic, ΔU – spadek napięcia na gałęzi głównej rozgałęzienia, gałęzi bocznic, R_g, R_b – rezystancje gałęzi głównej i bocznic

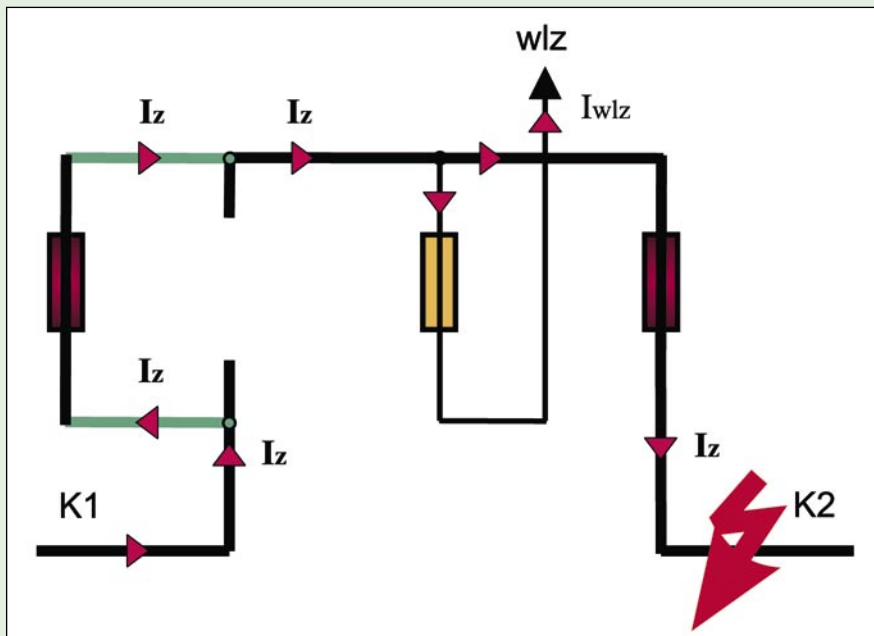


Rys. 3. Rozpływ prądów po rozłączeniu gałęzi głównej rozgałęzienia
 oznaczenia: K1, K2 – linie kablowe 1, 2, w1z – wewnętrzna linia zasilająca odbiorcę energii, I_1, I_{w1z} – prądy w gałęziach

Rozłączenie obwodu głównego może nastąpić po stwierdzeniu skuteczności jego z bocznikowania. Rozłączeniu obwodu gałęzi głównej nie powinien towarzyszyć łuk elektryczny, gdyż pomimo nawet dużych wartości natężenia prądu płynącego gałęzią główną, spadek napięcia na niej wynosi zaledwie kilka lub kilkanaście miliwoltów. Poza tym, rozkręcając połączenie lub wyjmując wkładkę bezpiecznikową pogarsza się zestyk, co wprowadza do obwodu głównego dodatkową rezystancję przejścia, a zatem następuje przejście większej wartości natężenia prądu przez gałąź bocznic. W z bocznikowanym obwodzie można

dokonać wymiany uszkodzonego elementu bez zakłócenia ciągłości zasilania całego układu. Należy jednak rozważyć bezpieczeństwo pracujących pod napięciem przy z bocznikowanym fragmencie obwodu w przypadku wystąpienia zwarcia poza miejscem pracy.

O wartości prądu zwarciovego początkowego na szynach niskiego napięcia stacji transformatorowej decyduje głównie moc znamionowa transformatora bądź łączna moc równolegle pracujących transformatorów oraz ich napięcie zwarcia (zwykle 4,5 lub 6%). Moc zwarciovą po stronie pierwotnej ma pomijalny wpływ w przypadku transformatorów małej mocy.



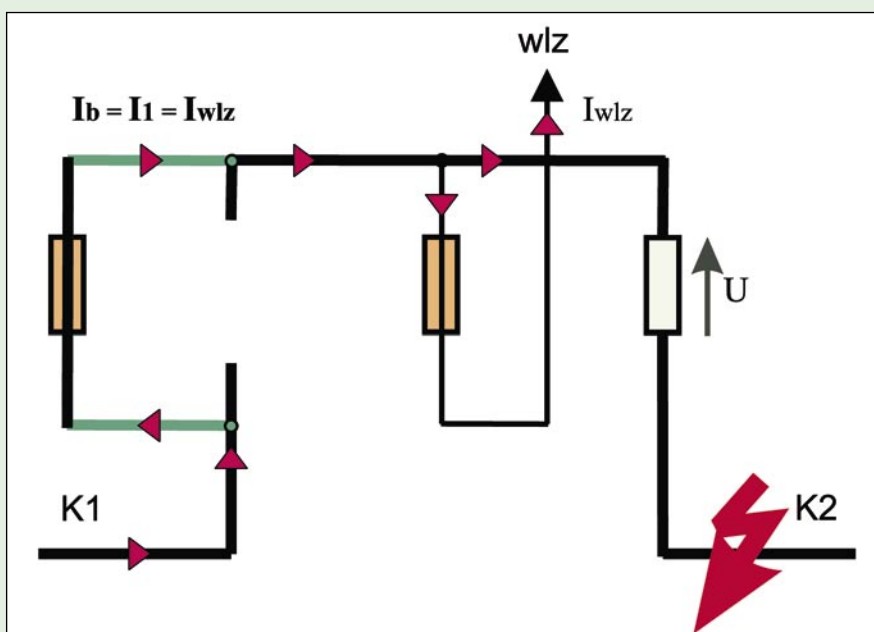
Rys. 4. Przepływ prądu zwarciovego przez rozgałęzienie z bocznikiem, wskutek zwarcia za rozgałęzieniem
 oznaczenia: K1, K2 – linie kablowe 1, 2, włz – wewnętrzna linia zasilająca odbiorcę energii, $I_{włz}$ – prąd w gałęzi włz,
 I_z – prąd zwarciovowy

O wartości prądu zwarciovego w dowolnym miejscu układu decyduje wartość napięcia i impedancji, jaką od miejsca zasilania do miejsca zwarcia tworzy obwód zwarciovowy. W różnych miejscach układu zasilającego będą różne wartości parametrów zwarciovych, im dalej od źródła zasilania, tym mniejszy prąd zwarciovowy, a tym samym mniejsze skutki jego działania.

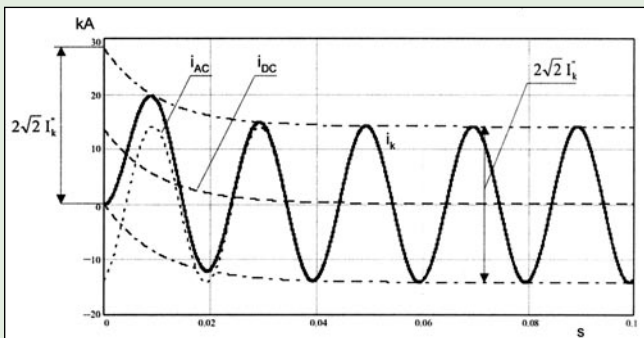
Zwarciovowi zwykle towarzyszy przepływ prądu o wartości znacznie większej niż w warunkach normalnej pracy. Ciepłne i elektrodynamiczne skutki przepływu tego prądu są przedmiotem zaintereso-

wania konstruktorów aparatów, rozdzielnic, stacji i kabli oraz projektantów dobierających te elementy i urządzenia do konkretnych zastosowań.

W przebiegu prądu zwarciovego można wyróżnić dwie składowe: okresową, o przebiegu sinusoidalnym, której wartość skuteczna jest niezmienna w czasie trwania zwarcia, jeżeli zwarcie to zasilane jest ze źródła o nieograniczonej mocy (zwarcie odległe) oraz składową nieokresową, zależną od kąta fazowego napięcia w chwili powstania zwarcia, zanikającą ze stałą czasową zależną od parametrów obwodu zwarciovego.



Rys. 5. Wyłączenie uszkodzonego fragmentu układu linii przez zabezpieczenie usytuowane najbliżej miejsca zwarcia
 oznaczenia: K1, K2 – linie kablowe 1, 2, włz – wewnętrzna linia zasilająca odbiorcę energii, I_1 , I_2 , $I_{włz}$ – prądy w gałęziach,
 U – napięcie występujące na zaciskach przepalanej wkładki bezpiecznikowej



Rys. 6. Przebieg prądu zwarciovego w chwili przejścia sinusoidy prądu przez oś o-x

I_k'' – składowa początkowa prądu zwarciovego (wartość skuteczna),

i_{ac} – składowa okresowa prądu zwarciovego,

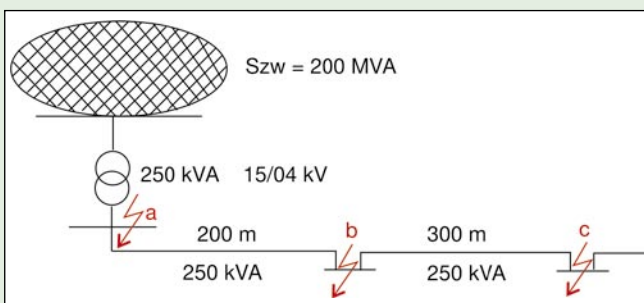
i_{dc} – składowa nieokresowa prądu zwarciovego

Rysunek 6 przedstawia przykładowy przebieg spodziewanego prądu zwarciovego przy zwarciu odległym w obwodzie niskiego napięcia (tuż za transformatorem 315 kVA) $I'' = 10$ kA, $R/X = 0,32$, $T = 10$ ms, $i_u = 19,8$ kA

Tabela 1

Obliczeniowe wartości wielkości charakterystycznych obwodu zwarciovego, w zależności od miejsca powstania zwarcia

Moc transformatora, kVA	Zwarcie 3-fazowe w punkcie a			Zwarcie 3-fazowe w punkcie b			Zwarcie 3-fazowe w punkcie c		
	I_k'' kA	i_u kA	S_{zw} MVA	I_k'' kA	i_u kA	S_{zw} MVA	I_k'' kA	i_u kA	S_{zw} MVA
250	8,20	20,9	5,68	3,9	9,9	2,70	1,9	4,9	1,34
400	13,3	33,9	9,21	4,45	11,3	3,08	2,0	5,1	1,39
630	15,9	40,5	11,02	4,7	12,0	3,26	2,0	5,1	1,40



Rys. 7. Rozpływ prądu zwarciovego w sieci zasilanej z transformatora połączonego z siecią „sztywną” o nieograniczonej mocy

Jeżeli zwarcie następuje w chwili, gdy napięcie przechodzi przez zero, wartość szczytowa prądu zwarciovego (udarowego) jest największa.

Przy prawidłowo dobranej wkładce bezpiecznikowej do bocznika, prąd zwarciovowy powinien zostać przerwany wkładką bezpiecznikową najbliższą miejsca zwarcia.

W tym przypadku uszkodzony odcinek sieci zostanie pozbawiony napięcia, przy zachowaniu ciągłości zasilania pozostałej sieci rozdzielczej.

W zależności od przeznaczenia, stosuje się bezpieczniki o różnych charakterystykach czasowo-prądowych.

Oznaczenia (klasa) produkowanych obecnie bezpieczników są następujące: gL, gG, aR, aM, gB, gTr, gdzie pierwsza litera oznaczenia:

g – oznacza wkładkę topikową o pełnozakresowej zdolności wyłączenia,

a – oznacza wkładkę do wyłączenia prądów zwarciovych ($I_{min} = 4I_n$), nie może być ona zatem wykorzystywana do ochrony przed przeciążeniami;

druga litera oznaczenia:

G – oznacza wkładkę ogólnego przeznaczenia (głównie do zabezpieczenia przewodów instalacji elektrycznej),

L – wkładki do zabezpieczeń obwodów rozdzielczych linii napowietrznych i kablowych,

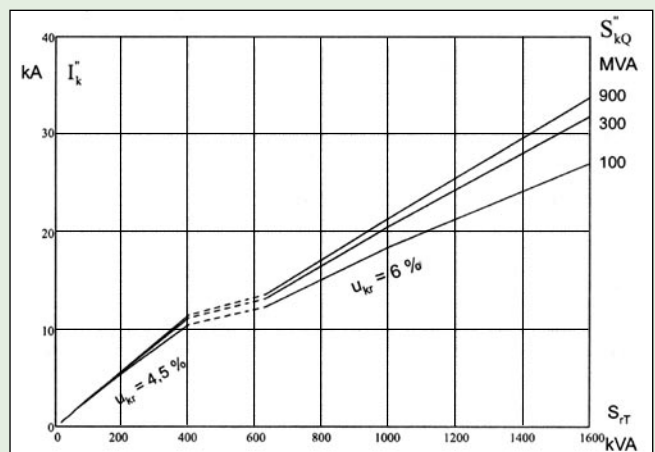
M – wkładki do zabezpieczeń silników elektrycznych,

R – wkładki do zabezpieczeń odwodów elektronicznych,

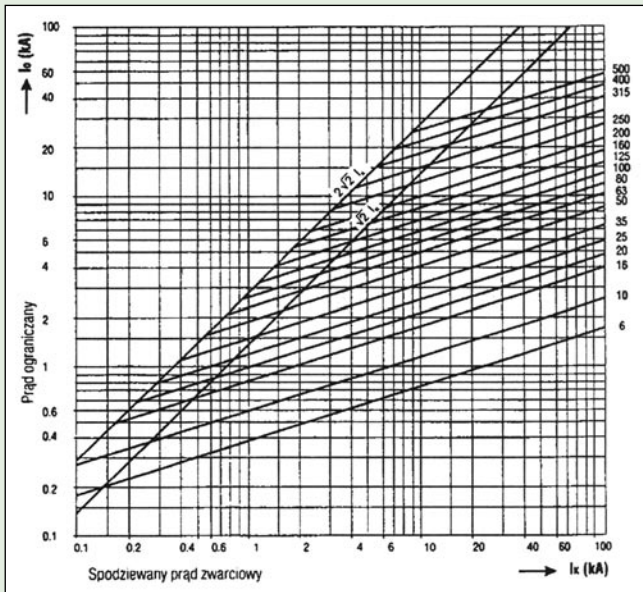
Tr – wkładki do zabezpieczeń transformatorów,

B – wkładki do zabezpieczeń urządzeń podziemnych kopalń.

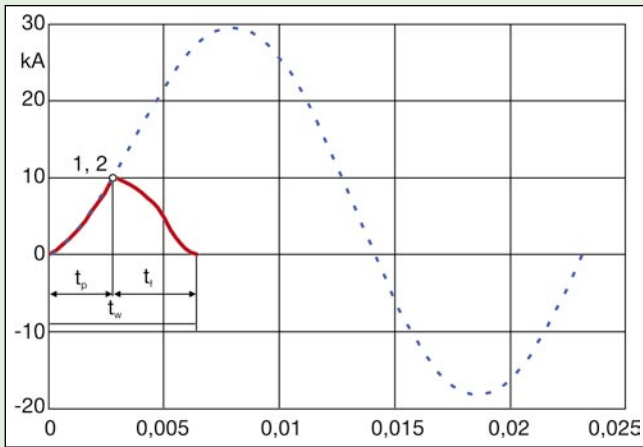
Wytwórcy bezpieczników i wyłączników podają charakterystyki prądu ograniczonego, z których można odczytać prąd ograniczony i_o , czyli szczytową wartość impulsu prądowego przepuszczonego przez urządzenie wyłączające przy określonym spodziewanym prądzie zwarciovym początkowym I_k'' .



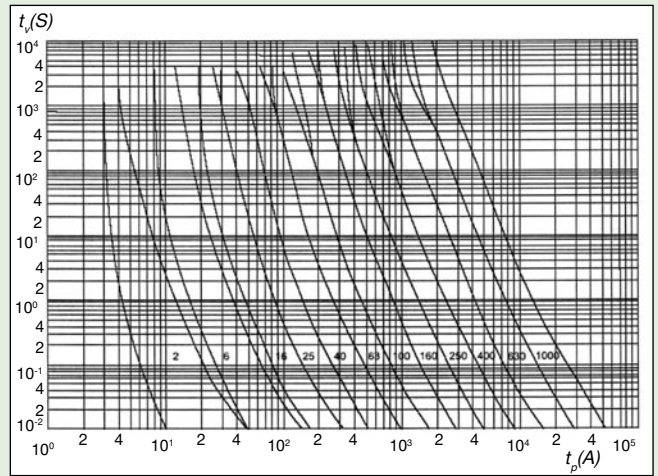
Rys. 8. Zależność wartości prądu zwarciovego od mocy transformatora przy założeniu zwarcia po stronie nn transformatora



Rys. 9. Charakterystyka prądu ograniczanego wkładek bezpiecznikowych typu gG



Rys. 10. Przykładowy przebieg prądu zwarcia ograniczonego przez wkładkę bezpiecznikową
 t_p – czas przedłukowy, t_l – czas lukowy, t_w – czas wyłączenia



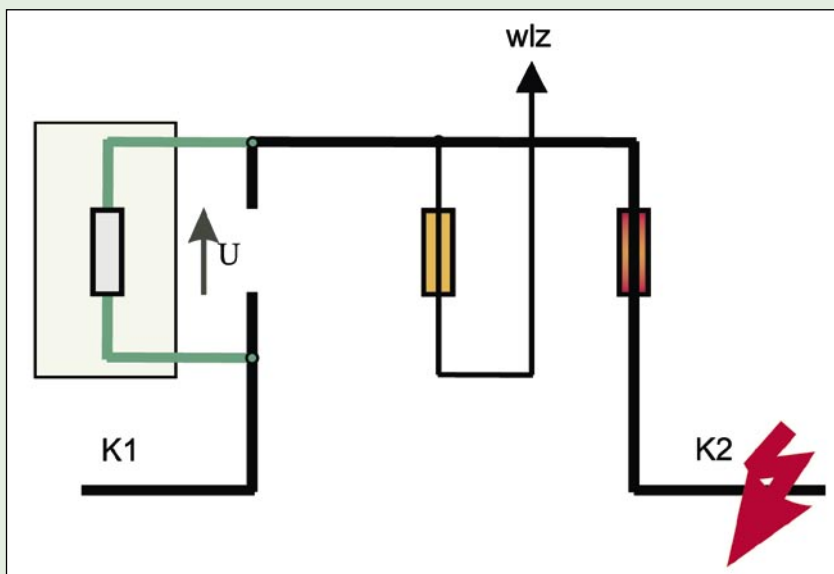
Rys. 11. Charakterystyki pasmowe, czasowo-prądowe wkładek topikowych gG wg katalogu ETI

Na przykład: wkładka bezpiecznikowa gG 160A przy prądzie spodziewanym $I_k'' = 15$ kA ogranicza szczytowy prąd zwarcia do poziomu $i_0 = 10$ kA. Bez niej wystąpiłby prąd udarowy o wartości

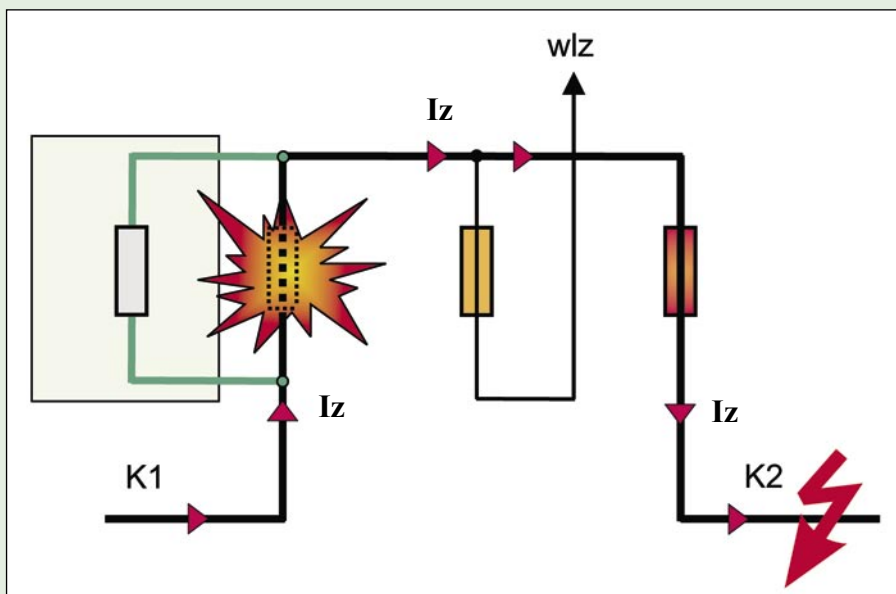
$$I_p = (22-30) \text{ kA} \text{ zależnie od stosunku } R/X \text{ obwodu.}$$

W przedstawionej sytuacji stopień ograniczenia prądu szczytowego maleje 3-krotnie, a siły elektrodynamiczne towarzyszące przepływowi prądu zwarcia maleją 9-krotnie. Bezpieczniki topikowe są zabezpieczeniami najskuteczniej ograniczającymi prądy zwarcia.

Prąd zwarcia, którego wartość zależy od napięcia oraz impedancji obwodu zwarcia, przepływa równocześnie w całej sieci od transformatora do miejsca zwarcia, a zatem również przez bocznik. Zabezpieczenia przetężeniowe działają selektywnie, jeżeli ich pasmowe charakterystyki prądowo-czasowe nie przecinają się ani nie mają wspólnych obszarów działania.



Rys. 12. Schemat układu rozgałęzienia z bocznikiem po wyłączeniu zwarcia przez zabezpieczenie zainstalowane w boczniku
 oznaczenia: K1, K2 – linie kablowe 1, 2, wz – wewnętrzna linia zasilająca odbiorcę energii, U – napięcie występujące na zaciskach bocznika



Rys. 13. Przykład załączenia „na zwarcie” przez połączenie zdemontowanego, zbocznikowanego fragmentu obwodu
 oznaczenia: K1, K2 – linie kablowe 1, 2, włz – wewnętrzna linia zasilająca odbiorcę energii, I_z – prąd zwarciov

W odniesieniu do bezpieczników wymaganie to sprowadza się do warunku, aby prądy znamionowe wkładek bezpiecznikowych kolejnych bezpieczników różniły się co najmniej o 2 stopnie, a więc, aby wynosiły np. 25 i 50 lub 63 i 100 A.

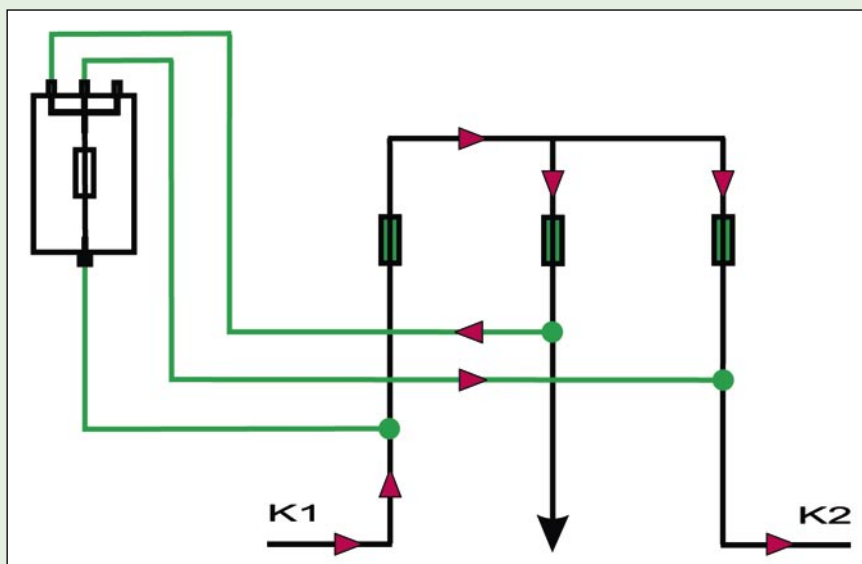
Stosowanie bezpieczników różniących się o jeden stopień przeważnie nie zapewnia wymaganej selektywności działania, szczególnie przy dużych wartościach prądów zwarciovych.

Spełnienie warunku selektywności działania zabezpieczeń przetężeniowych może napotykać duże trudności w instalacjach o dużych wartościach

prądów zwarciovych, w których zastosowano wyłączniki w obwodach odbiorczych oraz bezpieczniki jako zabezpieczenia przedlicznikowe i wewnętrznych linii zasilających (włz).

Przed każdym połączeniem rozłączonego obwodu należy sprawdzić skuteczność zbocznikowania. W przypadku braku przepływu prądu przez bocznik oraz przy występowaniu napięcia pomiędzy jego zaciskami nie wolno wykonywać połączeń!

Sprawdzenie braku obecności napięcia na zaciskach bocznika należy dokonać zwłaszcza przy małych, wahających się wartościach natężenia prądu.



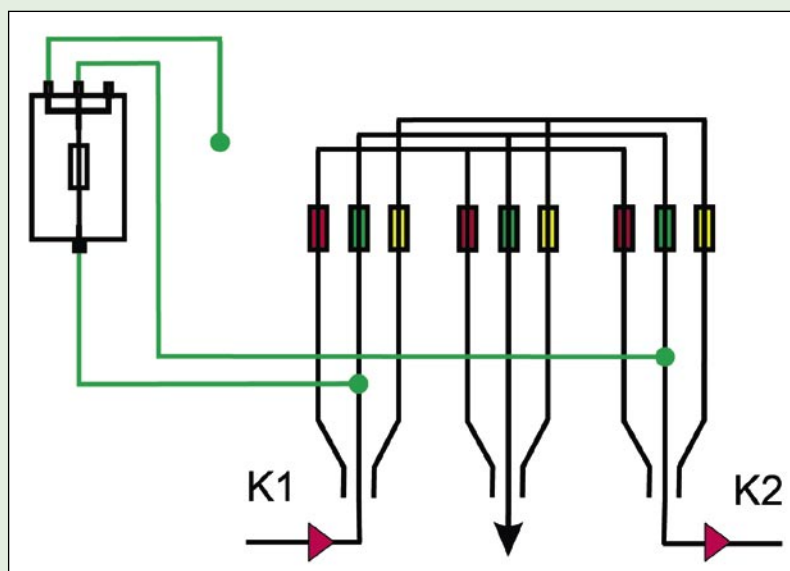
Rys. 14. Przykład zastosowania bocznika z możliwością zbocznikowania trzech rozgałęzień

W przypadku konieczności zastosowania wielopunktowego bocznikowania tego samego bieguna można posłużyć się wieloma bocznikami lub jednym bocznikiem z wielokrotnym układem zacisków przyłączeniowych. Boczniki te charakteryzują się uniwersalnością zastosowań choć ich użycie do bocznikowania rozgałęzień obwodu wymaga większej rozważliwości. Przy otwartym rozłączniku bocznika, po podłączeniu pierwszego przewodu do wielokrotnego układu styku (maks. 3 przewody), na wszystkich pozostałych stykach (podłączonych do nich przewodach) występuje potencjał. Manewrowanie kolejnym przewodem zakończonym zaciskiem przyłączeniowym w pobliżu elementów o innych potencjałach grozi zwarcieniem, zatem podłączenie kolejnego przewodu układu wie-

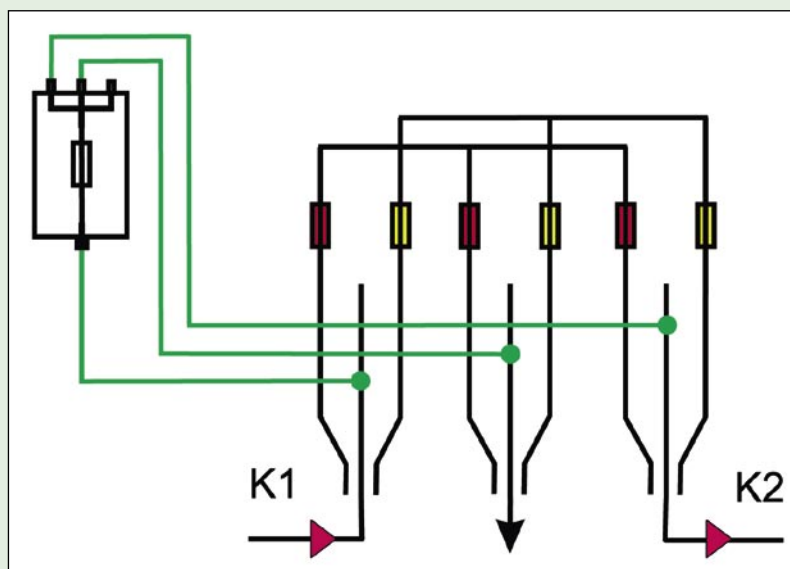
lokrotnego należy wykonywać w kolejności: zacisk przyłączeniowy do obwodu przy osłoniętym drugim końcu przewodu, następnie po sprawdzeniu jednorodności biegunowości do zacisku wielokrotnego bocznika (zgodnie z instrukcją).

Przyłączenie drugiego przewodu podłączonego do obwodu, do układu wielokrotnego powoduje zbocznikowanie fragmentu obwodu ograniczonego zaciskami przyłączeniowymi bocznika przy otwartym rozłączniku! „bocznikowanie bezpośrednie” – wymagające szczególnej rozważliwości i ostrożności.

Zbocznikowanie dwóch gałęzi odpływowych spowoduje zmianę rozpyływu prądów w gałęziach zbocznikowanych. W gałęziach bocznika popłyną prądy wyrównawcze.



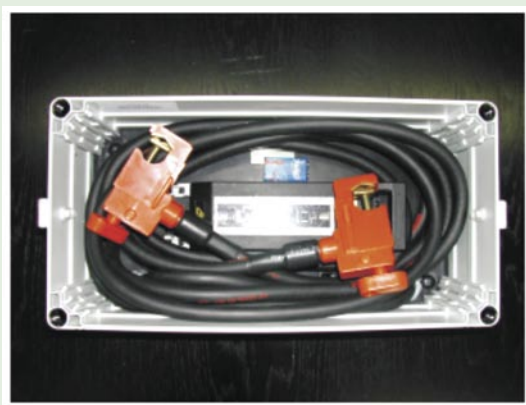
Rys. 15a. Przewody odgałęźne przyłączone do zacisku wielorozgałęźnego znajdują się pod napięciem pomimo otwarcia łącznika w boczniku



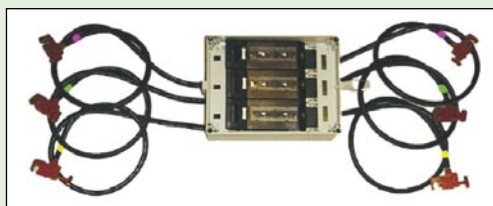
Rys. 15b. Przykład zastosowania bocznika z możliwością zbocznikowania trzech odgałęzień do zbocznikowania jednej fazy układu wielofazowego

Ilustracje rozwiązań konstrukcyjnych boczników i ich zastosowania

(wykorzystano foldery reklamowe i strony internetowe firm: Sibille, ZIAD, Hubix)



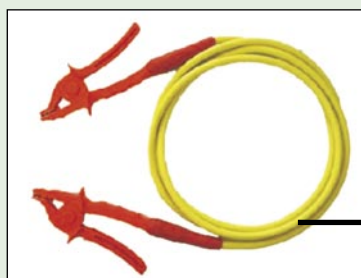
Rys. 16. Bocznik jednofazowy z rozłącznikiem na prądy 200–350A



Rys. 17.
Bocznik trójfazowy z rozłącznikiem na prądy 200–350A



Rys. 18. Przenośny rozłącznik bocznikujący jedno i trójfazowy na prądy 200–350A



Rys. 19.
Bocznik izolowany i jego zastosowanie podczas podłączania przyłącza





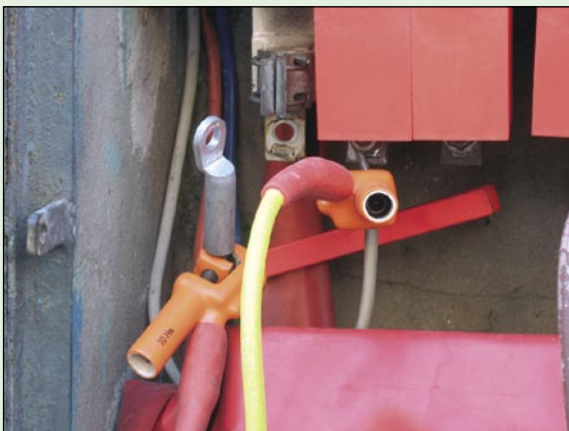
Rys. 20. Użycie bocznika izolowanego podczas prac pod napięciem



Rys. 21. Przygotowanie bocznika do użycia



Rys. 23. Sprawdzenie przebiegu obciążenia przez bocznik



Rys. 22. Wymieniona końcówka kabla przed zaprasowaniem



Rys. 24. Zaprasowywanie nowej końcówki kabla (zasilanie utrzymane poprzez bocznik)

Bocznikowanie stosuje się także na wyższych poziomach napięcia, zarówno średniego jak i wysokiego napięcia do 400 kV włącznie, jednak szczegółowe zasady ich zastosowania określone są odrębnymi instrukcjami.