# Aparaty zabezpieczające

> Zabezpieczenie nadprądowe chroni przewód przed przegrzaniem, nie człowieka przed porażeniem — to rozróżnienie tłumaczy, dlaczego instalacja potrzebuje osobno wyłącznika nadprądowego i osobno wyłącznika różnicowoprądowego, zamiast jednego uniwersalnego urządzenia.

**Skróty użyte na tej stronie (1)**

| Skrót | Co znaczy |
|---|---|
| **DIN** | Deutsches Institut für Normung: niemiecki instytut normalizacyjny; szyna DIN to standardowa szyna montażowa aparatów w rozdzielnicy |

# Po co to istnieje

Środki ochrony opisane na stronie Ochrona przeciwporażeniowa — zwłaszcza samoczynne wyłączenie zasilania — potrzebują fizycznego urządzenia, które to wyłączenie wykona. Ta strona omawia aparaty, które tę rolę pełnią, oraz zabezpieczenie samych przewodów przed skutkami przeciążenia i zwarcia, co jest zadaniem odrębnym od ochrony ludzi.

# Zabezpieczenie nadprądowe — przed czym chroni

> **Pojęcie: zabezpieczenie nadprądowe.** Aparat, którego zadaniem jest przerwanie obwodu, gdy płynący przez niego prąd przekroczy wartość dopuszczalną dla danego przewodu — chroni sam przewód i podłączone do niego urządzenia przed skutkami przeciążenia i zwarcia, nie chroni bezpośrednio człowieka przed porażeniem. Ochronę ludzi przy uszkodzeniu izolacji zapewnia dopiero współdziałanie zabezpieczenia nadprądowego z układem sieci i przewodem ochronnym, opisane na stronie Ochrona przeciwporażeniowa, albo osobne urządzenie — wyłącznik różnicowoprądowy, opisany niżej.

Do zabezpieczeń nadprądowych zalicza się bezpieczniki topikowe oraz wyłączniki nadprądowe, zwane też nadmiarowoprądowymi. Razem z wyłącznikiem różnicowoprądowym i ogranicznikiem przepięć, opisanymi dalej, tworzą one trzy podstawowe aparaty zabezpieczające instalację:




a: wyłącznik nadmiarowoprądowy;
b: wyłącznik różnicowoprądowy;
c: ogranicznik przepięć

*Trzy podstawowe aparaty zabezpieczające instalację (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)*

# Bezpiecznik topikowy

**Pojęcie: bezpiecznik topikowy.** Zabezpieczenie jednorazowego użytku, w którym przerwanie obwodu elektrycznego następuje po określonym dla danego natężenia prądu czasie jego przepływu. Główną częścią bezpiecznika jest element topikowy wbudowany we wkładkę topikową — topik jest przewodnikiem elektrycznym, który nagrzewa się w wyniku płynięcia przez niego prądu. Gdy natężenie prądu jest zbyt duże przez dłuższy czas, topik nagrzewa się do temperatury, w której się topi, i w momencie przepalenia topika następuje zapalenie łuku elektrycznego — gdy natężenie płynącego prądu spadnie do zera, łuk gaśnie i prąd przestaje płynąć. Czas palenia się łuku zależy od rozłączanego napięcia, natężenia prądu oraz środowiska, w którym się pali. Wewnątrz wkładki topikowej znajduje się piasek kwarcowy, który pomaga wygasić łuk powstały w momencie przepalenia topika, pochłaniając jego energię cieplną.

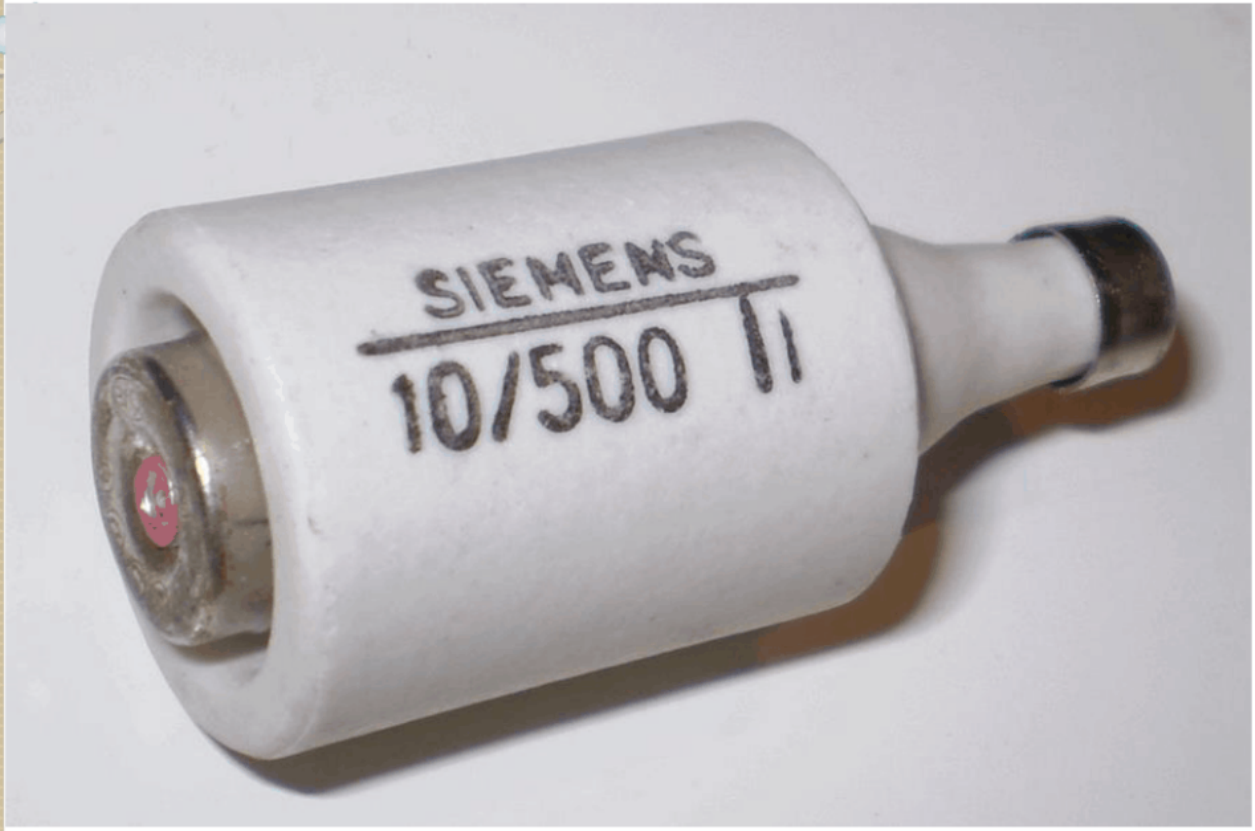
# BEZPIECZNIK TOPIKOWY



*Wkładki bezpiecznikowe topikowe różnych rozmiarów (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)*

**Pojęcie: kategoria pracy bezpiecznika.** Oznaczenie literowe określające zakres prądów, jakie dana wkładka bezpiecznikowa może bezpiecznie przenosić i wyłączać. Wkładki kategorii g są zabezpieczeniami pełnozakresowymi — przenoszą ciągle prąd znamionowy obwodu, a prądy o wartości zadziałania mogą wyłączyć aż do wartości nominalnego prądu wyłączania, co daje ochronę zarówno przed przeciążeniem, jak i przed zwarciem. Wkładki kategorii a są zabezpieczeniami niepełnozakresowymi — przenoszą ciągle prądy do wartości prądu nominalnego obwodu, ale wyłączają skutecznie dopiero prądy powyżej określonej krotności prądu nominalnego, więc chronią przed zwarciem, a nie przed łagodniejszym, długotrwałym przeciążeniem.

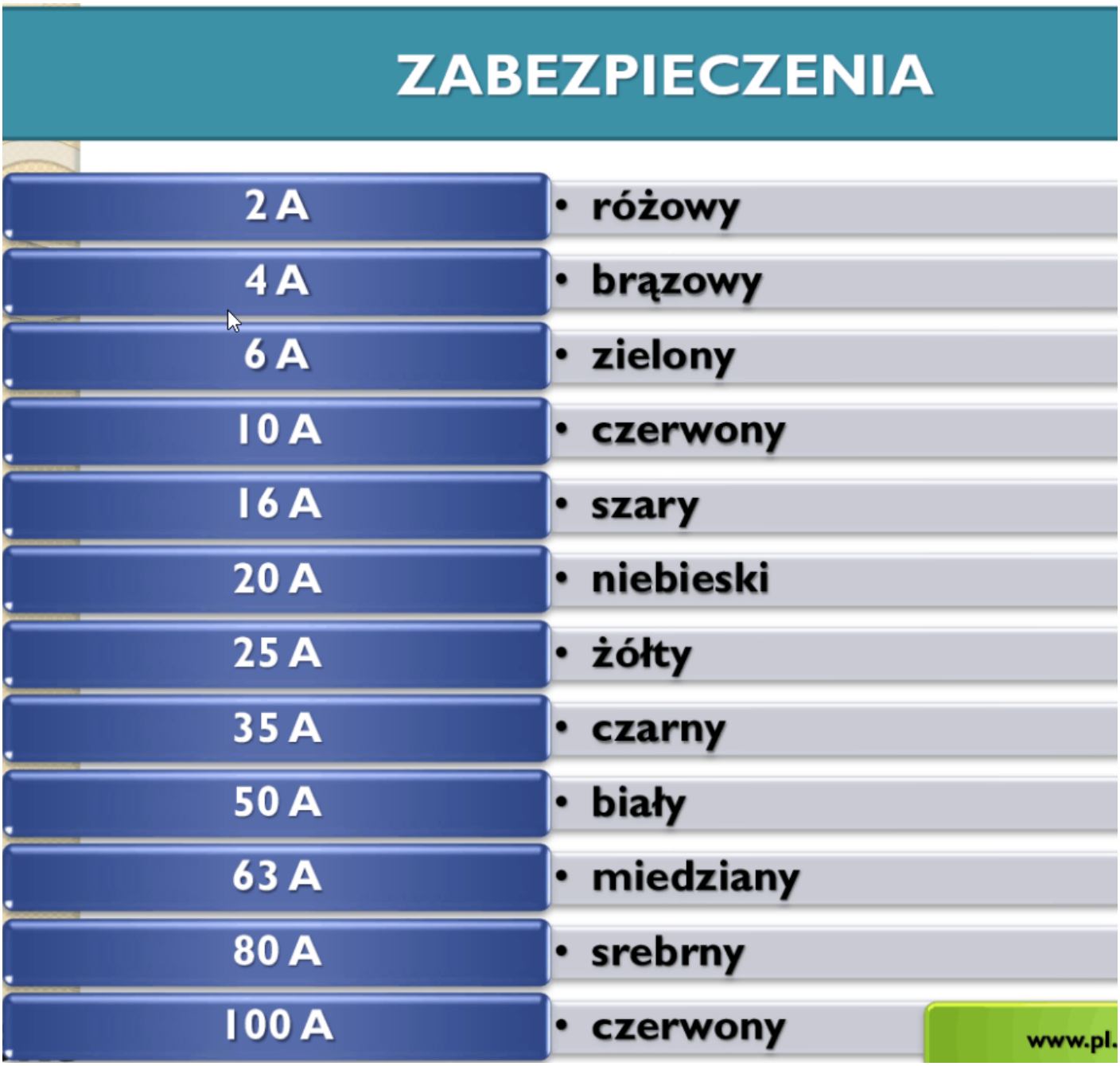
# BEZPIECZNIK TOPIKOWY




*Bezpiecznik topikowy z czytelnym oznaczeniem parametrów znamionowych (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)*

Bezpieczniki topikowe stosuje się do zabezpieczania urządzeń ogólnego przeznaczenia, przewodów i kabli, silników, transformatorów, urządzeń elektroenergetycznych górniczych oraz elementów energoelektronicznych — dobór kategorii pracy i wartości prądu znamionowego zależy od charakteru chronionego obiektu, na przykład silniki wymagają wkładek tolerujących chwilowy prąd rozruchowy znacznie wyższy od prądu znamionowego pracy ciągłej.

Prąd znamionowy wkładki rozpoznaje się dodatkowo po kolorze jej wskaźnika zadziałania:




*Kolorowe oznaczenia wkładek bezpiecznikowych wg prądu znamionowego (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)*

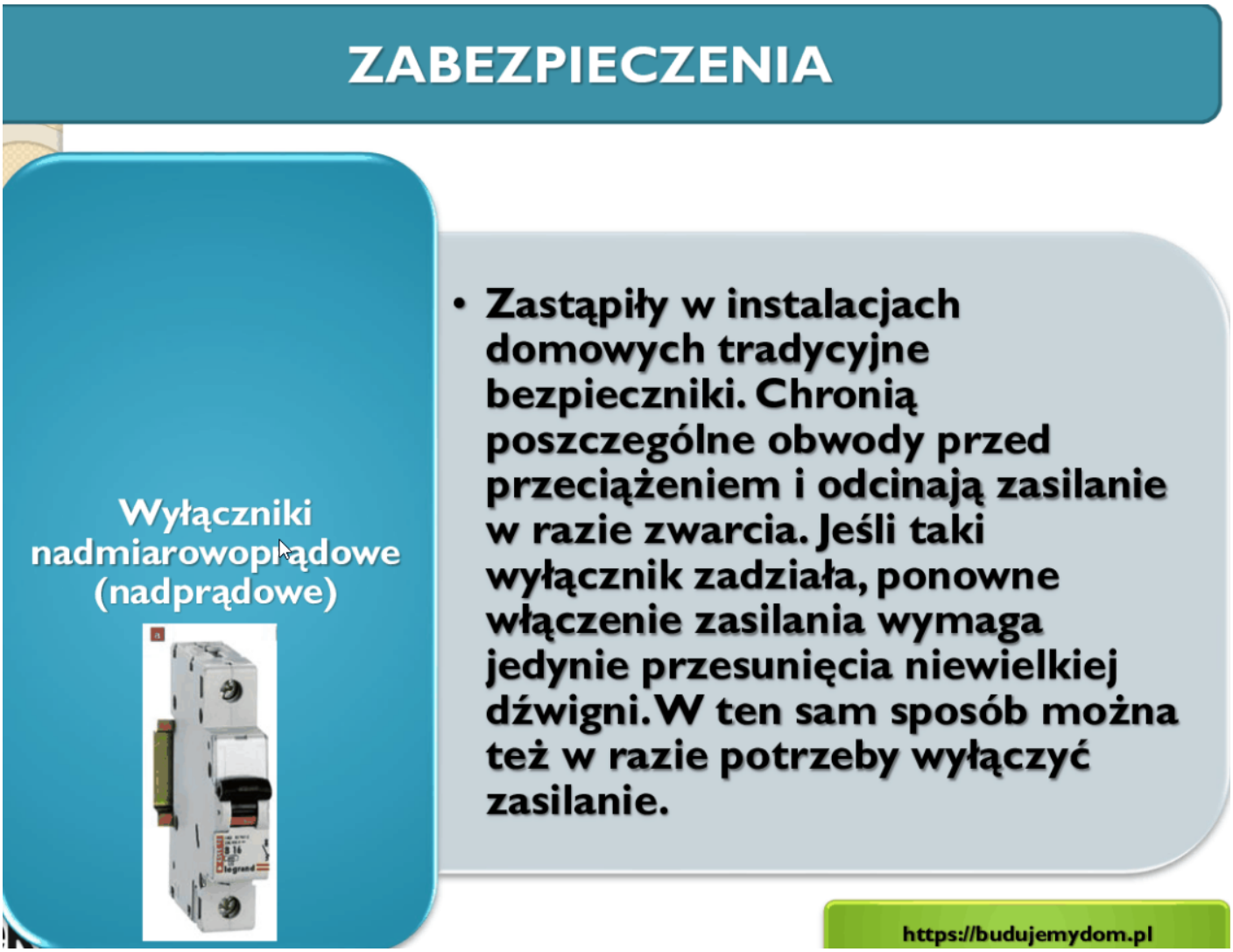
Starszym, ale wciąż spotykanym rozwiązaniem opartym na tej samej zasadzie topikowej są wkręcane bezpieczniki automatyczne:




*Wkręcane bezpieczniki automatyczne o różnych prądach znamionowych (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)*

# Wyłącznik nadprądowy

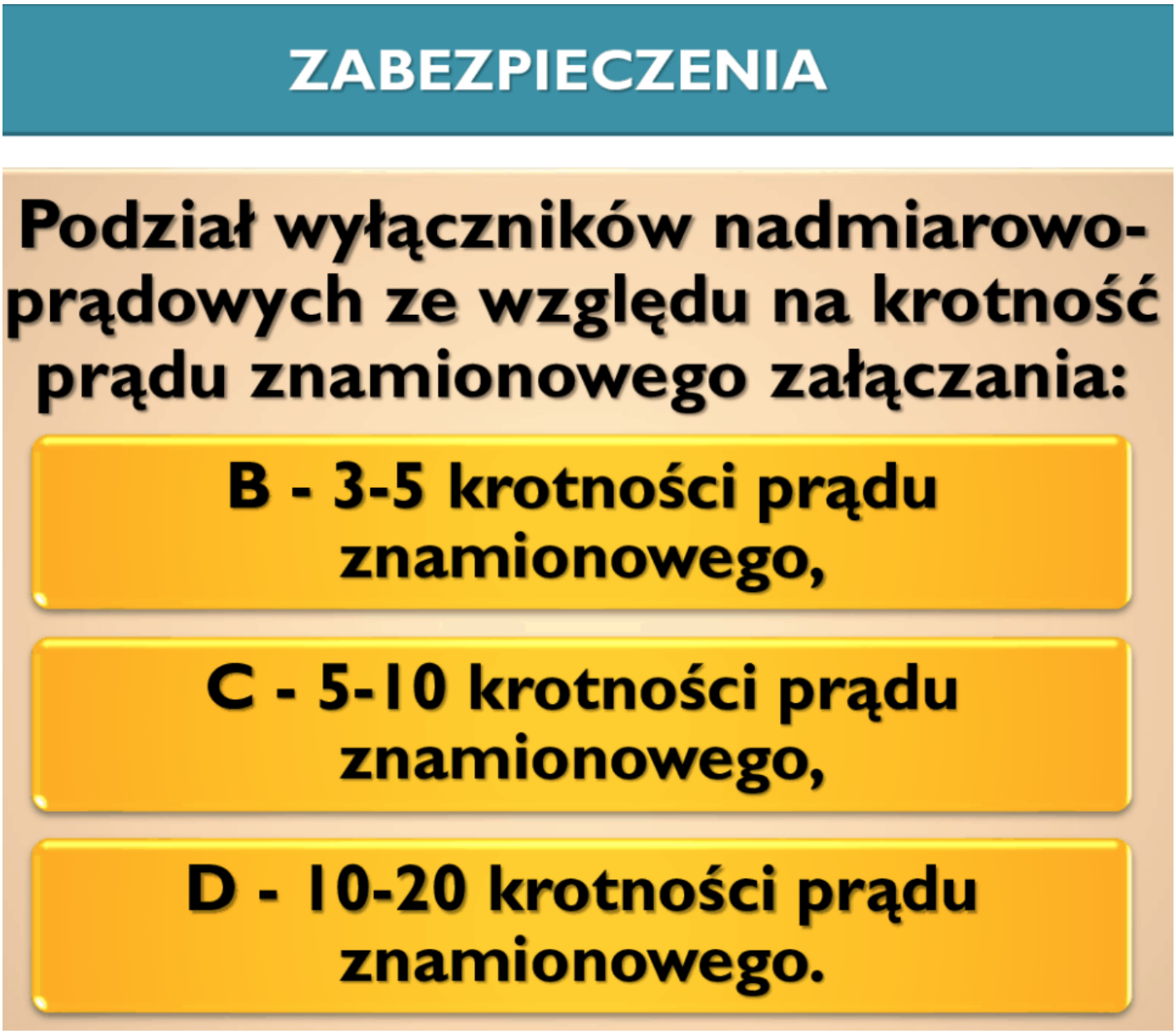
**Pojęcie: wyłącznik nadprądowy (nadmiarowoprądowy).** Aparat, który zastąpił w instalacjach domowych tradycyjne bezpieczniki topikowe. Chroni poszczególne obwody przed przeciążeniem i odcina zasilanie w razie zwarcia. Jeśli wyłącznik zadziała, ponowne włączenie zasilania wymaga jedynie przesunięcia niewielkiej dźwigni z powrotem do pozycji załączonej — w odróżnieniu od bezpiecznika topikowego, którego przepaloną wkładkę trzeba fizycznie wymienić.




*Wyłącznik nadmiarowoprądowy (instalacyjny) (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)*

**Pojęcie: charakterystyka wyłącznika.** Oznaczenie literowe określające, przy jakiej krotności prądu znamionowego wyłącznik zadziała w reakcji na zwarcie — im wyższa krotność w oznaczeniu, tym wyższy prąd rozruchowy odbiornika wyłącznik toleruje bez niepotrzebnego wyłączenia.

| Charakterystyka | Krotność prądu znamionowego | Typowe zastosowanie |
|---|---|---|
| B | 3–5 krotności | obwody oświetleniowe i gniazdkowe bez dużych prądów rozruchowych |
| C | 5–10 krotności | odbiorniki o umiarkowanym prądzie rozruchowym, typowa instalacja domowa |
| D | 10–20 krotności | odbiorniki o dużym prądzie rozruchowym, na przykład silniki |




*Podział wyłączników nadprądowych na charakterystyki B, C i D (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)*

Wybór charakterystyki jest kompromisem — zbyt niska krotność w stosunku do prądu rozruchowego odbiornika powoduje niepotrzebne wyłączenia przy każdym uruchomieniu urządzenia, a zbyt wysoka krotność opóźnia zadziałanie zabezpieczenia przy rzeczywistym zwarciu, wydłużając czas, w którym przez uszkodzony obwód płynie niebezpiecznie duży prąd.

# Wyłącznik różnicowoprądowy

> **Pojęcie: wyłącznik różnicowoprądowy (RCD).** Aparat, który reaguje na upływ prądu w chronionym obwodzie i wyłącza wówczas jego zasilanie, niezależnie od tego, czy wartość tego prądu jest wystarczająca do zadziałania zabezpieczenia nadprądowego. Upływ prądu może być spowodowany porażeniem człowieka albo tak zwanym przebiciem — gdy

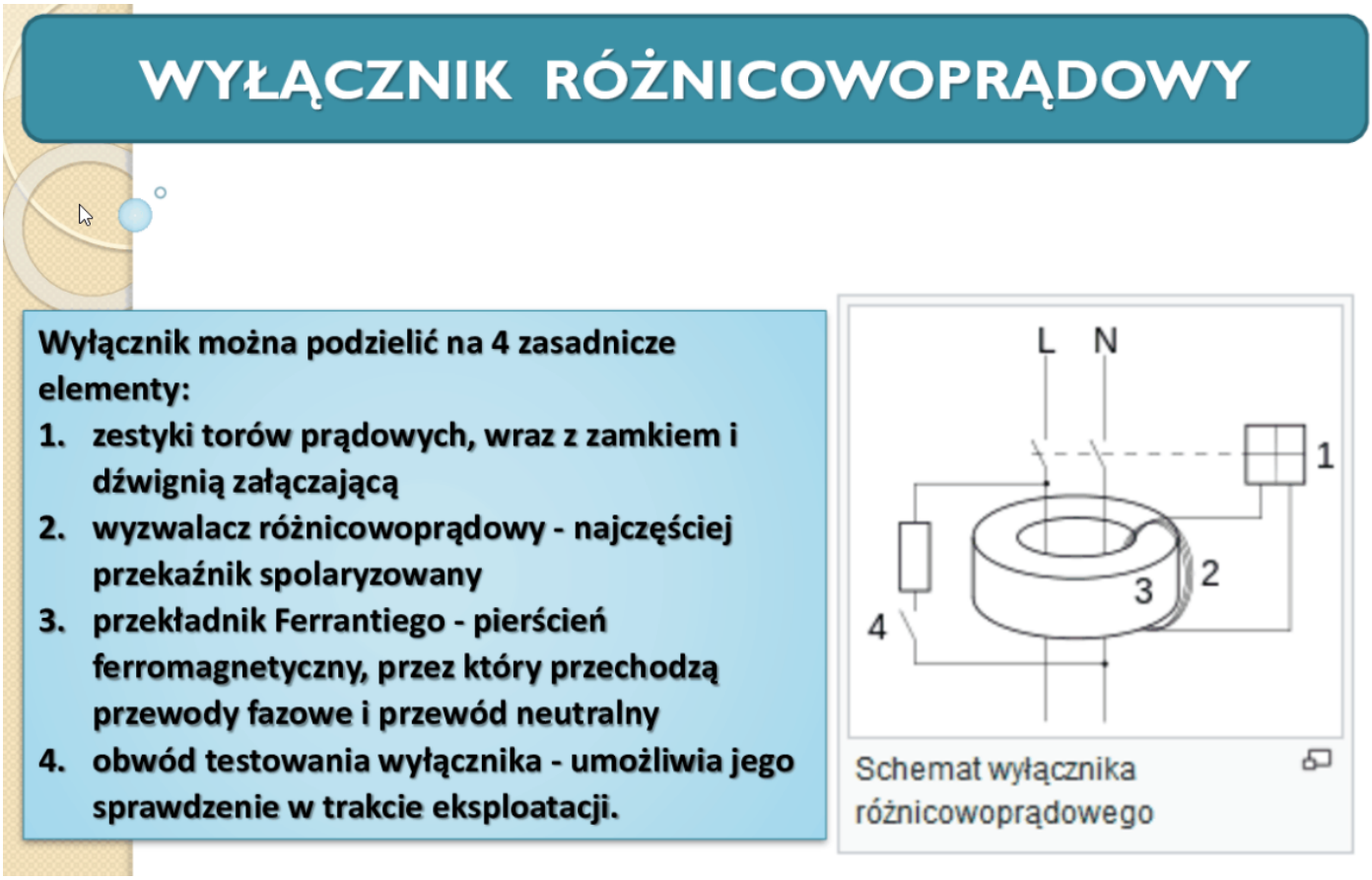
urządzenie ulegnie uszkodzeniu, prąd pojawia się na jego obudowie i płynie przewodem ochronnym do uziomu i do gruntu. W przeciwieństwie do zabezpieczenia nadprądowego, wyłącznik różnicowoprądowy chroni bezpośrednio człowieka, bo reaguje na prądy rzędu miliamperów, a nie amperów.




*Wyłącznik różnicowoprądowy (RCCB) montowany na szynie DIN (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)*

Zasada działania opiera się na porównaniu prądu płynącego przewodem fazowym z prądem powracającym przewodem neutralnym — w warunkach normalnych są one sobie równe, bo cały prąd, który popłynął do odbiornika, wraca tą samą drogą. Gdy pojawia się upływ, na przykład przez ciało człowieka albo przez uszkodzoną izolację do ziemi, część prądu wraca inną drogą niż przewód neutralny, więc prądy w obu przewodach przestają być sobie równe — tę różnicę wykrywa przekładnik prądowy wewnątrz wyłącznika i wyzwala mechanizm wyłączający.

Wyłącznik różnicowoprądowy składa się z czterech zasadniczych elementów: zestyków torów prądowych wraz z zamkiem i dźwignią załączającą, wyzwalacza różnicowoprądowego — najczęściej przekaźnika spolaryzowanego, przekładnika Ferrantiego — pierścienia ferromagnetycznego, przez który przechodzą przewody fazowe i przewód neutralny, oraz obwodu testowania wyłącznika, umożliwiającego jego sprawdzenie w trakcie eksploatacji.

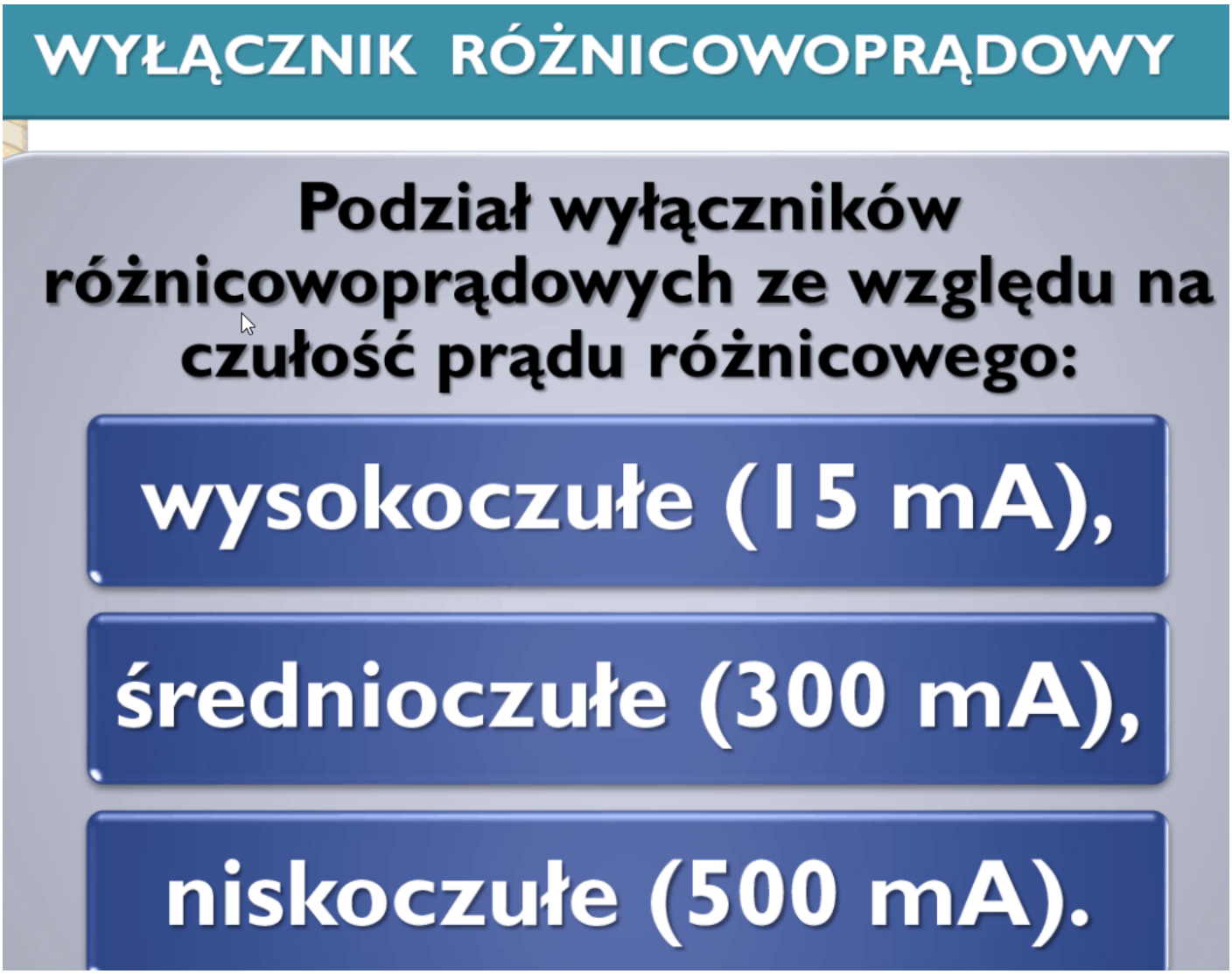



*Budowa wewnętrzna wyłącznika różnicowoprądowego (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)*

> **Pojęcie: prąd różnicowy znamionowy.** Wartość prądu upływu, przy której wyłącznik różnicowoprądowy ma zagwarantowane zadziałanie. W instalacjach domowych trzeba obowiązkowo stosować wyłączniki wysokoczułe, reagujące na prąd upływu nie większy niż 30 mA. Do zabezpieczania obwodów na zewnątrz domu stosuje się nawet jeszcze czulsze wyłączniki, na przykład 10 mA, żeby skutecznie zabezpieczały przed porażeniem osoby stąpającej boso po ziemi czy mokrej trawie. Tak czułych wyłączników wewnątrz domu zwykle nie warto stosować, bo w odniesieniu do wielu urządzeń domowych, na przykład grzejników elektrycznych, bardzo małe, wynoszące kilka miliamperów upływy prądu są dopuszczalne i w sprawnej instalacji nie są niebezpieczne.

Ze względu na czułość prądu różnicowego wyłączniki dzieli się na wysokoczułe — reagujące na prąd upływu do 30 mA, jak w akapicie wyżej — średnioczułe, reagujące na prąd rzędu 300 mA, oraz niskoczułe, reagujące na prąd rzędu 500 mA. Wyłączniki średnio- i niskoczułe nie chronią

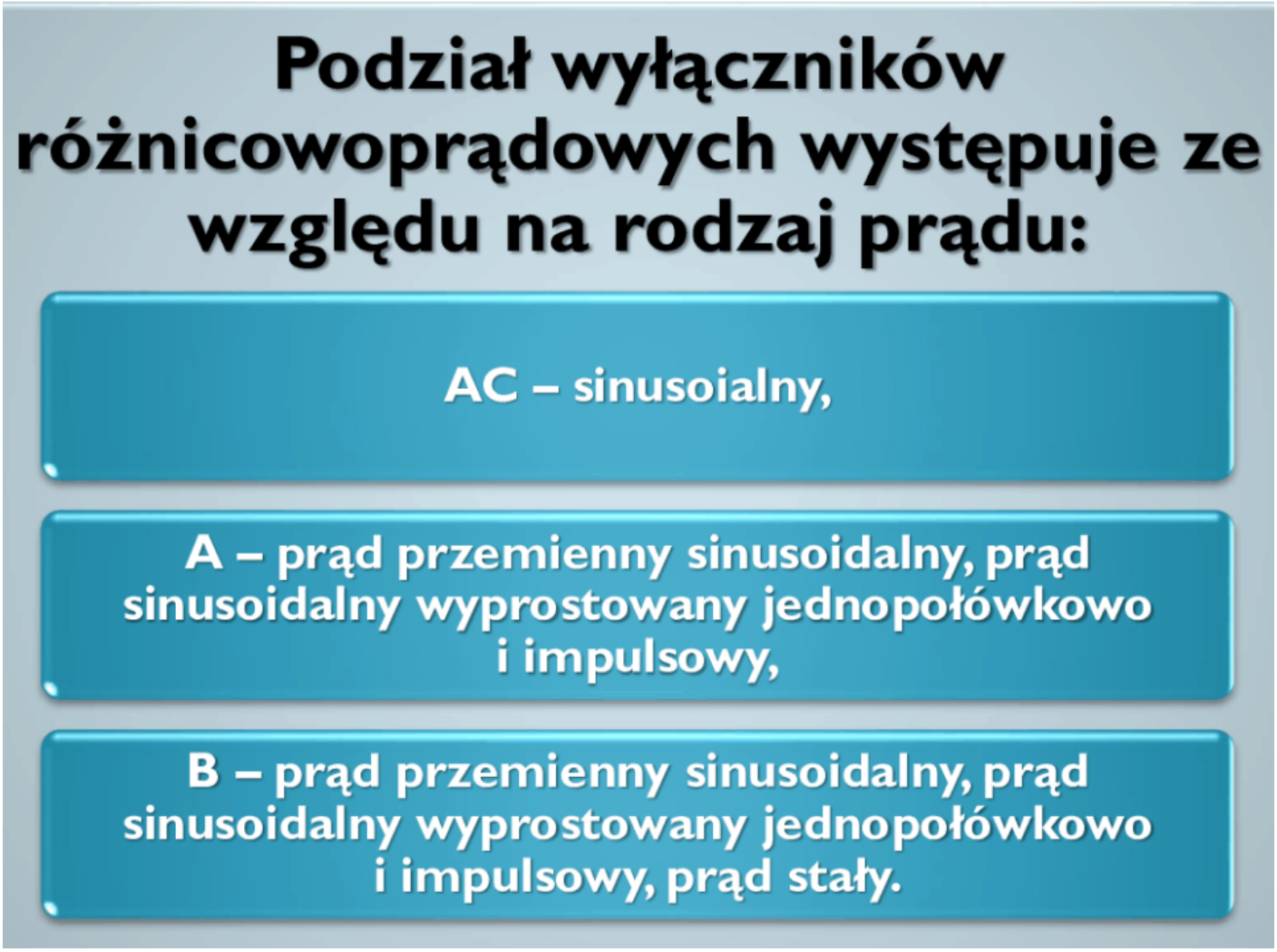
bezpośrednio człowieka przed porażeniem — służą głównie do ochrony przeciwpożarowej instalacji, wyłączając zasilanie przy upływach zbyt małych, żeby zadziałało zabezpieczenie nadprądowe, ale wystarczająco dużych, żeby stwarzać ryzyko powstania łuku i pożaru.




*Podział wyłączników różnicowoprądowych wg progu zadziałania (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)*

Ze względu na rodzaj prądu upływu, jaki wyłącznik jest w stanie wykryć, rozróżnia się typy: AC, wykrywający wyłącznie sinusoidalny prąd przemienny; A, wykrywający prąd przemienny sinusoidalny oraz prąd sinusoidalny wyprostowany jednopołówkowo i impulsowy; oraz B, wykrywający dodatkowo prąd stały, obok wszystkich rodzajów prądu wykrywanych przez typ A. Dobór typu zależy od charakteru odbiorników w chronionym obwodzie — urządzenia z przekształtnikami elektronicznymi, na przykład falowniki czy ładowarki pojazdów elektrycznych, mogą wytwarzać w razie uszkodzenia prąd upływu o składowej stałej, którego wyłącznik typu AC w ogóle nie wykryje, dlatego dla takich obwodów wymagany jest typ A albo B.

# ZABEZPIECZENIA




*Podział wyłączników różnicowoprądowych wg rodzaju prądu upływu (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)*

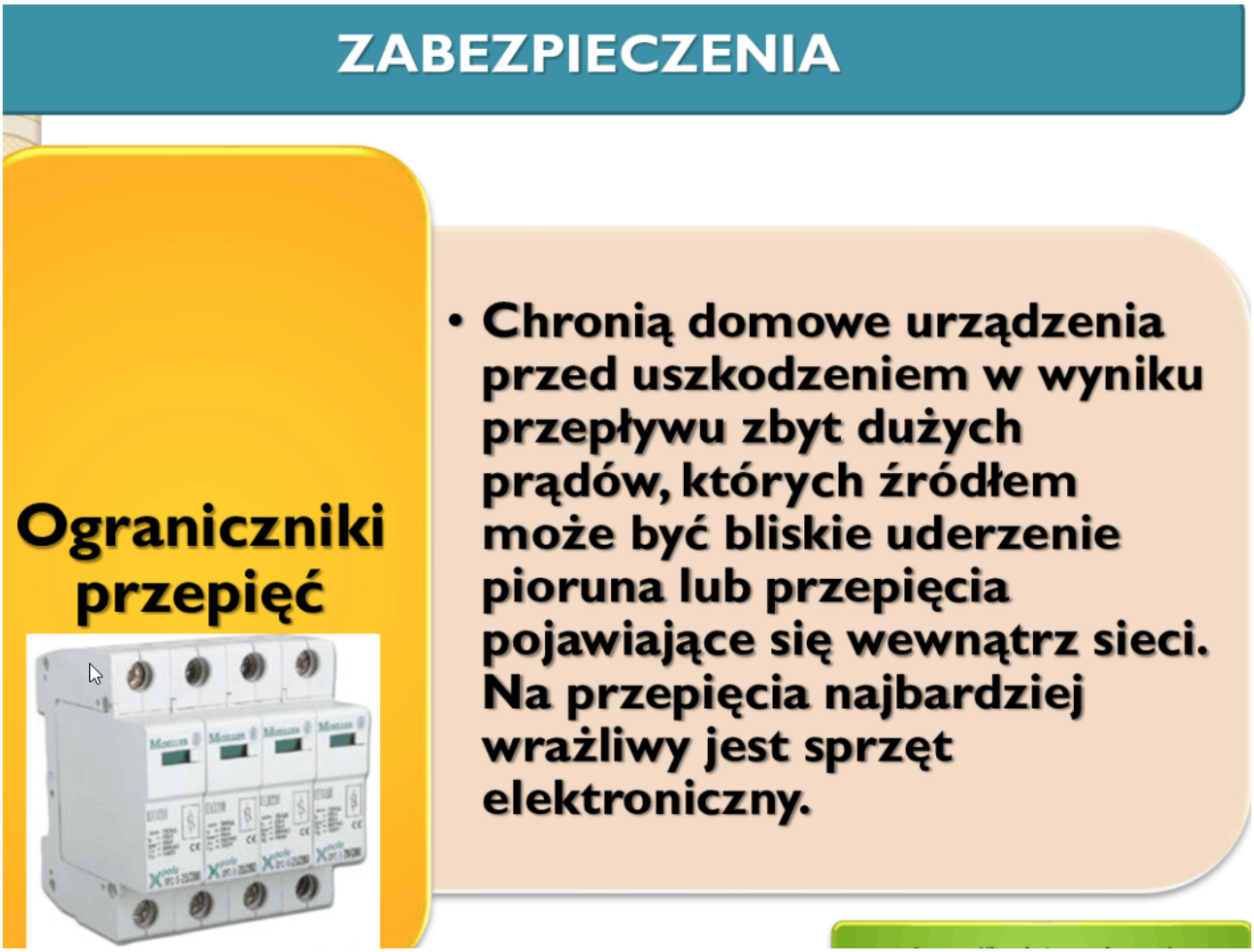
> **Pojęcie: selektywność.** Właściwość układu zabezpieczeń polegająca na tym, że w razie usterki wyłącza się tylko ten fragment instalacji, w którym usterka wystąpiła, a nie cała instalacja naraz. Ponieważ wyłączniki różnicowoprądowe są stosunkowo drogie, powszechną praktyką jest stosowanie tylko jednego takiego zabezpieczenia w całej instalacji — to bardzo złe rozwiązanie, bo w razie awarii cały dom zostaje pozbawiony prądu aż do czasu, gdy zlokalizowane zostanie uszkodzenie. Selektywność uzyskuje się przez podział instalacji na kilka obwodów, z których każdy ma własny wyłącznik różnicowoprądowy, tak żeby usterka w jednym obwodzie nie odcinała zasilania w pozostałych.

Sprawność wyłączników różnicowoprądowych trzeba sprawdzać nie rzadziej niż raz w miesiącu. Po naciśnięciu umieszczonego na obudowie przycisku testowego wyłącznik powinien zadziałać, odcinając zasilanie — ten test wymusza sztuczny, niewielki prąd różnicowy wewnątrz samego

urządzenia i sprawdza mechanicznie sprawność wyzwalacza, niezależnie od tego, czy w chronionym obwodzie w ogóle kiedykolwiek doszło do rzeczywistego upływu.

# Ogranicznik przepięć

> **Pojęcie: ogranicznik przepięć.** Urządzenie chroniące instalację i podłączone do niej odbiorniki przed uszkodzeniem w wyniku przepływu zbyt dużych prądów, których źródłem może być bliskie uderzenie pioruna albo przepięcia pojawiające się wewnątrz samej sieci, na przykład przy łączeniach dużych obciążeń indukcyjnych. Na przepięcia najbardziej wrażliwy jest sprzęt elektroniczny, dlatego ograniczniki przepięć stosuje się szczególnie tam, gdzie instalacja zasila taki sprzęt.




*Ogranicznik przepięć montowany na szynie DIN (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)*

# Rozłącznik izolacyjny

> **Pojęcie: rozłącznik izolacyjny.** Aparat łączeniowy przeznaczony do ręcznego otwierania i zamykania obwodu, dający widoczną i pewną przerwę izolacyjną w stanie otwartym, ale bez zdolności wyłączania prądu zwarciowego — w odróżnieniu od wyłącznika nadprądowego, rozłącznik izolacyjny służy do bezpiecznego odłączenia obwodu spod napięcia na czas prac, a nie do automatycznej reakcji na przeciążenie czy zwarcie. To właśnie rozłącznik izolacyjny, a nie sam wyłącznik nadprądowy, jest aparatem, którego stan otwarty stanowi podstawę procedury zabezpieczenia przed przypadkowym załączeniem opisanej na stronie Organizacja pracy przy urządzeniach elektroenergetycznych, bo daje jednoznacznie widoczną przerwę w obwodzie.

# Dobór zabezpieczenia do przekroju przewodu

Zabezpieczenie nadprądowe dobiera się tak, żeby jego prąd znamionowy nie przekraczał obciążalności prądowej długotrwałej przewodu, który ma chronić — inaczej zabezpieczenie zadziała dopiero przy prądzie, który wcześniej zdążyłby przegrzać izolację przewodu. Obciążalność prądowa przewodu zależy od jego przekroju, materiału żyły, sposobu ułożenia oraz warunków otoczenia, w tym temperatury i sąsiedztwa innych obciążonych przewodów, które wzajemnie się nagrzewają. Dokładne tabele doboru przekroju przewodu do prądu znamionowego zabezpieczenia, uwzględniające wszystkie współczynniki korekcyjne, znajdują się w aktualnie obowiązujących normach instalacyjnych i warto się do nich odwołać bezpośrednio przy projektowaniu konkretnego obwodu, zamiast opierać dobór na wartościach zapamiętanych z jednego przykładu.

# Częste błędy

**Zakładanie, że zabezpieczenie nadprądowe chroni człowieka przed porażeniem.** Wyłącznik nadprądowy i bezpiecznik topikowy reagują na prąd rzędu amperów, potrzebny do zadziałania w rozsądnym czasie — prąd, który może zabić człowieka, mieści się w zakresie miliamperów, a więc wielokrotnie niższym. Ochronę ludzi przed porażeniem przy uszkodzeniu izolacji zapewnia wyłącznik różnicowoprądowy, nie zabezpieczenie nadprądowe.

**Stosowanie wyłącznika różnicowoprądowego typu AC tam, gdzie odbiornik może generować prąd upływu ze składową stałą.** Falowniki, ładowarki pojazdów elektrycznych i inne urządzenia z przekształtnikami elektronicznymi mogą w razie uszkodzenia wytworzyć prąd upływu, którego typ AC w ogóle nie wykryje — dobór typu A albo B nie jest tu kwestią ostrożności, tylko warunkiem, żeby zabezpieczenie w ogóle zadziałało.

# Tablice i ilustracje




*Oznaczenia literowe wyłączników wg chronionego obwodu (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)*

# Ćwiczenia

**1. Obwód zasilający silnik o dużym prądzie rozruchowym jest zabezpieczony wyłącznikiem nadprądowym o charakterystyce B. Jaki problem praktyczny to powoduje i jaką charakterystykę należałoby zastosować zamiast tego?**

**Odpowiedź**

Charakterystyka B wyłącza obwód już przy 3–5-krotności prądu znamionowego, a prąd rozruchowy silnika typowo znacznie przekracza tę wartość, więc wyłącznik będzie się niepotrzebnie wyłączał przy każdym uruchomieniu silnika. Właściwym wyborem jest charakterystyka D, tolerująca 10–20-krotność prądu znamionowego, dopasowana do wysokich prądów rozruchowych silników.

**2. Instalacja domowa ma tylko jeden wyłącznik różnicowoprądowy na całą instalację. Jaki jest praktyczny skutek takiego rozwiązania w razie awarii jednego obwodu i jak nazywa się właściwość instalacji, której w tym rozwiązaniu brakuje?**

**Odpowiedź**

W razie awarii, na przykład uszkodzenia izolacji w jednym urządzeniu, wyłącza się cały dom, a nie tylko obwód, w którym doszło do usterki, dopóki uszkodzenie nie zostanie zlokalizowane. Brakującą właściwością jest selektywność — uzyskuje się ją, dzieląc instalację na kilka obwodów, z których każdy ma własny wyłącznik różnicowoprądowy.

**3. Dlaczego przewodu PEN, o którym mowa na stronie o układach sieci, nigdy nie zabezpiecza się osobnym wyłącznikiem ani bezpiecznikiem, w odróżnieniu od przewodów fazowych?**

**Odpowiedź**

Przewód PEN łączy funkcję przewodu neutralnego i ochronnego jednocześnie. Jego przerwanie, na przykład przez zadziałanie zabezpieczenia, jednocześnie pozbawiałoby wszystkie podłączone do niego obudowy ochrony przeciwporażeniowej i mogłoby podnieść ich potencjał do wartości bliskiej napięciu fazowemu, zamieniając bezpieczne w dotyku urządzenia w źródło porażenia — dlatego przewodu PEN nie wolno przerywać żadnym aparatem łączeniowym.

**Powiązane:** Ochrona przeciwporażeniowa · Układy sieci TN, TT, IT · Pomiary ochronne

Revision #36
Created 2026-09-25 08:26:39 UTC by Tomasz Konieczny
Updated 2026-10-26 14:16:45 UTC by Tomasz Konieczny