

1	Wyłączniki różnicowoprądowe	6
1.1	Informacje ogólne	8
1.2	Funkcje	10
1.3	Wybór urządzenia / planowanie	12
1.4	Przepisy normatywne	23
1.5	Systemy montażowe	26
1.6	Przypadkowe zadziałanie	27
2	Wyłączniki nadprądowe	28
2.1	Informacje ogólne	30
2.2	Funkcje	32
2.3	Charakterystyka wyzwalań	34
2.4	Wybór urządzenia / planowanie	37
2.5	Przepisy normatywne	43
2.6	Systemy montażowe	44
3	Wkładki bezpiecznikowe NH	46
3.1	Informacje ogólne	48
3.2	Funkcje	49
3.3	Charakterystyka wyzwalań	49
3.4	Wybór urządzenia / planowanie	52
3.5	Przepisy normatywne	52
3.6	Systemy montażowe	53
4	Ochrona uzupełniająca / selektywność	54
4.1	Informacje ogólne	56
4.2	Ochrona uzupełniająca	57
4.3	Selektywność	59
4.4	Planowanie selektywności	66

QuickConnect łączy szybkość i bezpieczeństwo

Wtykaj zamiast przykręcać

Metoda łączeniowa QuickConnect umożliwia łączenie przewodów, jak również szyn fazowych, bez przykręcania zacisków. Metoda ta jest o wiele bezpieczniejsza niż zaciski śrubowe ze względu na stałe oddziaływanie sprężyny na przewód, jednocześnie skraca czas montażu.

Okablowanie wyjściowe QuickConnect

Przewody linkowe nie wymagają przeplotu ani tulejek końcowych. Druty mocowane są bez użycia narzędzi. Do montażu linki lub demontażu przewodu w zacisku QuickConnect należy użyć wkrętaka 2,5 mm.

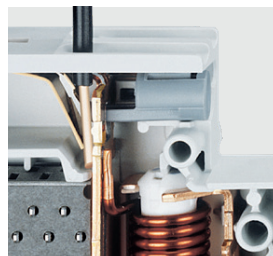


Dzięki stałej sile docisku, która nie zmienia się z upływem czasu, instalacja jest właściwie bezobsługowa. W przeciwieństwie do zacisków śrubowych, które luzują się na przykład przy wstrząsach i powodują zagrożenie, system QuickConnect nie wymaga kontroli i regulacji siły docisku.

Połączenia zasilające QuickConnect z szynami fazowymi



Dzięki zaciskom wtykowym Bi-Connect po stronie wejściowej, poziomą szynę fazową wystarczy tylko wetknąć i gotowe!



Urządzenia zabezpieczające z techniką łączeniową QuickConnect



Władza nad systemem: rozłącznik izolacyjny

Modułowe rozłączniki izolacyjne gwarantują proste, szybkie i bezpieczne zasilanie bezpośrednio na szynach fazy.

Asortyment:

- Rozłącznik 4P 25 A, 40 A i 63 A (z systemem śrubowym)



Kompaktowa moc: wyłącznik różnicowoprądowy z członem nadprądowym

Mniej oznacza więcej! Rozbudowane kombinacje złożone z pojedynczych wyłączników nadprądowych i różnicowoprądowych można zastąpić zestawami, które zabierają mniej miejsca.

Asortyment:

- RCBO 1P +
- RCBO 3 x 1P +
- RCBO 4



Nowa definicja ochrony: warianty wyłączników nadprądowych

Nawet, gdy nie jest wymagane zabezpieczenie różnicowoprądowe, potrzebne są kompleksowe systemy zabezpieczeń przetężeniowych. Wyłączniki MCB zarówno chronią instalację, jak również stanowią element ochrony przeciwporażeniowej.

Asortyment:

- MCB 1
- MCB 1P +
- MCB 3
- MCB 3P +



Więcej o systemie
QuickConnect dowiesz
się z broszury na hager.pl

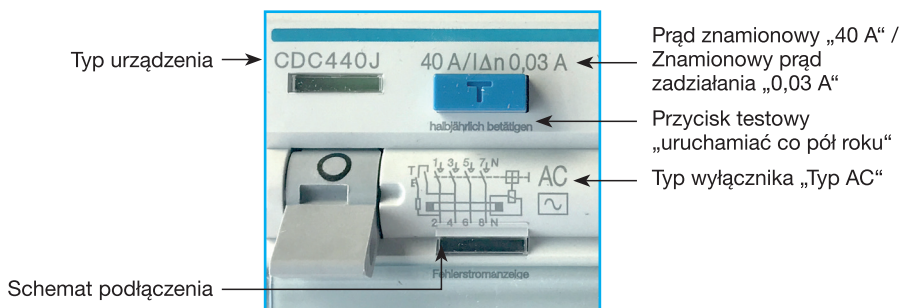
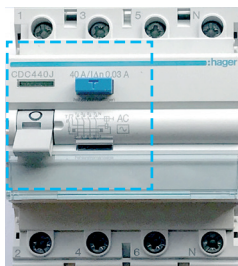
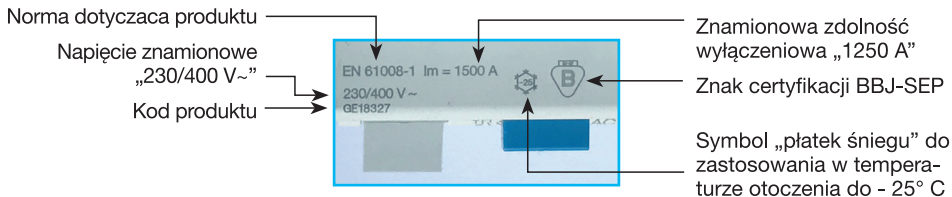


Wyłączniki różnicowoprądowe



1	Wyłączniki różnicowoprądowe	6
1.1	Informacje ogólne	8
1.2	Funkcje	10
1.3	Wybór urządzenia / planowanie	12
1.4	Przepisy normatywne	23
1.5	Systemy montażowe	26
1.6	Przypadkowe zadziałanie	27

1.1 Informacje ogólne



Wyłączniki różnicowoprądowe (RCD) chronią przed skutkami porażenia prądem elektrycznym. Stanowią element uzupełniający systemu ochrony przeciwporażeniowej. Stosowane są w celu ochrony osób i zwierząt w przypadku dotyku pośredniego lub bezpośredniego. Dodatkowo zapewniają ochronę przed uszkodzeniem oraz pożarem spowodowanym uszkodzeniem izolacji.

Pojęcia

RCD residual current operated device

RCCB residual current operated circuit-breaker

RCBO residual current operated circuit-breaker with overcurrent protection

Wyłącznik różnicowoprądowy

Wyłącznik różnicowoprądowy bez wbudowanego zabezpieczenia nadprądowego

Wyłącznik różnicowoprądowy z wbudowanym zabezpieczeniem nadprądowym

Typ AC 



Typ A 



Typ A HI 



Opis

Reaguje na prądy różnicowe przemienne sinusoidalne.

Reaguje na prądy różnicowe przemienne sinusoidalne i wyprostowane jednofazowo.

Reaguje na prądy różnicowe przemienne sinusoidalne i zadziałanie krótkozwłoczne. Odporny na krótkotrwałe udary prądowe (High immunity).

Prąd znamionowy I_n 16 A do 125 A

16 A do 125 A

25 A do 125 A

Znamionowy prąd zadziałania $I_{\Delta n}$ 10 mA, 30 mA, 300 mA (plus wersje selektywne)

10 mA, 30 mA, 300 mA (plus wersje selektywne)

30 mA, 300 mA (plus wersje selektywne)

Znamionowy prąd zwarcia I_{nc} 10 kA (16 A do 125 A)
6 kA (16 A, 125 A)

10 kA (16 A do 125 A)
6 kA (16 A do 125 A)

10 kA (16 A do 125 A)
6 kA (16 A, 125 A)

Typ F 



Typ B  



Opis

Reaguje na prądy różnicowe przemienne sinusoidalne i wyprostowane jednofazowo oraz prądy o mieszanej częstotliwości do 1 kHz.

Reaguje na prądy różnicowe przemienne sinusoidalne i wyprostowane jednofazowo oraz prądy stałe wygładzone.

Prąd znamionowy I_n 25 A do 63 A

40 A, 63 A

Znamionowy prąd zadziałania $I_{\Delta n}$ 30 mA

30 mA, 300 mA

Znamionowy prąd zwarcia I_{nc} 10 kA

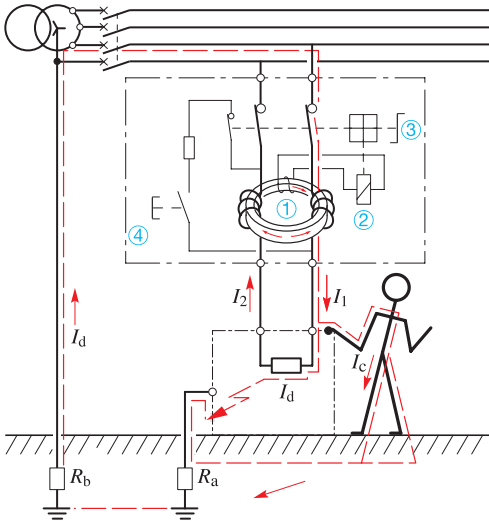
6 kA

1.2 Funkcje

1.2.1 Zasada działania wyłącznika różnicowoprądowego

Do najważniejszych elementów wyłącznika różnicowoprądowego RCCB należą:

- ① Przekładnik prądowy sumujący
- ② Wyzwalacz różnicowoprądowy
- ③ Zamek i styki wyłącznika
- ④ Obwód testowania



Aby wyłącznik różnicowoprądowy zadziałał, muszą zostać spełnione następujące warunki:

- uziemiony punkt wspólny transformatora (układy TN lub TT)
- brak połączenia między przewodem N i PE za wyłącznikiem różnicowoprądowym
- przewodów PE i PEN nie wolno prowadzić przez przekładnik prądowy sumujący
- sieć prądu przemiennego (AC)

I_1 : prąd „wejściowy” odbiornika

I_2 : prąd „wyjściowy” odbiornika

I_d : prąd różnicowy

I_c : prąd płynący przez ciało podczas kontaktu z obudową znajdującą się pod napięciem

R_b : rezystancja uziemienia przewodu neutralnego

R_a : rezystancja uziemienia układu TN

W przypadku uszkodzenia izolacji $I_1 = I_2 + I_d$: jeśli $I_1 > I_2$ to w rdzeniu indukowany jest impuls magnetyczny, który wytwarza napięcie w uzwojeniu wtórnym i aktywuje wyłącznik

Przekładnik prądowy sumujący

Wokół przekładnika nawinięte są przewody neutralny i fazowy. Pola magnetyczne poszczególnych przewodów wytwarzają w przekładniku strumień magnetyczny. Jeśli suma prądów wpływających ma taką samą wartość jak suma prądów wypływających (pierwsze prawo Kirchhoffa), to składowe strumienie magnetyczne się znoszą.

Cewka wyzwalająca

Jeśli w przypadku uszkodzenia pojawi się prąd upływowy doziemny, powstaje nierównowaga w oknie przekładnika prądowego sumującego i indukowany jest prąd w przekładniku wyzwalającym. Indukowany prąd jest proporcjonalny do prądu różnicowego i powoduje przerwanie głównego obwodu elektrycznego przy pomocy wyłącznika.

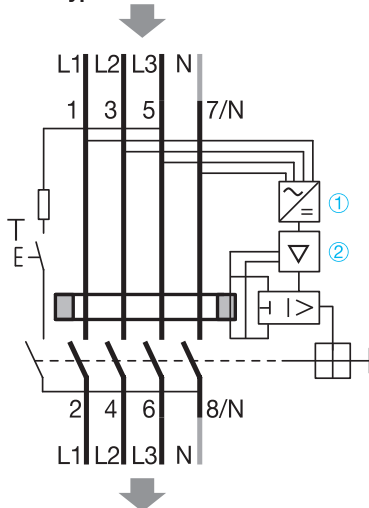
Wyłącznik

Wyłącznik wyłącza wszystkie bieguny głównego obwodu elektrycznego. Zintegrowany tryb neutralny zadziała w przypadku, gdy dźwignia zostanie zablokowana w pozycji włączonej.

Obwód testowy

Po naciśnięciu przycisku testowego poprzez rezystor testowy przepływa prąd różnicowy. Obwód instalacji testowej znajduje się poza obrębem przekładnika prądowego sumującego, aby umożliwić kontrolę działania cewki wyzwalającej oraz wyłącznika. Instalacja testowa działa tylko wtedy, gdy podłączone jest napięcie zasilające. Test należy przeprowadzać co pół roku. W przypadku urządzeń niestacjonarnych test należy przeprowadzać każdego dnia pracy urządzenia.

1.2.2 Funkcje wyłącznika typu B



Wyłącznik różnicowoprądowy typu B reagujący na wszystkie typy prądu. Składa się z tych samych elementów, z jakich składa się wyłącznik typu A. Dodatkowo posiada on dwa ważne elementy:

- ① Zasilacz
- ② Układ elektroniczny

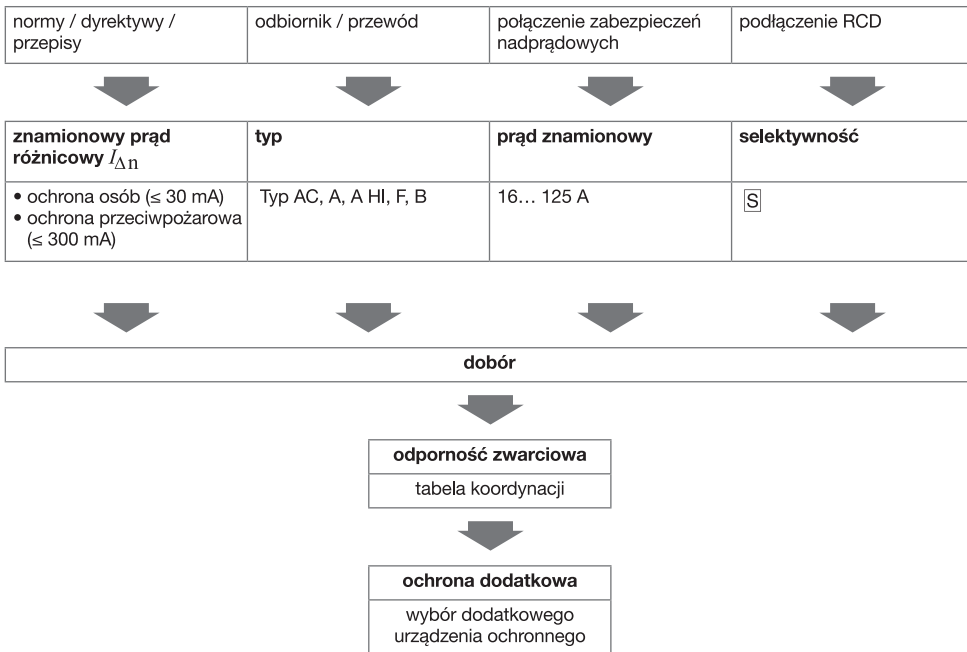
Zasilacz

Zasilacz służy do zasilania układu elektronicznego. Do jego działania wymagane są co najmniej dwa dowolne przewody, zasilane napięciem przemiennym o wartości większej niż 50 V. Przy podłączaniu należy pamiętać o właściwym kierunku przepływu prądu. Niezależnie od napięcia wyłącznik różnicowoprądowy działa tak samo, jak wyłącznik typu A.

Układ elektroniczny

Wyłącznik różnicowoprądowy typu B musi posiadać możliwość rozpoznawania prądów stałych. Ponieważ w przekładniku prądowym nie zachodzi zmiana strumienia magnetycznego, konieczne jest zastosowanie układu elektronicznego w celu detekcji prądów stałych.

1.3 Dobór / planowanie









Czynniki wpływające na dobór RCD

W celu doboru wyłącznika należy określić wartość znamionowego prądu zwarcioowego, typ oraz prąd znamionowy. Trzeba również sprawdzić, czy konieczne jest zastosowanie urządzeń selektywnych. Po doborze odpowiedniego typu RCD należy skoordynować odporność zwarciową z poprzedzającym zabezpieczeniem nadprądowym.

1.3.1 Prąd zadziałania $I_{\Delta n}$

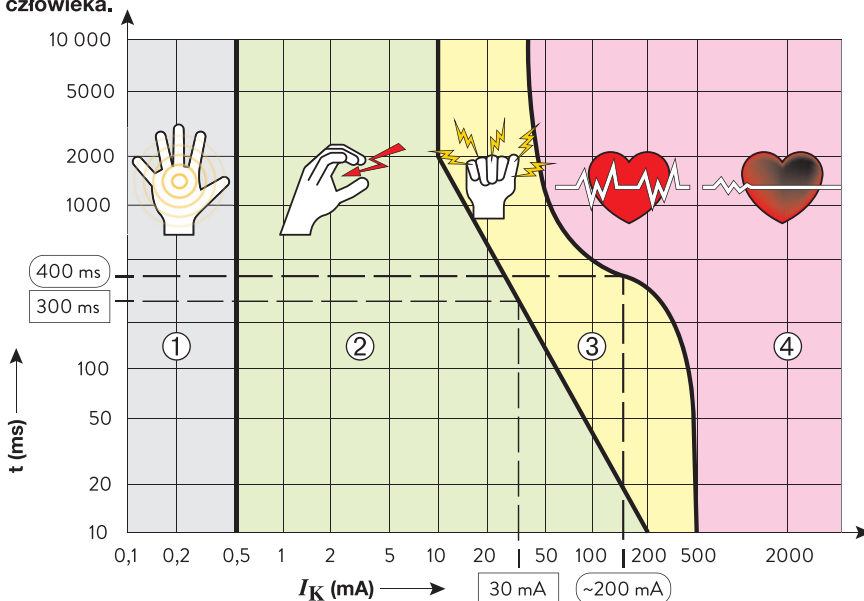
Prąd zadziałania należy dobrać w zależności od celu zastosowania oraz sposobu zabezpieczeń. Do ochrony osób wystarczający powinien być prąd zadziałania $I_{\Delta n}$ o maksymalnej wartości 30 mA, natomiast do ochrony przeciwpożarowej 300 mA. RCD typu B należy traktować osobno.

		Ochrona przeciwporażeniowa	Ochrona przeciwpożarowa
Typ AC 	10 mA	tak	tak
	30 mA	tak	tak
	300 mA		tak
	selektywny 300 mA		tak
Typ A 	10 mA	tak	tak
	30 mA	tak	tak
	300 mA		tak
	selektywny 300 mA		tak
Typ A HI 	30 mA	tak	tak
	selektywny 300 mA		tak
Typ F 	30 mA	tak	tak
Typ B  	30 mA	tak	częściowo
	300 mA		częściowo

1.3.1.1 Ochrona osób

Fizjologiczne skutki działania prądu przepływającego przez ciało człowieka zależą od natężenia i czasu przepływu prądu. W przypadku wystąpienia skurczu mięśni tylko zadziałanie wyłącznika różnicowoprądowego może nas ochronić przed migotaniem komór serca.

Oddziaływanie fizjologiczne przemiennego prądu elektrycznego przepływającego przez ciało człowieka.



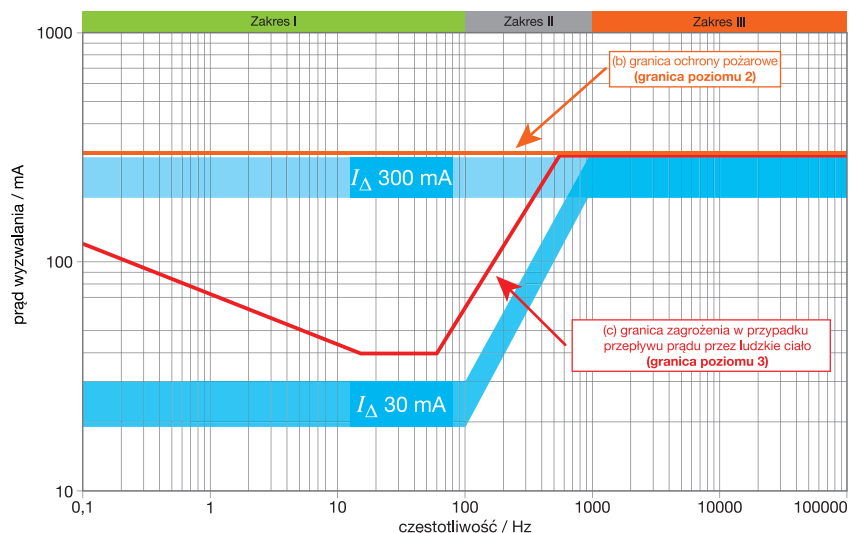
Legenda

- ① Brak wpływu.
- ② Najczęściej brak szkodliwego wpływu na ciało człowieka.
- ③ Skutki fizjologiczne. Z reguły wzrost ciśnienia krwi, skurcze mięśni i duszności. Niewielkie ryzyko wystąpienia migotania komór.
- ④ Poważne skutki fizjologiczne i ryzyko wystąpienia migotania komór przy natężeniu większym od 200 mA i czasie trwania dłuższym niż 400 ms.

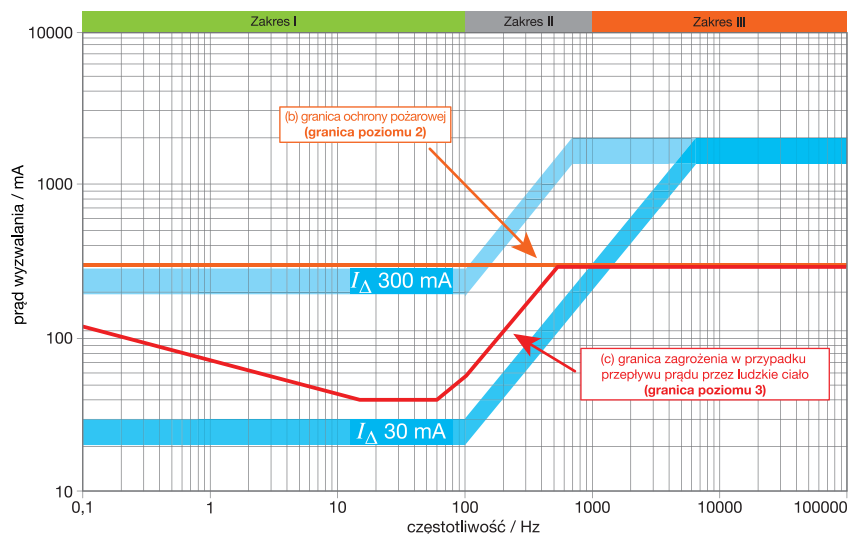
Oddziaływanie

do 1 mA	Próg percepcji. Prąd jest prawie niewyczuwalny.
5 mA	Mrowienie, drętwienie. Nadal można jeszcze samodzielnie wypuścić element znajdujący się pod napięciem.
15 mA	Próg skurczów. Mogą wystąpić skurcze mięśni i problemy z oddechem. Niskie prawdopodobieństwo wypuszczenia elementu znajdującego się pod napięciem. Skurcze mięśni oddechowych mogą doprowadzić do braku wydolności oddechowej, a w konsekwencji do niedotlenienia i śmierci.
50 mA	Próg alarmowy. Występują zaburzenia oddychania. Po krótkim czasie może wystąpić zatrzymanie akcji serca lub migotanie komór. W przypadku braku pomocy, po kilku minutach następuje śmierć.
od 80 mA	Śmierć. Śmiertelne skutki porażenia (migotanie komór) w czasie od 0,3 do 1 s.

Częstotliwość prądu ma dodatkowy wpływ na skutki fizjologiczne działania prądu. Zjawisko to ma znaczenie w przypadku stosowania urządzeń RCD typu B. Im większa częstotliwość tym bardziej niewrażliwe na porażenie prądem staje się ludzkie ciało.



Charakterystyka częstotliwościowa wyzwalania wyłącznika RCD typu B CDB4xxD / CFB4xxD w odniesieniu do poziomów zagrożenia pożarowego oraz porażenia osób.



Charakterystyka częstotliwościowa wyzwalania wyłącznika RCD typu B CDB4xxD / CFB4xxD w odniesieniu do poziomów zagrożenia pożarowego oraz porażenia osób.

1.3.1.2 Ochrona przeciwpożarowa

Uszkodzenia izolacji mogą powodować pożary, w szczególności w miejscach o wysokim ryzyku pożarowym. W celu ochrony instalacji należy stosować RCD o prądzie zadziałania maks. 300 mA.

Typ B

Zabezpieczenie przeciwpożarowe w ochronie przeciwpożarowej instalacji elektrycznych polega na zastosowaniu urządzeń RCD typu B, które zapewnią detekcję prądów różnicowych ≥ 300 mA w zakresie częstotliwości od 0 do co najmniej 100 kHz. Tradycyjne urządzenia RCD gwarantują ochronę przeciwpożarową tylko dla częstotliwości do 50 Hz. W przypadku wyłączników typu B CDB4xxD / CFB4xxD o prądzie zadziałania $I_{\Delta n}$ 300 mA ochrona przeciwpożarowa zapewniona jest dla częstotliwości do 100 kHz. Charakterystyka zadziałania przebiega poniżej charakterystyki zagrożenia („granica ochrony pożarowej”) co oznacza, że zapewniona jest pełna ochrona przeciwpożarowa zarówno w zakresie wysokich częstotliwości, jak również dla częstotliwości znamionowej.

Ochrona osób 30 mA:

tak

Ochrona osób 300 mA:

nie

Ochrona przeciwpożarowa dla 300 mA:

tak

wersje CDB4xxD /
CFB4xxD - tak

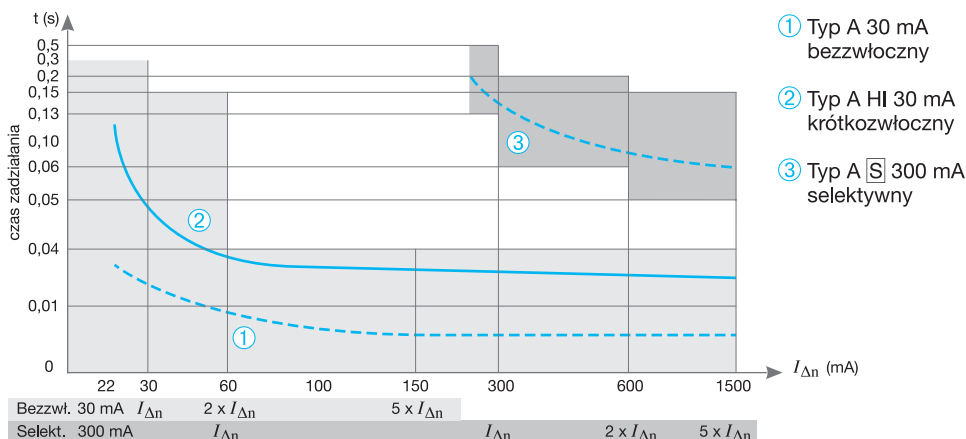
wersje CDB4xxE /
CFB4xxE - nie

0,1 1 10 100 1000 10000 100000
częstotliwość / Hz

Schemat ochrony przeciwporażeniowej oraz przeciwpożarowej dla urządzeń RCD typu B w zależności od częstotliwości.

1.3.1.3 Charakterystyka zadziałania

Charakterystyka zadziałania pokazuje, że RCD typu A HI z krótkim opóźnieniem wykazują mniejszą czułość na prądy różnicowe niż RCD bezzwłoczne. Oba modele zapewniają ochronę przeciwporażeniową. Moment zadziałania RCD typu selektywnego 300 mA S następuje o wiele później i jest selektywny dla RCD 30 mA.



Charakterystyka zadziałania RCD

1.3.2 Typy czułości na prądy różnicowe

Ze względu na różne obciążenia rozróżnia się rodzaje prądów różnicowych i upływowych. W związku z tym należy dokładnie określić rodzaj RCD zgodnie z rodzajem odbiornika energii elektrycznej.

Uwaga: RCD typu AC, A oraz F **nie** wykrywa stałych prądów różnicowych wygładzonych. Stałe prądy różnicowe „oślepiają” RCD i i mogą uniemożliwić jego wyzwalenie.

Info: Jeśli po stronie obciążenia RCD zamontowane zostaną na stałe wielofazowe urządzenia elektroniczne (przetwornice częstotliwości, stacje ładujące, itp.), które mogą generować stałe prądy różnicowe, to należy stosować RCD typu B.

Odpowiedni RCD	Obwód	Prąd obciążenia	Prąd różnicowy
<div> <div>B</div> <div>F</div> <div>A + HI</div> <div>AC</div> </div>	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		
	8		
	9		
	10		
	11		

Uwagi:
wyłączniki różnicowoprądowe (RCD) typu AC nie są dopuszczone do stosowania w wielu krajach.

Zestawienie prądów różnicowych i odpowiednich typów RCD

Typ AC

RCD typu AC nadaje się do stosowania w standardowych obwodach elektrycznych z gniaздkami oraz typowymi odbiornikami, pod warunkiem że nie występują przebiegi jednofazowo-wyprowotowane i stałoprądowe. W przypadku występowania tego rodzaju przebiegów niesinusoidalnych należy zastosować odpowiednio dobrany aparat RCCB innego typu.

Uwaga: w wielu krajach stosowanie RCCB typu AC jest niedozwolone.

Typ A

RCD typu A nadaje się do stosowania w standardowych obwodach elektrycznych z gniaздkami oraz typowymi odbiornikami. Wyjątek stanowią urządzenia wyposażone w zasilacze z kondensatorami wygładzającymi o dużych pojemnościach, które nie powinny być zabezpieczane przy pomocy RCD typu A. Poza wyjątkiem opisanego prostownika, RCD typu A można stosować do wszystkich odbiorników jednofazowych. Jednak podczas normalnego użytkowania może dojść do przypadkowego zadziałania. Rozwiązanie w tym przypadku mogą stanowić typ HI, typ F lub typ B.

Typ HI

RCD typu HI charakteryzuje się zwiększoną odpornością na krótkotrwałe udary prądowe i krótkozwłocznością zadziałania. Rozwiązanie to chroni urządzenia przed impulsowymi prądami różnicowymi. Prądy impulsowe mogą wystąpić podczas przełączania, w wyniku krótkiego przepięcia wywołanego wyładowaniem atmosferycznym lub w wyniku przepływu ładunków elektrycznych zgromadzonych w elementach reaktancyjnych.

Obszary stosowania:

- długie lub ekranowane przewody,
- budynki biurowe,
- lampy świetłówkowe,
- budynki o szczególnym znaczeniu, np. szpitale,
- urządzenia laboratoryjne,
- awaryjne instalacje zasilające.

Typ F

RCD typu F posiada funkcje typu A HI i wykrywa dodatkowo prądy różnicowe o zmiennych częstotliwościach, które wahają się w zakresach od 50 Hz do 1 kHz.

Przebiegi o zmiennej częstotliwości wytwarzane są przez jednofazowe przemienniki częstotliwości, na przykład podczas zmiany prędkości obrotowej w silnikach prądu przemiennego. W przypadku wystąpienia prądu różnicowego czyli prądu upływowego do ziemi, wyłącznik różnicowoprądowy typu F rozłączy obwód elektryczny.

Obszary stosowania:

- zmywarki,
- pompy grzewcze,
- pompy ciepłe,
- klimatyzatory.

Typ B

RCD typu B wykrywa i rozłącza prądy stałe oraz prądy przemiennie o częstotliwości do 100 kHz. Może być stosowany do współpracy z urządzeniami elektronicznymi.

Obszary stosowania:





- przemienniki częstotliwości,
- zasilacze awaryjne UPS,
- zasilacze impulsowe,
- przetworniki prądów wysokiej częstotliwości,
- urządzenia medyczne.

Pomoc w wyborze wyłącznika różnicowoprądowego

Chcesz zabezpieczyć jedno lub kilka z poniższych urządzeń?

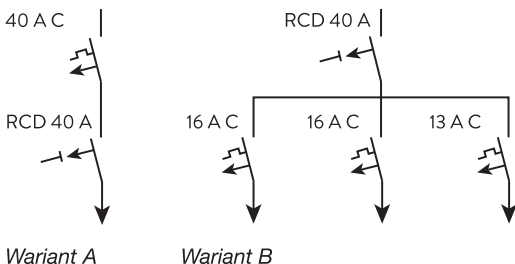
- 3-fazowe przemienniki częstotliwości
- stacja ładująca e-mobility
- dźwigi budowlane, kompresory lub tynkownice automatyczne
- schody ruchome lub windy
- przetwornice spawalnicze
- karuzele
- filtry EMC
- systemy fotowoltaiczne z falownikami bez rozłącznika ochronnego, itp.

Należy zwrócić uwagę na wymagania/zalecenia producenta danego typu wyłącznika.

Tak		Nie	
Czy istnieje ryzyko powstania pożaru? <ul style="list-style-type: none"> • stodoła, • warsztat stolarski, • fabryka papieru, • magazyn papieru, • lakiernia, itp. 		Czy chodzi o jedno z poniższych urządzeń z jednofazowym przemiennikiem częstotliwości (np. ze sterownikiem prędkości obrotowej w silniku zasilanym prądem przemiennym)? <ul style="list-style-type: none"> • pralki, • pompy układów ogrzewania lub pompy ciepła, • klimatyzatory itp. <p>Należy zwrócić uwagę na wymagania/zalecenia producenta danego typu wyłącznika.</p>	
Tak	Nie	Tak	Nie
Wyłącznik różnicowoprądowy typu B 300 mA	Wyłącznik różnicowoprądowy typu B 300 mA	Wyłącznik różnicowoprądowy typu F	Wyłącznik różnicowoprądowy typu A/AC
			

1.3.3 Prąd znamionowy / zdolność wyłączeniowa

Zadaniem RCD nie jest odłączenie w przypadku wystąpienia zwarcia lub przepięcia. W celu zabezpieczenia przed takimi zjawiskami należy stosować wyłączniki nadprądowe. Do określania prądu znamionowego w RCD służą dwa warianty.



Wariant A

Prąd znamionowy w poprzedzającym wyłączniku nadprądowym jest taki sam lub mniejszy niż w RCD.

Wariant B

Dla wariantu B zdefiniowano następujące wytyczne:

- RCD oraz wyłącznik nadprądowy muszą znajdować się w tym samym obwodzie lub pomiędzy obydwooma komponentami może znajdować się przewód o maks. długości 3 m.
- Prąd znamionowy największego wyłącznika nadprądowego nie może być większy niż prąd znamionowy RCD.
- Suma wszystkich prądów znamionowych następujących wyłączników nadprądowych po pomnożeniu przez odpowiedni współczynnik, będzie równa minimalnej wartości prądu znamionowego RCD

$$(16 \text{ A} + 16 \text{ A} + 13 \text{ A}) \times 0,8 = 36 \text{ A}$$

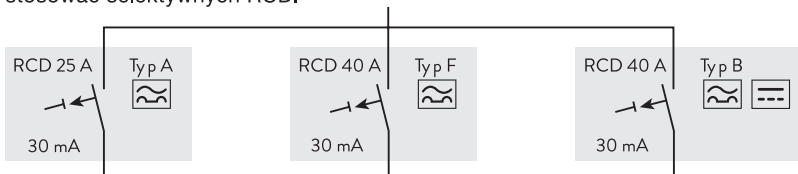
Liczba obwodów elektrycznych	Współczynnik jednoczesności
2 i 3	0,8
4 i 5	0,7
6 do 9	0,6
10 i więcej	0,5

1.3.4 Selektowność

Selektowność pionowa i pozioma powodują, że zadziała tylko ten wyłącznik różnicowoprądowy, który znajduje się najbliżej miejsca wystąpienia usterki.

Selektowność pozioma

W przypadku selektowności poziomej RCD nie są połączone szeregowo. Dzięki temu nie trzeba stosować selektywnych RCD.



Selektowność pozioma

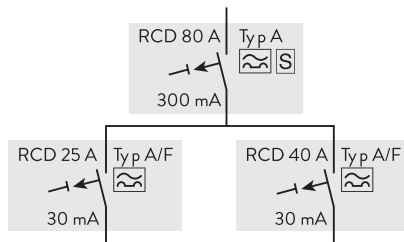
Selektywność pionowa

W przypadku selektywności pionowej połączone są ze sobą szeregowo dwa RCD. Może to być konieczne, gdy zachodzi potrzeba osobnego zabezpieczenia izolacji przewodu (np. w miejscach zagrożonych pożarowo).

Uwaga: Urządzeń RCD typu B, które są czułe na prądy różnicowe przemiennie, stałe pulsujące i stałe o niedużym tętnieniu, nie należy łączyć szeregowo z RCD typu A lub F. Prądy upływowe i różnicowe z urządzeń elektronicznych mogą negatywnie wpływać na funkcjonowanie RCD typ A lub typu F.

Dla selektywności pionowej muszą zostać spełnione następujące warunki:

- Poprzezający RCD musi być oznaczony symbolem selektywności **S**
- Maksymalna czułość kolejnych RCD powinna wynosić 30 lub 10 mA
- Prąd roboczy kolejnych obwodów elektrycznych nie powinien przekraczać prądu znamionowego poprzedzających RCD.



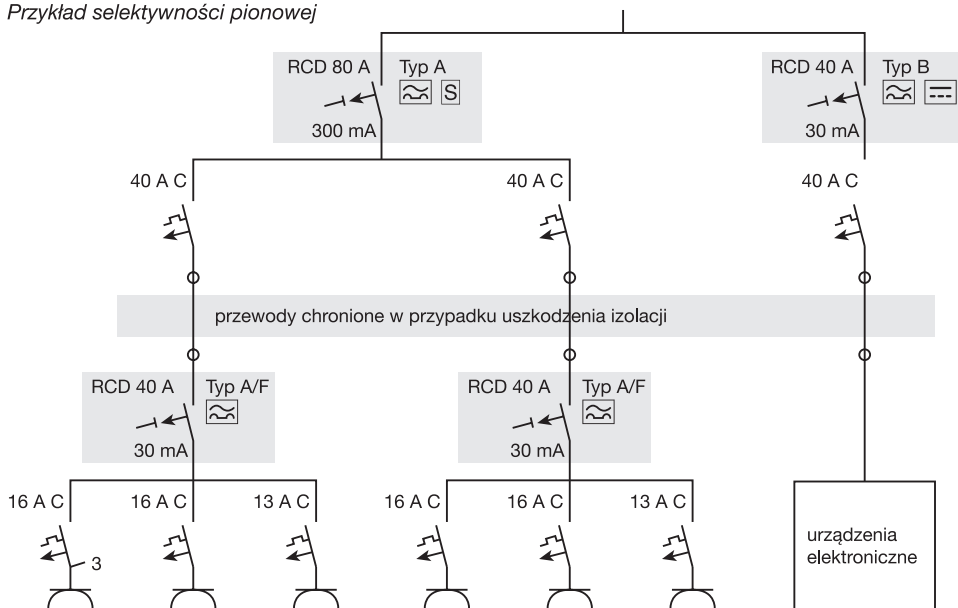
Selektywność pionowa

Przykład

Obudowa z gniazdami elektrycznymi w gospodarstwie rolnym posiada bezpośrednio przy gniazdkach RCD do ochrony przeciwporażeniowej. W celu zabezpieczania przeciwpożarowego na przewodzie zasilającym zastosowano RCD 300 mA na wypadek uszkodzenia izolacji przewodu. Ten RCD musi być oznaczony jako selektywny [5].

Urządzenia elektroniczne tj. falowniki zabezpieczone są osobno przy pomocy RCD typu B.

Przykład selektywności pionowej



1.3.5 Wytrzymałość zwarciova

W warunkach bardzo niskiej rezystancji prąd różnicowy może mieć wartości zbliżone do prądu zwarciova. Należy również pamiętać, że podczas otwierania przez RCD może dojść do znacznego wzrostu wartości prądu różnicowego na skutek łuku elektrycznego. W obu przypadkach należy zapobiec uszkodzeniu RCD poprzez zastosowanie poprzedzającego zabezpieczenia zwarciova. Przy koordynacji urządzeń należy kierować się tabelami koordynacyjnymi dołączonych do poszczególnych produktów.

Przykład

Wyłącznik nadprądowy 40 A zabezpieczony jest poprzedzającym bezpiecznikiem NH 80 A na wypadek wystąpienia spodziewanego prądu zwarciova do 20000 A.

Oporność zwarciova wyłączników różnicowoprądowych* w połączeniu z zabezpieczeniem wstępnym w postaci wkładki topikowej NH gG.

Wartość kA

Wyłącznik różnicowo-prądowy		Zabezpieczenie wstępne gG NH000/00					
wyłącznik 10 kA	w	25 A	40 A	63 A	80 A	100 A	125 A
2-biegunowe	25 A	120	68	37	20	10	10
	40 A	-	68	37	20	10	10
	63 A	-	-	37	20	10	10
	80 A	-	-	-	20	10	10
	100 A	-	-	-	-	10	10
	125 A	-	-	-	-	-	10
4-biegunowe	25 A	120	68	37	20	10	10
	40 A	-	68	37	20	10	10
	63 A	-	-	37	20	10	10
	80 A	-	-	-	20	10	10
	100 A	-	-	-	-	10	10
	125 A	-	-	-	-	-	10

(*) nie dotyczy wyłączników różnicowoprądowych typu B

1.4 Wymagania normatywne i czynności kontrolne

1.4.1 Wymagania normatywne

Podstawą certyfikacji są wymagania zawarte w normie

PN-EN 61008-2-1:2007 Wyłączniki różnicowoprądowe bez wbudowanego zabezpieczenia nadprądowego do użytku domowego i podobnego (RCCB) - Część 2-1: Stosowanie postanowień ogólnych do wyłączników RCCB o działaniu niezależnym od napięcia sieci.

W uproszczeniu test przebiega następująco:

1. Pomiar izolacji

$L-PE > 1 \text{ M}\Omega$ (brak połączenia)

2. Kontrola diody

W przypadku RCD typu B musi świecić zielona dioda. Sygnaлізуje ona, że wewnętrzne napięcie robocze jest wystarczające do detekcji prądów różnego rodzaju (prądów różnicowych typu A i B). Jeśli zielona dioda nie świeci się, to możliwa jest detekcja tylko prądów różnicowych, jak dla wyłącznika różnicowoprądowego typu A.

3. Wciśnięcie przycisku testowego

Wyzwalanie RCD

4. Test z 50% $I_{\Delta n}$

Brak wyzwalania

5. Test z 100% $I_{\Delta n}$

$I_{\Delta n}$ 10 do 300 mA wyzwalanie $\leq 300 \text{ ms}$

$I_{\Delta n}$ 300 mA "selektywne" wyzwalanie $\leq 500 \text{ ms}$

6. Dobór

Kontrola doboru i zabezpieczenia

Test działania

Kontrola funkcji następuje po wciśnięciu przycisku testowego na urządzeniu RCD.

Funkcja ta pozwala na kontrolę poprawności działania urządzenia i należy ją powtarzać co pół roku.



1.4.2 Zastosowanie wyłączników różnicowoprądowych RCD według normy PN-HD 60364-4-41

Informacje ogólne

Zgodnie z normą PN-HD 60364-4-41:2017 w rozdziale 410.3.3 zapisano, że w każdej części instalacji powinien być zastosowany jeden lub więcej środków ochrony, z uwzględnieniem uwarunkowań od wpływów zewnętrznych.

Norma PN-HD 60364-4-41:2017 w rozdziale 411.3.3 przedstawia ogólnie obszar stosowania wyłączników różnicowoprądowych zgodnie z zapisami z rozdziału 415.1 dla:

- gniazd wtorkowych o prądzie znamionowym nieprzekraczającym 32 A, które są przewidziane do powszechnego użytku i do obsługi przez osoby niewykwalifikowane,
- urządzenia ruchomego o prądzie znamionowym nieprzekraczającym 32 A używanego na zewnątrz.

W praktyce oznacza to że niemal wszystkie obwody gniazd wtorkowych powinny być wyposażone, oprócz zabezpieczeń przetężeniowych, w wysokoczułe wyłączniki różnicowoprądowe.

Wyjątki:

Przemysłowe i profesjonalne gniazda elektryczne przeznaczone do stacjonarnych odbiorników (w celu ułatwienia konserwacji zamiast stałych przyłączy), o ile dostęp do nich posiada tylko wykwalifikowany personel. Są to min. serwery, systemy zasilania awaryjnego (UPS), sieci zabezpieczające lub awaryjne, itp.

Norma	Opis obszaru stosowania RCCB	$I_{\Delta n}$
PN-HD 60364-4-41:2017 rozdział 415.1	Obwody gniazd wtorkowych o prądzie znamionowym nieprzekraczającym 20 A, które są przewidziane do powszechnego użytku i do obsługi przez osoby niewykwalifikowane.	30 mA
PN-HD 60364-5-559:2012 Punkt 5599	Na stanowiskach wystawowych zawierających oprawy oświetleniowe, do ochrony przeciwporażeniowej przez samoczynne wyłączanie zasilania należy stosować wyłączniki różnicowoprądowe o $I_{\Delta n}$ nie większym niż 30 mA	30 mA
PN-HD 60364-7-701:2010 Punkt 701.415.1	Wszelkie obwody w pomieszczeniach kąpielowych, nie tylko obwody gniazd wtorkowych, powinny być objęte ochroną uzupełniającą za pomocą jednego lub większej liczby wyłączników różnicowoprądowych wysokoczułych o $I_{\Delta n} = < 30$ mA	10 mA 30 mA
PN-HD 60364-7-705:2007 Punkt 705.411.1	W gospodarstwach rolniczych i ogrodniczych do ochrony przez samoczynne wyłączanie zasilania należy zastosować wyłączniki różnicowoprądowe o następującym znamionowym prądzie: • $I_{\Delta n} = < 30$ mA w obwodach odbiorczych zasilających gniazda wtorkowe o znamionowym prądzie $= < 32$ A, • $I_{\Delta n} = < 100$ mA w obwodach odbiorczych zasilających gniazda wtorkowe o znamionowym prądzie > 32 A, w pozostałych obwodach, jeżeli ważna jest niezawodność zasilania, to zaleca się stosować wyłączniki zwłoczne lub krótkozwłoczne	30 mA 100 mA
PN-HD 60364-7-703:2007 Punkt 703.412.5	Wszystkie obwody sauny, z wyjątkiem obwodu ogrzewacza sauny, powinny być objęte ochroną uzupełniającą za pomocą jednego lub większej liczby wyłączników różnicowoprądowych wysokoczułych o $I_{\Delta n} = < 30$ mA	10 mA 30 mA
PN-HD 60364-7-704:2010 Punkt 704.410.3.10	Na terenie placu budowy i rozbiórki obwody gniazd wtorkowych o prądzie znamionowym nieprzekraczającym 32 A oraz inne obwody, z których zasilają się urządzenia ręczne o prądzie znamionowym nieprzekraczającym 32 A powinny być chronione za pomocą wyłączników różnicowoprądowych wysokoczułych o $I_{\Delta n} = < 30$ mA	30 mA
PN-HD 60364-7-706:2007 Punkt 706.410.3.10	W ograniczonych przestrzeniach przewodzących obwody urządzeń stałych wykonanych w drugiej klasie ochronności, powinny być objęte ochroną uzupełniającą za pomocą wyłączników różnicowoprądowych wysokoczułych o $I_{\Delta n} = < 30$ mA	30 mA
PN-HD 60364-7-708:2010 Punkt 708.531.2	W instalacjach na terenie kempingów każde gniazdo wtorkowe powinno być indywidualnie chronione za pomocą wyłącznika różnicowoprądowego wysokoczułego o $I_{\Delta n} = < 30$ mA	30 mA
PN-HD 60364-7-709:2010 Punkt 709.531.2	W instalacjach na terenie portów jachtowych każde gniazdo wtorkowe powinno być indywidualnie chronione za pomocą wyłącznika różnicowoprądowego o $I_{\Delta n} = < 30$ mA	10 mA 30 mA
PN-HD 60364-7-740:2009 Punkt 740.412.5	W instalacjach tymczasowych na terenie targów, wesołych miasteczek i cyrków wszystkie obwody odbiorcze oświetleniowe (oprócz oświetlenia awaryjnego), gniazda wtorkowych o prądzie znamionowym nieprzekraczającym 32 A oraz urządzenia przenośne o obciążalności nieprzekraczającej 32 A przyłączone za pomocą przewodu giętkiego powinny być objęte ochroną uzupełniającą za pomocą wyłączników różnicowoprądowych wysokoczułych	30 mA

Pozostałe miejsca zastosowania

Rozdział NIN	Opis	$I_{\Delta n}$
7.01.4.1.5.1 7.01.5.2	Pomieszczenia z wanną lub prysznicem Wszystkie obwody elektryczne Wszystkie przewody, które znajdują się płycej niż 6 mm od powierzchni ściany	30 mA 30 mA
7.01.5.53	Powierzchnie z ogrzewaniem podłogowym lub sufitowym	30 mA
7.02	Baseny i inne zbiorniki Źródła prądu dla SELV	30 mA
7.03.4.1.5.1	Sauny z piecami elektrycznymi Wszystkie obwody elektryczne	30 mA
7.04.4.1.0.10	Place budowy Gniazda elektryczne ≤ 32 A Ręczne urządzenia elektryczne ≤ 32 A	30 mA 30 mA
7.05.4.1.1.1	Rolnictwo i ogrodnictwo Wszystkie instalacje Gniazda elektryczne	300 mA 30 mA
7.06.4.1.0.10	Ograniczone przestrzenie przewodzące Zamontowane na stałe urządzenia II klasy ochronności	30 mA
7.08.5.3.0	Przyczepy kempingowe i domy przewożne Wszystkie gniazda elektryczne oddzielnie Stałe połączenia zasilające pojazd (oddzielnie)	30 mA 30 mA
7.09.5.3.1.2	Porty jachtowe i podobne miejsca Wszystkie gniazda elektryczne oddzielnie Stałe połączenia zasilające pojazd (oddzielnie)	30 mA 30 mA
7.10.4.1.1.1	Pomieszczenia medyczne Końcowe obwody elektryczne do 32 A dla obszarów grupy 1 W obszarze grupy 2 obwody elektryczne zasilające stoły operacyjne	30 mA 30 mA
7.11.4.8.2	Wystawy, stoiska i pokazy Wszystkie końcowe obwody elektryczne ≤ 32 A, z wyłączeniem oświetlenia awaryjnego	30 mA
7.12.4.1.1.3.2	Systemy fotowoltaiczne Jeśli nie przewidziano prostego podziału między napięciem stałym a zmiennym	30 mA Typ B
7.14.4.1.1.3.3	Instalacje oświetlenia zewnętrznego Budki telefoniczne, przystanki autobusowe, tablice informacyjne, plany miast i podobne urządzenia ze zintegrowanym oświetleniem	30 mA
7.17.4.1.1.1 7.17.4.1.3.3	Instalacje elektryczne na pojazdach oraz jednostkach przenośnych Urządzenia poza jednostką (pojedynczo)	30 mA
7.21.4.1.5.1	Karawany i pojazdy kempingowe Zasilanie elektryczne	30 mA
7.22.5.3.1.101	Zasilanie pojazdów elektrycznych Każdy punkt połączeniowy (częściowo typ B)	30 mA
7.40.4.1.5.1	Stoiska jarmarczne, parki rozrywki, cyrki Wszystkie obwody końcowe ≤ 32 A	30 mA
7.53.4.1.1.3.2	Systemy ogrzewania podłogowego i sufitowego	30 mA
7.61.4.2.2.1	Miejsca o zagrożeniu wybuchowym Kable i systemy grzewcze	30 mA 100 mA

1.5 Systemy montażowe

System montażowy jest identyczny jak w wyłącznikach nadprądowych (rozdział 2.6). Różnice zauważalne są w budowie urządzeń.



Wyłącznik różnicowoprądowy (RCCB)

Urządzenie posiada tylko zabezpieczenie przed prądem różnicowym i może być stosowane do zabezpieczania kilku obwodów elektrycznych.



Wyłącznik różnicowoprądowy z członem nadprądowym (RCBO)

Urządzenie posiada wyłącznik nadprądowy oraz wyłącznik różnicowoprądowy w jednym urządzeniu.



Wyłącznik różnicowoprądowy RCBO3

Wyłącznik różnicowoprądowy 3P+N plus trzy wyłączniki nadprądowe 1P+N zintegrowane w jednym urządzeniu.



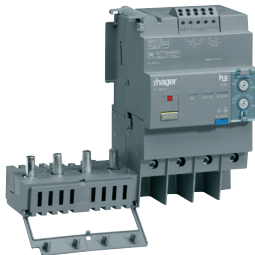
Blok różnicowoprądowy (RCU) do wyłączników nadprądowych

Blok stosowany jest do połączenia z wyłącznikiem nadprądowym. Dzięki temu wyłącznik nadprądowy można wyzwać za pośrednictwem RCU.



Przełącznik różnicowoprądowy

Urządzenie (bez rozłącznika) do wczesnego rozpoznawania i alarmowania (syrena, sygnał świetlny, klakson) o wystąpieniu prądu różnicowego.



Blok różnicowoprądowy (RCU) do wyłączników kompaktowych

Blok stosowany jest do połączenia z wyłącznikiem kompaktowym. Dzięki temu wyłącznik kompaktowy można wyzwać za pośrednictwem RCU.

1.6 Przypadkowe zadziałanie

Mimo prawidłowego stanu izolacji oraz właściwego działania podłączonych urządzeń, może dojść do przypadkowego zadziałania wyłącznika. Przyczyny takiej sytuacji mogą być różne i nie zawsze oczywiste.

1.6.1 Informacje ogólne

Połączenie przewodu N i PE

W przypadku połączenia między przewodami N i PE część prądu przepływa przez przewód PE i powoduje zadziałanie RCD.

Połączenie różnych przewodów N

W przypadku połączenia przewodów neutralnych z różnych grup zabezpieczeń część prądu z przewodów neutralnych nie przepłynie przez przekładnik prądowy, co spowoduje zadziałanie RCD.

Zamiana różnych przewodów N

W przypadku omyłkowej zamiany przewodów neutralnych z różnych grup zabezpieczeń prąd z przewodów neutralnych nie przepłynie z powrotem przez przekładnik prądowy, co spowoduje zadziałanie RCD.

Niewłaściwe podłączenie wyłącznika różnicowoprądowego

Kierunek przepływu prądu w RCD nie ma znaczenia (Uwaga: nie dotyczy RCD typu B). Jednakże wszystkie doprowadzenia fazowe i neutralne muszą być podłączone po tej samej stronie RCD.

Długie przewody

Długie przewody wyposażone w elementy pojemnościowe mogą prowadzić do przypadkowego zadziałania wyłącznika. Do wyzwolenia dochodzi z reguły przy włączaniu. Rozwiązaniem może być RCD typu A HI lub typu F.

Ogrzewanie

Elektryczne podgrzewacze rur oraz ogrzewanie podłogowe powodują powstawanie pojemnościowych prądów upływowych, które mogą wywołać przypadkowe zadziałanie RCD. Możliwym rozwiązaniem jest zastosowanie RCD typu A HI lub typu F, podział obwodu elektrycznego na 3 fazy lub podział na kilka grup obwodów.

1.6.2 Typ B

Zabezpieczenia urządzeń elektronicznych zastosowane zgodnie z dyrektywą o kompatybilności elektromagnetycznej (EMC) mogą być przyczyną powstawania dużych prądów upływowych. Mimo zastosowania RCD typu B może dochodzić do przypadkowego zadziałania urządzenia.

Kilka urządzeń elektronicznych

Maksymalna liczba urządzeń elektronicznych zastosowanych za wyłącznikiem różnicowoprądowym zależy od wielkości występujących prądów upływowych. Zbyt wysokie prądy upływowe mogą prowadzić do przypadkowego wyzwolenia, mimo specjalnej charakterystyki częstotliwości wyzwalania. Odpowiednie informacje dotyczące wartości generowanych prądów upływowych należy uzyskać u producenta urządzenia elektronicznego.

Długie ekranowane przewody silnikowe

W przypadku zastosowania przemienników częstotliwości długie, ekranowane przewody silników elektrycznych mogą wywoływać zbyt wysokie prądy upływowe podczas uruchamiania regulatora przemiennika częstotliwości, co może powodować przypadkowe zadziałanie wyłącznika. Rozwiązaniem może być zastosowanie sinusoidalnego filtra wyjściowego za przemiennikiem częstotliwości (przed ekranowanym przewodem silnika).

Jednofazowe odbiorniki za filtrem EMC

Zgodnie z przepisami, do standardowego, 3-biegunowego filtra EMC powinno być podłączone tylko jedno urządzenie elektroniczne. Aby nie zakłócać działania filtra, nie należy stosować dodatkowych jednofazowych urządzeń, jak np. żarówkę po stronie wyjściowej filtra!

Niekorzystna częstotliwość taktowania

W urządzeniach elektronicznych z reguły można wybierać między różnymi częstotliwościami taktowania (chooper). W niekorzystnym przypadku częstotliwość ta może prowadzić do zakłóceń filtra EMC znajdującego się przed tymi urządzeniami i prowadzić do powstania zbyt wysokich prądów upływowych, które mogą spowodować zadziałanie RCD. W takich przypadkach należy zmienić częstotliwość taktowania!

Częstotliwości maszyn o wartości ponad 100 kHz

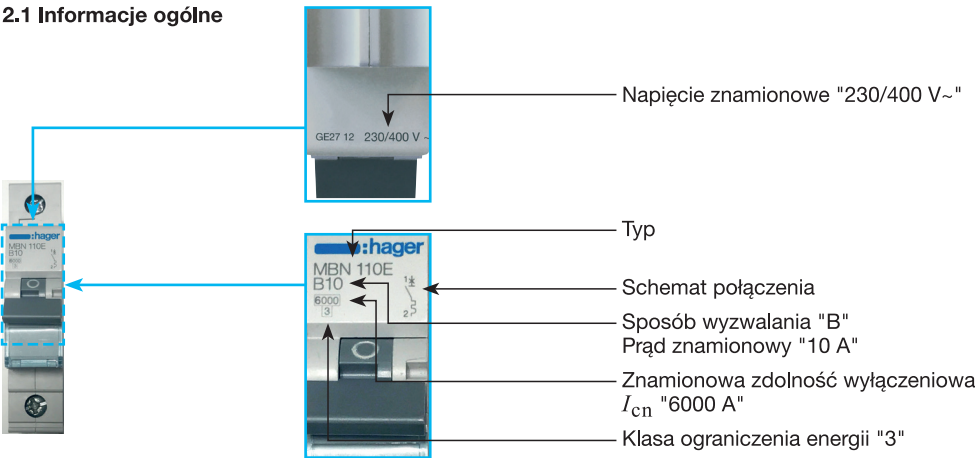
Charakterystyka częstotliwości RCD typu B jest optymalna dla urządzeń elektrycznych posiadających przemiennik częstotliwości do 100 kHz. Aby zapewnić odpowiednią ochronę (podstawową oraz pożarową), przemienniki częstotliwości nie powinny być ustawiane na częstotliwości wyższe niż 100 kHz.

Wyłączniki nadprądowe



2	Wyłączniki nadprądowe	28
2.1	Informacje ogólne	30
2.2	Funkcje	32
2.3	Charakterystyka wyzwalania	34
2.4	Wybór urządzenia / planowanie	37
2.5	Przepisy normatywne	43
2.6	Systemy montażowe	44

2.1 Informacje ogólne



Norma produktu	Miejsce zastosowania:	Zdolność wyłączeniowa	Opis na wyłączniku	Obsługa
EN 60898-1	Budynki mieszkalne i komercyjne	Znamionowa zdolność wyłączeniowa I_{cn}	Wartość w amperach w prostokącie	Przez osoby niewykwalifikowane
EN 60947-2	Obiekty przemysłowe	Znamionowa zdolność zwarcziowa graniczna I_{cu}	Wartość w kA z normą produktu 60947-2	Przez osoby wykwalifikowane i przeszkolone

Wyłącznik nadprądowy



Wyłącznik nadprądowy



Selektywny wyłącznik nadprądowy



Prąd znamionowy
Znam. zdoln. wyłączeniowa
Charakt. wyzwiania
Liczba biegunów

0.5 – 63 A
6, 10, 15 - 25 kA
B, C, D
1-, 2-, 3-, 4- polowe + 1-, 2-, 3-, 4- polowe
1P+N, 3P+N

0.5 – 125 A
15, 30, 50 kA
C, D

16 – 100 A
25 kA
 C_S , E
1-, 3-, 4- polowe

Wyłączniki nadprądowe stosowane są do ochrony instalacji elektrycznej przed skutkami zwarć oraz przeciążeń. Najczęściej urządzenia te stosowane są w końcowych obwodach elektrycznych w budynkach mieszkalnych, komercyjnych oraz obiektach przemysłowych. Wyjątek stanowią wyłączniki selektywne, które stosowane są jako zabezpieczenie nadprądowe w instalacjach przyłączeniowych lub jako zabezpieczenie wstępne dla podrozdzielnic. Zastosowanie w sieciach przyłączeniowych musi być uzgodnione z lokalnym dostawcą energii elektrycznej.

Zalety:

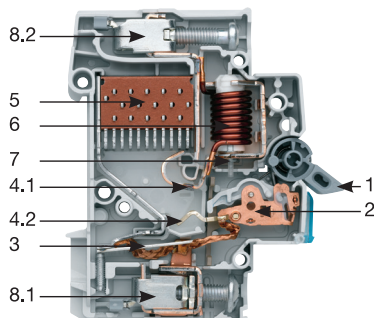
- po wyzwoleniu urządzenie można uruchomić ponownie
- obsługa przez osoby niewykwalifikowane (wyłącznik 6000 A, 10000 A zgodnie z normą PN-EN 60898-1)
- kompaktowa budowa
- brak zmian w charakterystyce wyzwalania z powodu starzenia
- kompatybilne z innymi urządzeniami, np. ze stykiem pomocniczym

2.2 Funkcje

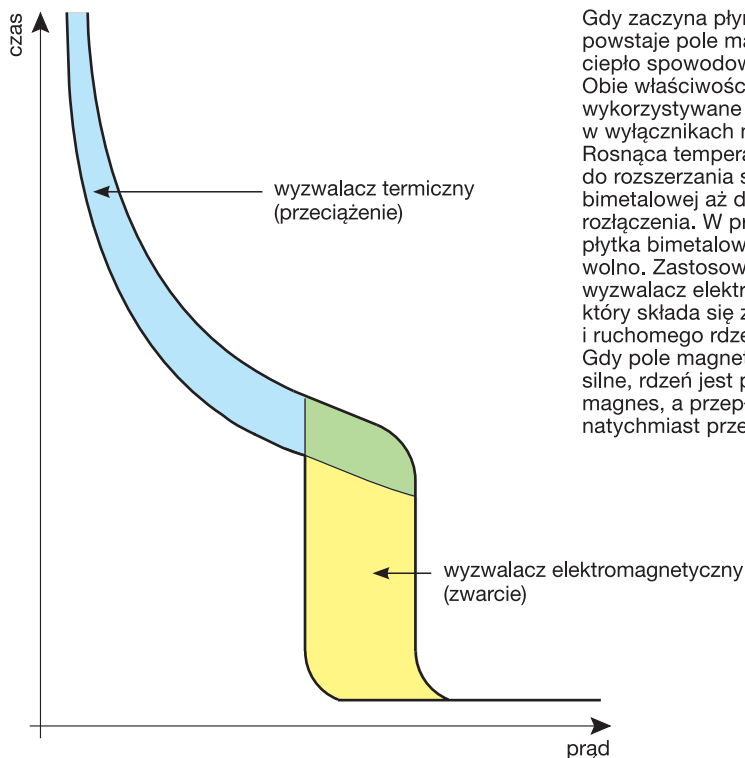
2.2.1 Charakterystyka wyłącznika nadprądowego

Ważne elementy wyłącznika:

- 1 Dźwignia napędowa z zamkiem
- 2 Tryb neutralny – w przypadku zablokowania dźwigni w pozycji włączonej
- 3 Wyzwalacz termobimetalowy
- 4.1 Styk (stały)
- 4.2 Styk (ruchomy)
- 5 Komora gaszeniowa
- 6 Wyzwalacz elektromagnetyczny
- 7 Rdzeń ruchomy
- 8.1 Zacisk przyłączeniowy (Bi-Connect)
- 8.2 Zacisk przyłączeniowy



Charakterystyka wyzwalania wyłącznika nadprądowego



Gdy zaczyna płynąć prąd, powstaje pole magnetyczne oraz ciepło spowodowane rezystancją. Obie właściwości fizyczne są wykorzystywane w wyłącznikach nadprądowych. Rosnąca temperatura prowadzi do rozszerzania się płytki bimetalowej aż do momentu rozłączenia. W przypadku zwarcia płytka bimetalowa reaguje zbyt wolno. Zastosowanie znajduje wyzwalacz elektromagnetyczny, który składa się z cewki i ruchomego rdzenia. Gdy pole magnetyczne jest zbyt silne, rdzeń jest przyciągany przez magnes, a przepływ prądu zostaje natychmiast przerwany.

2.2.2 Funkcjonowanie selektywnego wyłącznika nadprądowego

W przeciwieństwie do standardowych wyłączników nadprądowych wyłącznik selektywny posiada poza obwodem sterowniczym dodatkowo obwód pomocniczy oraz załączający.

Włączanie i wyłączanie (ręczne)

Włączanie

Wyłącznik jest włączany – pozycja WŁ:

- Styki K2 i K3 są zamykane
- Napięcie elektryczne dociera do elektromagnesu E2

Elektromagnes E2 naciąga sprężynę:

- Główny styk K1 zostaje zamknięty
- Sтыk K3 otwiera się (sprężony mechanicznie z K1)

Urządzenie jest włączone:

- Obwód sterowniczy jest zamknięty
- Obwód pomocniczy jest zamknięty
- Obwód załączający jest zamknięty

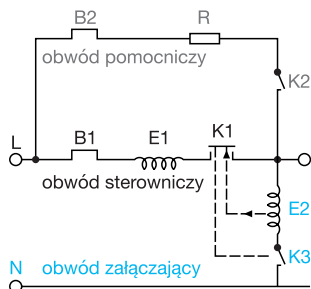
Wyłączenie

Wyłącznik jest wyłączony – pozycja WYŁ:

- Główny styk K1 i styk K2 zostają otwarte

Urządzenie jest wyłączone:

- Wszystkie obwody są otwarte.



Obwód sterowniczy:
 B1 wyzwalacz termiczny
 E1 bezzwłoczny wyzwalacz zwarcowy
 K1 styk główny

Obwód pomocniczy:
 B2 bimetal
 R rezystor ograniczający
 K2 styk

Obwód załączający:
 E2 elektromagnes (cewka)
 K3 styk sprzężony mechanicznie

Schemat układu selektywnego wyłącznika nadprądowego

Działanie w przypadku przeciążenia:

W przypadku przeciążenia bimetal B1 przerywa dopływ prądu.

Działania w przypadku zwarcia:

Zwarcie bezpośrednio za wyłącznikiem

Wyzwalacz bezzwłoczny E1 otwiera styk K1 i zamyka styk K3 (sprężony mechanicznie). Prąd płynie przez obwód pomocniczy i napotyka na rezystor ograniczający R. Po ok. 50 ms bimetal B2 otwiera styki K1, K2 i K3.

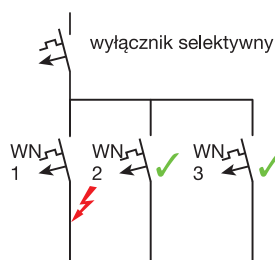
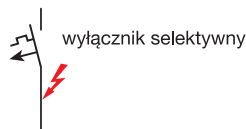
Zwarcie za kolejnym wyłącznikiem (wyłącznik selektywny i zwykły połączone szeregowo)

Wyzwalacz bezzwłoczny E1 otwiera styk K1 i zamyka styk K3 (sprężony mechanicznie). Kolejny wyłącznik 1 rozłącza jednocześnie i przerywa zwarcie. Ograniczony prąd płynie przez obwód pomocniczy do momentu aż elektromagnes E2 zamknie ponownie zestaw K1.

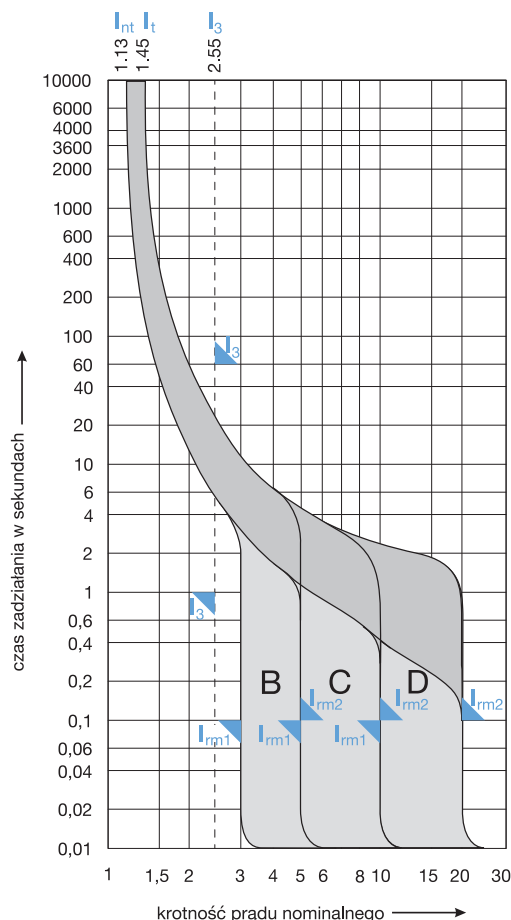
Zalety: wyłącznik 2 i wyłącznik 3 nie zostaną wyłączone.

Zachowana jest tym samym selektywność.

*WN = wyłącznik nadprądowy



2.3 Charakterystyka czasowo-prądowa (wyzwalania)



Charakterystyka wyzwalania definiuje zakres prądu, w jakim wyzwalacz elektromagnetyczny przerwie obwód elektryczny. Wyzwalanie termiczne jest identyczne we wszystkich zakresach. Ze względu na zmiany temperatury oraz mechanikę, krzywa zadziałania pokazuje zakres, a nie stałe wartości.

W przypadku dużego przetężenia czas reakcji wynosi ok. 10 milisekund. Dlatego w tym przedziale czasu zmienia się krzywa wyzwalania. Szybsze czasy wyzwalania nie są możliwe, ponieważ uniemożliwiają to właściwości fizyczne mechanizmu.

I_{nt} Umowny prąd niezadziałania wyzwalacza zwłocznego przeciążeniowego

Prąd o krotności do 1,13 prądu nominalnego nie powinien być rozłączany przez czas umowy. Czas umowy wynosi 1 godzinę dla MCB o I_n do 63 A włącznie i 2 godziny dla MCB o I_n większym niż 63 A.

I_t Umowny prąd zadziałania wyzwalacza zwłocznego przeciążeniowego

Prąd o krotności równej lub większej 1,45 prądu nominalnego musi zostać rozłączony najpóźniej po upływie czasu umowy.

I_3 Ograniczenie tolerancji prądu testowego (lub niezdefiniowany zakres wyzwalania)

Krzywa wyzwalania wyzwalacza termicznego musi znajdować się w zakresie wartości tolerancyjnych. Ten rodzaj prądu testowego nie gra roli przy doborze i planowaniu.

I_{rm1} Umowny prąd niezadziałania wyzwalacza bezzwłocznego (zwarciovowego)

Wyzwalacz elektromagnetyczny nie powinien reagować aż do wartości granicznej tego prądu (np. prądu załączania).

I_{rm2} Umowny prąd zadziałania wyzwalacza bezzwłocznego (zwarciovowego)

Wyzwalacz elektromagnetyczny musi zareagować w ciągu 0,1 s od wystąpienia tego prądu (np. prądu zwarciovowego).

2.3.1 Wyzwalacz elektromagnetyczny

Charakterystyka wyzwalania	Umowny prąd niezadziałania wyzwalacza bezzwłocznego (zwarcowego) I_{rm1}	Umowny prąd zadziałania wyzwalacza bezzwłocznego (zwarcowego) I_{rm2}	Czas wyzwalania
B	$3 \times I_n$		$> 0.1 \text{ s}$
		$5 \times I_n$	$< 0.1 \text{ s}$
C	$5 \times I_n$		$> 0.1 \text{ s}$
		$10 \times I_n$	$< 0.1 \text{ s}$
D	$10 \times I_n$		$> 0.1 \text{ s}$
		$20 \times I_n$	$< 0.1 \text{ s}$
C_S (wył. selektywny)	$6.5 \times I_n$		$> 0.1 \text{ s}$
		$10 \times I_n$	$< 0.3 \text{ s}$
E (wył. selektywny)	$5 \times I_n$		$> 0.1 \text{ s}$
		$6.25 \times I_n$	$< 0.3 \text{ s}$

Przykład: wyłącznik elektromagnetyczny o charakterystyce B nie reaguje do 3-krotności prądu znamionowego, a od 5-krotności prądu znamionowego reaguje w ciągu 0,1 sekundy.

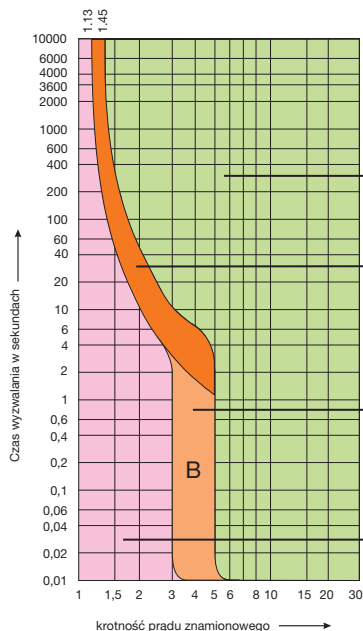
2.3.2 Wyzwalacz termiczny

Charakterystyka wyzwalania	Umowny prąd niezadziałania wyzwalacza zwłocznego przeciążeniowego I_{nt}	Umowny prąd zadziałania wyzwalacza zwłocznego przeciążeniowego I_t	Czas wyzwalania
B / C / D	$1.13 \times I_n$		$> 1 \text{ h}$
		$1.45 \times I_n$	$< 1 \text{ h}$
C_S (wył. selektywny)	$1.13 \times I_n$		$> 2 \text{ h}$
		$1.45 \times I_n$	$< 2 \text{ h}$
E (wył. selektywny)	$1.05 \times I_n$		$> 2 \text{ h}$
		$1.2 \times I_n$	$< 2 \text{ h}$

Przykład: wyłącznik nadprądowy o charakterystyce B może być przeciążany o 13% przez czas dłuższy niż jedna godzina. W tym czasie nie powinno dojść do rozłączenia. W przypadku przeciążenia o 45% rozłączenie powinno nastąpić w ciągu godziny.

Wskazówka: w powyższych przypadkach należy wziąć pod uwagę obciążalność termiczną przewodów.

2.3.3 Krzywa wyzwalania



Krzywa wyzwalania pokazuje, od jakiej wartości prądu wyłącznik zadziała lub nie. W celu dokładniejszego objaśnienia krzywej wyzwalania poniżej zostaną zaprezentowane przykłady.

Zadziałanie wyłącznika

Obszar niezdefiniowany.
Wyłącznik może, ale nie musi zadziałać.
Wszystko zależy od warunków otoczenia.

Obszar niezdefiniowany.
Wyłącznik może, ale nie musi zadziałać.
Wszystko zależy od warunków otoczenia.

Wyłącznik nie zadziała

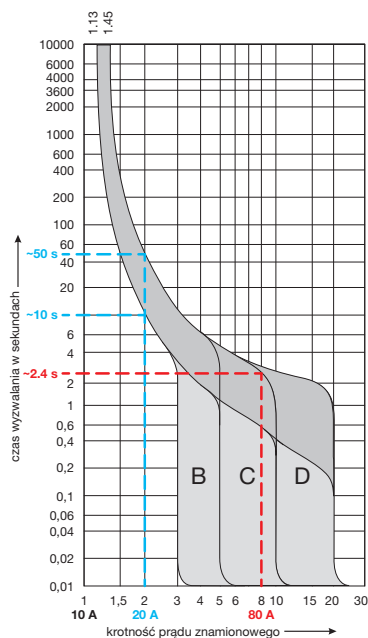
Przykład 1

Przez wyłącznik nadprądowy o charakterystyce B ($I_n = 10 \text{ A}$) płynie prąd 20 A ($2 \times I_n$). Jeśli przepływ prądu jest uwarunkowany przez prąd włączeniowy o krótkim czasie trwania (kilka sekund), termiczny wyzwalacz nie zadziała ze względu na powolną reakcję bimetalu. Jeśli prąd płynie przez dłuższy czas, wyzwalacz zadziała w czasie od 10 do 50 sekund.

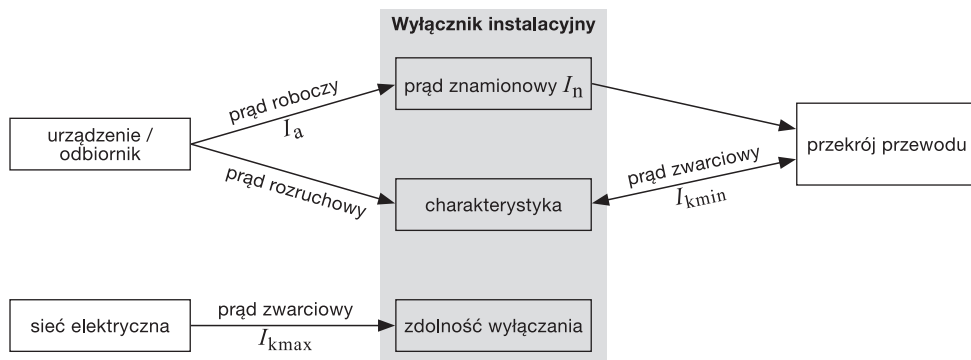
Przykład 2

Zastosowano wyłącznik nadprądowy o charakterystyce B ($I_n = 10 \text{ A}$). Na końcu przewodu występuje prąd zwarciovowy 80 A ($8 \times I_n$). Wyłącznik zadziała w ciągu 10 ms, ponieważ wartość prądu znajduje się w górnym zakresie wyzwalania.

W przypadku wyłącznika nadprądowego o charakterystyce C wyzwolenie następuje po 2,4 sek. Zadziałać może również wyzwalacz magnetyczny. W związku z tym zadziałanie może nastąpić już w czasie 0,1 sek.



2.4 Wybór urządzenia / planowanie



Jeśli nie występują szczególne warunki, do określenia rodzaju wyłącznika nadprądowego wystarczą parametry prądu roboczego oraz rozruchowego. Prąd roboczy musi być mniejszy niż prąd znamionowy wyłącznika, a prąd rozruchowy nie powinien powodować zadziałania wyzwalacza. Na podstawie wartości prądu znamionowego można określić przekrój przewodu.

Specjalne warunki doboru, dla których wymagane jest dokładniejsze planowanie:

- odbiorniki z wysokim prądem rozruchowym
- długie przewody z małymi prądami zwarciovymi
- wysokie prądy zwarciovie
- specyficzne częstotliwości lub napięcia
- wysokie lub niskie temperatury otoczenia
- wysokie wymagania dot. zadziałania / selektywności
- liczba połączonych ze sobą wyłączników
- rodzaj prądu AC lub DC

2.4.1 Prąd znamionowy

Ochrona przed wysoką temperaturą spowodowaną przeciążeniem występuje wtedy, gdy spełnione są następujące warunki:

reguła prądu znamionowego

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

reguła wyzwiania

$$I_2 \leq 1.45 I_Z$$

Dla wyłączników nadprądowych o typu B, C i D

wartość $I_2 = 1.45 \times I_n$. Z tego wynika następująca uproszczona obserwacja:

$$I_n \leq I_Z$$

Uproszczona oznacza, że prąd obliczeniowy I_B musi być mniejszy niż prąd znamionowy I_n wyłącznika, a ten znowu mniejszy niż dopuszczalna obciążalność przewodu I_Z .

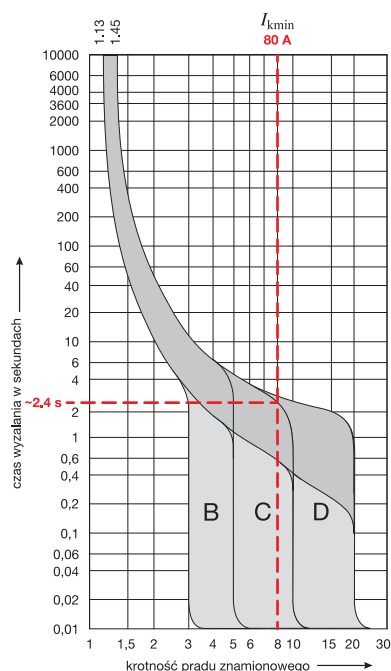
I_B	Obliczeniowy prąd szczytowy obwodu
I_n	Prąd znamionowy lub prąd nastawienia urządzenia zabezpieczającego
I_Z	Obciążalność prądowa długotrwała przewodu
I_2	Umowny prąd zadziałania wyzwalacza zwłocznego przeciążeniowego

2.4.2 Charakterystyka wyzwalania

Przy wyborze odpowiedniej charakterystyki należy uwzględnić prąd rozruchowy, prąd pracy, jak również prąd zwarcia. Na podstawie miejsca zastosowania według poniższej tabeli, można określić odpowiednią charakterystykę.

Typ MCB	Miejsce zastosowania
B	Odbiorniki termiczne bez dużych skokowych wzrostów poboru prądu rozruchowego, np.: <ul style="list-style-type: none"> • piekarnik elektryczny • ogrzewanie elektryczne • podgrzewacz wody
C	Obwody elektryczne z oświetleniem oraz gniazdami o nieokreślonych odbiornikach oraz odbiornikach o dużych skokowych wzrostach poboru prądu rozruchowego, np.: <ul style="list-style-type: none"> • oświetlenie oraz gniazda elektryczne • małe silniki elektryczne
D	Urządzenia z dużymi skokowymi wzrostami poboru prądu rozruchowego, np.: <ul style="list-style-type: none"> • wyłączniki przetężeniowe w sieci odbiorczej • kondensatory • transformatory

Do automatycznego rozłączenia w przypadku wystąpienia błędu (ochrona przed porażeniem) należy zachować czasy rozłączania zgodne z PN-HD 60364-4-43:2012. W trójfazowych obwodach elektrycznych ≤ 32 A czas rozłączania wynosi $\leq 0,2$ sek. W obwodach elektrycznych > 32 A oraz w wszystkich obwodach rozdzielczych wymagany czas rozłączania wynosi maks. 5 sek.



Przykład

Na końcu bardzo długiego przewodu elektrycznego oczekiwany jest minimalny prąd zwarcia I_{kmin} o wartości 80 A. Aby wyłącznik nadprądowy zadziałał w czasie 0,2 sek., należy zastosować charakterystykę typu B. Dla wyłącznika typu C czas reakcji wynosi 2,4 sek.

Jeśli mimo to wymagany jest wyłącznik typu C, to istnieją następujące możliwości:

- zwiększenie przekroju przewodu, celem obniżenia rezystancji pętli zwarcia
- utworzenie kilku grup zabezpieczeń w celu zmniejszenia prądu znamionowego

Uwaga:

Jeden RCD w postaci dodatkowego zabezpieczenia stanowi wyłącznie element uzupełniający ochrony przeciwporażeniowej, ale nie stanowi ochrony dla instalacji oraz odbiorników.

Te należy zabezpieczyć dodatkowo.

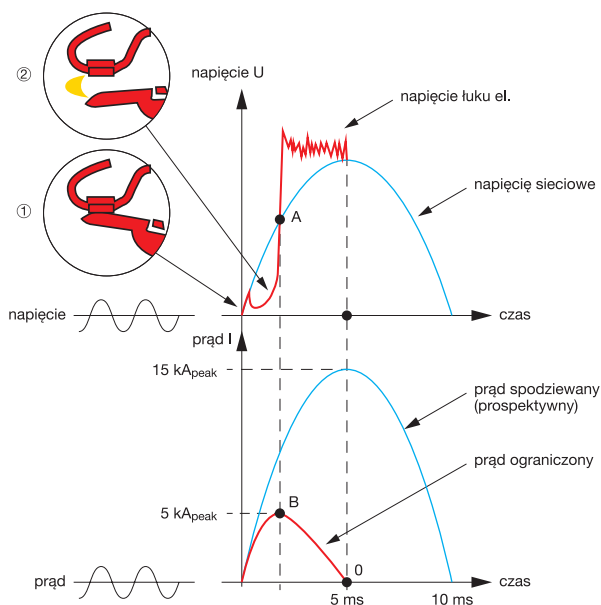
2.4.3 Czas wyzwalania w sekundach

Celem stosowania wyłącznika nadprądowego jest wyłączenie obwodu w przypadku wystąpienia prądu zwarciovego o maksymalnej wartości, zanim ten wyrządzi szkody. W związku z tym konieczna jest informacja o prądzie zwarciovym w miejscu jego instalacji. Jeśli przewidywany prąd zwarciovym jest wyższy niż zdolność wyłączeniowa wyłącznika, to należy ten prąd zmniejszyć (zabezpieczenie dodatkowe). Umożliwiają to między innymi bezpieczniki topikowe (NH, DIAZED) lub selektywne wyłączniki nadprądowe.

Jeśli istnieje możliwość wystąpienia prądów zwarciovych o wysokiej wartości, należy określić znamionową zwarciovą zdolność łączeniową wyłącznika na podstawie tabeli koordynacji. Więcej informacji znajduje się w rozdziale Ochrona dodatkowa / Sелеktywność (Ochrona dodatkowa od strony 51)

2.4.4 Klasa ograniczenia energii

Zgodnie z normą PN-EN 60898-1 za standard uznaje się klasę ograniczenia energii 3 (klasa 1 = brak ograniczenia), co w przypadku zdarzenia oznacza wysokie ograniczenie energii zwarcioviej. Decydującą rolę pełni tutaj napięcie łuku elektrycznego.



① Styki są zamknięte, napięcie łukowe jest równe zero.

② Przy otwieraniu styków, po wykryciu zwarcia tworzy się napięcie łukowe. Jeśli jego wartość przekroczy wartość napięcia sieciowego (punkt A), natężenie prądu zwarciovego (punkt B) spadnie do 0 (punkt 0). Łuk został zneutralizowany, a przepływ prądu przerwany.

Opisany scenariusz ma następujące zalety:

- ograniczenie prądu zwarciovego (np. z 15 kA_{peak} do 5 kA_{peak})
- redukcja czasu rozłączania obwodu w przypadku zwarcia (np. z 10 ms do 5 ms)

2.4.5 Zastosowanie przy prądzie stałym / częstotliwość

Ze względu na bardzo krótki czas reakcji i możliwość neutralizacji łuku elektrycznego wyłączniki nadprądowe firmy Hager mogą być stosowane również w przypadku prądu stałego oraz przy zróżnicowanych częstotliwościach. Jednak należy pamiętać, że wyłącznik elektromagnetyczny jest zależny od częstotliwości. W przypadku wyłączników termicznych nie ma żadnych zmian.

Wyzwalacz magnetyczny	Rodzaj zastosowania	I_{nt}	I_t
Krzywa B	16,7 – 50 Hz	$3 \times I_n$	$5 \times I_n$
	DC	$4 \times I_n$	$7 \times I_n$
	100 Hz	$3,3 \times I_n$	$5,5 \times I_n$
	200 Hz	$3,6 \times I_n$	$6 \times I_n$
	400 Hz	$4,5 \times I_n$	$7,5 \times I_n$
Krzywa C	16,7 – 50 Hz	$5 \times I_n$	$10 \times I_n$
	DC	$7 \times I_n$	$15 \times I_n$
	100 Hz	$5,5 \times I_n$	$11 \times I_n$
	200 Hz	$6 \times I_n$	$12 \times I_n$
	400 Hz	$7,5 \times I_n$	$15 \times I_n$
Krzywa D	16,7 – 50 Hz	$10 \times I_n$	$20 \times I_n$
	DC	$15 \times I_n$	$30 \times I_n$
	100 Hz	$11 \times I_n$	$22 \times I_n$
	200 Hz	$12 \times I_n$	$24 \times I_n$
	400 Hz	$15 \times I_n$	$30 \times I_n$

W celu odpowiedniego doboru zabezpieczeń należy posłużyć się danymi z kart produktów.

Dla napięcia roboczego należy uwzględnić następujące wartości:

AC: max. 230/400 V min. 12 V

DC: max. 60 V, 125 V (z dwoma lub więcej dołączonymi biegunami)

I_{nt} Umowny prąd niezadziałania wyzwalacza bezzwłocznego (zwarcowego)

Wyzwalacz elektromagnetyczny nie powinien reagować aż do wartości granicznej tego prądu (np. prądu załączania).

I_t Umowny prąd zadziałania wyzwalacza bezzwłocznego (zwarcowego)

Wyzwalacz elektromagnetyczny musi zareagować w ciągu 0,1 s od wystąpienia tego prądu (np. prądu zwarcowego).

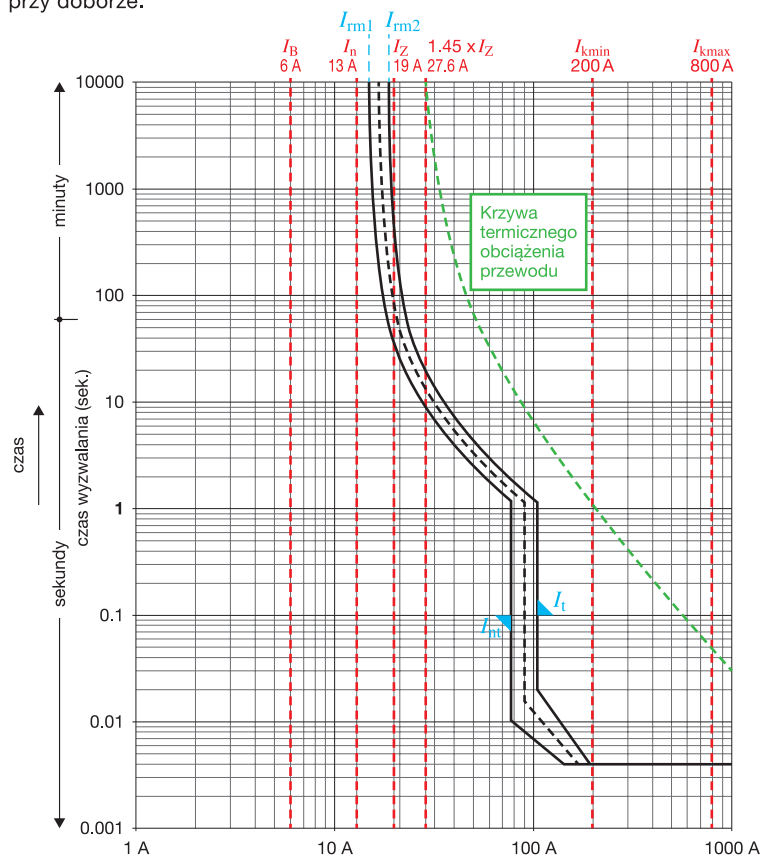
2.4.6 Temperatura otoczenia

Działanie wyzwalacza przeciążeniowego wyłącznika nadprądowego zależy od temperatury otoczenia. Podany prąd znamionowy odnosi się do temperatury 30 °C. W miejscach, gdzie panują wyższe lub niższe temperatury należy uwzględnić współczynnik korekcji. Odpowiednie informacje dotyczące współczynnika znajdują się w danych technicznych produktu.

Odpowiedni współczynnik korekcji należy uwzględnić również wtedy, gdy łączy się kilka wyłączników. Wzajemne obciążanie termiczne powoduje zmniejszenie prądu znamionowego.

2.4.7 Przykład

Do weryfikacji doboru można posłużyć się graficzną prezentacją poszczególnych prądów. Pokazuje ona zależności prądowe na przykładzie wyłącznika nadprądowego 13 A typu C. Dodatkowa krzywa dotycząca termicznego obciążenia przewodu jest czysto informacyjna, ponieważ wg PN-HD 60364-4-43:2012 określenie I_Z oraz średnicy przewodu ma istotne znaczenie przy doborze.



I_B	Prąd roboczy
I_n	Prąd znamionowy
I_Z	Dopuszczalna obciążalność prądowa przewodu lub kabla
I_{rm1}	Umowny prąd niezadziałania wyzwalacza zwłocznego (przeciążeniowego)
I_{rm2}	Umowny prąd niezadziałania wyzwalacza zwłocznego (przeciążeniowego)
I_{nt}	Umowny prąd niezadziałania wyzwalacza bezzwłocznego (zwarciovego)
I_t	Umowny prąd zadziałania wyzwalacza bezzwłocznego (zwarciovego)
I_{kmin}	Minimalny prąd zwarciovowy
I_{kmax}	Maksymalny prąd zwarciovowy

wyłącznik sieciowy:

$I_n = 13 \text{ A}$
 Typ C
 znamionowa zwarciovą zdolność łączeniową 6000 A
 klasa ograniczenia energii 3
 50 Hz, 3 x 400/230 V
 30°C temperatura otoczenia
 przewód:
 5 x 1,5 mm²
 sposób układania E
 kontrola I_n :
 $I_B \leq I_n \leq I_Z$
 $6 \text{ A} \leq 13 \text{ A} \leq 19 \text{ A}$
 czas wyzwalania:
 $I_5 < I_{kmin}$
 zdolność wyłącz.:
 $I_{kmax} < 6 \text{ kA}$

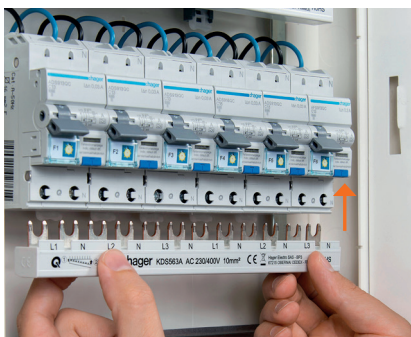
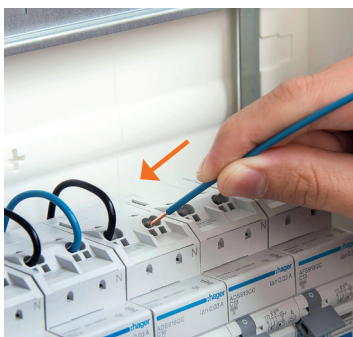
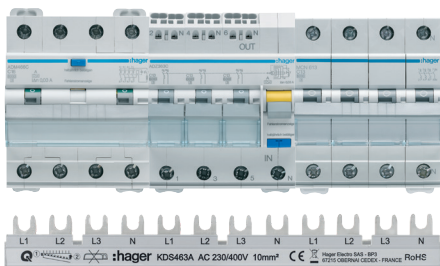
2.5 Przepisy normatywne

Ważne normy dotyczące planowania i montażu wyłączników nadprądowych:

PN-EN 60898-1	Sprzęt elektroinstalacyjny - Wyłączniki do zabezpieczeń przeciężeniowych instalacji domowych i podobnych - Część 1: Wyłączniki do obwodów prądu przemiennego
PN-EN 60947-2	Aparatura rozdzielcza i sterownicza niskonapięciowa Część 2: Wyłączniki
PN-HD 60364-4-43	Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 4-43: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed prądem przeciężeniowym
PN-EN 61439 1-5	Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe

2.6 Systemy montażowe

Łączenie elementów za pomocą szyny fazowej



Przy pomocy techniki zacisków QuickConnect można wtykać przewody (po stronie obwodów wyjściowych) oraz szyny (po stronie zasilania) - wtykami zamiast wkręcać.

Łatwy demontaż szyny

Dzięki łatwemu odczepianiu szyny przy pomocy jednego ruchu śrubokrętem, można ją szybko i bezproblemowo zdemonstrować. Zwiększa to ekonomiczność przeglądów oraz napraw.



Więcej miejsca między rzędami

Kompaktowe szyny zostawiają więcej miejsca na przewody między rzędami.

W kwestii bezpieczeństwa nie ma kompromisów

Lepsza ochrona przeciwdotykowa dzięki całkowitej izolacji: połączenie sprawdzonej metody QuickConnect z szynami fazowymi gwarantuje większe bezpieczeństwo pracy.

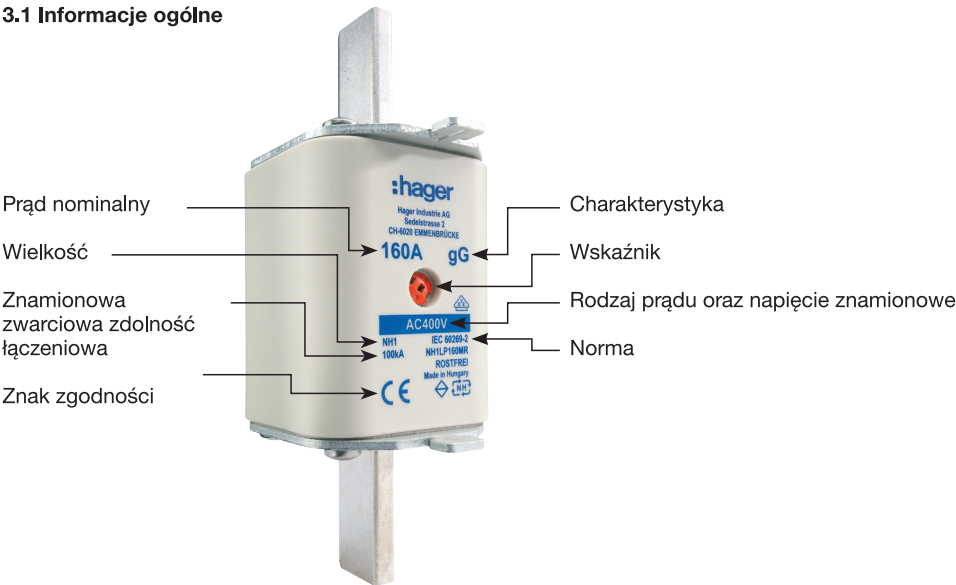


Wkładki bezpiecznikowe NH



3	Wkładki bezpiecznikowe NH	46
3.1	Informacje ogólne	48
3.2	Funkcje	49
3.3	Charakterystyka wyzwiania	49
3.4	Wybór urządzenia / planowanie	52
3.5	Przepisy normatywne	52
3.6	Systemy montażowe	53

3.1 Informacje ogólne



Charakterystyka	gG	gTr	aM
Napięcie znamionowe	400 / 500 / 690 V	400 V	690 V

Wielkości

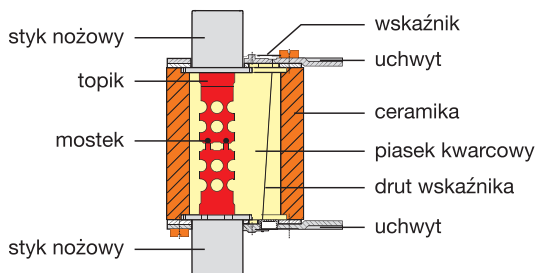
- NH000 do 100 A
- NH00 do 160 A
- NH1 do 250 A
- NH2 do 400 A
- NH3 do 630 A

Niskonapięciowe wkładki topikowe (NH) są częścią składową rozłącznika bezpiecznikowego listwowego NH. Są to bezpieczniki topikowe o ekstremalnie wysokiej znamionowej zdolności łączeniowej (do 120 kA). Prąd znamionowy zabezpieczeń jest zróżnicowany i umożliwia prostą selektywność działania.

Zalety produktu

- bardzo wysoka zdolność wyłączeniowa przy małych rozmiarach
- wysoka zdolność ograniczania prądu, niska przepuszczalność I^2t
- duża selektywność
- niski współczynnik strat
- wysoka niezawodność i odporność na starzenie
- łatwa obsługa
- nacisk styku jest niezależny od użytkownika

3.2 Funkcje



Budowa bezpieczników topikowych jest prosta, ale sprawdzona. Przez dziesięciolecia nie uległa istotnym zmianom. Topik oraz mostek określają przebieg charakterystyki. W przypadku wystąpienia prądu zwarcowego lub przeciążenia ulegają one stopieniu, a piasek kwarcowy gasi powstały łuk oraz pochłania ciepło. Dzięki wskaźnikowi możliwa jest szybka identyfikacja bezpiecznika, który zadziałał.

3.3 Charakterystyka wyzwalania

3.3.1 Kategorie pracy

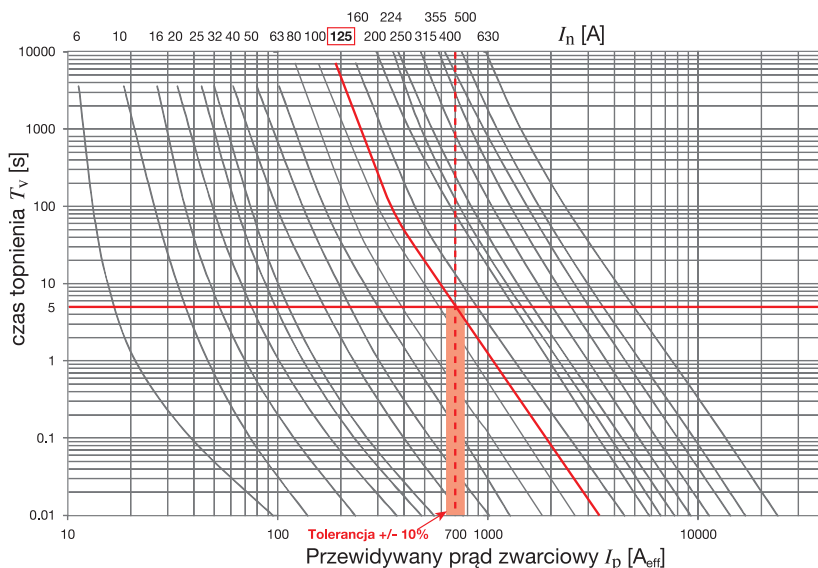
Kategoria pracy charakteryzuje właściwości zadziałania bezpiecznika oraz krzywą wyłączenia.

- gG Wkładki topikowe o pełnozakresowej zdolności wyłączenia ogólnego przeznaczenia**
Do zabezpieczania instalacji oraz urządzeń przed zwarciami oraz przeciążeniami
- gTr Wkładki topikowe o pełnozakresowej zdolności wyłączenia do transformatorów**
Służą do zabezpieczania transformatorów. Wielkość znamionowa podawana jest jako moc pozorna (kVA) transformatora. Krzywa wyłączenia zależy od sposobu pracy transformatora oraz poprzedzających bezpieczników wysokonapięciowych
- aM Wkładki topikowe o niepełnozakresowej zdolności wyłączenia do ochrony zwarcowej silników elektrycznych**
Zabezpieczenie niepełnozakresowe obejmuje jedynie zabezpieczenie urządzeń przed zwarcie. Zakłada się, że w celu ochrony nadprądowej stosowane są dodatkowe elementy zabezpieczające. Wartość prądu znamionowego może być tożsama z wartością prądu znamionowego silnika.

3.3.2 Charakterystyka czasowo-prądowa

Charakterystyka czasowo-prądowa wkładek topikowych niskiego napięcia NH obrazuje zależność między czasem topnienia a prądem. Na wykresie znajdują się średnie charakterystyki czasowo-prądowe, które mogą odbiegać o +/- 10% od osi prądu.

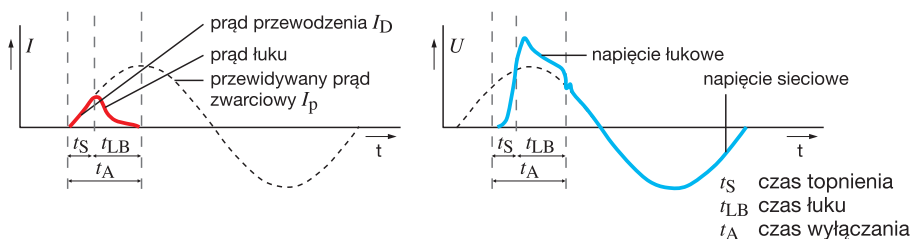
Na przykład wywalacz wkładki topikowej NH 125 A ma czas zadziałania 5 sekund przy 700 A. Aby wyłącznik zadziałał w ciągu 5 sekund, prąd musi być większy o co najmniej 10% po uwzględnieniu tolerancji.



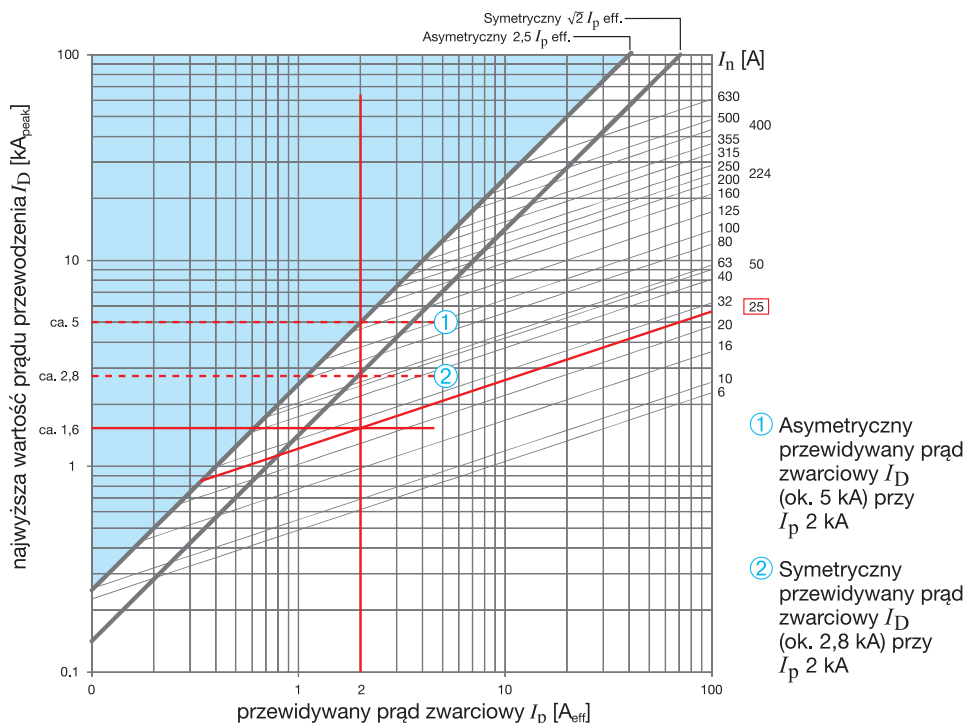
Przewidywany prąd zwarciaowy I_p jest prądem spodziewanym. Oznacza to, że podczas zwarcia prąd nie zostanie zredukowany przez urządzenie ograniczające.

3.3.3 Ograniczanie prądu

Wkładki topikowe niskiego napięcia mają tę zaletę, że mogą skutecznie ograniczyć wartość prądu zwarciaowego. Krótki czas wyłączenia powoduje, że prąd przewodzenia nie osiąga wartości maksymalnej przewidywanego prądu zwarciaowego. Dzięki temu, że na elementy znajdujące się za bezpiecznikiem działa wyłącznie prąd przewodzenia, co minimalizuje obciążenie mechaniczne i termiczne.



Do określania najwyższej wartości prądu przewodzenia służy charakterystyka prądów ograniczonych.



Prąd asymetryczny / symetryczny

Jeśli nie występuje ogranicznik prądu, to najwyższa wartość prądu przewodzenia I_D zależy dodatkowo od stosunku rezystancji i indukcyjności w miejscu zwarcia. W uproszczeniu można powiedzieć, że rozróżniamy dwa typy zwarcia: bliskie (asymetryczne) i dalekie (asymetryczne) od źródła zasilania, ponieważ ma to bezpośredni wpływ na wartość rezystancji.

Blisko od źródła zasilania: $I_D = 1.8 \times \sqrt{2} \times I_p = \sim 2,5 \times I_p$ (asymetryczny)

Daleko od źródła zasilania: $I_D = \sqrt{2} \times I_p = \sim 1,4 \times I_p$ (symetryczny)

Przykład 1

Wkładka topikowa 25 A ogranicza efektywnie najwyższą wartość prądu przewodzenia do ok. 1,6 kA_{peak} przy przewidywanym prądzie zwarciaowym I_p o wartości 2 kA.

Przykład 2

Przy przewidywanym prądzie zwarciaowym I_p o wartości 2 kA prąd ograniczany jest efektywnie przez następujące bezpieczniki:

Przy prądzie symetrycznym: 6 A, 10 A, 16 A, 20 A, 25 A, 32 A, 40 A, 50 A, 63 A

Przy prądzie asymetrycznym: 6 A, 10 A, 16 A, 20 A, 25 A, 32 A, 40 A, 50 A, 63 A, 80 A, 100 A, 125 A

W przypadku większych bezpieczników prąd nie jest ograniczany, ponieważ przewodzony jest co najmniej jeden półokres przebiegu sinusoidalnego.

3.4 Wybór urządzenia / planowanie

Dobór i planowanie niskonapięciowych wkładek topikowych przebiega następująco:

1. Wybór charakterystyki
2. Wybór prądu znamionowego
3. Wybór przekroju przewodu
4. Kontrola czasów wyłączenia podczas uszkodzenia przewodu

Jeśli istnieją wymagania co do selektywności lub zabezpieczeń dodatkowych, to należy zapoznać się z rozdziałem Ochrona dodatkowa / Selektywność.

Ponieważ znamionowa zdolność łączeniowa niskonapięciowych wkładek topikowych NH jest wysoka (≥ 100 kA), to z reguły nie trzeba zwracać uwagi na zdolność wyłączeniową.

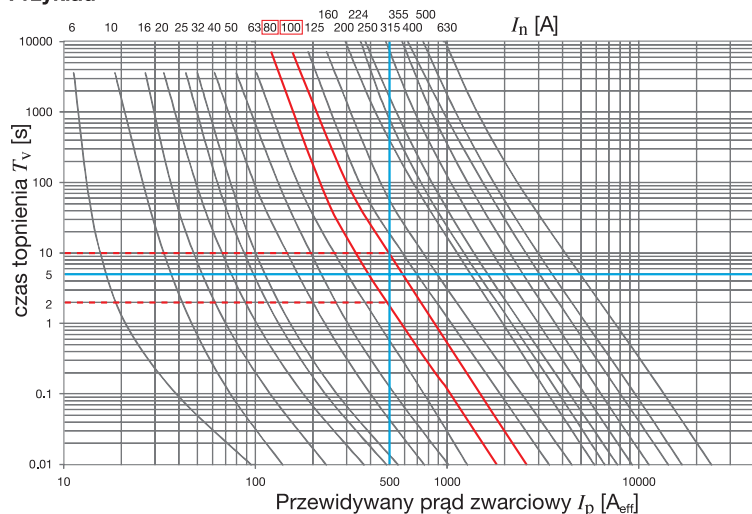
3.4.1 Czas wyłączenia

Automatyczne czasy wyłączenia w przypadku uszkodzenia przewodu zostały zdefiniowane w PN-HD 60364-4-43. Obowiązują następujące czasy:

- 0,4 s dla jednofazowych obwodów elektrycznych ≤ 32 A, 0,2 s dla obwodów trójfazowych ≤ 32 A
- 5,0 s dla rozdzielczych obwodów elektrycznych

W celu weryfikacji należy upewnić się, jaki jest minimalny prąd zwarciaowy na końcu przewodu.

Przykład



Na końcu przewodu oczekiwany jest minimalny prąd zwarciaowy 500 A. Przewidziano zastosowanie niskonapięciowych wkładek topikowych 100 A. Czas wyzwalania jest jednak dłuższy niż 5 sekund, co oznacza, że nie można zastosować wkładki 100 A. Rozwiązaniem byłoby zastosowanie wkładki 80 A lub przewodu zasilającego o większym przekroju, co spowoduje wzrost minimalnego prądu zwarciaowego.

3.5 Przepisy normatywne

Istotne normy dotyczące doboru i montażu:

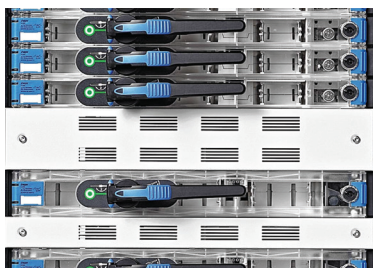
- | | |
|------------------|---|
| PN-EN 60269-1 | Bezpieczniki topikowe niskonapięciowe - Część 1: Wymagania ogólne |
| PN-HD 60269-2 | Wymagania dodatkowe dotyczące bezpieczników przeznaczonych do wymiany przez osoby wykwalifikowane |
| PN-HD 60269-3 | Wymagania dodatkowe dotyczące bezpieczników przeznaczonych do wymiany przez osoby niewykwalifikowane |
| PN-HD 60364-4-43 | Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 4-43: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed prądem przetężeniowym |
| PN-EN 61439 1-5 | Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe |

3.6 Systemy montażowe



Rozłączniki listwowe niskonapięciowe LVS

- rozłączany 3-biegunowo
- rozmiary od 00 do 60, 100 i 185 mm system szyn zbiorczych do 160 A
- wielkość 1-3 dla 185 mm
- system szyn zbiorczych do 630 A
- listwa bliźniacza do 1260 A
- rozłączniki transformatorowe 910 A (630 kVA) i 1820 A (1250 kVA)



Seria LL

Rozłącznik izolacyjny z bezpiecznikami w formie listwy

- rozmiary od 00 do 1-3 (do 630 A)
- łatwa obsługa przy pomocy dźwigni
- ze zintegrowanym mechanizmem migowym
- montaż wsuwanych modułów możliwy jest pod napięciem
- rozłączany 3-biegunowo



Seria LT

Niskonapięciowy wyłącznik bezpiecznikowy

- rozmiary 000, 00, 1, 2, 3 (6 A do 630 A)
- kompaktowa budowa
- rozłączany 3-biegunowo

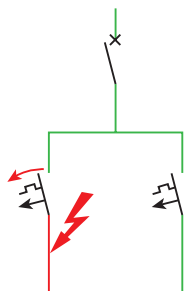
Niezależnie od systemu montażowego systemy można wyposażyć w elektroniczny system monitorowania bezpieczników, jak również przekładniki prądowe.

Ochrona uzupełniająca / selektywność

4	Ochrona uzupełniająca / selektywność	54
4.1	Informacje ogólne	56
4.2	Ochrona uzupełniająca	57
4.3	Selektywność	59
4.4	Planowanie selektywności	66

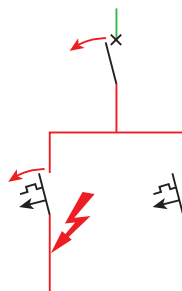
4.1 Informacje ogólne

Całkowita selektywność



Selektywność dwóch zabezpieczeń nadprądowych połączonych szeregowo, gdzie jedno zabezpieczenie przejmuje ochronę po stronie obciążeniowej, a drugie zabezpieczenie nie zadziała.

Ochrona uzupełniająca

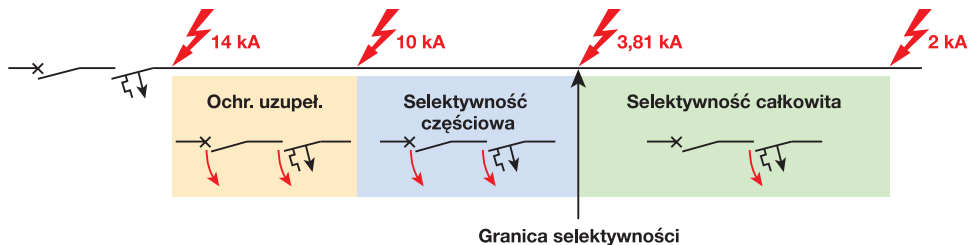


Wartość prądu zwarciovego przewyższa znamionową zdolność łączeniową zabezpieczenia nadprądowego. W celu bezpiecznego rozłączenia ochronę przeciwzwarciovą przejmuje element zabezpieczający zainstalowany od strony zasilania. W przypadku zwarcia zadziałają z reguły oba elementy.

Selektywność częściowa

Selektywność dwóch zabezpieczeń nadprądowych połączonych szeregowo, gdzie jedno zabezpieczenie przejmuje ochronę po stronie obciążeniowej do podanej wartości prądu zwarciovego, a drugie zabezpieczenie nie zadziała.

Dwa elementy zabezpieczające w obwodzie elektrycznym są połączone szeregowo. W przypadku małych prądów zwarciovych zadziała tylko ten element, który znajduje się najbliżej miejsca zwarcia. Jeżeli prąd zwarciovy przekracza granicę selektywności, to dodatkowo zadziała również element znajdujący się od strony zasilania, ponieważ energia zwarcia jest za wysoka. W przypadku bardzo wysokich prądów zwarciovych, wartość prądu przewyższa zdolność wyłączeniową zabezpieczenia nadprądowego. W celu bezpiecznego rozłączenia, ochronę przeciwzwarciovą przejmuje element zabezpieczający zainstalowany od strony zasilania.

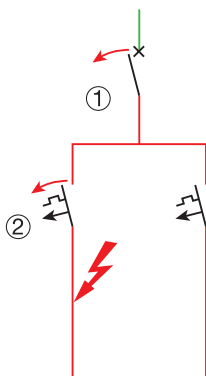
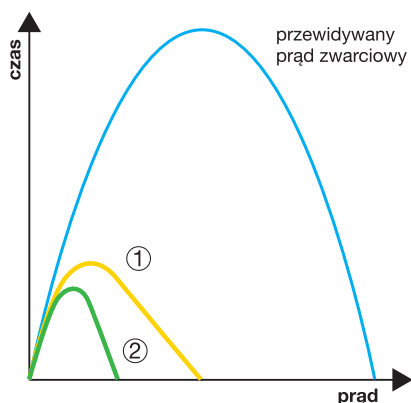


W przypadku zwarcia w odbiorniku (najczęstszy przypadek), występuje selektywność zadziałania powodowana z reguły niskimi prądami zwarciovymi.

Przy zwarciach blisko rozdzielnic (rzadki przypadek), działa zabezpieczenie dodatkowe (uwaga, nie jest spełniony warunek selektywności) i chroni tym samym element zabezpieczający mimo zbyt wysokiego prądu zwarciovego.

Oba przypadki można zlokalizować przy pomocy tabeli koordynacji (selektywność, ochrona dodatkowa).

4.2 Ochrona uzupełniająca



Jeśli prąd zwarciový przewyższa zdolność wyłączeniową urządzenia zabezpieczającego (2), to znajdujące się przed tym aparatem zabezpieczenie uzupełniające (1) musi wspólnie z urządzeniem zabezpieczającym (2) ograniczyć prąd zwarciový tak, aby nie przekroczyć znamionowej zwarciový zdolności łączeniowej aparatu (2). W takich przypadkach zadziałają z reguły oba elementy zabezpieczające jednocześnie (1 + 2).

Info:

Przy wysokich prądach zwarciových (wyższych od znamionowej zwarciový zdolności łączeniowej) wyłącznik nadprądowy wymaga zawsze zabezpieczenia uzupełniającego, które stanowi z reguły element ochronny znajdujący się przed nim (np. zabezpieczenie wstępne podrozdzielnic).

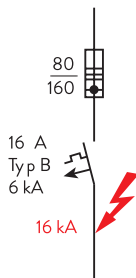
Do planowania i doboru zabezpieczeń wymagane są następujące tabele:

Tabela koordynacji zwarciových: W tabeli można znaleźć maksymalną wartość prądu zwarciových w miejscu montażu. Do tej wartości element zabezpieczający znajdujący się z przodu ogranicza prąd przewodzony, tak aby znajdujące się za nim urządzenie ochronne nie uległo uszkodzeniu

Tabela selektywność:

Tabela służy do określania granicy selektywności. Do podanej wartości prądu wyzwała tylko urządzenie znajdujące się dalej od źródła zasilania.

Przykład



Wyłącznik nadprądowy typu B (MBN116E/MBS116) 16 A, 6 kA zabezpieczony jest niskonapięciową wkładką topikową NH 80 A. Maksymalny prąd zwarciovym w miejscu montażu może wynosić 16 kA. Z tabeli koordynacyjnej ochrony dodatkowej można wyczytać, że wyłącznik nadprądowy zabezpieczony jest przed prądem zwarciovym o natężeniu do 25 kA.

Tabela koordynacyjna uzupełniających urządzeń ochronnych

Zabezpieczenie dodatkowe w postaci wyłącznika instalacyjnego z wkładką topikową NH typu gG

Model	Bezpiecznik topikowy NH typu gG	Ochrona uzupełniająca* do
MBN, MCN 6 do 40 A	50 A	50 kA
	63 A	40 kA
	80 A	25 kA
	100 A	25 kA
	125 A	25 kA
NBN, NCN, NDN, 0,5 do 63 A	50 A	60 kA
	63 A	
	80 A	
	100 A	
	125 A	

(*) Cykl łączeniowy ochrony dodatkowej wg PN-EN 60947-2

4.3 Selektowność

W przypadku selektowności całkowitej rozłącza wyłącznie element zabezpieczający, który znajduje się najbliżej miejsca usterki. Pozostałe elementy zabezpieczające pozostają bez reakcji. Selektowność całkowitą można osiągnąć na kilka sposobów. Z reguły mówi się tu o selektowności czasowej, prądowej i strefowej.

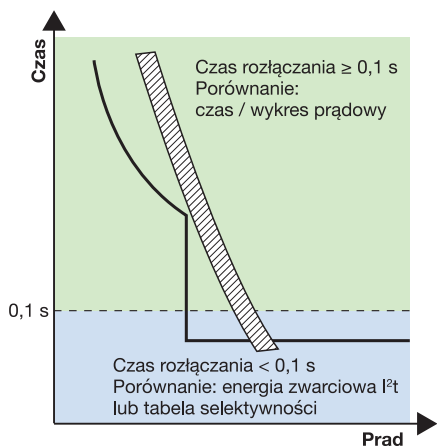
4.3.1 Rodzaje selektowności

	Selektowność prądowa	Selektowność czasowa	Selektowność strefowa
	Stopniowanie prądów zadziałania	Stopniowanie czasów rozłączania	Selektywne rozłączenie przez lokalizację zwarcia w strefie
Wyłącznik nadprądowy (MCB)	✓		
Niskonapięciowa wkładka topikowa NH	✓		
Wyłącznik kompaktowy MCCB	✓	✓	✓
Wyłącznik powietrzny ACB	✓	✓	✓

4.3.2 Selektywność prądowa

Wartości prądów kolejnych urządzeń zabezpieczających są stopniowane. W zależności od określonych warunków występuje selektywność częściowa lub całkowita.

W przypadku selektywności całkowitej czas rozłączania mniejszy lub większy niż 0,1 sekundy należy rozpatrywać osobno. Przy dużych prądach zwarciovych energia zwarciova (I^2t) jest decydująca przy określaniu selektywności, natomiast przy małych prądach zwarciovych można porównywać charakterystyki wyzwalania.

**Czas rozłączania $\geq 0,1$ sekundy**

Obserwacja selektywności opiera się na porównaniu krzywych charakterystyki czasowo-prądowej. Należy przy tym pamiętać, że krzywe nie powinny się krzyżować a odstęp pomiędzy nimi powinien być odpowiednio duży (ze względu na tolerancję).

Czas rozłączania $< 0,1$ sekundy

Przy wysokich prądach zwarciovych decydujące są energia przenoszona, zadziałania oraz topienia. Wartości te można wyliczyć przy pomocy zaawansowanych testów, a dla ułatwienia dostępne są różne tabele koordynacyjne.

Uwagi:

W urządzeniach zabezpieczających z elektronicznym systemem wyzwalania selektywność można osiągnąć nawet przy wysokim poziomie prądu zwarcioowego poprzez stopniowanie wyłączania krótkozwłocznego.

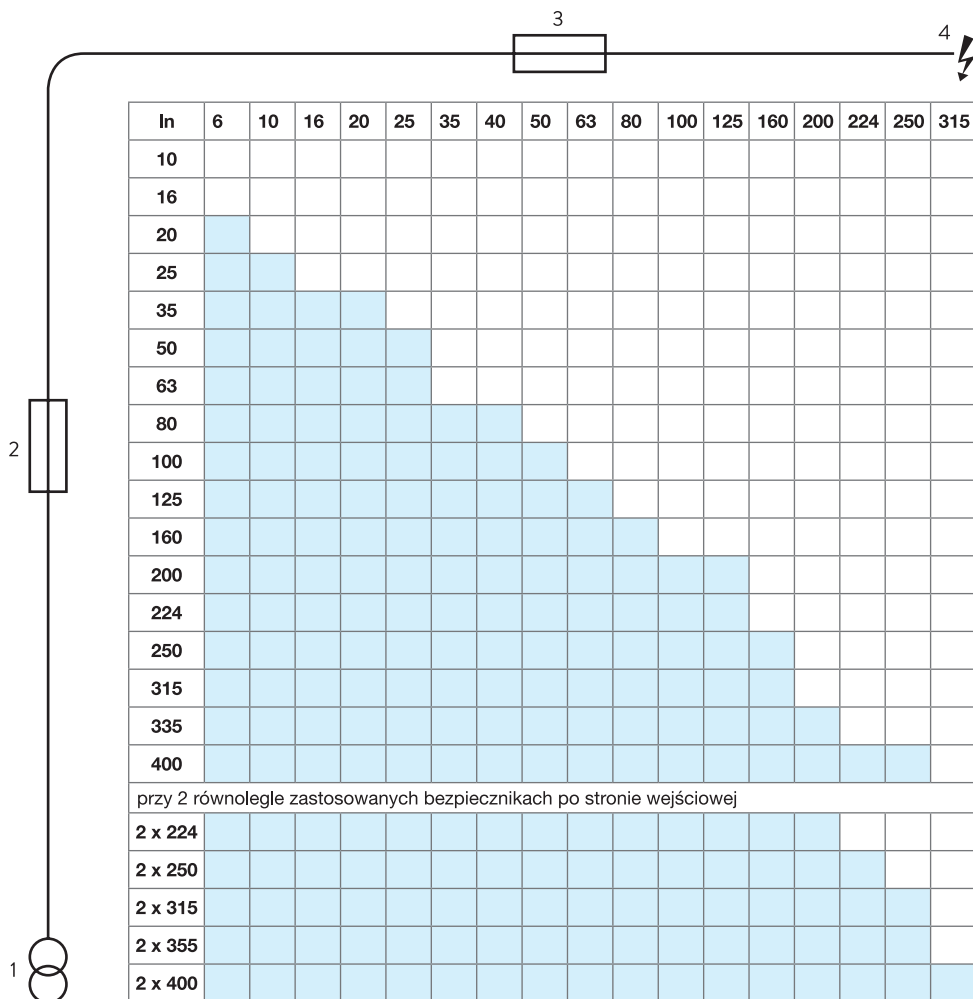
Maks. wartości (kA)		Przed zabezpieczeniem (strona wejściowa)	Zdolność wyłącz. PN-EN 61009-1	Wyłącznik kompaktowy serii x160 TM 25/40 kA											
Za zabezpieczeniem (strona obciążeniowa)		In (A)		HHA, HNA											
RCBO 4-pol.				16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	
	Char. B	6	6 kA	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	2,87	2,87	5,97	5,97	T	
		10		0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	2,36	2,36	4,94	4,94	5,55	
		13		0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	2,19	2,19	4,34	4,34	4,83	
		16		-	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	2,05	2,05	4,02	4,02	4,46	
		20		-	-	0,85	0,85	0,85	0,85	1,89	1,89	3,61	3,61	3,99	
		25		-	-	-	0,80	0,80	0,80	1,78	1,78	3,40	3,40	3,76	
		32		-	-	-	-	-	0,80	1,68	1,68	3,19	3,19	3,53	
		40		-	-	-	-	-	-	1,66	1,66	3,07	3,07	3,38	

Wartości w tabeli podano w kA

Wyłącznik różnicowoprądowy RCBO / wyłącznik kompaktowy MCCB

To zestawienie nie zawsze jest całkowicie selektywne. Jeśli maksymalny prąd zwarciový za wyłącznikiem różnicowoprądowym jest mniejszy niż wartość w tabeli, to kombinacja jest całkowicie selektywna.

Przykład tabeli koordynacji wkładek topikowych niskiego napięcia



1 transformator

2 zabezpieczenie wstępne

3 zabezpieczenie po stronie odbiorczej

4 przeciążenie lub zwarcie

selektywność

Niskonapięciowa wkładka bezpiecznikowa NH /**Niskonapięciowa wkładka bezpiecznikowa NH**

Do koordynacji bezpieczników niskiego napięcia służy odpowiednia tabela. Nie ma potrzeby różnicowania pomiędzy czasem wyzwalania większym lub mniejszym niż 0.1 sekunda.

Przykład tabeli koordynacji wyłączników nadprądowych

Granica (kA)		Po stronie zasilania:												
Charakterystyka B	Charakterystyka B													
	In	6 A	10 A	13 A	16 A	20 A	25 A	32 A	40 A	50 A	63 A	80 A	100 A	125 A
	6 A	-	0,04	0,05	0,06	0,08	0,1	0,13	0,46	0,2	0,25	0,32	0,4	0,5
	10 A	-	-	-	0,06	0,08	0,1	0,13	0,46	0,2	0,25	0,32	0,4	0,5
	13 A	-	-	-	-	0,08	0,1	0,13	0,46	0,2	0,25	0,32	0,4	0,5
	16 A	-	-	-	-	-	0,1	0,13	0,46	0,2	0,25	0,32	0,4	0,5
	20 A	-	-	-	-	-	-	0,13	0,46	0,2	0,25	0,32	0,4	0,5
	25 A	-	-	-	-	-	-	-	0,46	0,2	0,25	0,32	0,4	0,5
	32 A	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,25	0,32	0,4	0,5
	40 A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,25	0,32	0,4	0,5
	50 A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,32	0,4	0,5
	63 A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	0,5
	80 A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5
	100 A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	125 A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Wartości w tabeli podano w kA

Wyłącznik nadprądowy / Wyłącznik nadprądowy

Trudno jest uzyskać selektywność przy zastosowaniu dwóch wyłączników nadprądowych. Koniecznym warunkiem jest ustalenie wartości prądów zwarciovych. Pomocnym rozwiązaniem może być zastosowanie selektywnego wyłącznika nadprądowego. W powyższym przykładzie kombinacja ta jest selektywna do 320 A.

Tabela koordynacji

Wyłącznik nadprądowy 6 kA B MBN

Bezpiecznik NH000/00 gG													
w (A)	10 A	16 A	20 A	25 A	32 A	35 A	40 A	50 A	63 A	80 A	100 A	125 A	160 A
6	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,2	1,5	2,3	2,6	4,9	T	T	T
10	-	0,1	0,2	0,4	0,9	1	1,3	1,9	2,2	3,9	T	T	T
13	-	0,1	0,2	0,4	0,8	0,9	1,1	1,6	1,8	3,2	5,5	T	T
16	-	-	0,2	0,4	0,8	0,9	1,1	1,6	1,8	3,2	5,5	T	T
20	-	-	-	-	0,6	0,7	0,9	1,4	1,6	2,7	4,7	T	T
25	-	-	-	-	0,6	0,7	0,9	1,4	1,6	2,7	4,7	T	T
32	-	-	-	-	-	-	0,9	1,2	1,4	2,5	4,3	T	T
40	-	-	-	-	-	-	-	1,2	1,4	2,5	4,3	T	T

- = Brak selektywności

Wartości w tabeli podano w kA

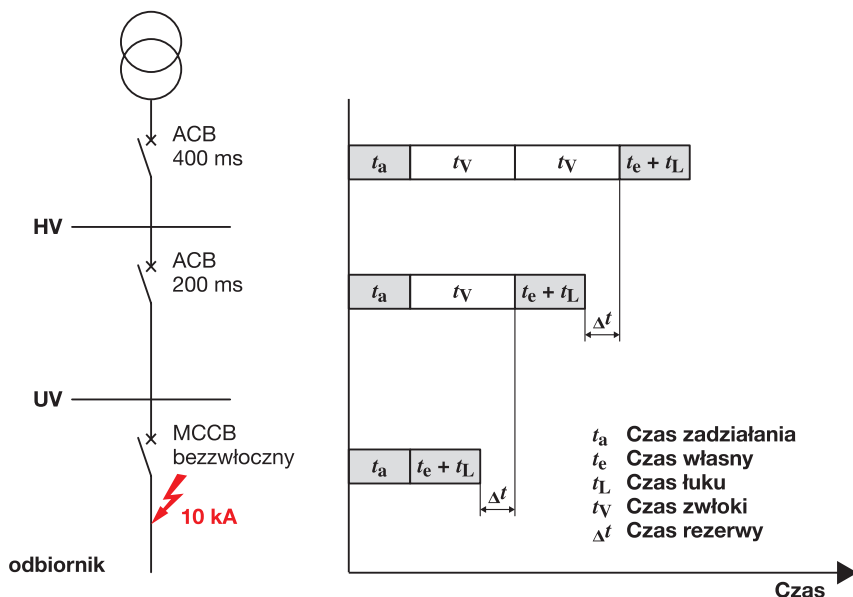
T = Całkowita selektywność do wartości wyłączeniowej kolejnego urządzenia ochronnego

Zastosowanie wkładek topikowych niskiego napięcia jako zabezpieczenia wstępnego dla wyłączników nadprądowych jest często spotykane. Kontrola selektywności jest najdokładniejsza przy uwzględnieniu tabeli koordynacji. Na powyższym przykładzie widać, że zestawienie wkładki topikowej NH 80 A i wyłącznika typu B 16 A do 3,2 kA jest w pełni selektywne. Niezależnie od tego należy sprawdzić zdolność wyłączeniową elementów zabezpieczeniowych.

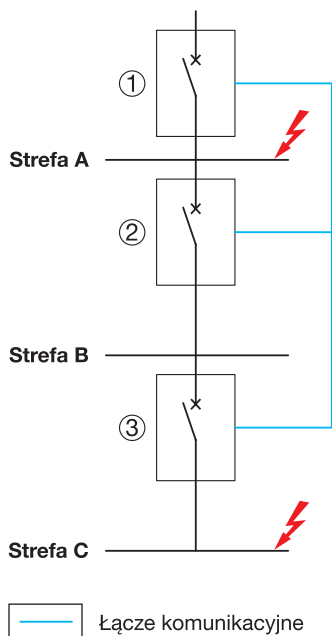
4.3.3 Selektywność czasowa

Przy szeregowym połączeniu kilku elementów zabezpieczających może się wydarzyć, że selektywność prądowa nie zapewni pełnej wybiórczości zadziałania zabezpieczeń. Zastosowanie wyłączników powietrznych nadprądowych umożliwia stopniowanie czasów wyzwalań przy dużym prądzie zwarciovym. Zwłoki czasowe znajdują się w przedziale między 50 a 150 ms i są zależne od producenta.

Selektywność czasowa może być konieczna w rozdzielnicach głównych z dużym prądem zwarciovym.



4.3.4 Selektowność strefowa



Jeśli w strefie C pojawi się zwarcie, to wszystkie elementy zabezpieczające je wykrywają, ale tylko element 3 zadziała. Jeśli zwarcie pojawi się w strefie A, to zadziała wyłącznik element A. Niezależnie od miejsca wystąpienia zwarcia czas wyłączenia wynosi 50 ms. Jest to możliwe, ponieważ urządzenia komunikują się ze sobą.

Skrócone czasy wyłączenia w stosunku do selektywności powodują mniejsze obciążenie termiczne i mechaniczne systemu.

Możliwe obszary zastosowania to układy kilku elementów ochronnych w układzie szeregowym. W takim przypadku można zredukować obciążenie termiczne i mechaniczne instalacji oraz urządzeń.

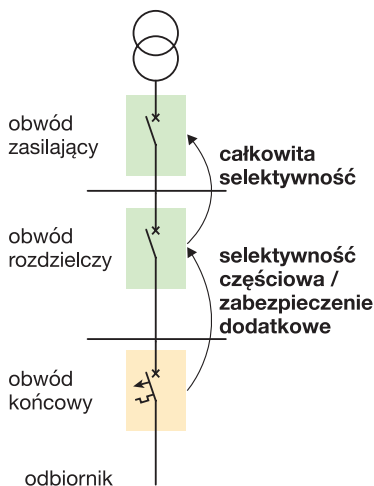
4.4 Planowanie selektywności

Planowanie selektywności należy przygotować przed projektowaniem / montażem. Może ono mieć bezpośredni wpływ na zasilanie. Zakres i koszty mogą być bardzo zróżnicowane, od prostych instalacji z jednym zasilaniem aż po duże instalacje z zapasowymi generatorami prądu i urządzeniami UPS. W przypadku dużych instalacji konieczne jest zastosowanie programów symulujących a projekty mogą być bardzo złożone. Nasze opracowanie dotyczy prostych instalacji oraz najważniejszych punktów, które należy uwzględnić.

Uwaga:

Plan selektywności należy wykonać przed zaplanowaniem montażu instalacji. Gdy wymagana jest całkowita selektywność, to najważniejszym punktem jest symulacja sieci elektrycznej lub jej wyniki. Prądy zwarciaowe są podstawą doboru selektywności.

4.4.1 Wymagania



Najpierw należy zdecydować, jakie urządzenia wymagają ochrony z zastosowaniem selektywności całkowitej. Z reguły następujące urządzenia wymagają takiej ochrony:

- odbiorniki zasilania awaryjnego
- instalacje wymagające ciągłego działania
- elementy ochronne, które po wyzwoleniu znacznie ograniczają eksploatację
- elementy ochronne, które mogą być często wyzwalane
- elementy ochronne, które posiadają trudnodostępne zabezpieczenia dodatkowe

Dodatkowo w doborze selektywności ważne mogą być również następujące punkty:

- integracja istniejących instalacji
- wymagania klienta
- wyłączniki zasilania awaryjnego

4.4.2 Prądy zwarciove

Do oszacowania selektywności oraz ochrony dodatkowej należy określić prądy zwarciove w miejscach montażu elementów zabezpieczających. W prostych instalacjach należy określić minimalny i maksymalny prąd zwarciovy.

W instalacjach zasilanych z wielu źródeł oraz awaryjnych należy określić prądy zwarciove wszystkich systemów. Tylko w ten sposób można zagwarantować, że plan zabezpieczeń jest odpowiedni dla wszystkich systemów. Mogą być wymagane następujące systemy zasilania:

- zasilanie równoległe z wieloma transformatorami
- zasilanie z jednym transformatorem
- zasilanie wyspowe z agregatem prądotwórczym
- zasilanie równoległe UPS – zasilanie bateryjne

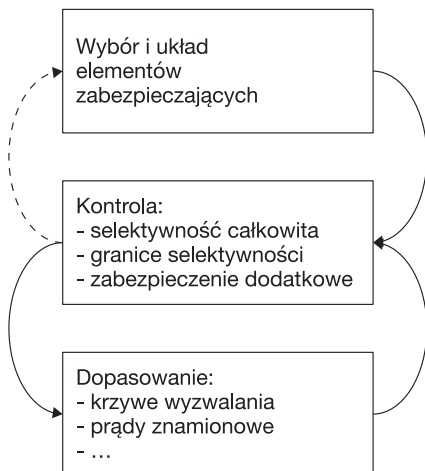
Uwaga:

W instalacjach z jednym generatorem prądu lub jednym urządzeniem UPC może być konieczne zastosowanie większej mocy nominalnej, aby prądy zwarciove były odpowiednio duże i mogły spełnić wymagania selektywności całkowitej.

Prądy zwarciove można określić przy pomocy:

- tabel prądów zwarciowych w transformatorach
- arkuszy danych technicznych urządzeń UPS / generatorów prądowych zasilanych paliwem
- nomogramów
- programów symulacyjnych

4.4.3 Wybór i układ elementów zabezpieczających



Najtrudniejszym zadaniem jest wybór i układ elementów zabezpieczających. Krok ten kończy się kontrolą selektywności całkowitej, granic selektywności oraz zabezpieczeniem dodatkowym (dobezpieczeniem).

Jeśli wymagania nie są spełnione, to należy dopasować krzywe wyzwalania, prądy znamionowe i inne.

W dużych instalacjach może się zdarzyć, że wymagania nie zostaną spełnione w pierwszym etapie. W takim przypadku konieczna jest ponowna analiza wyboru i układu elementów ochronnych.

Poniższe tabele obrazują standardowe układy oraz odpowiednio zalety i właściwości.

Informacja:

Im mniej elementów ochronnych połączonych szeregowo, tym łatwiej stwierdzić selektywność całkowitą.

		Zabezpieczenie poprzedzające			
		Wyłącznik nadprądowy MCB	Wkładka topikowa niskonapięciowa	Wyłącznik kompaktowy MCCB	Wyłącznik powietrzny ACB
Wyłącznik nadprądowy MCB		Niska selektywność z wyłączeniem selektywnego wyłącznika nadprądowego	Bardzo dobra ochrona dodatkowa oraz ograniczona selektywność	Dobra ochrona dodatkowa i ograniczona selektywność	
Wkładka topikowa niskonapięciowa NH			Bardzo duża selektywność i łatwa koordynacja	Całkowita selektywność tylko wtedy, gdy prąd znamionowy wkładki topikowej jest mały w stosunku do prądu znamionowego MCCB	Całkowita selektywność osiągalna przy pomocy krótkozwłocznego wyłącznika nadprądowego
Wyłącznik kompaktowy MCCB			Skomplikowana koordynacja w przypadku zwarcia. Należy porównać energię przenoszoną MCCB z wartością topnienia bezpiecznika	Możliwa wysoka lub całkowita selektywność	Możliwa całkowita selektywność
Wyłącznik powietrzny ACB					Możliwa całkowita selektywność



Kontrola przy pomocy tabeli koordynacji, diagramy (czas / prąd, energia przenoszona)



Kontrola przy pomocy konfiguracji ustawień ochrony / wyzwiania

		Elementy ochronne			
		Wyłącznik nadprądowy	Wkładka topikowa niskonapięciowa	Kompaktowy wyłącznik MCCB	Otwarty wyłącznik ACB
Rodzaj obwodu elektrycznego	Obwód zasilający		W instalacjach z dużymi prądami zwarciovymi lub o dużym stopniu zanieczyszczenia	W mniejszych instalacjach zasilających o małych wymaganiach dot. selektywności	Bardzo dobrze nadaje się do uzyskania selektywności prądowej, czasowej i strefowej
	Obwód rozdzielczy	Wyłącznik selektywny może być odpowiedni	Bardzo dobrze nadaje się jako zabezpieczenie dodatkowe oraz do całkowitej selektywności	Bardzo dobrze nadaje się jako zabezpieczenie dodatkowe oraz do całkowitej selektywności	Bardzo dobrze nadaje się do uzyskania selektywności prądowej, czasowej i strefowej, ew. za wysoki prąd znamionowy
	Obwód końcowy	Przy dużych prądach zwarciovych wyłącznik nadprądowy wymaga zabezpieczenia dodatkowego i jest częściowo selektywny. Przy niskich prądach zwarciovych wyłącznik jest całkowicie selektywny	Nie jest optymalny, ponieważ czasy wyłączania muszą zostać zachowane. Po zadziałaniu musi zostać wymieniony	Dobrze nadaje się przy wysokich prądach zwarciovych i całkowitej selektywności	

Wybór i układ elementów ochronnych

<p>Budowa systemu jest całkowicie selektywna przy małych prądach zwarciowych, a przy wysokich prądach zwarciowych bezpieczniki NH oraz MCCB stanowią ochronę uzupełniającą. Wyłącznik nadprądowy z wyższą znamionową zdolnością wyłączeniową charakteryzuje się wyższą granicą selektywności.</p>	<p>Selektywność całkowita do maksymalnej wartości wyłączeniowej wyłącznika nadprądowego. W przypadku selektywnych wyłączników nadprądowych (SLS) znamionowa wartość wyłączeniowa musi być wyższa niż prąd zwarcio- wy w rozdzielnicy głównej.</p>	<p>Połączenie jest w pełni selektywne nawet przy wysokich prądach zwarciowych. Należy przestrzegać koordynacji pod wyłącznikami kompaktowymi (MCCB).</p>	<p>Najprostsza zasada selektywności. Znamionowa zdolność wyłączeniowa MCCB musi być wyższa niż prąd zwarcio- wy rozdzielnicy głównej.</p>	

Przestrzeń, której zawsze potrzebowałeś.

5-rzędowa volta natynkowa.



NOWOŚĆ

01

Pięć rzędów,
aby zapewnić optymalną przestrzeń
przyłączeniową oraz miejsce na
dodatkową aparaturę i urządzenia
montowane w przyszłości.

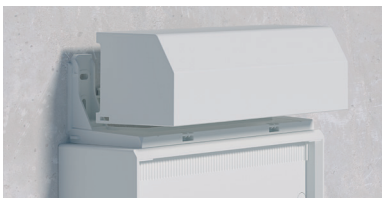
Królowa rozdzielnic mieszkaniowych - doskonała jakość, sprawdzona w tysiącach domów i mieszkań. Teraz do volty elektrycznej, multimedialnej i hybrydowej dołącza nowa, 5-rzędowa rozdzielnica natynkowa.

Nowa rozdzielnica, nowe rozwiązania.

02

Oslona do wyprowadzenia przewodów.

Dodatkowe akcesorium, jeśli chcesz ułatwić sobie instalację i cenisz czysty wygląd.



04

Uchwyty boczne do prowadzenia przewodów.

Wszystkie dostępne warianty rozdzielnic natynkowych volta, wyposażone zostały w wewnętrzne boczne uchwyty do łatwiejszego i bezpiecznego mocowania przewodów.



03

Płyty montażowe z tworzywa.

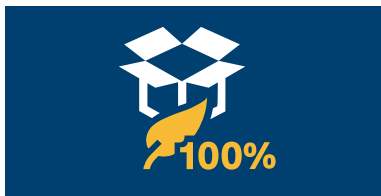
Rozdzielnice volta w wersji multimedialnej i hybrydowej wyposażone są w nowe płyty montażowe z tworzywa z wąskim rozstawem otworów. Zapewniają dużą elastyczność podczas montażu urządzeń.



05

Ekologiczne opakowanie.

Wszystkie warianty rozdzielnic volta dostarczane są w ekologicznych, kartonowych opakowaniach, które zapobiegają uszkodzeniom podczas transportu. Opakowania są przyjazne dla środowiska i łatwe do utylizacji.



Proste i szybkie projektowanie rozdzielnic z Hager Ready.

Oszczędzaj czas na każdym etapie pracy!
Dzięki Hager Ready możesz skonfigurować przyłącza i dobrać akcesoria do rozdzielnic mieszkaniowych zaledwie w ciągu kilku kliknięć.

Wszystko to na Twoim smartfonie, za pomocą aplikacji mobilnej lub na Twoim komputerze, dzięki oprogramowaniu na PC.

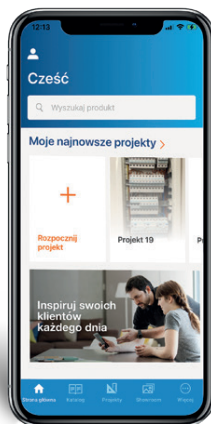


**Hager
Ready**



Zalety:

- pełna dokumentacja projektu,
- schematy obwodów,
- zestawienie produktów,
- gotowe etykiety do druku.



**Więcej o aplikacji
Hager Ready znajdziesz
na stronie hager.pl**

