



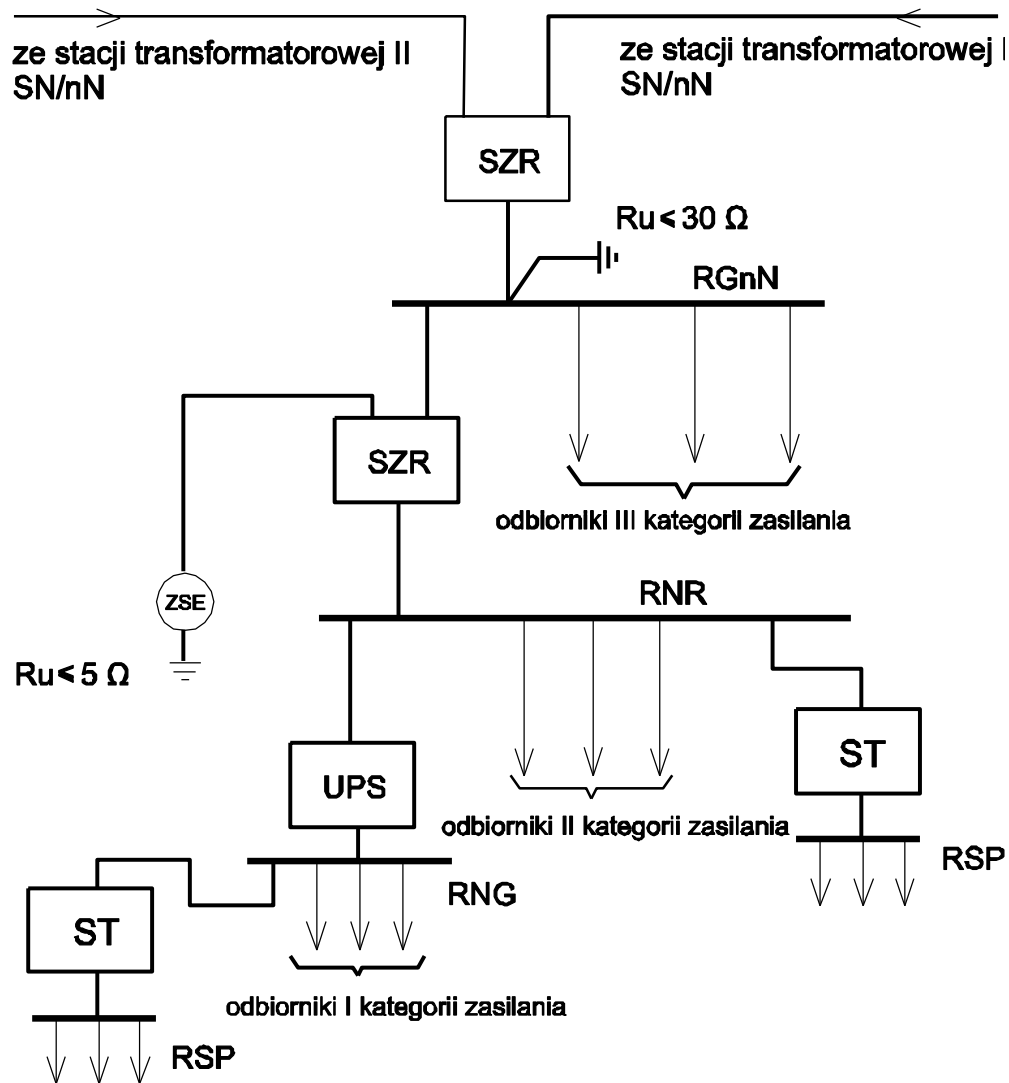
**„ŹRÓDŁA ZASILANIA URZĄDZEŃ PRZECIWOŻAROWYCH.
PRZECIWOŻAROWY WYŁĄCZNIK PRĄDU ORAZ OCHRONA
PRZECIWPORAŻENIOWA URZĄDZEŃ, KTÓRYCH FUNKCJONOWANIE
JEST NIEZBEDNE W CZASIE POŻARU.
TYMCZASOWE INSTALACJE ELEKTRYCZNE ROZWIJANE PRZEZ
JEDNOSTKI OCHRONY PRZECIWOŻAROWEJ W CZASIE ACJI
RATOWNICZO-GAŚNICZEJ.”**



ppłk. w st. sp. mgr inż. Julian Wiatr
redaktor naczelny miesięcznika elektro.info
Prezes Narodowego Ośrodka Bezpieczeństwa Elektrycznego

WARSZAWA 23 LUTY 2016

SCHEMAT BLOKOWO-IDEOWY ZASILANIA BUDYNKU



W świetle Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 roku, w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów [Dz. U. Nr109/2010 poz. 719], urządzenia przeciwpożarowe to stałe lub półstałe urządzenia uruchamiane ręcznie lub automatycznie, służące do:

- zapobiegania powstania pożaru,
- wykrywania powstałego pożaru,
- zwalczania pożaru lub ograniczania jego skutków.

Urządzenia te można podzielić na:

- wymagające zasilania do przejścia w stan pracy pożarowej,
- niewymagające zasilania do przejścia w stan pożarowy.

Zgodnie normą PN-EN 12101-10:2007 „Systemy kontroli rozprzestrzeniania się dymu i ciepła – część 10: „Zasilanie”, można przyjąć dwie klasy wymagań w zakresie zasilania urządzeń przeciwpożarowych:

- klasa „A”: wymagane jest zasilanie ze źródła podstawowego oraz źródła rezerwowego,
- klasa „B”: wymagane jest tylko zasilanie ze źródła podstawowego.

Wymagania w zakresie źródeł zasilających urządzenia przeciwpożarowe zostały określone w normie PN-HD 60364-5-56:2013 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Część 5-56 – instalacje bezpieczeństwa.

Podstawowym źródłem zasilania jest sieć elektroenergetyczna lub inne źródło zasilania np. zespół prądotwórczy.

Natomiast w przypadku zwiększonej pewności zasilania, jako źródło rezerwowe należy przyjmować:

- akumulatory lub baterie akumulatorów, niezależnie od linii elektroenergetycznej oraz źródeł zasilania awaryjnego,
- zespoły prądotwórcze, niezależnie od linii elektroenergetycznej zasilania podstawowego,
- oddzielną linię elektroenergetyczną posiadającą część wspólną od napięcia 110 kV, czyli linię SN wyprowadzoną z osobnej sekcji GPZ niż linia zasilania podstawowego.

Zasady instalowania wyłącznika ppoż

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku „w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie” [Dz. U. Nr 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami] **w strefach pożarowych o kubaturze przekraczającej 1000 m³ lub zagrożonych wybuchem ($\Delta P \geq 5$ kPa – RMSW i A z dnia 7.06.2010 Nr 109 poz. 719), istnieje obowiązek instalowania przeciwpożarowego wyłącznika prądu. Wyłącznik ten powinien odcinać dopływ energii elektrycznej do wszystkich odbiorników **z wyjątkiem obwodów zasilających instalacje i urządzenia, których funkcjonowanie jest niezbędne podczas pożaru.****

Do urządzeń tych należy zaliczyć:

- a) pompy pożarowe,
- b) dźwiękowy system ostrzegawczy,
- c) oświetlenie awaryjne i ewakuacyjne,
- d) dźwigi przeznaczone dla ekip ratowniczych,
- e) systemy technicznych zabezpieczeń pożarowych,
- f) wentylację pożarową (w tym zasilanie napędów klap dymowych),
- g) system alarmu pożarowego.

Wyłącznik powinien być instalowany przy głównym wejściu do budynku lub złączu i odpowiednio oznakowany. **Odcięcie dopływu prądu przeciwpożarowym wyłącznikiem nie może powodować samoczynnego włączenia drugiego źródła energii elektrycznej** (w tym zespołu prądotwórczego) z wyjątkiem źródła zasilającego urządzenia, których funkcjonowanie w czasie pożaru jest niezbędne.

Nowelizacja rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku „w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie”. Nowe przepisy wejdą w życie w 2017 roku.



SNB

**Stowarzyszenie
Nowoczesne Budynki**

Modern Buildings Association

Zasilanie urządzeń przeciwpożarowych należy realizować przed przeciwpożarowego wyłącznika prądu, który zgodnie z § 183 projektu nowelizacji Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku, w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [Dz. U. Nr 75/2002 poz. 690 z późniejszymi zmianami], musi spełniać następujące wymagania:

.

.

.

2. Przeciwpożarowy wyłącznik prądu, odcinający dopływ prądu do wszystkich obwodów, z wyjątkiem obwodów zasilających instalacje i urządzenia, których funkcjonowanie jest niezbędne podczas pożaru, należy stosować w strefach pożarowych o kubaturze przekraczającej 1.000 m³ lub zawierających strefy zagrożone wybuchem, z uwzględnieniem § 193 ust.4.

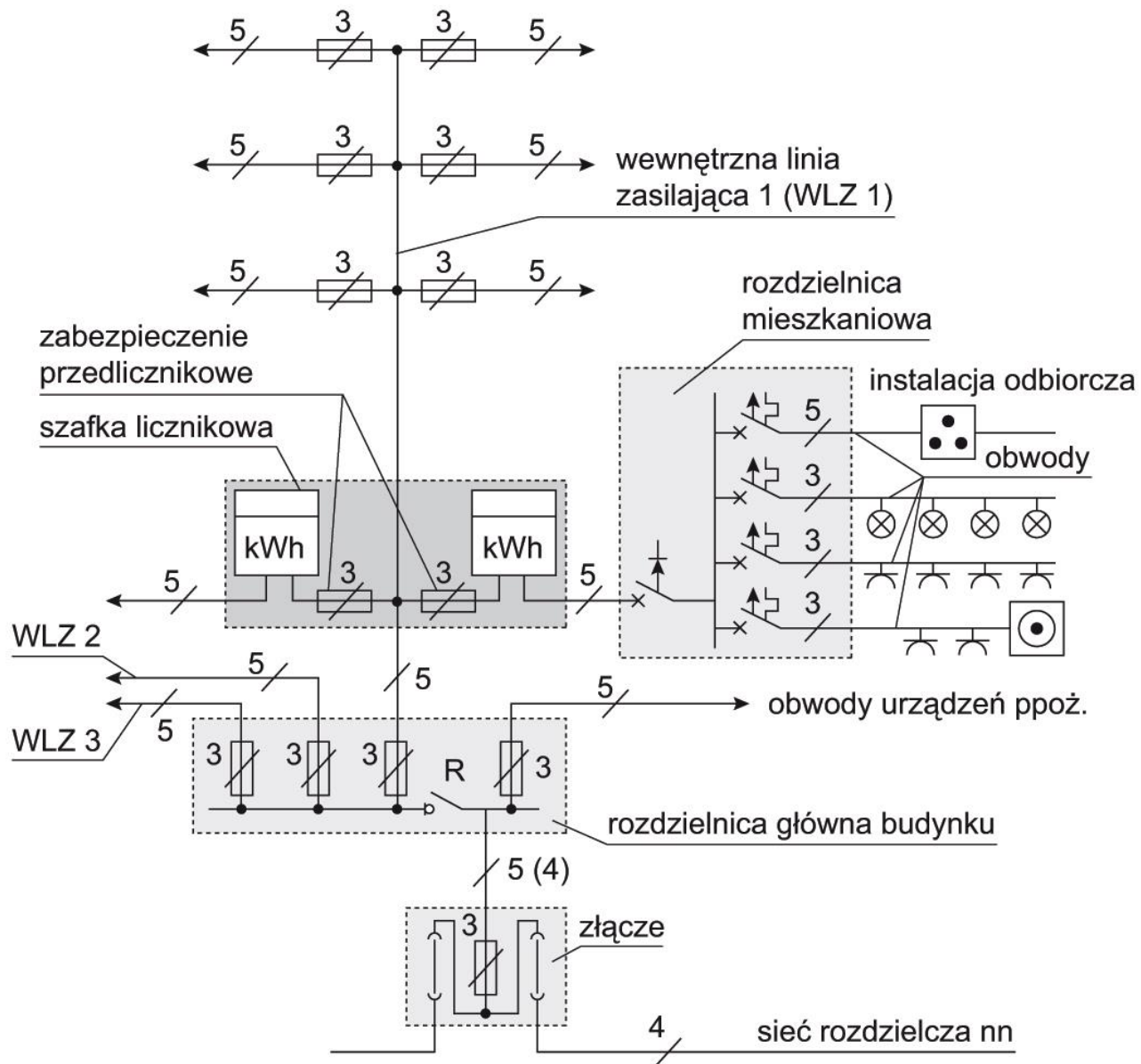
3. Aparat elektryczny stanowiący element wykonawczy przeciwpożarowego wyłącznika prądu należy instalować w rozdzielnicy głównej budynku, zainstalowanej w pomieszczeniu stanowiącym osobną strefę pożarową lub w rozdzielnicy pożarowej, spełniającej wymóg ognioodporności przez wymagany czas. W przypadku zastosowania aparatu elektrycznego typu wyłącznik należy zapewnić wybiórczość działania zabezpieczeń występujących w instalacjach elektrycznych budynku, które są przyłączone za wyłącznikiem i eksploatowane w warunkach normalnej eksploatacji. W zależności od uwarunkowań lokalnych sterowanie przeciwpożarowym wyłącznikiem prądu może być miejscowe lub zdalne.

3a. Energię elektryczną do przeciwpożarowego wyłącznika prądu należy doprowadzić kablem lub przewodem gwarantującym dostawę energii elektrycznej przez wymagany czas pracy urządzeń przyłączanych do niego od strony zasilania, chronionym od działania wody lub odpornym na działanie wody.

3b. Sterowanie przeciwpożarowym wyłącznikiem prądu należy umieścić w pobliżu głównego wejścia do obiektu lub strefy pożarowej i odpowiednio oznakować zgodnie z Polską Normą dotyczącą znaków bezpieczeństwa oraz technicznych środków przeciwpożarowych.

3d. Dla obwodów o obciążalności prądowej do 125 A i napięciu do 1kV dopuszcza się instalację ręcznego wyłącznika prądu, który powinien być zainstalowany przy głównym wejściu do obiektu lub strefy pożarowej.

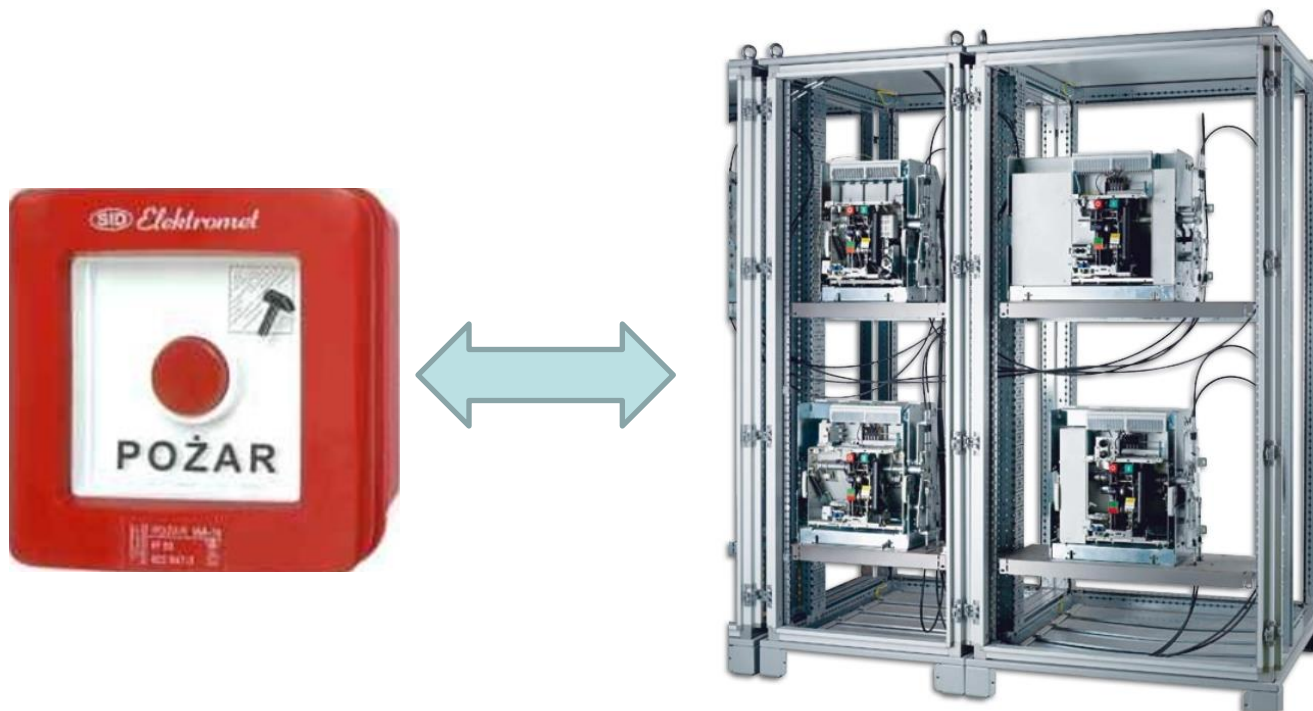
**WYTYCZNE W ZAKRESIE PROJEKTOWANA PRZECIWPOŻAROWEGO
WYŁĄCZNIKA PRĄDU ZOSTAŁY ZAMIESZCZONE W ZAŁĄCZNIKU „B” NORMY
N SEP-E 005 DOBÓR PRZEWODÓW ELEKTRYCZNYCH DO ZASILANIA
URZĄDZEŃ PRZECIWPOŻAROWYCH, KTÓRYCH FUNKCJONOWANIE JEST
NIEZBĘDNE W CZASIE POŻARU**



PRZYKŁADOWY SCHEMAT ZASILANIA BUDYNKU Z PWP

Wyłącznik ppoż. nie posiada żadnej funkcji przeciwpożarowej a jego nazwa jest zwyczajowa i przyjęta na wniosek Straży Pożarnej.

Jedyną funkcję jaką pełni w całej akcji gaśniczej jest bezpieczne odcięcie obiektu od dopływu energii elektrycznej.



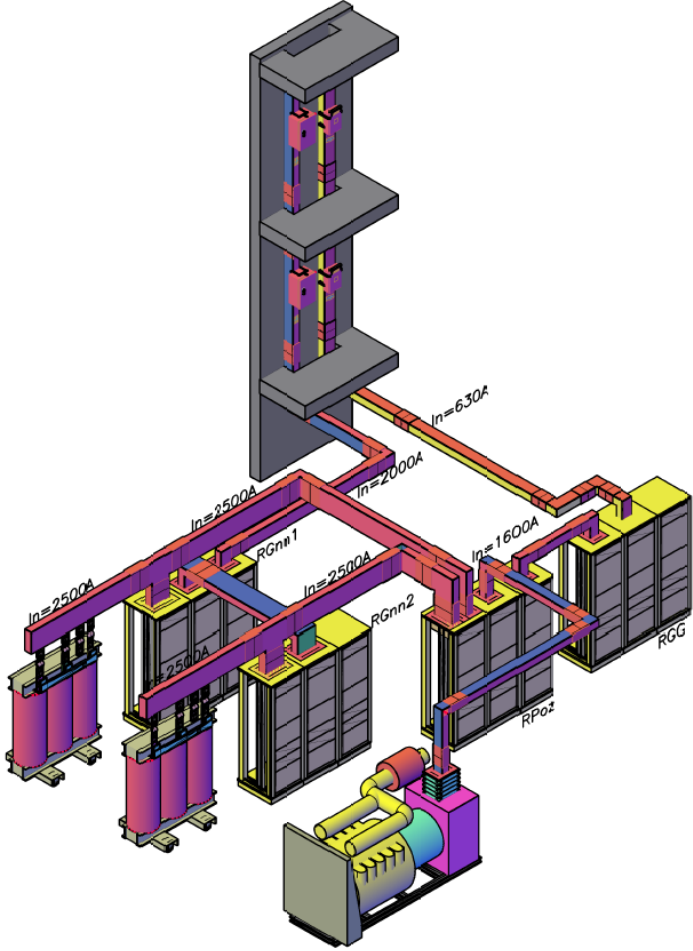
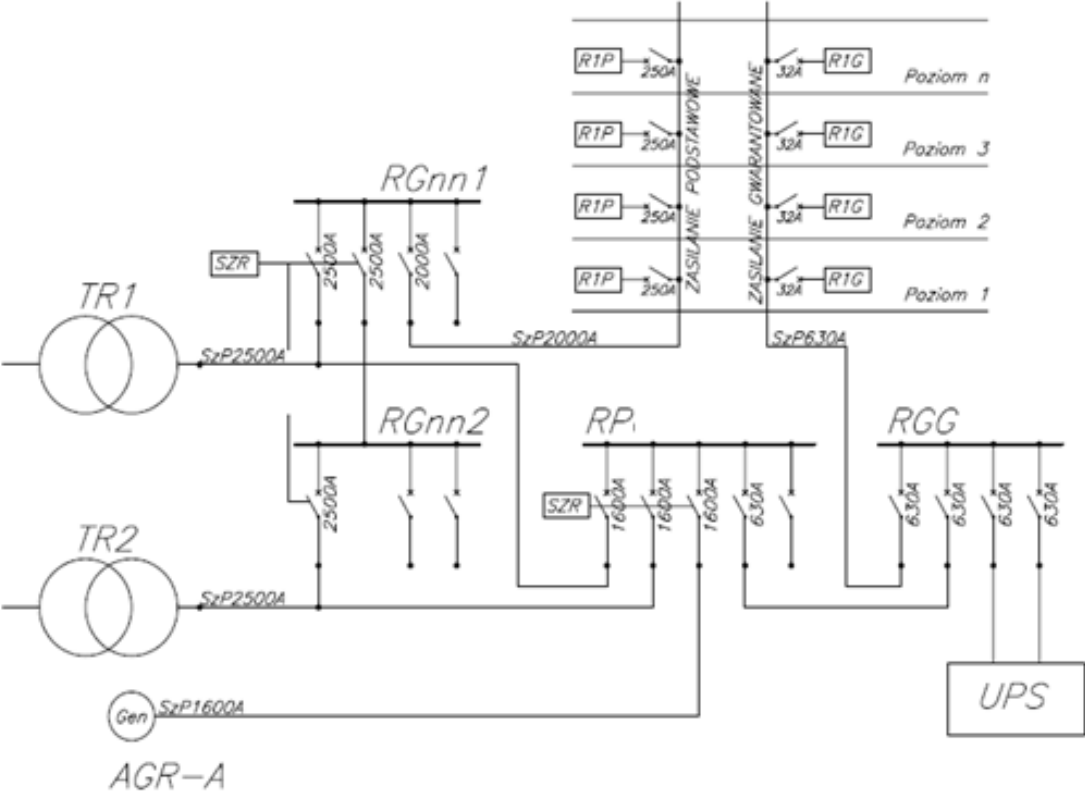
Z punktu widzenia rzeczoznawcy ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych lub funkcjonariusza PSP jest to element, którym kierujący akcją ratowniczo-gaśniczą dokonuje wyłączenia zasilania obiektu.



Rolą rzeczoznawcy do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych lub funkcjonariusza pionu prewencji PSP jest wskazanie miejsca (miejsc), w którym należy zbudować sterowanie tym aparatem tak aby kierujący akcją ratowniczo-gaśniczą bez wahania dokonał odłączenia obiektu od źródła zasilania obiektu w energię elektryczną.

Decyzja o lokalizacji aparatu elektrycznego dokonującego odłączenia instalacji powinna należeć do projektanta instalacji elektrycznych, który podejmuje ją na podstawie uwarunkowań techniczno-ekonomiczno-budowlanych.

ZASILANIE BUDYNKU Z DWÓCH KIERUNKÓW ORAZ ZESPOŁU PRĄDOTWÓRCZEGO





WNIOSKI I ZALECENIA

Zastosowany aparat elektryczny w układzie przeciwpożarowego wyłącznika prądu musi posiadać możliwość ręcznego rozłączenia układu zasilania instalacji budynku. Wymóg ten jest podyktowany względami bezpieczeństwa.

Sterowanie wyłącznikiem jest realizowane automatycznie po zbitiu szklanej szybki przycisku zainstalowanego przy wejściu do budynku lub w pobliżu złącza.

Jako aparat wykonawczy należy stosować aparat elektryczny typu rozłącznik uzbrojony w cewkę wyzwacza wzrostowego z możliwością zdalnego jej sterowania w układzie przełącznika faz, który w przypadku zaniku napięcia w jednej lub w dwóch dowolnych fazach automatycznie przełączy zasilanie cewki wzrostowej na fazę aktywną.

Parametry elektryczne dobieranego rozłącznika muszą spełniać wymagania wynikające z parametrów zwarciovych obliczonych w miejscu jego instalacji, a jego prąd znamionowy nie może być mniejszy od prądu znamionowego poprzedzającego go zabezpieczenia.

W grudniu 2014 roku Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego oraz Komendant Główny Państwowej Straży Pożarnej ogłosili wspólne stanowisko w sprawie postępowania w przypadku wykonania obiektu budowlanego niezgodnie z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej.



W punkcie III wspólnego stanowiska określa się skutki wykonania obiektu budowlanego zgodnie z uzgodnionym projektem budowlanym i jednocześnie niezgodnie przepisami dotyczącymi ochrony przeciwpożarowej. W kolejnych punktach wspólnego stanowiska stwierdza się, że dla obiektu wykonanego zgodnie z projektem budowlanym oraz uzgodnionego z Rzecznawcą do spraw zabezpieczeń ppoż. będzie wydany nakaz dostosowania go do wymagań przepisów/zaleceń przedstawicieli Państwowej Straży Pożarnej biorących udział w procedurach odbiorczych lub może zostać nie wydane pozwolenia na użytkowanie.

Komentarz:

Zgodnie z powyższymi zapisami można wykonać obiekt budowlanych zgodnie z wydanym pozwoleniem na budowę i nie otrzymać zgody na jego użytkowanie. Czemu zatem ma służyć instytucja rzeczoznawcy ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych skoro wykonane uzgodnienie nic nie znaczy?

Powyższe zapisy powodują dalsze poszerzenie zakresu kompetencji funkcjonariuszy PSP i mogą się przyczyniać do dalszego podporządkowywania obiektów wyłącznie funkcjom pożarowym na zasadzie dowolnej interpretacji obowiązujących przepisów.

Należy jednak podkreślić, że rzeczoznawca ds. zabezpieczeń ppoż. działa z upoważnieniem KG PSP i realizuje zadania w imieniu KW PSP, o czym musi powiadomić KW PSP w ciągu 14 dni. Zatem nie jest dopuszczalna różnica zdań pomiędzy rzeczoznawcą a funkcjonariuszem PSP wykonującym czynności odbiorowe.

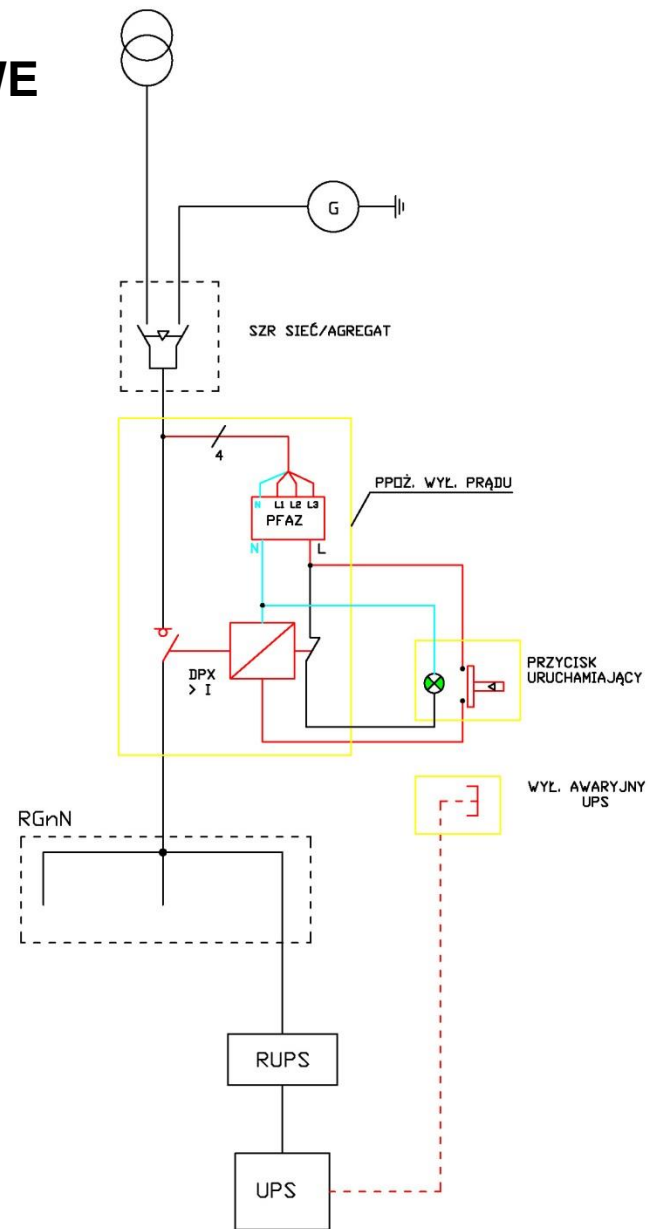
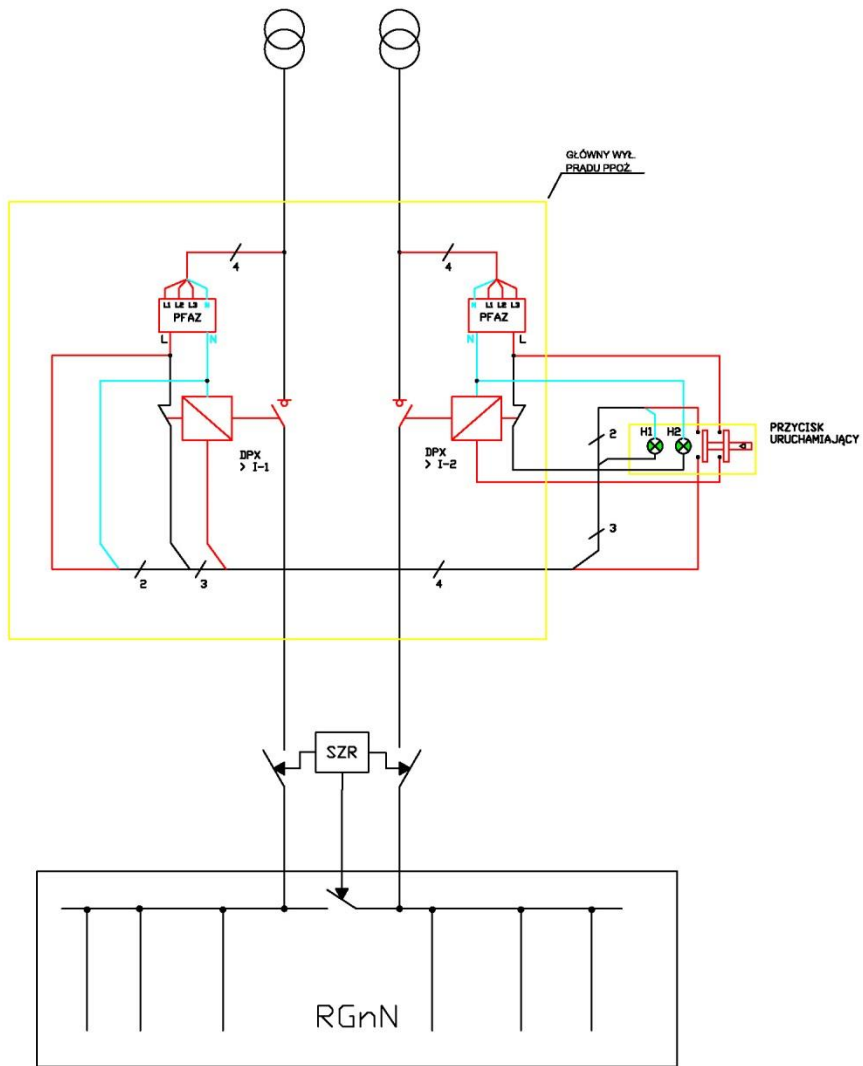
Z punktu widzenia projektanta instalacji elektrycznych jest to aparat (wyłącznik lub rozłącznik), który dokonuje odłączenia instalacji elektrycznej od źródła zasilania. Należy jednak zwrócić uwagę, na to że w przypadku zastosowania wyłącznika jako aparatu wykonawczego konieczne jest skorelowanie wybiórczości działania zabezpieczeń występujących za PWP.

Zastosowanie aparatu wykonawczego z cewką podnapięciową jest rozwiązaniem błędnym ponieważ dla uniknięcia wyłączeń powodowanych zapadami lub przerwami w dostawie energii należy stosować zasilacz UPS.

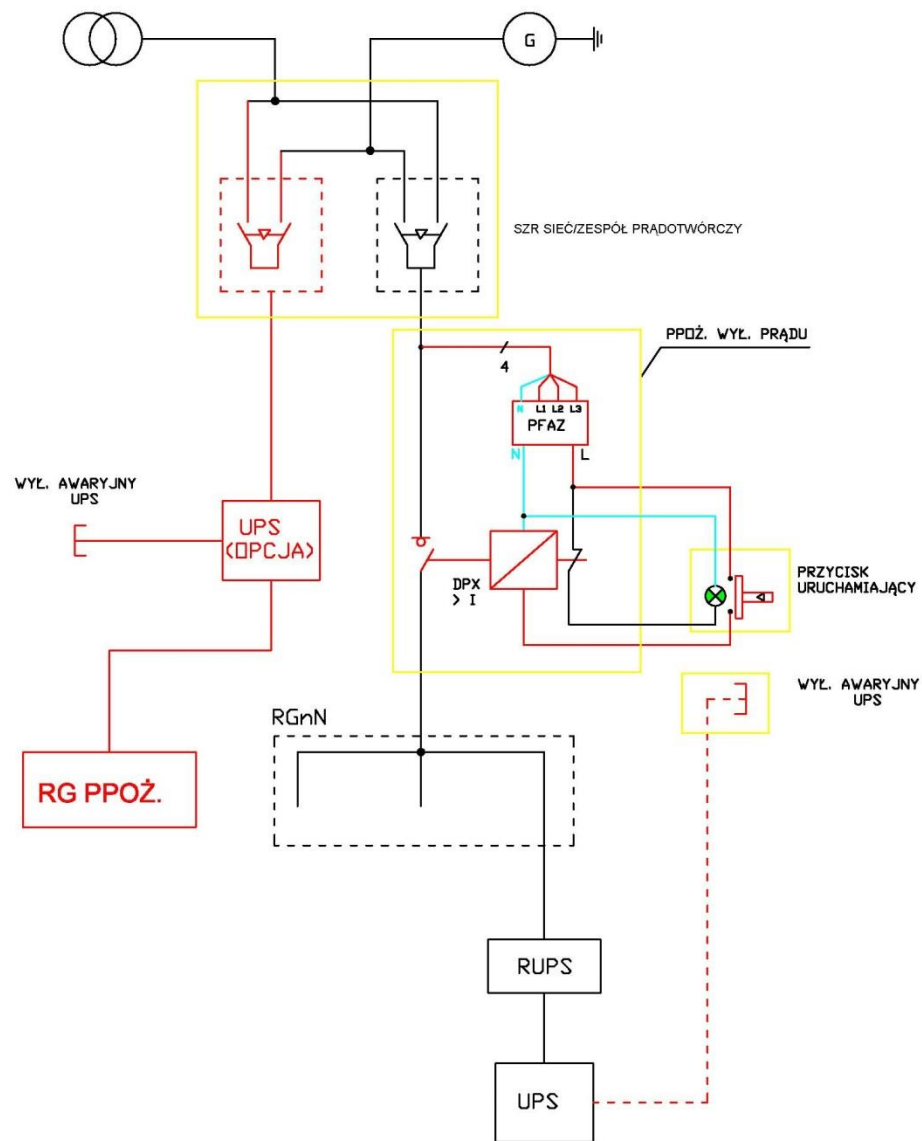
Natomiast przy cewce wzrostowej należy stosować przycisk uruchamiający, który po uruchomieniu pozostaje w pozycji zwarcie. Jest to istotne w przypadku braku napięcia w chwili jego uruchamiania. Po powrocie napięcia nastąpi samoczynne zadziałanie aparatu wykonawczego i odłączenie zasilania.



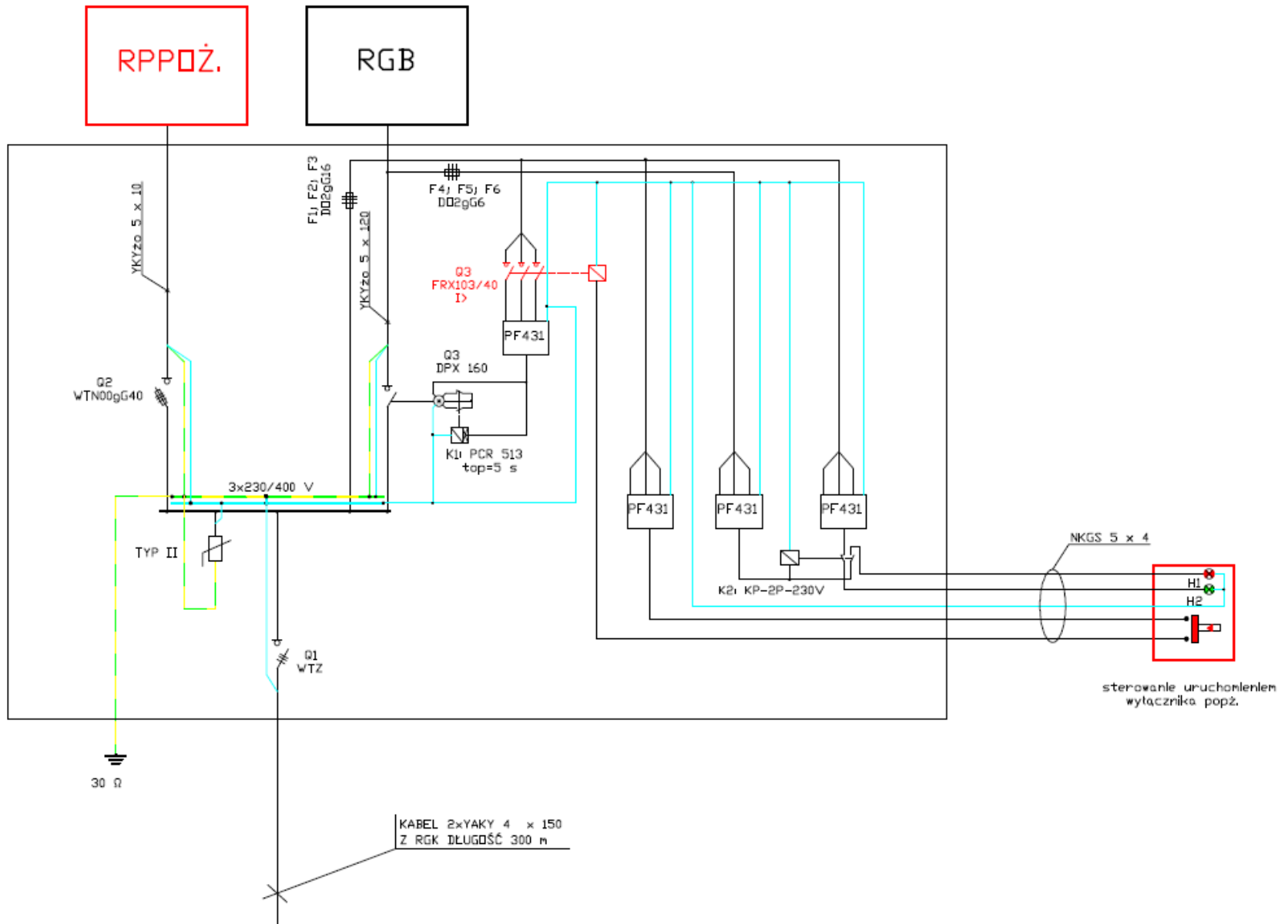
PRZYKŁADOWE ROZWIĄZANIA UKŁADOWE



a) zasilanie z systemu elektroenergetycznego; b) zasilanie z systemu elektroenergetycznego z awaryjnym zasilaniem z zespołu prądotwórczego

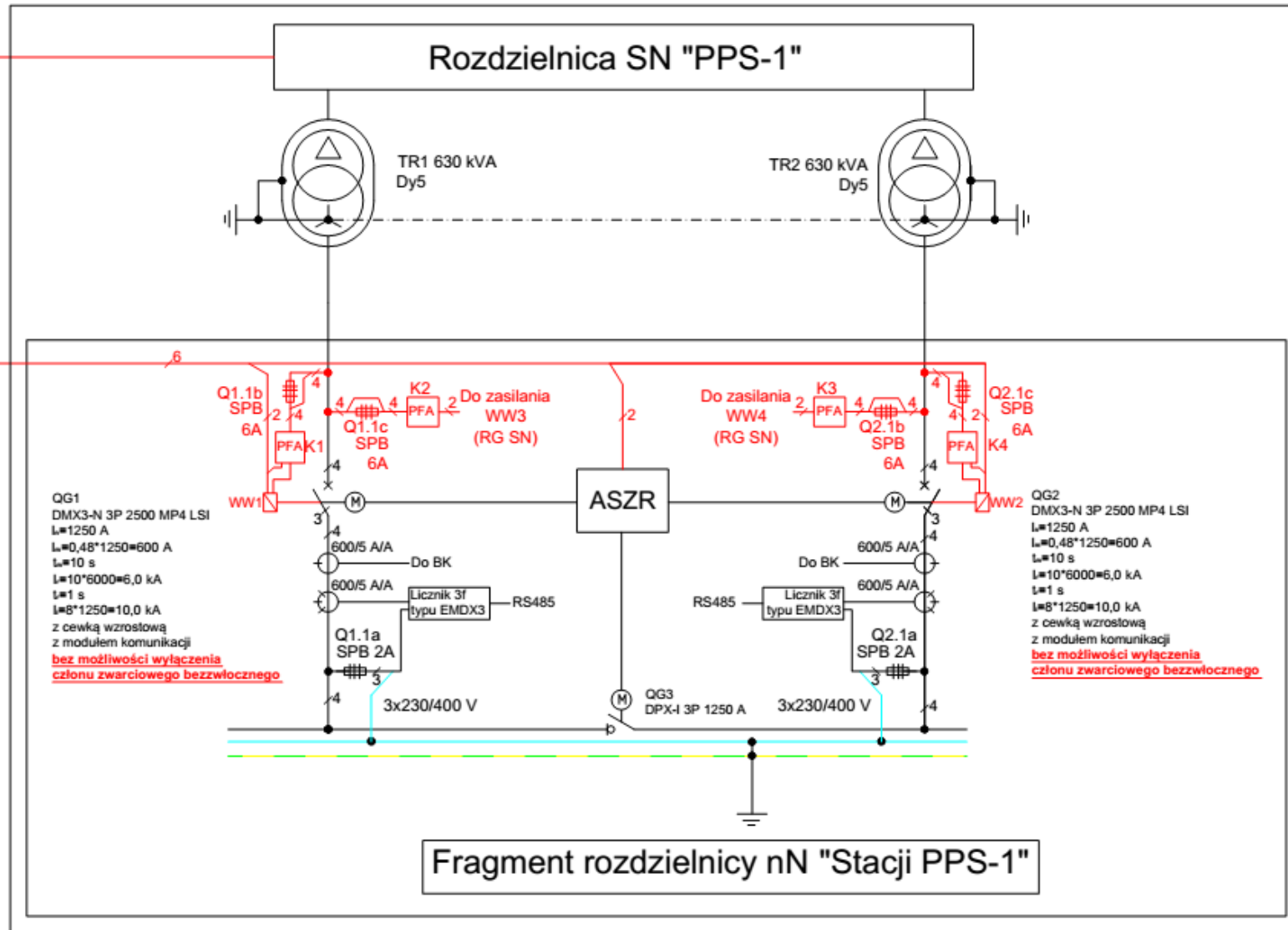


Zasilanie budynku z wydzielonymi obwodami instalacji urządzeń pożarowych

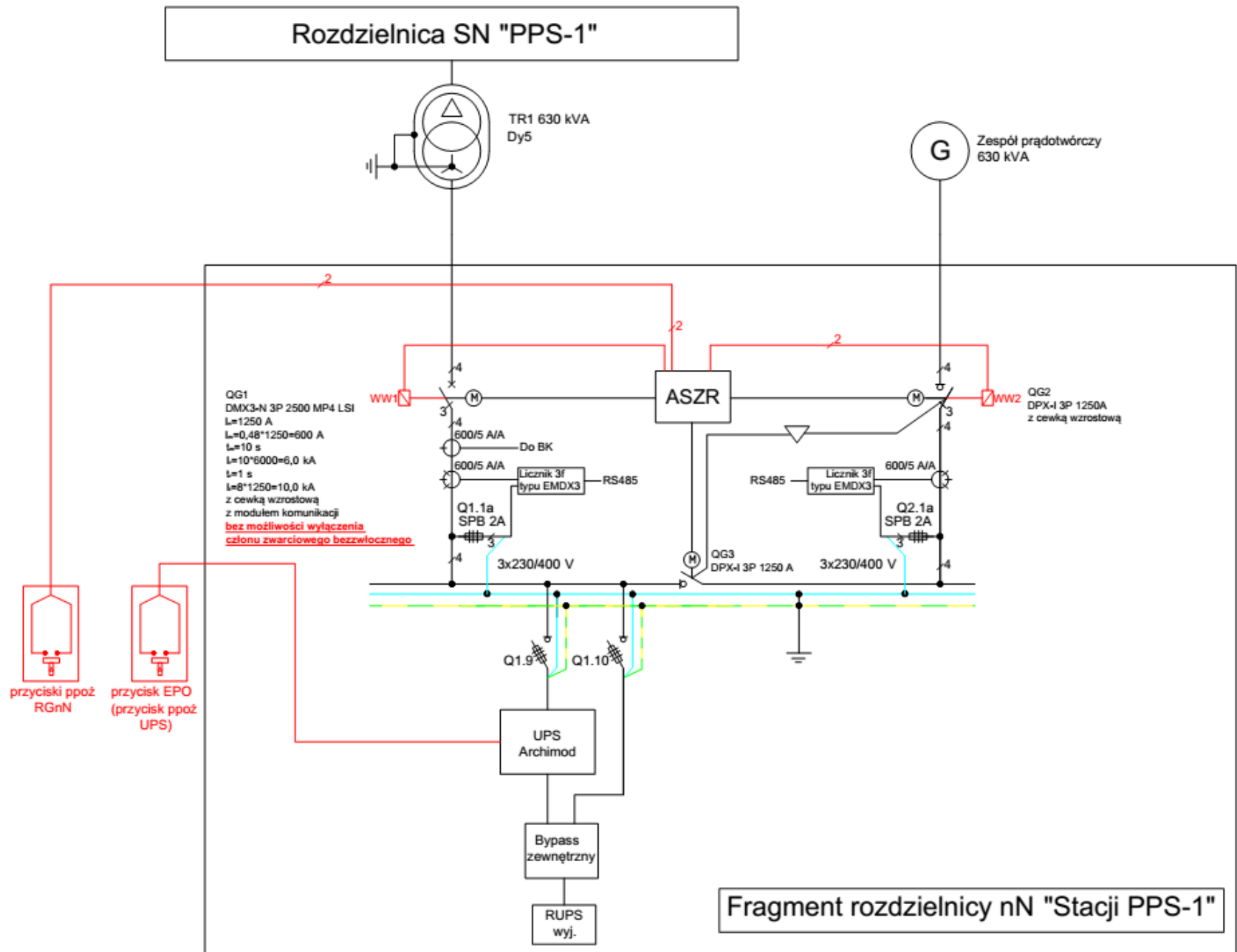


PRZYKŁADOWY UKŁAD PWP W ZŁĄCZU KABLOWYM BUDYNKU

PRZYKŁADOWE ROZWIĄZANIA



PRZYKŁADOWE ROZWIĄZANIA



ZESPOŁY PRĄDOTWÓRCZE W UKŁADACH ZASILANIA AWARYJNEGO

Zespoły prądotwórcze dzieli się min. ze względu na czas rozruchu tj. czas jaki upływa od chwili zaniku napięcia w sieci elektroenergetycznej do chwili jego podania z generatora zespołu prądotwórczego:

- z długotrwałym zanikiem napięcia
- z krótkotrwałym zanikiem napięcia
- bez zaniku napięcia.

Zespoły z długotrwałym zanikiem napięcia są urządzeniami powszechnie stosowanymi w układach zasilania awaryjnego. Zespół taki wyposażony jest w **automatykę samorozruchu i samozatrzymania**.

Po zaniku napięcia w sieci elektroenergetycznej automatyka zespołu uruchamia procedurę rozruchu zespołu.

Zespoły te dla ułatwienia rozruchu są wyposażone w grzałki przeznaczone do ogrzewania bloku silnika napędowego. Grzałki te są zasilane w układzie wyposażonym w termostat dzięki czemu utrzymywana jest stała temperatura bloku silnika. Moc grzałek jest uzależniona od mocy zespołu prądotwórczego i jest określana przez producenta zespołu. Zasilanie grzałek jest realizowane z rozdzielnic potrzeb własnych zespołu.

Załączenie odbiorów zasilanych z zespołu odbywa się automatycznie przez układ automatyki SZR i może być realizowane jednocześnie lub sekwencyjnie.

Automatyka zespołu po zaniku napięcia w sieci elektroenergetycznej wypracowuje procedury uruchomienia zespołu z kilkusekundowym opóźnieniem. Takie rozwiązanie jest konieczne dla uniknięcia zbędnych rozruchów powodowanych zapadami lub krótkotrwałymi zanikami napięcia.

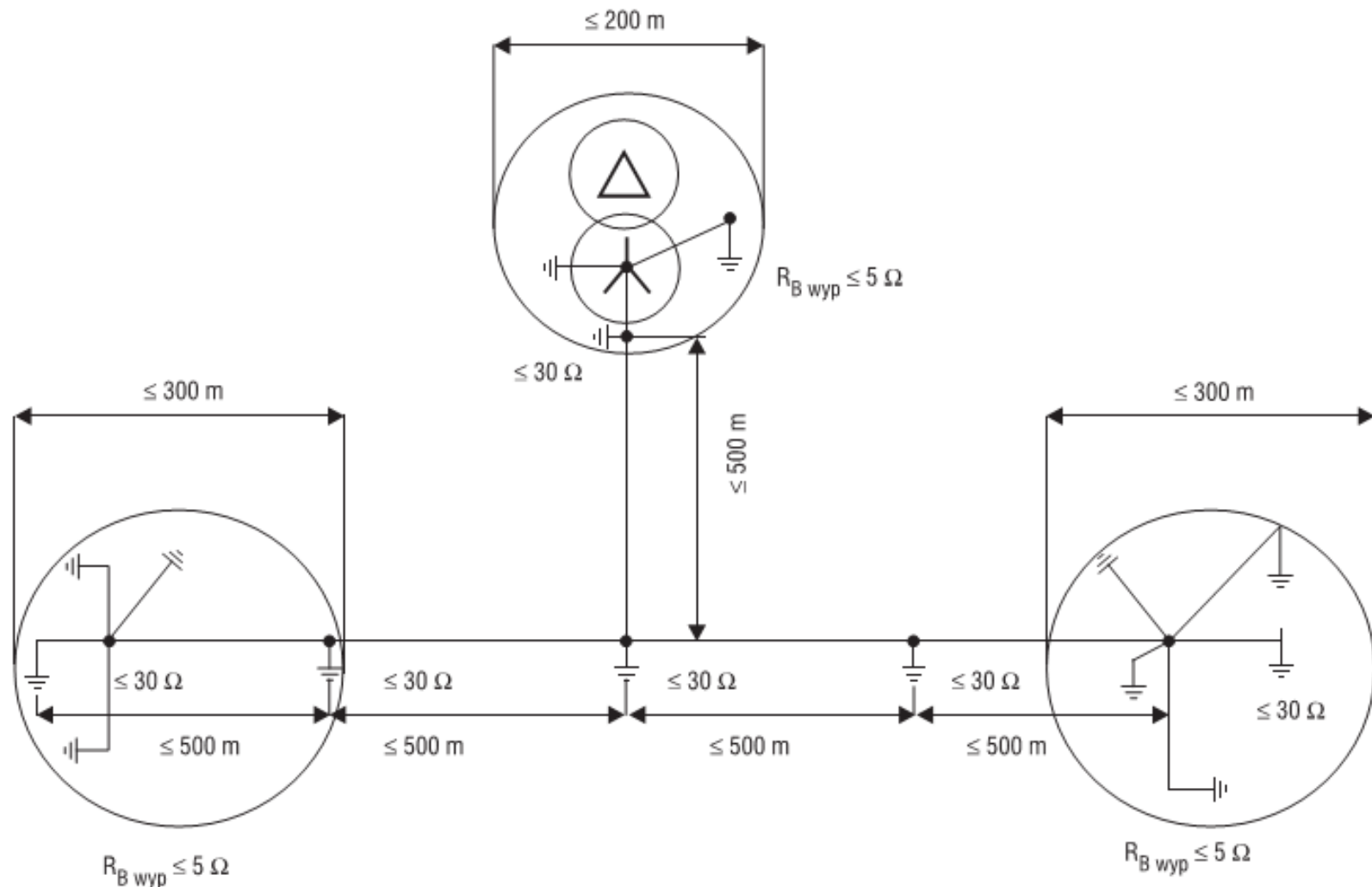
Opóźnienie te wynosi na ogół 5 – 10 sekund.

Uzyskanie pełnej mocy przez zespół prądotwórczy stosowany w układach zasilania urządzeń przeciwpożarowych nie może być dłuższy od 15 s, a zapas paliwa musi wystarczyć na pracę nie krótszą od 4 godzin przy pełnym obciążeniu

Po powrocie napięcia w sieci elektroenergetycznej automatyka SZR powoduje przełączenie zasilania na tor zasilania podstawowego nie wyłączając zespołu.

Po przełączeniu zespół prądotwórczy pracuje na biegu jałowym około 3 minuty w celu wychłodzenia generatora.

Układ współpracy zespołu prądotwórczego musi uniemożliwić podanie napięcia z generatora do sieci elektroenergetycznej i podlega uzgodnieniu z właścicielem lub zarządcą sieci elektroenergetycznej.

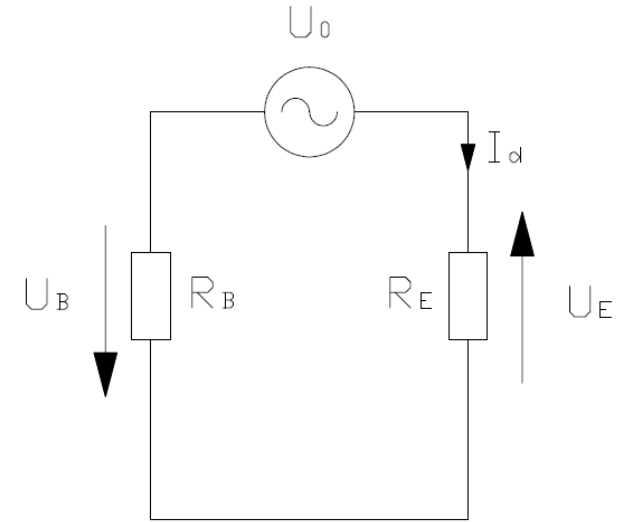
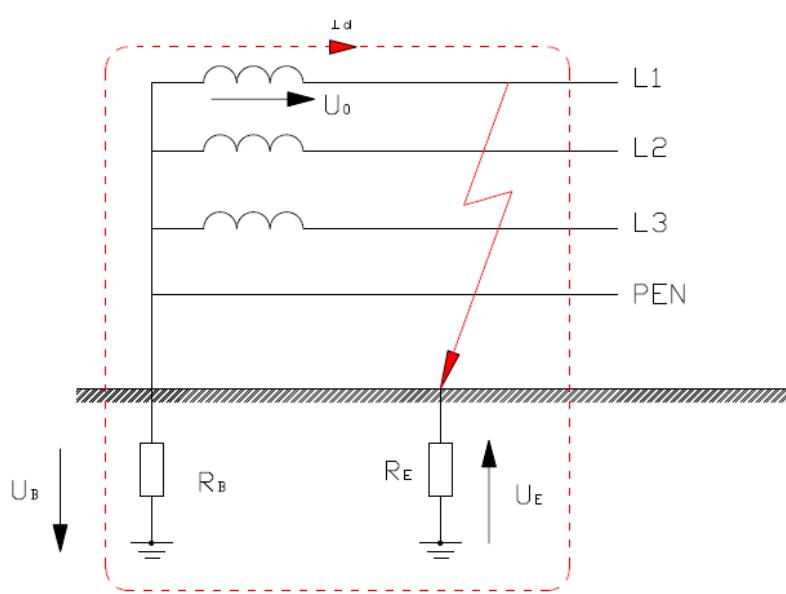


**UZIEMIANIE ZESPOŁU PRĄDOTWÓRCZEGO – WYMAGANIE ZGODNE Z:
N SEP – E 001 SIECI ELEKTROENERGETYCZNE NISKIEGO NAPIĘCIA.
OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA.**

WYMAGANIE $R_B \leq 5 \Omega$ DOTYCZY RÓWNIEŻ STACJONARNYCH ZESPOŁÓW PRĄDOTWÓRCZYCH FUNKCJONUJĄCYCH W UKŁADACH ZASILANIA AWARYJNEGO.
W ODNIESIENIU DO INSTALACJI TYMCZASOWYCH LUB POŁOWYCH ZASILANYCH W UKŁADZIE ZASILANIA TN-S: $R_B \leq 50 \Omega$.

UZIEMIANIE ZESPOŁU PRĄDOTWÓRCZEGO W WARUNKACH STACJONARNYCH – ZWARCIE PRZEWODU FAZOWEGO Z ZIEMIĄ I JEGO KONSEKWENCJE

(ZGODNIE Z NORMĄ DIN VDE 0100-551:2011, W PRZYPADKU ZASILANIA TYMCZASOWEGO $R_B \leq 50 \Omega$; WYMAGANIE TO DTYCZY RÓWNIŻ ZASILANIA W WARUNKACH POŁOWYCH W UKŁADZIE TN-S)



$$I_d = \frac{U_0}{R_B + R_E}$$

$$U_{R_B} = I_d \cdot R_B = U_{PEN} \Rightarrow I_d = \frac{U_{PEN}}{R_B}$$

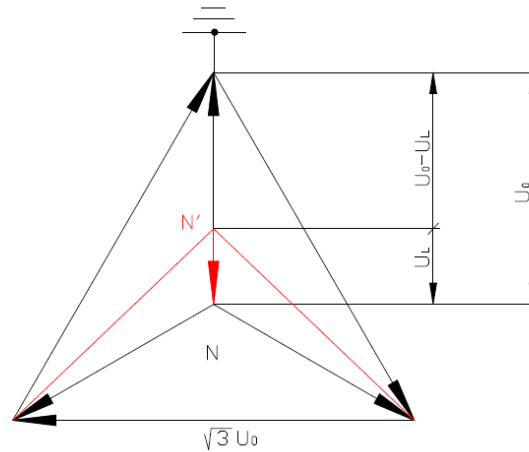
$$U_{PEN} \leq 50V$$

$$\frac{U_{PEN}}{R_B} = \frac{U_0}{R_B + R_E} \Rightarrow \frac{R_B}{R_E} = \frac{50}{230 - 50} = 0,278$$

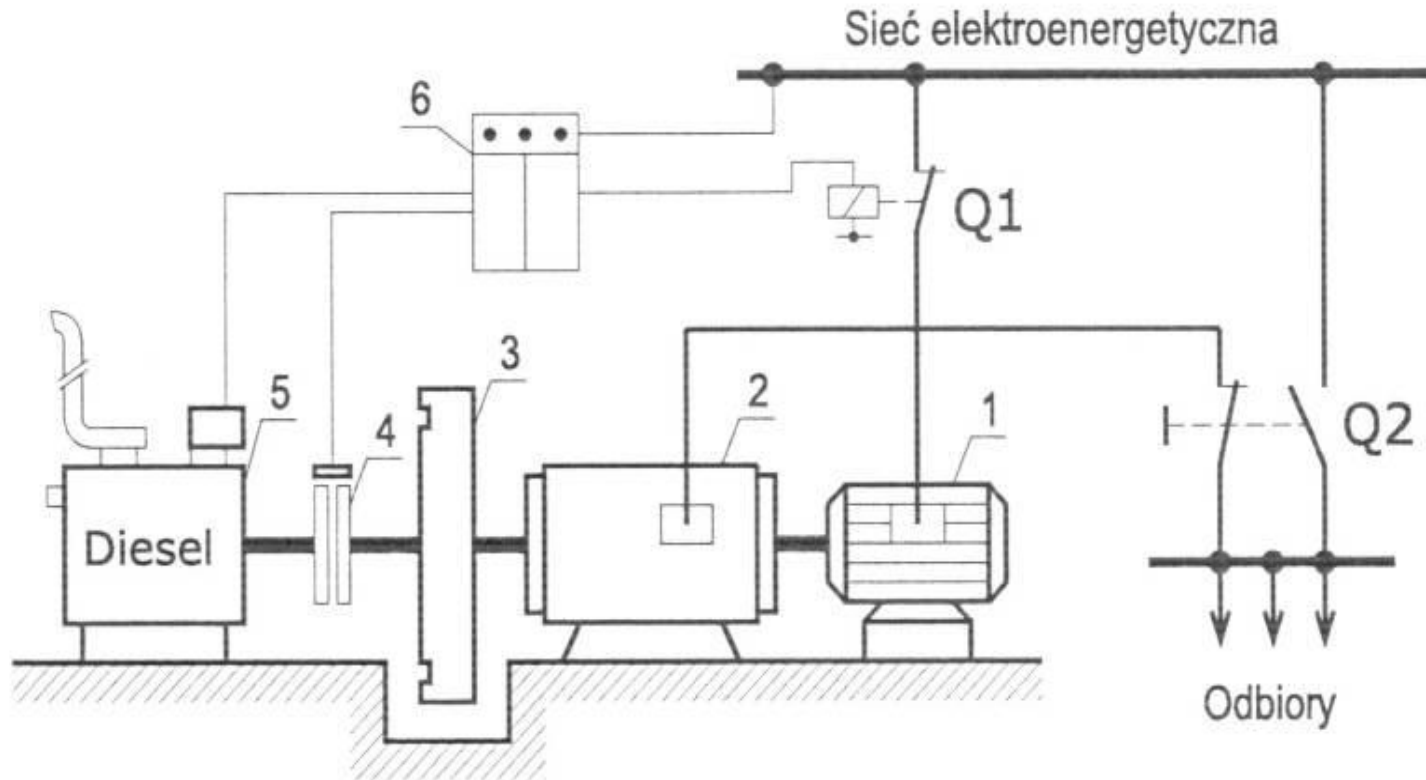
$$R_E = 10\Omega \text{ - wg. s tan dardów IEC}$$

zatem:

$$R_B \leq 2,78\Omega$$



$$U_{L2} = U_{L3} = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{3} \cdot 230}{2}\right)^2 + (230 \cdot \cos 60^\circ + 50)^2} \approx 260V$$



SCHEMAT BEZPRZEROWEGO ZP

- 1 – silnik elektryczny do napędu generatora i koła zamachowego,
 2 – generator, 3 – koło zamachowe; 4 – sprzęgło elektromagnetyczne,
 5 – silnik spalinowy; 6 – szafa sterująca i rozdzielnica potrzeb własnych

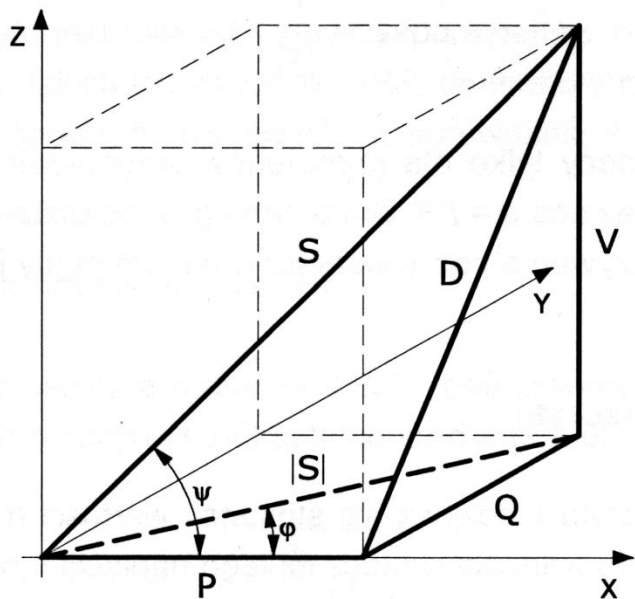
Ponieważ generator zespołu prądowórczego musi pokryć zapotrzebowanie mocy czynnej zapotrzebowanej przez zasilane odbiorniki P_z oraz mocy biernej zapotrzebowanej przez zasilane odbiorniki Q_z , w przypadku gdy generator wytwarza energię przy współczynniku mocy $\cos\varphi_z < \cos\varphi_{nG}$ zmniejsza się zdolność wykorzystania mocy czynnej generatora ze względu na obciążalność cieplną stojana. Silnik spalinowy napędzający generator jest dostosowany do znamionowej mocy czynnej generatora, **czyli do pracy generatora przy znamionowym współczynniku mocy $\cos\varphi_{nG}$** , zatem w przypadku wytwarzania energii elektrycznej przy współczynniku $\cos\varphi_z < \cos\varphi_{nG}$ **skutkuje zmniejszeniem jego wykorzystania**. Można te zmiany określić z wykorzystaniem współczynnika wykorzystania:

$$p = \frac{\cos\varphi_z}{\cos\varphi_{nG}}$$

Natomiast wymaganą moc zespołu prądowórczego wyznaczyć ze wzoru:

$$S_{nG} \geq \frac{P_z}{p \cdot \cos\varphi_z}$$

ANALOGIA POJEMNOŚCI ZBIORNIKA HYDROFORU DO MOCY ZESPOŁU PRĄDOTWÓRCZEGO



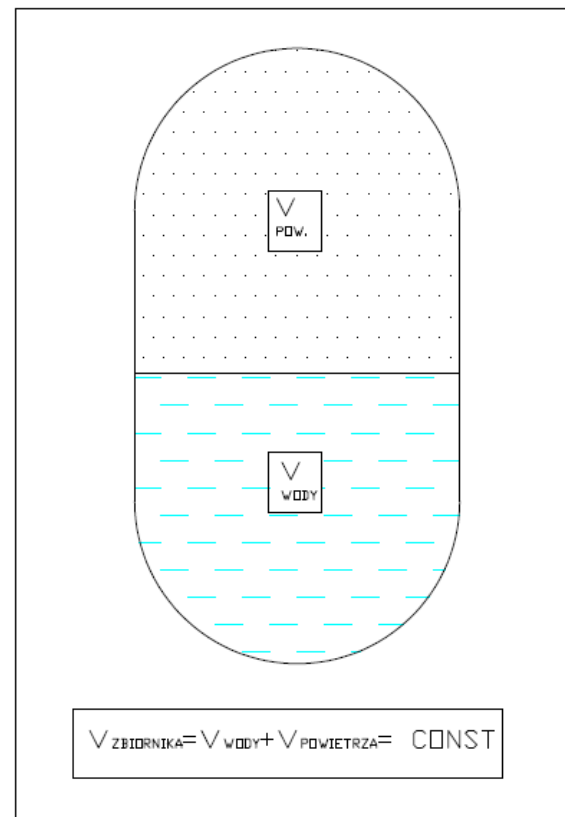
$$S^2 = P^2 + Q^2 + V^2$$

$$S_G = \sqrt{P_Z^2 + Q_Z^2} = \text{const}$$

$$S_G \geq \frac{P_Z}{p \cdot W}$$

$$\text{THD}_i = \frac{\sqrt{\sum_{k=2}^{\infty} (I_k)^2}}{I_1} * 100\%$$

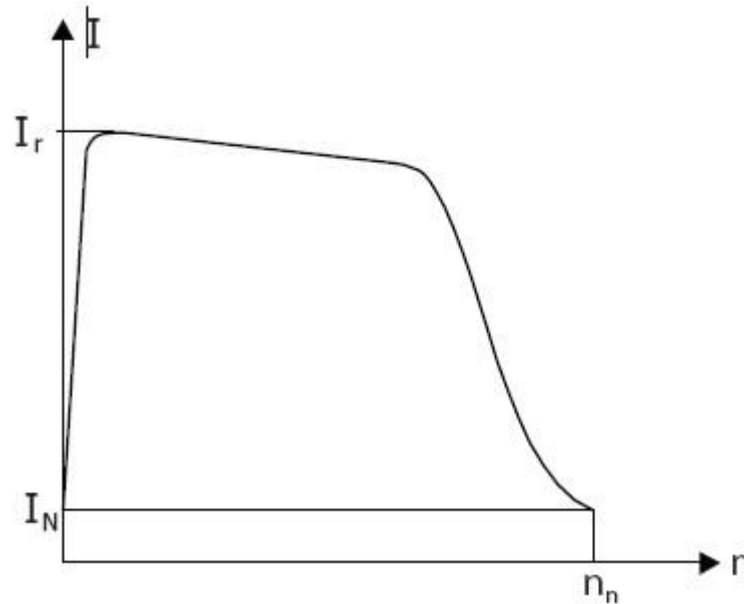
$$W \approx \left(\frac{100}{100 + \text{THD}_{i\%}} \right)^2$$



THD _{i%}	3%	5%	10%	15%	20%	30%	40%
W	0,95	0,91	0,83	0,76	0,70	0,60	0,51

MOC POZORNA ZP JEST WARTOŚCIĄ STAŁĄ. PRZY ZASILANIU ODBIORNIKÓW WSPÓŁCZYNNIK MOCY GENERATORA DOPASOWUJE SIĘ DO WSPÓŁCZYNNIKA MOCY ODBIORNIKÓW. SUMA GEOMETRYCZNA WARTOŚCI PRODUKOWANEJ MOCY CZYNNEJ I MOCY BIERNEJ JEST RÓWNA MOCY POZORNEJ ZESPOŁU PRĄDOTWÓRCZEGO.

W przypadku zasilania silników elektrycznych, moc zespołu prądotwórczego musi pokryć zwiększone zapotrzebowanie mocy jaki powstaje podczas rozruchu. Pole mocy zapotrzebowanej przez pojedynczy silnik indukcyjny znajdujący się w stanie rozruchu przedstawia poniższy rysunek.

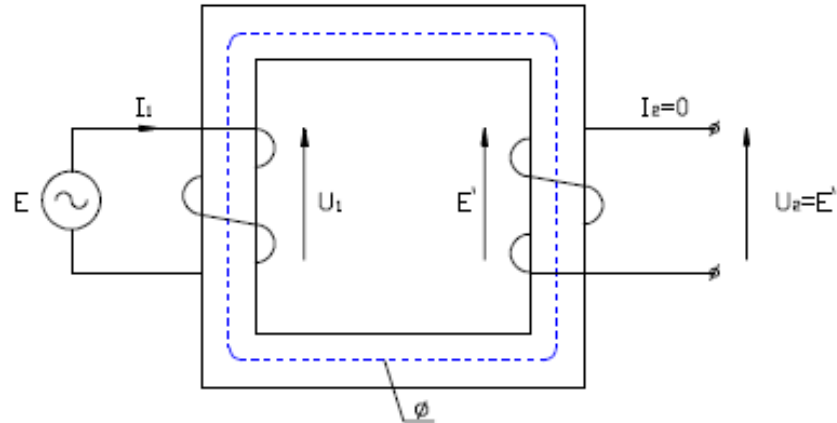


Dla pojedynczego silnika, przy współczynniku rozruchu k_r , moc zespołu prądotwórczego musi spełniać warunek:

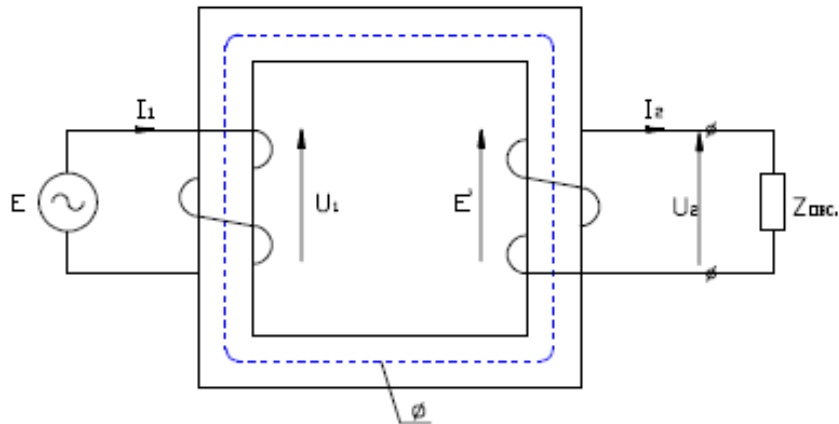
$$S_{nG} \geq \frac{\sqrt{3} \cdot I_n \cdot k_r \cdot \cos \varphi_n \cdot \eta}{\cos \varphi_r}$$

PRZEBIEG STRUMIENIA MAGNETYCZNEGO W TRANSFORMATORZE W RÓŻNYCH STANACH PRACY

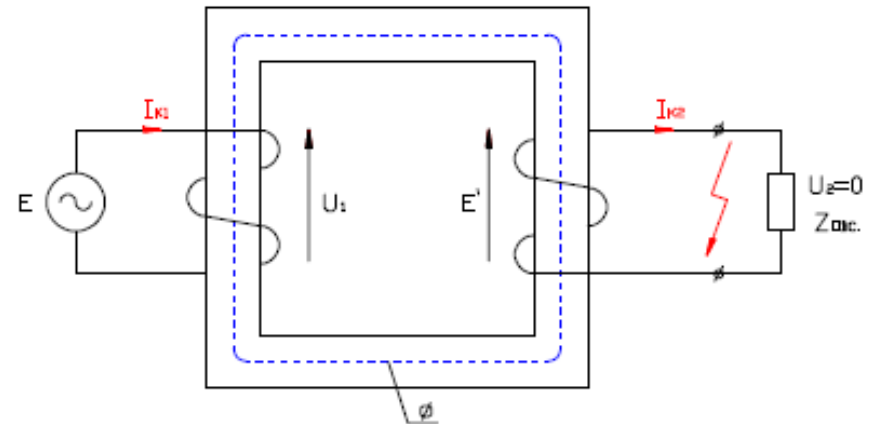
STAN BIEGU JAŁOWEGO



STAN PRACY USTALONEJ



STAN ZWARCIA

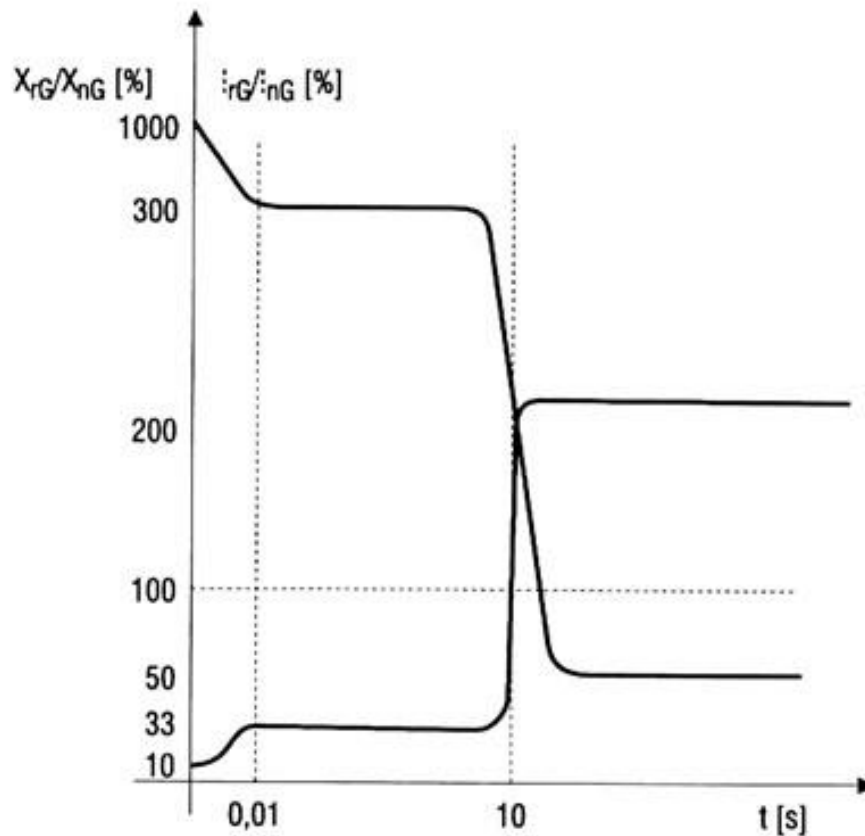


**TRASA PRZEBIEGU STRUMIENIA NIE ULEGA ZMIANOM PRZEZ CO
IMPEDANCJA ZWRCIOWA ZACHOWUJE NIEZMIENNĄ WARTOŚĆ**

Zespół prądowórczy jest źródłem miękkim zasilania, gdzie parametry obwodu zwarciovego zmieniają się wraz upływem czasu trwania zwarcia.

Dzięki działaniu układu forsowania wzbudzenia, na czas 10 sekund parametry zwrciowe ulegają stabilizacji:

- zmienności reaktancji zwarciovwej generatora
- zmienności prądu zwarciovwego generatora przy zwarciu na jego zaciskach



$$\frac{I_{k1G}}{I_{nG}} \cdot 100\% = f(T_k)$$

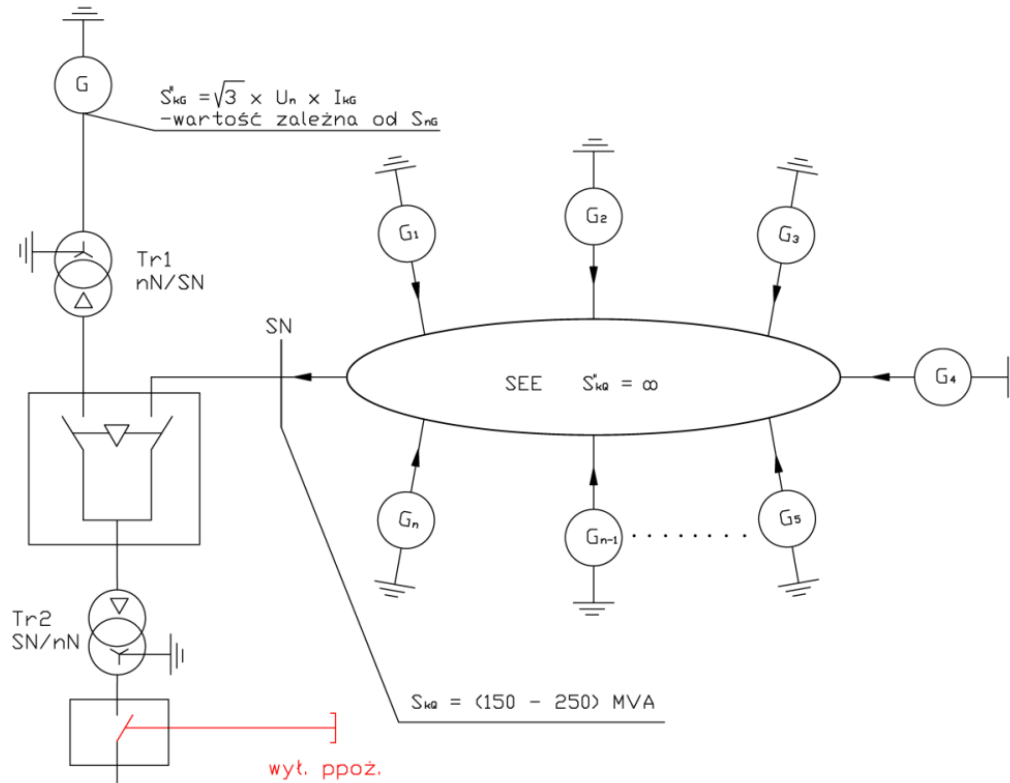
Uwaga!

W ogólnym przypadku, przy założeniu $I_k'' = n \cdot I_{nG}$, można zapisać wzór na reaktancję generatora dla zwarć jednofazowych jako: $X_{k1G} = \frac{U_{nG}^2}{n \cdot S_{nG}}$ (gdzie n-krotność prądu znamionowego utrzymywana podczas zwarć na zaciskach generatora, podawana przez producenta ZP w DTR).

Moc transformatora lub generatora zespołu prądowórczego, w [kVA]	Impedancja transformatora na jego zaciskach, w [Ω]	Reaktancja generatora na jego zaciskach przyjmowana dla obliczania skuteczności samoczynnego wyłączenia (rezystancja uzwojeń stanowi zaledwie $0,03 \cdot X_{nG}$ i może zostać pominięta w obliczeniach praktycznych), w [Ω]
100	0,072	0,528
160	0,045	0,330
250	0,028	0,211
400	0,018	0,132
500	0,014	0,106

$$\frac{Z_{k1G}}{Z_{kT}} \approx 7,33$$

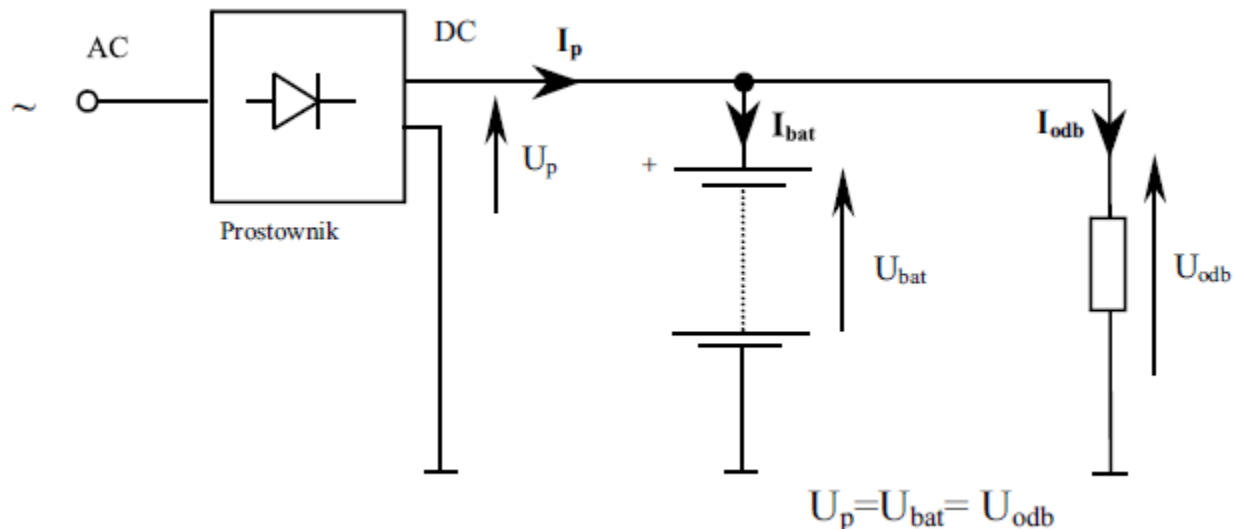
PORÓWNANIE MOCY ZWRCIOWEJ SEE Z MOCĄ ZWARCIOWĄ GENERATORA ZESPOŁU PRĄDOTWORCZEGO



Moc zespołu prądotwórczego [kVA]	Moc zwarciova na zaciskach generatora [MVA]
100	1,0
200	2,0
500	5,0
1000	10,0
2000	20,0
6000	60,0

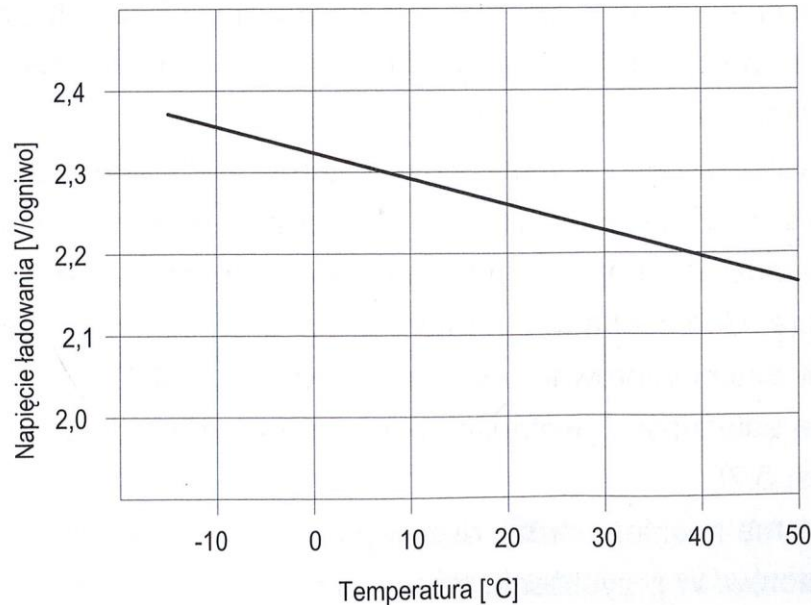
BATERIE AKUMULATORÓW

Akumulatory stosowane w urządzeniach przeciwpożarowych stanowią źródło zasilania gwarantowanego i przeznaczone są do pracy buforowej. Oznacza to, że akumulator przez cały czas połączony jest z prostownikiem i odbiornikiem. W czasie normalnej pracy zasilanie odbiornika realizowane jest z prostownika, który jednocześnie ładuje akumulator prądem o niewielkiej wartości powszechnie nazywanym prądem konserwującym. Oznacza to, że akumulator doładowywany jest w stopniu odpowiadającym jego samorozładowaniu. W tych warunkach akumulator pozostaje w gotowości do przejęcia obciążenia na wypadek zaniku napięcia w obwodzie zasilającym prostownik, pozostając w stanie pełnego naładowania. Układ buforowej współpracy akumulatora z prostownikiem przedstawia poniższy rysunek.



Układ buforowej współpracy akumulatora z prostownikiem

W układach zasilania urządzeń przeciwpożarowych znajdują zastosowanie akumulatory SLA stanowiące odmianę akumulatorów VRLA, w których nadmiar gazów jest usuwany do otoczenia przez jednokierunkowy zwór. W akumulatorach tych elektrolit wraz z dodatkami przyspieszającymi rekombinację gazów jest zawarty w żelu, który stanowi tiksotropową odmianę dwutlenku krzemu (SiO_2). Są to akumulatory o napięciu znamionowym 12 V (rzadziej o napięciu 24 V), które składają się z pojedynczych cel o napięciu znamionowym 2 V. Napięcie te uzyskuje różne wartości w zależności od stopnia naładowania akumulatora oraz temperatury. Przykładową zależność napięcia ładowania od temperatury przedstawia poniższy rysunek. W razie potrzeby akumulatory te łączy się równolegle w celu zwiększenia ich pojemności lub szeregowo w celu zwiększenia napięcia.

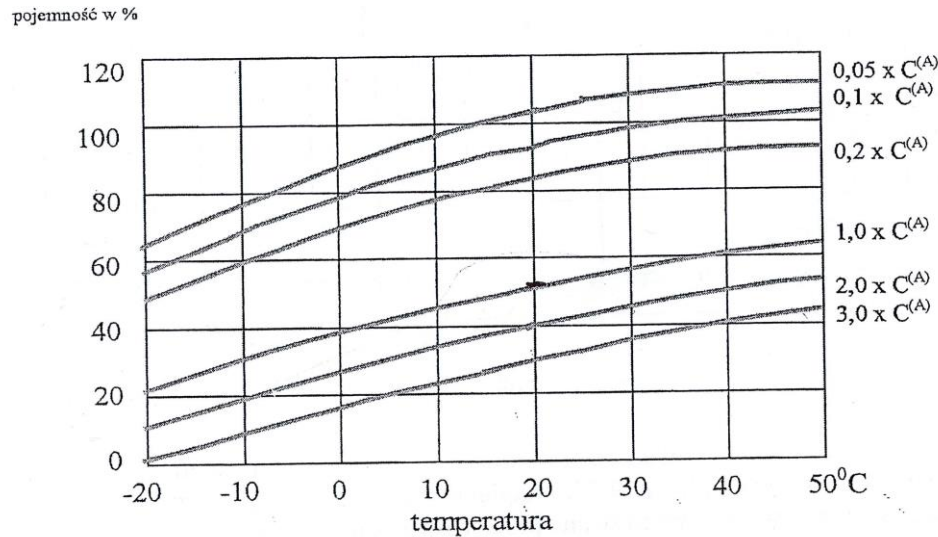


Przykładowa zależność napięcia ładowania od temperatury

Akumulatory SLA dzięki zastosowaniu żelu nie wykazują rozwarstwienia elektrolitu oraz charakteryzują się dużą pojemnością cieplną, wysokim stopniem rekombinacji gazów, wysoką odpornością na przeładowanie oraz dopuszczają wysoki stopień rozładowania.

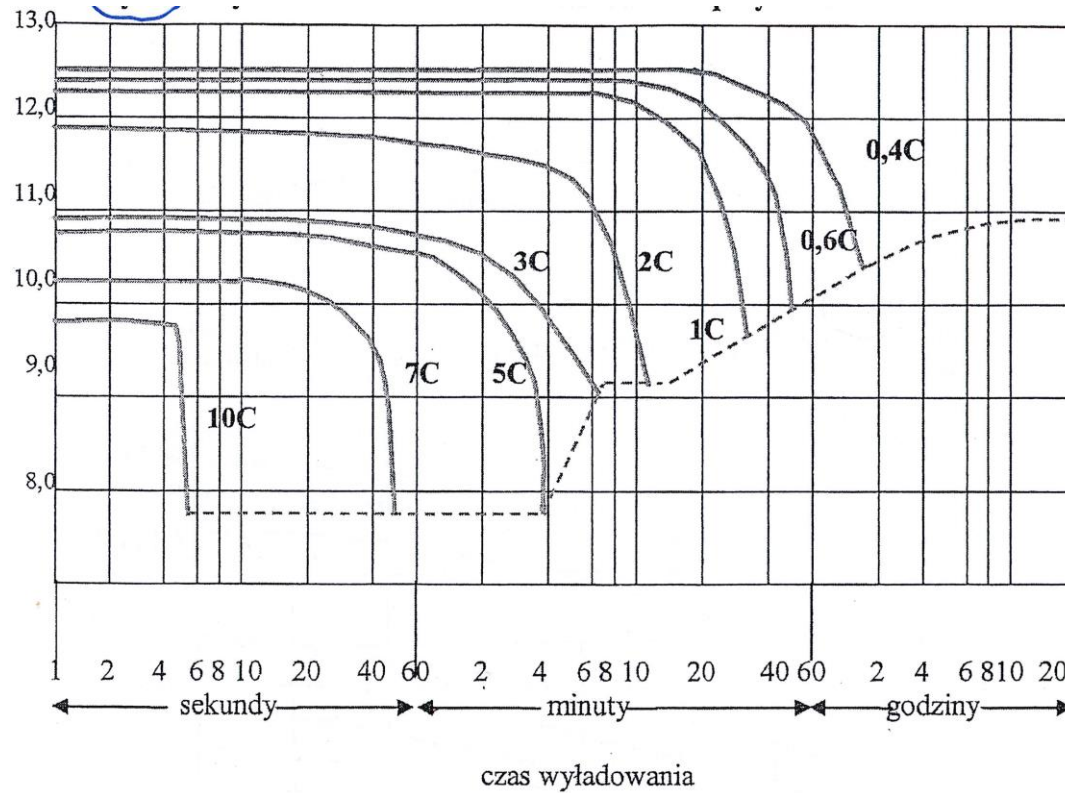
Należy jednak pamiętać, że akumulatory te podczas normalnej eksploatacji wydzielają wodór i nie są akumulatorami bezobsługowymi. Poprawna ich nazwa brzmi „szczelne akumulatory ołowiowo kwasowe SLA”. Pojemność akumulatorów podawana jest w Ah lub przez prąd rozładowania w czasie 20-sto godzin w temperaturze 20⁰ C, do osiągnięcia napięcia końcowego pojedynczej celi 1,7 V (oznaczenie K20 lub 0,05C). Oznacza to, że akumulator o pojemności np. Q = 10 Ah będzie rozładowywany prądem o wartości 0,5 A przez 20 godzin. Dla ułatwienia posługiwania się tymi wartościami wprowadzono jednostkę krotności pojemności znamionowej C, która wyraża prąd jednogodzinnego rozładowania określony jako 1C. Oznacza to, że akumulator o pojemności np. Q = 10Ah rozładowywany będzie przez jedną godzinę prądem o wartości 10 A, ale prąd rozładowania oznaczony jako 0,1C oznacza wartość prądu 1A i czas rozładowania akumulatora wynoszący 10 godzin. Cechą charakterystyczną akumulatorów jest to, że im prąd rozładowania większy to pojemność dysponowana mniejsza, podobnie im temperatura niższa tym pojemność dysponowana mniejsza. Wpływ temperatury i prądu rozładowania na pojemność akumulatora przedstawia rysunek na kolejnym slajdzie.

Wpływ temperatury i prądu rozładowania na pojemność akumulatora



Analizując rysunek należy zauważyć, że dla prądu rozładowania wynoszącego $0,1C$ czas rozładowania 10-godzinny w temperaturze $-10^{\circ}C$ zostanie skrócony do około 70%. Czyli dysponowana pojemność akumulatora wyniesie 70% jego znamionowej pojemności. Natomiast przy prądzie rozładowania wynoszącym $1C$ w temperaturze $20^{\circ}C$ pojemność akumulatora wyniesie zaledwie 50% jego pojemności znamionowej. Przy doborze akumulatora należy pamiętać, że przy pracy w temperaturze niższej od określonej przez producenta pojemność akumulatora będzie niższa od pojemności znamionowej co spowoduje skrócenie czasu pracy przy zasilaniu urządzeń po przejściu zasilania. Jeżeli wymagana jest praca akumulatora w niskich temperaturach należy dobrać akumulator o większej pojemności znamionowej.

Podczas eksploatacji akumulatorów bardzo istotne znaczenie ma niedopuszczenie do rozładowania poniżej napięcia końcowego U_k zwanego powszechnie „napięciem odcięcia” tj. wartości przy której po rozładowaniu akumulator zachowuje znamionową pojemność oraz znamionową żywotność. Napięcie to zależy od wartości prądu rozładowania i nie jest wartością stałą w odniesieniu do pojedynczego akumulatora. Krzywe rozładowania akumulatora w temperaturze 20°C przy różnych wartościach prądu rozładowania przedstawia poniższy rysunek.



Krzywe rozładowania akumulatora w temperaturze 20°C przy różnych wartościach prądów rozładowania

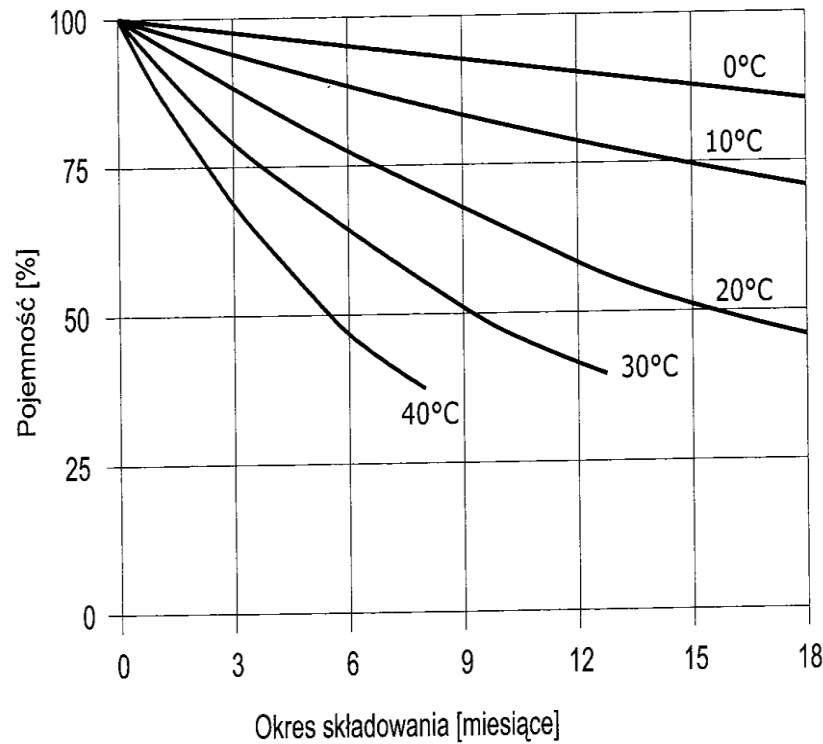
Jeżeli akumulator zostanie rozładowany do napięcia o wartości poniżej krzywej odciążenia to jego pojemność zmniejszy się oraz zmniejszy się jego żywotność. Napięcie odciążenia dla określonych prądów rozładowania podają producenci akumulatorów. Najczęściej jest to wartość (1,6 – 1,8) V/ogniwo co oznacza, że dla akumulatorów o napięciu znamionowym 12 V daje to wartość (9,6 – 10,8) V. W centralach urządzeń przeciwpożarowych zaleca się obciążanie akumulatorów prądem o wartości $1,5C < I < 2C$. Akumulatory charakteryzują się bardzo małą rezystancją wewnętrzną, która zawiera się w przedziale (5 – 200) mΩ, przez co są bardzo wrażliwe na zwarcia i należy je zabezpieczać bezpiecznikami topikowymi na przewodzie dodatnim instalowanym w pobliżu klemy dodatniej.

Szczegółowe wymagania w zakresie metodyki pomiarów oraz obliczania rezystancji wewnętrznej akumulatorów można znaleźć w normie **PN-EN 60896-21: 2005** Akumulatory ołowiowe. Część 21.: Typy z zaworami – Metody badań.

Akumulatory SLA naładowane do pojemności znamionowej, przechowywane w temperaturze 20⁰ C tracą średnio 3% pojemności w ciągu miesiąca. Przechowywanie akumulatorów SLA w stanie nienaładowanym może prowadzić do zmiany polaryzacji co skutkowało będzie tym, że staną się one izolatorami. Czas przechowywania naładowanych akumulatorów SLA jest uzależniony od temperatury i wynosi:

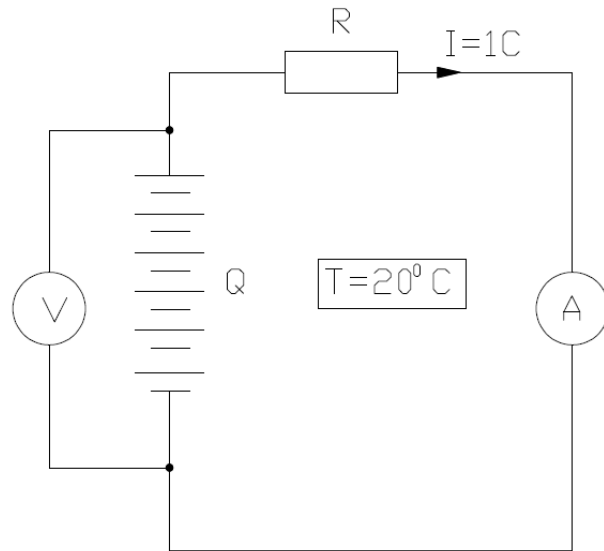
- 12 miesięcy w temperaturze (0 – 20)⁰ C
- 9 miesięcy w temperaturze (21 – 30)⁰ C
- 5 miesięcy w temperaturze (31 – 40)⁰ C
- 2,5 miesiąca w temperaturze (41 – 50)⁰ C

Graniczną temperaturą pracy lub przechowywania akumulatorów SLA jest temperatura +55° C.



Przykładowe charakterystyki samorozładowania akumulatorów SLA w funkcji czasu, dla różnych temperatur składowania

Ocenę pojemności należy wykonać przez kontrolne rozładowanie akumulatora prądem o wartości 1C w obwodzie przedstawionym na poniższym rysunku.



Moc rezystora R oraz jego wartość należy wyznaczyć z wykorzystaniem poniższych wzorów:

$$P \geq I^2 \cdot R$$

$$I = 1C$$

$$R = \frac{U}{I}$$

Przy rozładowaniu prądem o wartości 1C w temperaturze $20^{\circ}C$, pojemność dysponowana akumulatora spada do wartości 50% jego pojemności znamionowej, przez co rzeczywisty czas rozładowania wyniesie około 30 minut.

Przykład

Dobrać opornik do rozładowania kontrolnego akumulatora o pojemności $Q = 10 \text{ Ah}$. Pojemność dysponowana akumulatora w temperaturze 20° C wyniesie 50% jego pojemności znamionowej, co oznacza że przy prądzie rozładowania wynoszącym 10 A , czas rozładowania do uzyskania napięcia odcięcia wyniesie 30 minut:

$$I = 10 \text{ A}$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{12}{10} = 1,2 \ \Omega$$

$$P = I^2 \cdot R = 10^2 \cdot 1,2 = 120 \text{ W}$$

Napięcie końcowe (odcięcia) powinno osiągnąć po 30 minutach wartość $9,7 \text{ V}$. Rozładowanie akumulatora poniżej wartości tego napięcia grozi trwałym uszkodzeniem akumulatora.

W przypadku akumulatorów o napięciu znamionowym 24 V napięcie odcięcia po 30 minutach powinno wynosić $19,4 \text{ V}$.

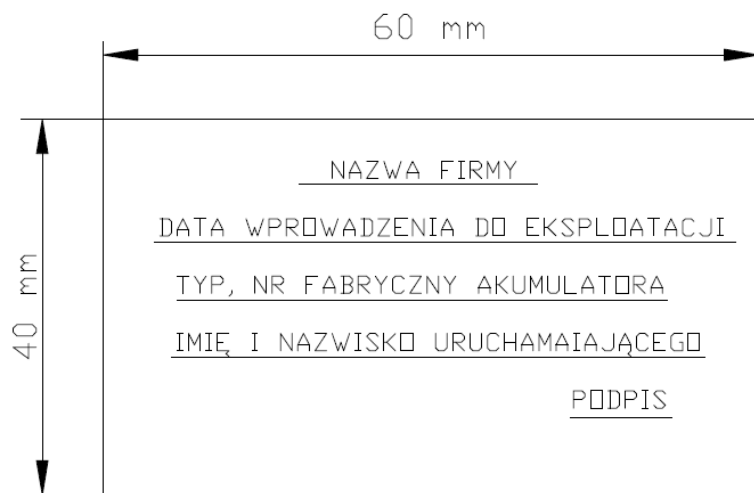
W czasie eksploatacji akumulatorów należy wykonywać przeglądy kontrolne 2 razy w ciągu roku. Rozróżnia się dwa typy przeglądów określanych jako **A** oraz **B**.

Przegląd A polega na kontrolnym rozładowaniu i naładowaniu akumulatora oraz ocenie jego pojemności i stanu technicznego. Podczas czynności kontrolnych należy ustawić napięcie konserwacyjne oraz sprawdzić jego stan techniczny zgodnie z DTR producenta.

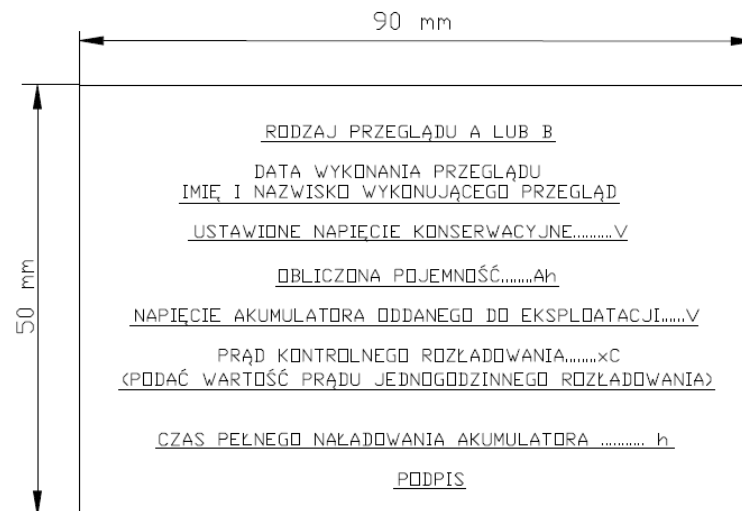
Przegląd B polega na pomiarze napięcia akumulatora, ocenie jego pojemności, regulacji napięcia konserwacyjnego oraz sprawdzeniu stanu technicznego zgodnie z DTR producenta.

Przeglądu należy odnotować w książce przeglądów. Wpis do książki przeglądów musi zawierać informacje dotyczące akumulatora spostrzeżone oraz parametry elektryczne odnotowane podczas przeglądu.

Dla zachowania ciągłości informacji o stanie akumulatorów należy na nich zamieszczać etykiety, których wzory przedstawia poniższy rysunek.



etykieta wprowadzenia do eksploatacji



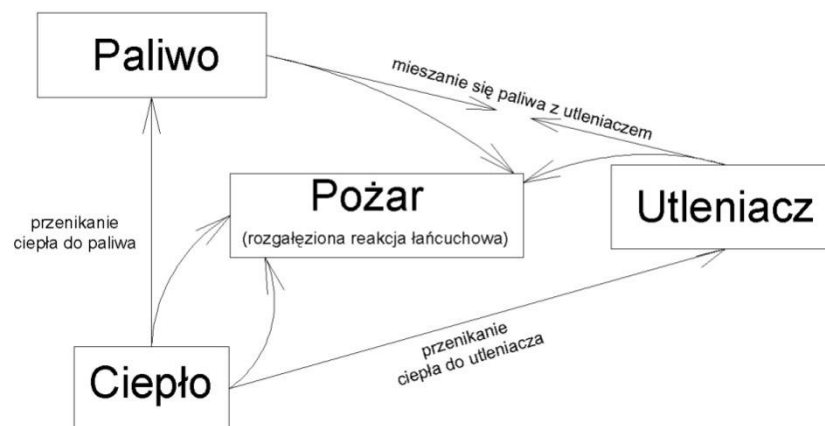
etykieta przeglądu

Środowisko pożarowe

Spalanie – proces fizykochemiczny, w którym w wyniku zachodzącej z dostatecznie dużą szybkością reakcji chemicznej między paliwem a utleniaczem, którym najczęściej jest tlen (reakcji utleniania), wydziela się duża ilość energii; spalanie zapoczątkowuje zapłon, samozapłon lub samozapalenie. Palenie się materiału palnego może przebiegać z wydzielaniem się dymów lub bez dymowo. Spalanie materiału palnego może odbywać się również bezpłomieniowo. W takim przypadku występuje tlenie się materiału oraz żarzenie. Tlenie się lub żarzenie materiału jest wynikiem niedostatecznej ilości utleniacza niezbędnego do powstania procesu spalania materiału palnego.

Pożar - niekontrolowany w czasie i przestrzeni proces spalania materiałów zachodzący poza miejscem do tego celu przeznaczonym.

Środowisko pożaru - przestrzeń budynku ze strefą spalania oraz bezpośrednio sąsiedztwo.



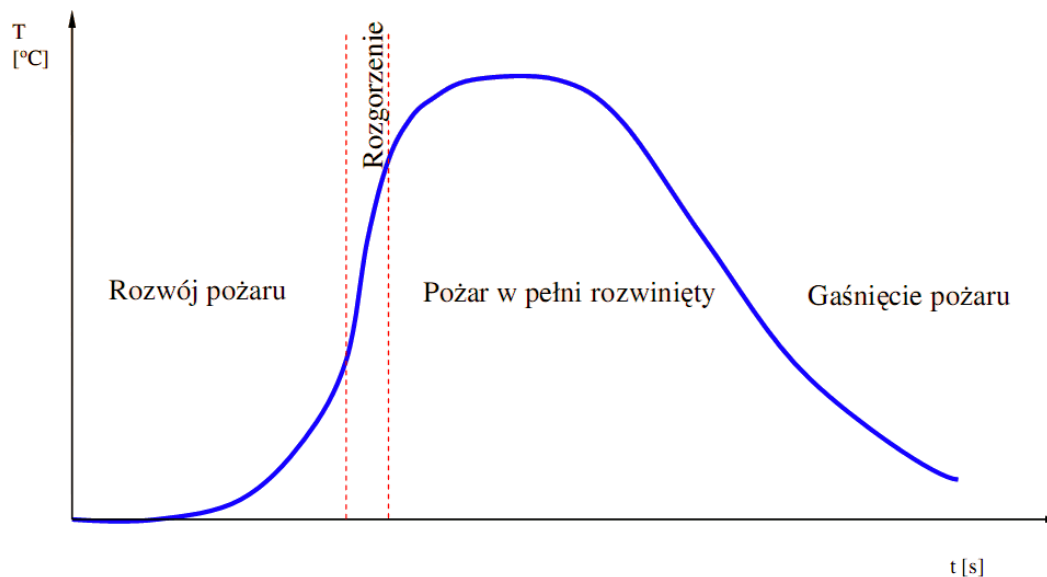
Warunki niezbędne do powstania pożaru, tzw. trójkąt pożarowy (spalaniu płomieniowemu towarzyszy rozgałęziona reakcja łańcuchowa)

FAZY ROZWOJU POŻARU

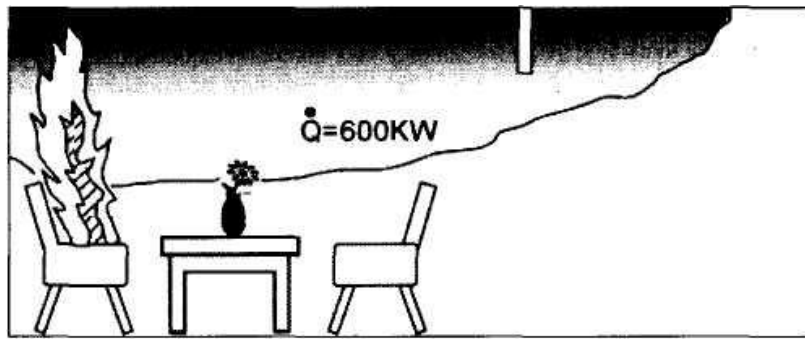
Faza I – zwana inaczej wzrostem lub rozwojem pożaru albo też fazą przed rozgorzeniem. Charakteryzuje się stosunkowo niską średnią temperaturą, a szybkość rozkładu termicznego i spalania zależy od eksponowanej na energię powierzchni materiałów palnych. Powstające podczas tego stadium strumienie energii cieplnej nie przekraczają zazwyczaj 50 kW/m^2 . Pożar jest „kontrolowany przez paliwo”.

Faza II – pożar w pełni rozwinięty zwany również fazą po rozgorzeniu, podczas której temperatura osiąga swoją maksymalną wartość ($800\text{-}1000 \text{ }^\circ\text{C}$) a wszystkie materiały palne ulegają spalaniu. W trakcie trwania tej fazy płomienie wypełniają całe pomieszczenie, pożar staje się „kontrolowany przez wentylację”, tzn., że jego dynamika zależy w głównej mierze od dostępu powietrza.

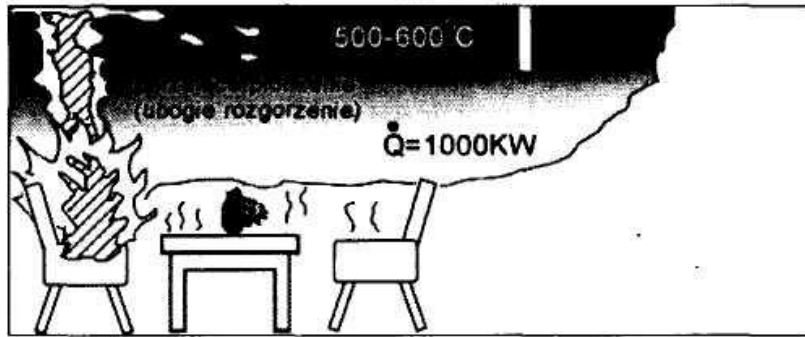
Faza III – jest to okres wygasania (stygnięcia). Przejście w III pożaru fazę najczęściej następuje po wyczerpaniu się materiału palnego i co się z tym wiąże zmniejszeniem temperatury i pozostałych parametrów pożaru. Przyjmuje się, iż początek tego stadium określa spadek temperatury do 80% wartości maksymalnej.



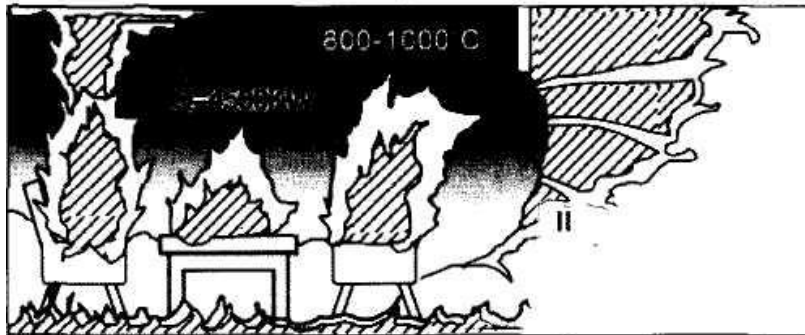
Przebieg pożaru w funkcji czasu $T = f(t)$



(a)



(b)



(c)

Z chwilą zaistnienia zjawiska rozgorzenia temperatura pożaru osiąga wartość rzędu $(800 - 1000)^\circ\text{C}$, a pożar przechodzi w stan quasi-stacjonarny, który charakteryzuje się stosunkowo małymi zmianami jego parametrów w czasie.

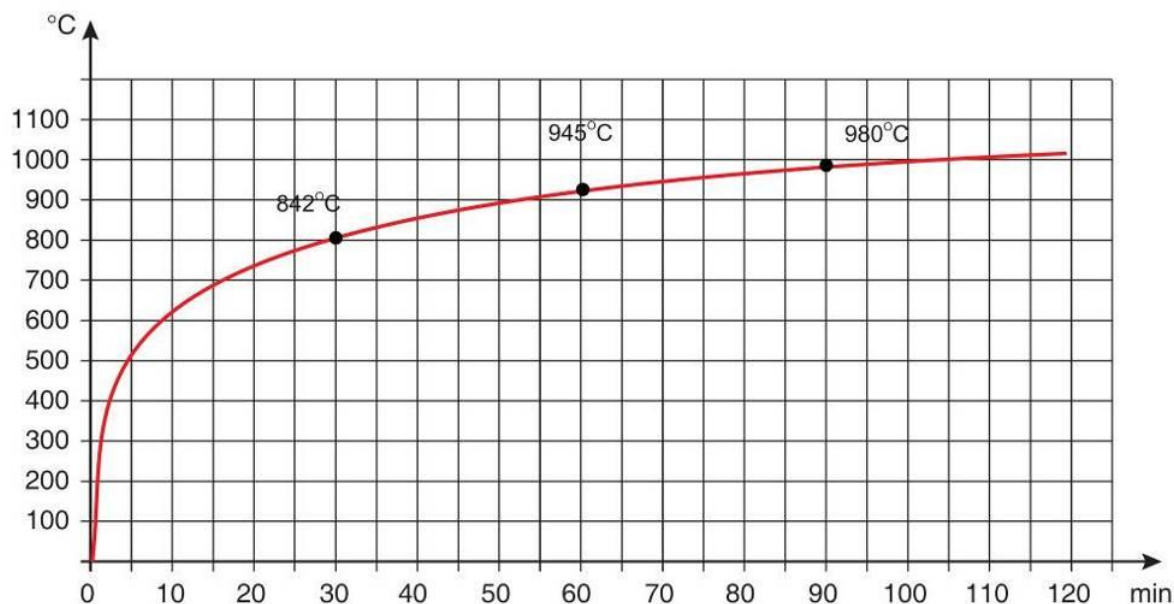
W tym czasie następuje częściowe oddawanie ciepła do otoczenia poza pomieszczenie objęte pożarem. Stan ten sygnalizują płomienie wydostające się przez drzwi oraz okna. W tej fazie dynamika rozwoju pożaru zależy od dopływu tlenu, którą warunkują w głównej mierze przekroje otworów wentylacyjnych.

Ogólny obraz I i II fazy pożaru w pomieszczeniu

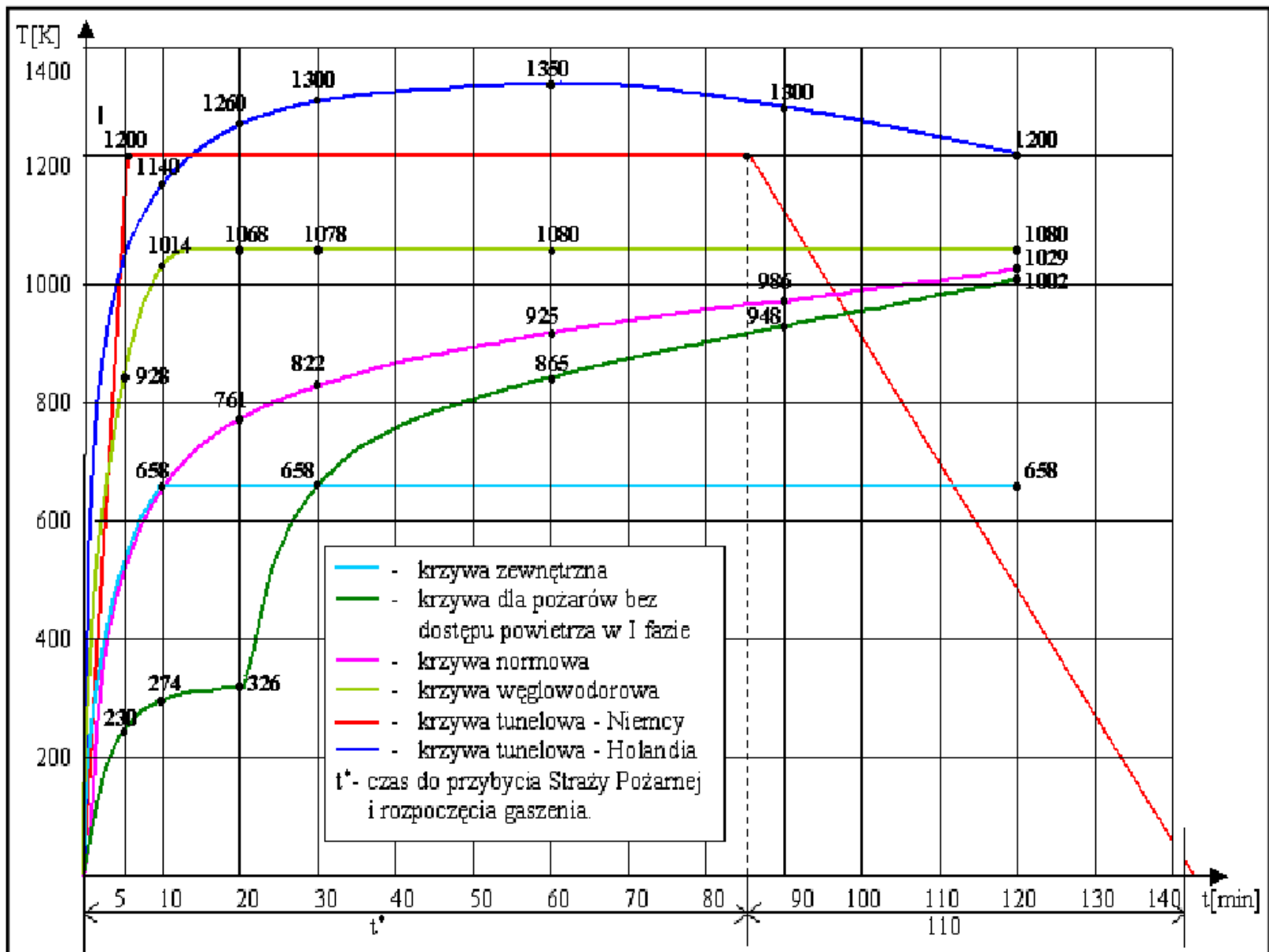
KRZYWE SYMULUJĄCE PRZEBIEG POŻARU

W normie **PN-EN 1363-2:2001** „Badanie odporności ogniowej. Część 2: Procedury alternatywne i dodatkowe”, zdefiniowano następujące krzywe pożarowe $T=f(t)$:

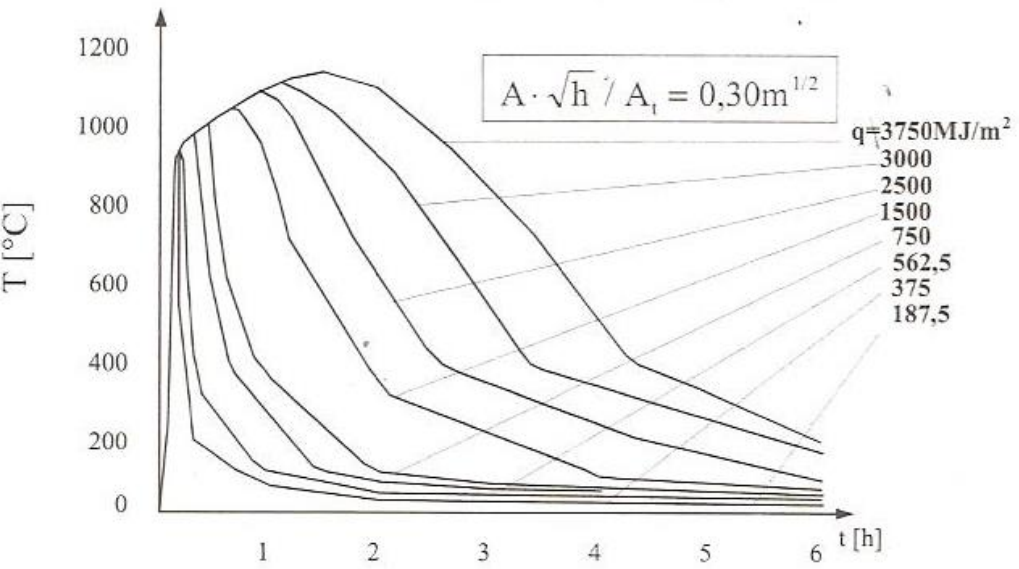
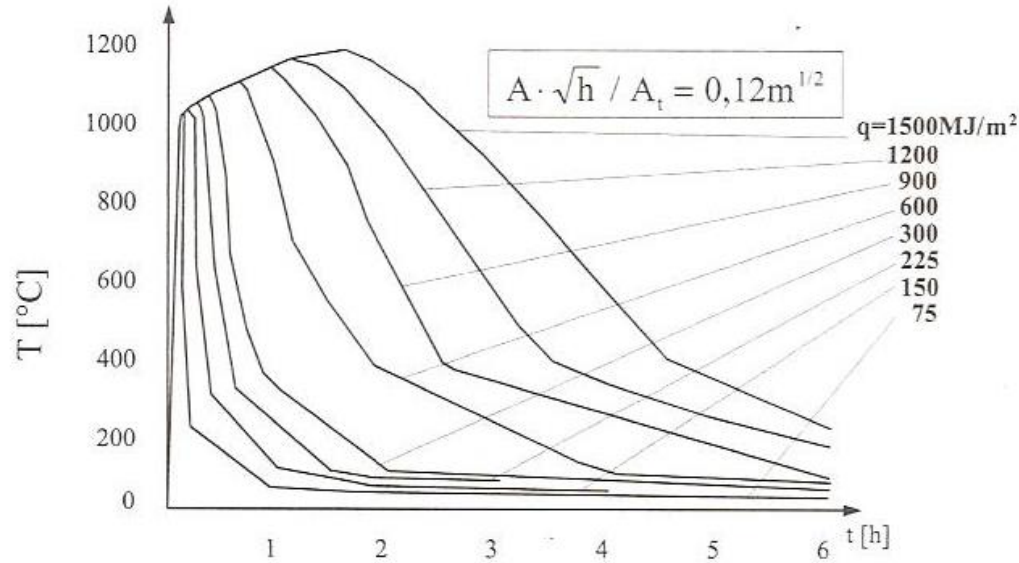
- **krzywa normowa** nazywana krzywą celulozową – dotyczy pożarów w budynkach,
- krzywa węglowodorowa – dotyczy pożarów produktów ropopochodnych,
- krzywa zewnętrzna – dotyczy pożarów elewacji budynków,
- krzywe parametryczne (pochodne krzywej normowej tworzone indywidualnie),
- krzywe tunelowe (holenderska i uproszczona niemiecka),
- krzywa pełzająca (pożary bez dostępu powietrza w początkowej fazie).



ZBIORCZE ZESTAWIENIE KRZYWYCH POŻAROWYCH



KRZYWE PARAMETRYCZNE - PRZYKŁADY



$$Q_d = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (Q_{ci} \cdot G_i)}{F} \quad h = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (A_i \cdot h_i)}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

$$O = (A \cdot \sqrt{h}) / A_t$$

gdzie:

n – liczba rodzajów materiałów palnych znajdujących się w strefie pożarowej

G_i – masa poszczególnych materiałów, w [kg],

F – powierzchnia rzutu poziomego pomieszczenia strefy pożarowej, w [m²]

Q_{ci} – ciepło spalanie poszczególnych materiałów, w [MJ/kg]

A_t – powierzchnia wszystkich przegród wraz otworami okiennymi i drzwiowymi, w [m²]

A - pole powierzchni otworów, w [m²]

A_i – pole i-tego otworu, w [m²]

h_i – wysokość i-tego otworu, w [m]

O – wskaźnik otworów, w [m^{1/2}]

$q=Q_d$ – gęstość obciążenia ogniowego

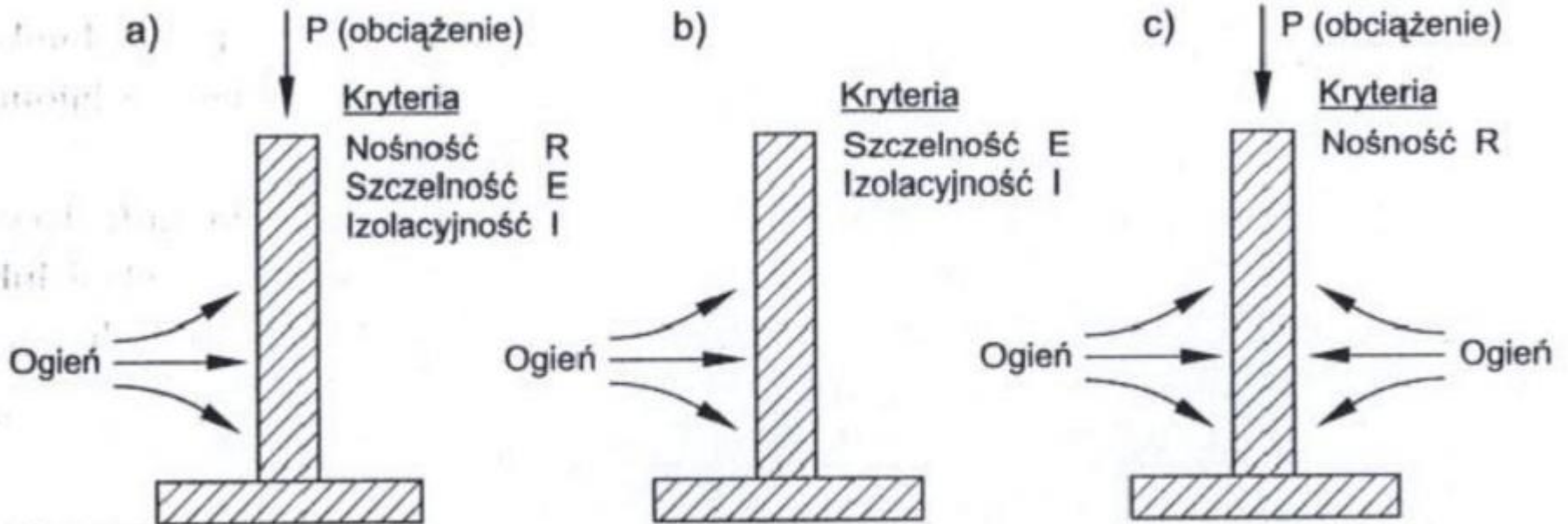
FILM OBRAZUJĄCY SZYBKOŚĆ ROZWOJU POŻARU



ROZWÓJ POZARU.wmv

Odporność ogniowa jest to zdolność do zachowywania określonych właściwości podczas pożaru przez określony czas.

Inaczej mówiąc jest to czas do osiągnięcia przez dany element stanu granicznego nośności, izolacyjności lub szczelności ogniowej.



Stan graniczny nośności ogniowej elementu budynku to stan, w którym element próbny przestaje spełniać swoją funkcję nośną wskutek jednej z niżej podanych przyczyn:

- zniszczenia mechanicznego lub utraty stateczności,
- przekroczenia granicznych wartości przemieszczeń lub odkształceń.

Stan graniczny izolacyjności ogniowej elementu budynku to stan, w którym element budynku przestaje spełniać funkcję oddzielającą na skutek przekroczenia temperatury granicznej powierzchni nienagrzewanej.

Stan graniczny szczelności ogniowej elementu budynku to stan, w którym element przestaje spełniać funkcję oddzielającą na skutek:

- odpadnięcia od konstrukcji,
- powstania pęknięć lub szczelin, przez które przenikają płomień lub gorące gazy.

ZMIANY REZYSTYWNOSCI PRZEWODU WSKUTEK PRZEJMOWANIA CIEPŁA

Zgodnie z prawem **Wiedemanna – Franza – Lorentza** [1853 rok – doświadczalne stwierdzenie przez **Wiedemanna** (1826-1899) i **Franza** (826-1902), potwierdzone 1881 przez duńskiego fizyka **Ludwiga Valentina Lorentza** (1829-1891)] stosunek przewodnictwa cieplnego i przewodnictwa elektrycznego w dowolnym metalu jest wprost proporcjonalny do temperatury. Wraz ze wzrostem temperatury powstaje wzrost przewodnictwa cieplnego i spadek przewodnictwa elektrycznego:

$$\frac{\lambda}{\gamma} = L * T$$

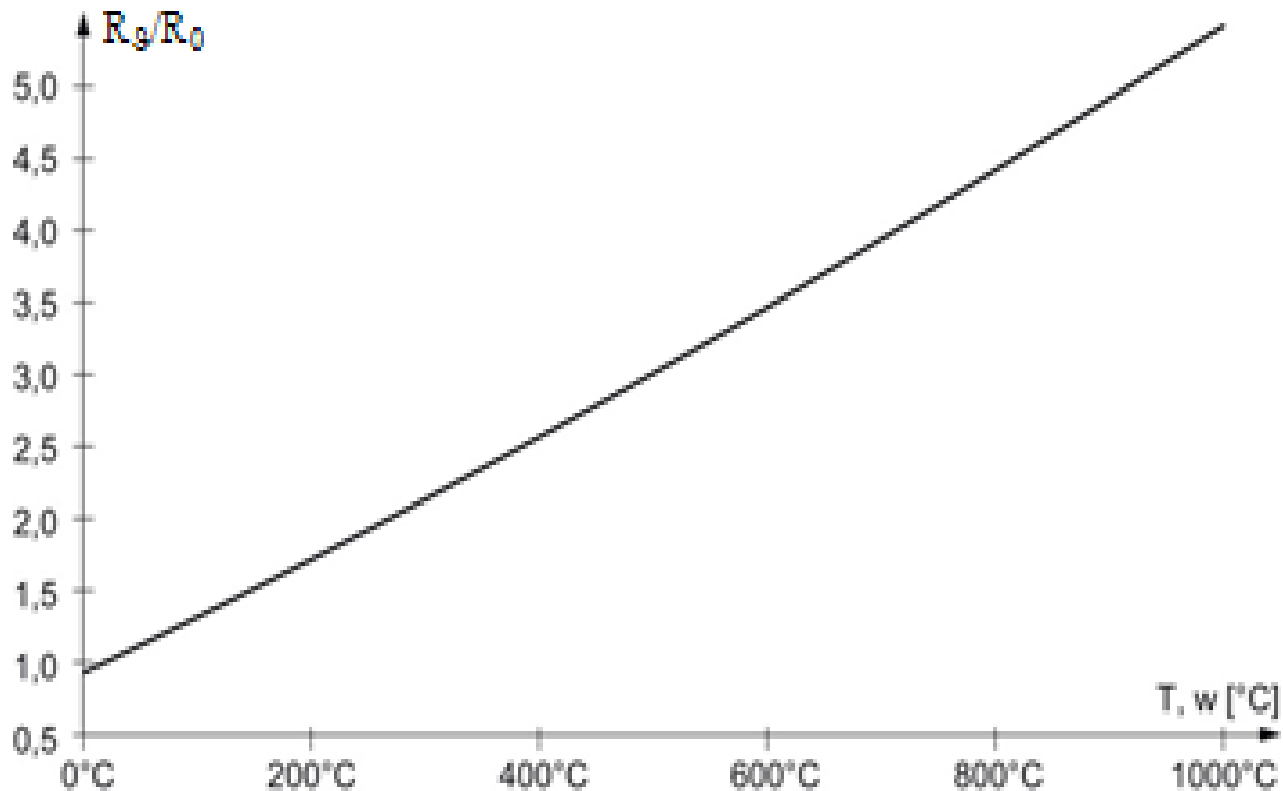
Wraz ze wzrostem temperatury wzrastają amplitudy drgań atomów w węzłach sieci, które skutkują wzrostem prawdopodobieństwa zderzeń elektronów prowadzącym w konsekwencji do zmniejszenia ruchliwości elektronów.

Zmniejszenie ruchliwości elektronów jest jednoznaczne ze zmniejszeniem konduktywności przewodu.

$$\frac{d\rho}{dT} = \alpha \cdot \rho \quad \Rightarrow \quad \rho = \rho_{20} \cdot \frac{1}{e^{293,16 \cdot \alpha}} \cdot e^{\alpha \cdot T} = \rho_{20} \cdot e^{\alpha \cdot (T - 293,16)} = \rho_{20} \cdot e^{\alpha \cdot \Delta T}$$
$$\Downarrow$$
$$\rho = \rho_{20} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

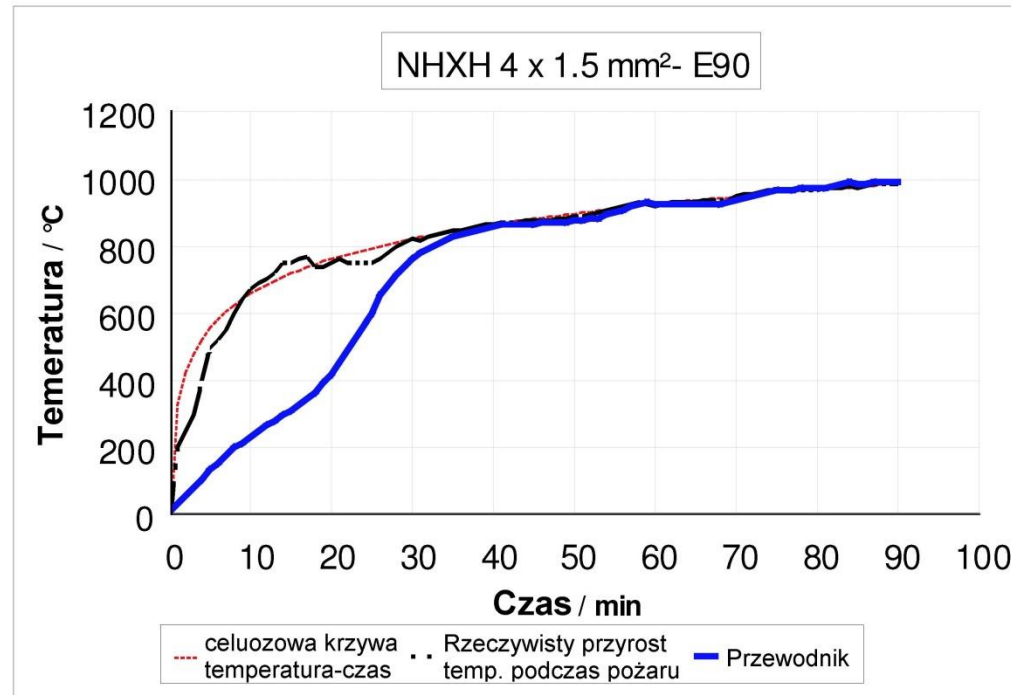
WZGLĘDNA ZMIENNOŚĆ REZYSTANCJI PRZEWODU FUNKCJI TEMPERATURY

$$R_g = R_0 \cdot \left(\frac{T_g}{293}\right)^{1,16}$$



ZMIANY TEMPERATURY PRZEWODU W CZASIE POŻARU

Ze wzrostem temperatury pożaru rośnie również temperatura przewodów instalacji elektrycznej znajdującej się w pomieszczeniach objętych pożarem. **Pomimo tego, że izolacja opóźnia przenikanie ciepła do przewodnika, w krótkim czasie następuje zrównanie się temperatury przewodu z temperaturą gazów pożarowych.**



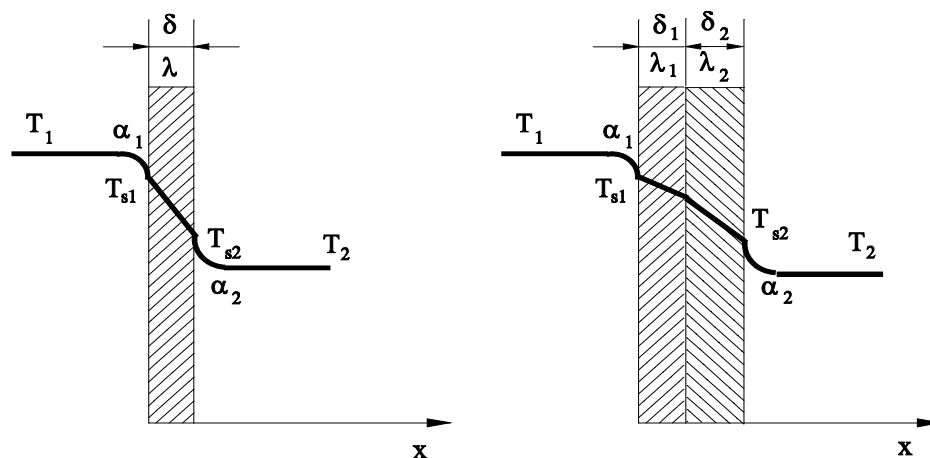
Rozkład temperatury w przegrodzie budowlanej

Ciepło wydzielone podczas pożaru przenika przez przegrody budowlane. Szybkość przenikania zależy od oporu cieplnego przegrody. Przenikające przez przegrodę ciepło powoduje nagrzewanie się poszczególnych warstw przegrody budowlanej. Na szybkość wzrostu temperatury poszczególnych warstw oprócz oporu cieplnego ma również pojemność cieplna ścian budynku. Skutkuje to szybkim wzrostem temperatury pod tynkiem. Współczynnik przenikania przegrody budowlanej oraz temperaturę w poszczególnych warstwach przegrody można obliczyć z wykorzystaniem następujących wzorów|:

$$\lambda_z = \frac{1}{R} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

$$T_{1/x} = T_1 - \frac{R_{si} + \sum_{i=1}^n R_i}{R_T} \cdot (T_1 - T_2)$$

ROZKŁAD TEMPERATURY W JEDNO I WIELOWARSTWOWEJ PRZEGRODZIE BUDOWLANEJ



**WARSTWA TYNKU NIE STANOWI OCHRONY DLA PRZEWODÓW
W CZASIE POŻARU**

Przykład:

Wyznaczyć rozkład temperatury w przegrodzie składającej się z warstw o parametrach przedstawionych w tabeli oraz temperaturze pożaru $T_1 = 800^{\circ}\text{C}$ przy temperaturze zewnętrznej $T_2 = 20^{\circ}\text{C}$.

Warstwa	δ , [m]	λ , [W/(mK)]	R , [$m^2 K / W$]	T , [$^{\circ}\text{C}$]
Powietrze wewnątrz pomieszczenia	-	-	0,13	800
Tynk wapienno-cementowy	0,015	0,82	0,018	767,5
Beton komórkowy	0,24	0,35	0,686	616,7
Styropian	0,10	0,040	2,50	67
Cegła ceramiczna pełna	0,12	0,77	0,156	32,8
Tynk wapienno-cementowy zewnętrzny	0,015	0,82	0,018	20,8
Powietrze zewnętrzne			0,04	20
Opór cieplny całkowity	-	-	3,548	-

WYNIKI BADAŃ LABORATORYJNYCH (SGSP)

Grubość tynku [mm]	Temp. na pow. przewodu [°C]	Temp. na pow. tynku [°C]	Średni czas funkcjonowania przewodu [min]
5	465	568	20
10	504	660	50
15	503	700	65
20	460	761	70
25	510	800	82

WIDOK PRÓBKI PO BADANIU PRZED I PO ZDJĘCIU TYNKU



SYMULACJA STANOWISKA LABORATORYJNEGO

program demonstracyjny, symulujący zmienność rezystancji przewodu
zobrazowaną graficznie jako spadek napięcia powodowany wysoką
temperaturą, ulegającą zmianie zgodnie z przebiegiem krzywej normowej w
piecu rurowym

Wyniki symulacji komputerowej zostały w całości potwierdzone podczas
badań laboratoryjnych wykonanych na jesieni 2014 roku przez
prof. dr hab. inż. TADEUSZA KNYCH w AGH, na zlecenie
EUROPRJSKIEGO INSTYTUTU MIEDZI
ODDZIAŁ WE WROCŁAWIU



Europejski
Instytut Miedzi
Copper Alliance



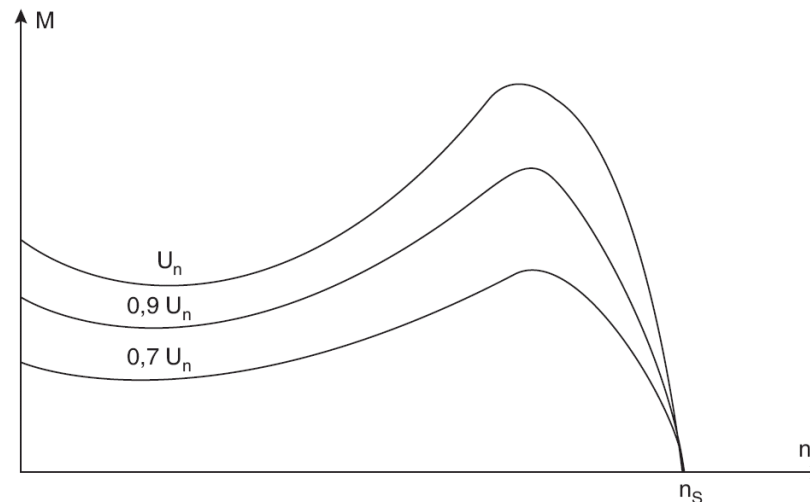
SymulacjaElektryczna.rar

Wpływ temperatury pożarowej na jakość dostarczanej energii elektrycznej (wartość napięcia zasilającego)

Silnik elektryczny

Wzrost rezystancji przewodu zasilającego podczas pożaru powoduje wzrost spadków napięcia. Ponieważ wartość napięcia dostarczonego do zacisków silnika decyduje o rzeczywistym momencie na jego wale, należy dobierać przewody tak by spadek napięcia w czasie pożaru podczas rozruchu nie przekraczał 10%. Zapewnia to utrzymanie momentu silnika na poziomie 80 % jego wartości znamionowej.

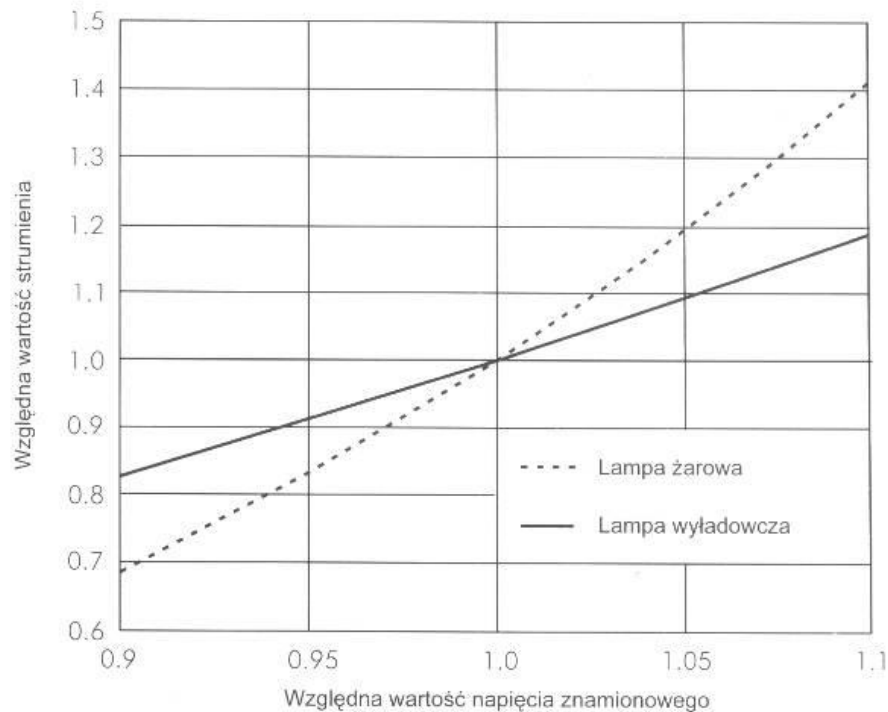
$$M = M_n \cdot \left(\frac{U}{U_n}\right)^2$$



Charakterystyki momentu obrotowego silnika indukcyjnego klatkowego dla różnych wartości napięcia zasilającego

Źródła światła

$$\frac{\phi}{\phi_n} = \left(\frac{U}{U_n}\right)^\gamma$$



Względna wartość strumienia świetlnego lampy żarowej i wyładowczej jako funkcja zmian wartości napięcia zasilającego

KRYTERIA DODATKOWE ODPORNOŚCI OGNIOWEJ (WYBRANE):

PH – ciągłość dostawy energii elektrycznej w znormalizowanych warunkach badania dla kabli lub przewodów elektrycznych o średnicy $\varnothing \leq 2,5 \text{ mm}^2$

PP – j. w. dla kabli/przewodów o średnicy $\varnothing > 2,5 \text{ mm}^2$.

CZY CIAGŁOŚĆ DOSTAWY ENERGII STANOWIĄCA PODSTAWOWY WARUNEK OKREŚLONY
W ROZPORZADZENIU MINISTRA INFRASTRUKTURY Z DNIA
12 KWIETNIA 2002 ROKU W SPRAWIE WARUNKÓW TECHNICZNYCH JAKIM POWINNY
ODPOWIADAC BUDYNKI I ICH USYTUOWANIE [DZ. U. Z 2015 ROKU NR 1422],

JEST WARUNKIEM WYSTARCZAJACYM? – NIE!

**JEST ZALEDWIE WARUNKIEM KONIECZNYM I WYMAGA UZUPEŁNIENIA
O WARUNEK DOSTATECZNY.**

JAKO WARUNEK DOSTATECZNY NALEŻY PRZYJAĆ WYMAGANIA WYNIKAJĄCE Z PRAWA
WIEDEMANN-FRANZA, KTÓRY ZAGWARANTUJE OPRÓCZ CIAGŁOŚCI DOSTAWY ENERGII,
JEJ WŁAŚCIWE PARAMETRY, PRZY KTÓRYCH MOŻLIWE BĘDZIE POPRAWNE
FUNKCJONOWANIE ZASILANYCH URZADZEŃ.

W normalnych warunkach eksploatacji dobierane przewody do zasilania urządzeń ppoż. **muszą spełniać następujące wymagania:**

- minimalnej wytrzymałości mechanicznej,
- długotrwałej obciążalności prądowej i przeciążalności,
- odporności na nagrzewanie przez prądy zwarciovowe,
- spadku napięcia oraz samoczynnego wyłączenia podczas zwarć,

zgodnie z powszechnie akceptowalnymi zasadami opisanymi w **normach przedmiotowych.**

Przy doborze przewodów **zasilających urządzenia ppoż. należy dodatkowo uwzględnić wzrost ich rezystancji spowodowany wzrostem temperatury** pożarowej, który **znaczaco wpływa na wymagany przekrój** przewodu wyznaczany z warunku spadku napięcia oraz warunku samoczynnego wyłączenia zasilania podczas zwarć doziemnych.

Przewód zasilający urządzenia przeciwpożarowe, które muszą funkcjonować w czasie pożaru musi posiadać cechę odporności ogniowej gwarantującej ciągłość dostaw energii lub sygnału przez wymagany czas pracy zasilanych urządzeń.

Przykład 1:

Spodziewana maksymalna temperatura gazów pożarowych w strefie pożarowej wynosi 800⁰ C. Długość całkowita linii zasilającej wynosi 100 m. Trasa obwodu zasilającego została wykonana przewodem NKGszo 5 x10.

Należy obliczyć spodziewaną zmianę rezystancji przewodu zasilającego.

$$R_{25^0 C} = R_{20} \cdot \left(\frac{T_0}{293}\right)^{1,16} = \frac{l}{\gamma \cdot S} \cdot \left(\frac{T_0}{293}\right)^{1,16} = \frac{100}{55 \cdot 10} \cdot \left(\frac{273+25}{293}\right)^{1,16} \approx 0,18 \Omega$$

Rezystancja tego przewodu w temperaturze 25⁰ C, właściwej dla temperatury przyjmowanej dla pomieszczeń w budynkach na terenie Polski (zgodnie z normą IEC 60287-3-1/A1: 1999 Electric cables – Calculation of the current rating. Part 3-1. Sections on operating conditions – Reference operating conditions and selections of cable type – uzgodnioną ze stroną Polską) wynosi:

$$R_{800^0 C} = R_{20} \cdot \left(\frac{T_k}{293}\right)^{1,16} = \frac{l}{\gamma \cdot S} \cdot \left(\frac{T_k}{293}\right)^{1,16} = \frac{100}{55 \cdot 10} \cdot \left(\frac{273+800}{293}\right)^{1,16} \approx 0,82 \Omega$$

Spodziewany wzrost rezystancji przewodu w czasie pożaru wyniesie:

$$\frac{R_{800^0 C}}{R_{25^0 C}} = \frac{0,82}{0,18} \approx 4,56$$

WYMAGANY PRZEKRÓJ PRZEWODU ZE WZGLĘDU NA SPADEK NAPIĘCIA

Wymagany przekrój przewodu ze względu na spadek napięcia, z uwzględnieniem wzrostu rezystancji powodowanej przez przejmowanie ciepła powstającego w czasie pożaru należy wyznaczyć bezpośrednio z poniższych wzorów, pamiętając, że **dopuszczalny spadek napięcia dla urządzeń zmiennoprądowych o napięciu $U \leq 1000$ V zgodnie z normą PN-IEC 60364, liczony od złącza budynku może wynosić 4% , a w przypadku urządzeń stało prądowych o napięciu 24 V lub 48 V, dopuszczalny spadek napięcia liczony od źródła zasilania (akumulator współpracujący z prostownikiem) nie może przekroczyć wartości 1V:**

- dla obwodów jednofazowych

$$S \geq \frac{l}{\gamma \cdot \left(\frac{\Delta U_{dop\%} \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot 100 \cdot I_B \cdot \cos \varphi} - X \cdot \operatorname{tg} \varphi \right)} \cdot k_p$$

- dla obwodów trójfazowych

$$S \geq \frac{l}{\gamma * \left(\frac{\Delta U_{dop\%} * U_{nf}}{200 * I_B * \cos \varphi_n} - X * \operatorname{tg} \varphi_n \right)} \cdot k_p$$

OBLICZANIE REZYSTANCJI PRZEWODU PODDANEGO DZIAŁANIU TEMPERATURY POŻARU

Współczynnik k_p wzrostu rezystancji przewodu należy wyznaczyć z następującego wzoru:

$$k_p = \frac{R_0}{R_{20}}$$

Gdzie:

$$R_0 = R_{20} \cdot k_x \cdot \left(\frac{T_k}{293}\right)^{1,16}$$

R_{20} – rezystancja przewodu w temperaturze 20 st. C, w [Ω],

R_o – rezystancja przewodu w spodziewanej temperaturze pożaru, w [Ω],

k_x – współczynnik uwzględniający udział odcinka l_x , obwodu zasilającego o długości l , narażonego na działanie wysokiej temperatury, określony wzorem:

$$k_x = \frac{l_x}{l}$$

l – długość przewodu obwodu zasilającego, w [m],

l_x – odcinek przewodu, obwodu zasilającego, narażony na działanie wysokiej temperatury, w [m]

T_o – spodziewana temperatura otoczenia przewodów zasilających, która może wystąpić w czasie pożaru, w [K]

Przykład 2:

Dobrać przewód do zasilania pompy pożarowej o następujących parametrach silnika:

$$\eta = 0,9; P_n = 10kW; \cos\varphi_n = 0,85; k_r = 4; \cos\varphi_r = 0,3$$

Trasa linii zasilającej o ogólnej długości $l = 100$ m przebiega przez dwie strefy pożarowe o długościach odpowiednio:

- strefa 1: $l_1 = 30$ m
- strefa 2: $l_2 = 70$ m

W przykładzie założono, wzniesienie pożaru w jednej strefie pożarowej. Do obliczeń ze względu na bardziej niekorzystne warunki została przyjęta strefa 2.

Impedancja obwodu zwarciovego na początku obwodu zasilającego silnik pompy wynosi $Z_{k1} = 0,25\Omega$ (wartość uzyskana w wyniku pomiaru).

Prąd znamionowy silnika oraz dobór jego zabezpieczenia (pominięto dobór zabezpieczenia przeciążeniowego):

$$I_B = \frac{P_n}{\sqrt{3} * U_n * \cos\varphi_n * \eta} = \frac{10000}{\sqrt{3} * 400 * 0,85 * 0,9} \approx 18,87 A$$

Prąd rozruchowy silnika i dobór zabezpieczenia:

$$I_r = k_r * I_B = 4 * 18,87 = 75,48 A < I_4 = 5 * 20 = 100 A$$

Dobór przewodu na długotrwałą obciążalność prądową i przeciążalność:

$$I_B = 18,87 A \leq I_n = 20 A \leq I_Z$$

$$I_Z \geq \frac{k_2 * I_n}{1,45} = \frac{1,45 * 20}{1,45} = 20 A$$

Dobór przewodu ze względu na dopuszczalny spadek napięcia oraz samoczynne wyłączenie podczas zwarć:

$$k_x = \frac{l_2}{l} \cdot 100\% = \frac{70}{100} \cdot 100\% = 70\%$$

$$k_p = \frac{R_0}{R_{20}} = k_x \cdot \left(\frac{T_k}{293}\right)^{1,16} = 0,7 \cdot \left(\frac{293+800}{293}\right)^{1,16} \approx 3,23$$

$$S \geq \frac{k_p \cdot l}{\gamma \cdot \left(\frac{\Delta U_{\%} \cdot U_n}{100 \cdot \sqrt{3} \cdot I_B \cdot \cos \varphi_n} - x' \cdot l \cdot \operatorname{tg} \varphi_n\right)} = \frac{3,23 \cdot 100}{55 \cdot \left(\frac{4 \cdot 400}{100 \cdot \sqrt{3} \cdot 18,87 \cdot 0,85} - 0,1 \cdot 0,1 \cdot 0,62\right)} \approx 10,3 \text{ mm}^2$$

Należy przyjąć przewód **NKGszo 4 x16**

Sprawdzenie ochrony przeciwporażeniowej realizowanej przez samoczynne wyłączenie:

$$Z_{ls} \approx R = R_{l1} + R_{l2} = \frac{2 \cdot l_1}{\gamma \cdot S} + \frac{k_p \cdot 2 \cdot l_2}{\gamma \cdot S} = \frac{2 \cdot 30}{55 \cdot 16} + \frac{3,23 \cdot 2 \cdot 70}{55 \cdot 16} \approx 0,59 \Omega$$

$$Z_{k1c} = Z_{k1} + Z_{ls} = 0,25 + 0,59 = 0,84 \Omega$$

$$I_{k1} = \frac{U_0}{Z_{k1c}} = \frac{230}{0,84} = 273,8 \text{ A} > I_{a/T_k \leq 0,4s} = 200 \text{ A}$$

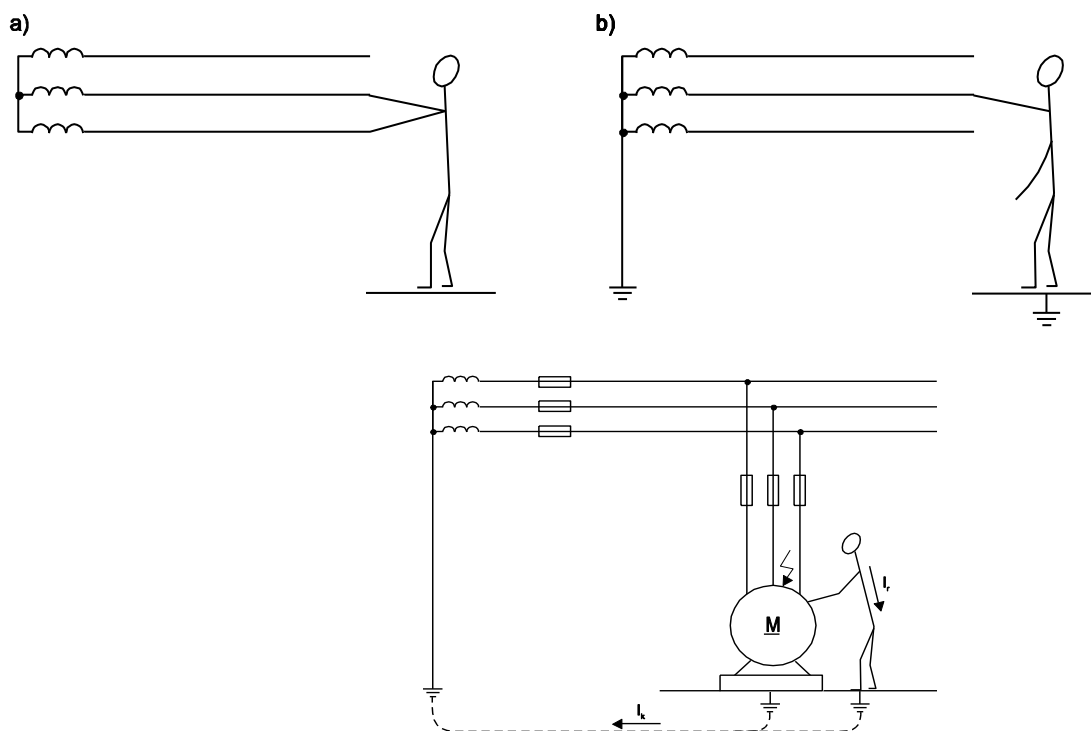
Uwaga

Pominięcie wpływu ciepła przejmowanego przez przewód podczas pożaru, prowadzi do błędu. Przyjęcie przewodu o mniejszym przekroju, spowoduje nadmierny spadek napięcia oraz nieskuteczną ochronę przeciwporażeniową.

Wymagania w tym zakresie jednoznacznie określa norma N SEP – E 005, która uściśla wymagania normy PN-HD 60364-5-56:2013 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5 -56. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego.
Instalacje bezpieczeństwa

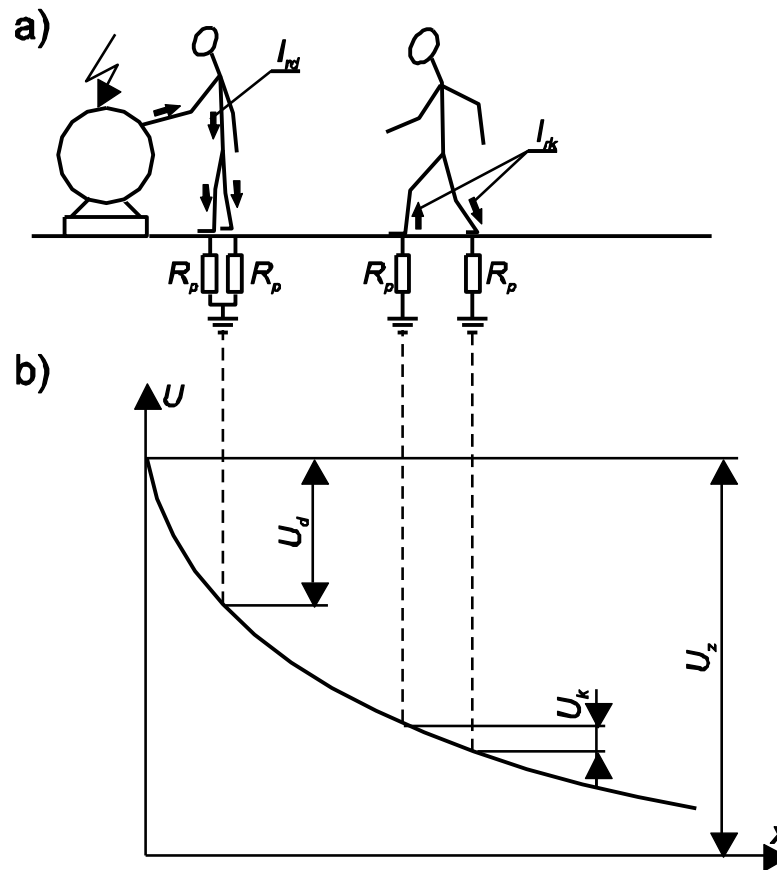
Ochrona przeciwporażeniowa

Ochrona przeciwporażeniowa to zespół środków technicznych oraz organizacyjno-prawnych, mających na celu niedopuszczenie do przepływu prądu przez organizm człowieka (lub zwierzęcia) o wartości groźnej dla życia przy dotyku bezpośrednim lub dotyku pośrednim.



Przykłady rażenia prądem: a-b) przy dotyku bezpośrednim; c) przy dotyku pośrednim

Rażenie prądem elektrycznym przy napięciu dotykowym i krokowym



Napięcie dotykowe i krokowe obrazujące zagrożenie przy uszkodzeniu

a) szkic sytuacyjny; b) rozkład potencjału na powierzchni ziemi

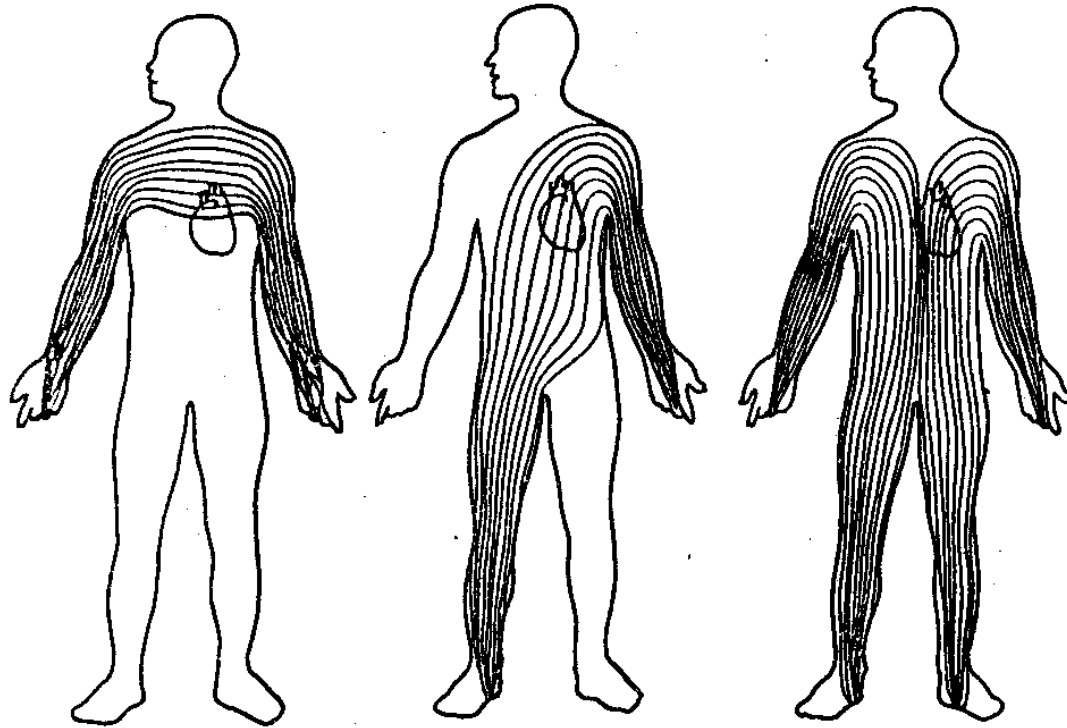
$U_d = U_{ST}$ - napięcie rażeniowe dotykowe, $U_k = U_{SS}$ - napięcie rażeniowe krokowe, U_z - napięcie względem ziemi,

R_p - rezystancja przejścia prądu z jednej stopy do ziemi,

$I_{rd} = I_{BT}$ - prąd rażeniowy dotykowy, $I_{rk} = I_{BS}$ - prąd rażeniowy krokowy

Najczęściej rażenie prądem elektrycznym następuje na drodze:

ręka-ręka,
ręka (ręce)-obie stopy (stopa),
noga-noga,
głowa-ręka,
głowa-obie stopy (stopa).



Napięcie dotykowe dopuszczalne długotrwałe:

$U_L < 50 \text{ V ac}$ lub $U_L < 120 \text{ V dc}$ dla warunków normalnych (lokale mieszkalne i biurowe; sale widowiskowe i teatralne; sale lekcyjne)

$U_L < 25 \text{ V ac}$ lub $U_L < 60 \text{ V dc}$ dla warunków zwiększonego zagrożenia porażeniowego (łazienki, natryski, sauny, pomieszczenia dla zwierząt, blok operacyjny oraz OIOM w szpitalu, węzły ciepłne, budowy i tereny rozbiórek, ograniczone przestrzenie przewodzące, pola kempingowe itp.)

$U_L < 12 \text{ V ac}$ lub $U_L < 30 \text{ V dc}$ dla warunków szczególnego zagrożenia porażeniowego (bezpośredni kontakt ciała z wodą).

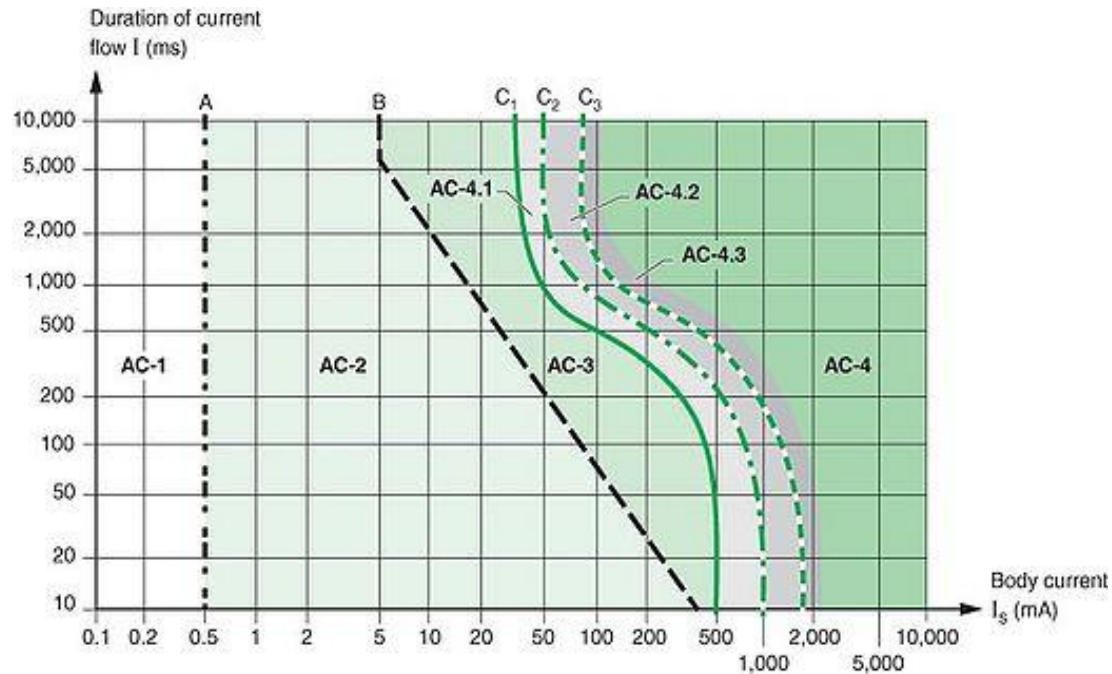
Progi prądów rażeniowych dla prądu przemiennego

(0,4 – 4) mA – początek wyczuwania

10 mA - granica samouwolnienia

30 mA - próg przy którym może dojść do fibrylacji komór sercowych

50 mA - pojawia się zjawisko fibrylacji komór sercowych oraz utrata przytomności

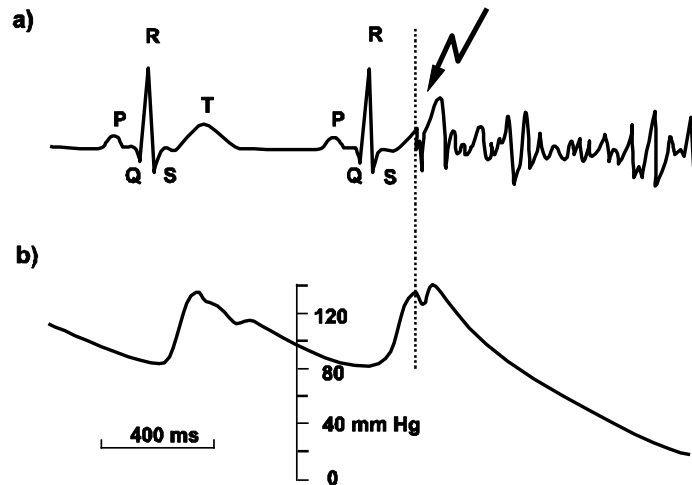


Strefy czasowo-prądowe dla prądu przemiennego 50 Hz wg. raportu IEC/TS 60479-1 ed4.0 z 2005 r.

Strefa	Skutki fizjologiczne rażenia prądem
AC-1	Zwykle brak skutków. Prosta „a” oznacza ograniczenie wartości prądów odczuwania.
AC-2	Zazwyczaj nie należy spodziewać się wystąpienia uszkodzeń w organizmie człowieka. Prosta łamana „b” oznacza wartości graniczne prądów rażeniowych, przy których możliwe jest samouwolnienie się rażonego.
AC-3	Zazwyczaj nie występuje uszkodzenie w organizmie. Zachodzi prawdopodobieństwo pojawienia się skurczów mięśni nie pozwalających na oderwanie ręki od części trzymanej, będącej pod napięciem. Pojawiające się trudności w oddychaniu przy czasie rażenia dłuższym niż 2s. Istnieje możliwość występowania fibrylacji przedsionków serca oraz przejściowe zatrzymanie jego akcji.
AC-4	Pojawia się prawdopodobieństwo wystąpienia fibrylacji komór sercowych, zatrzymanie oddechu, poważne oparzenia: AC-4.1 – prawdopodobieństwo fibrylacji – 5%, AC-4.2 – prawdopodobieństwo fibrylacji – 50%, AC-4.3 – prawdopodobieństwo fibrylacji > 50%.

SKUTKI PRZEPIYU PRADU ELEKTRYCZNEGO PRZEZ CZLOWIEKA

- zaburzenie przeplywu krwi i oddychania

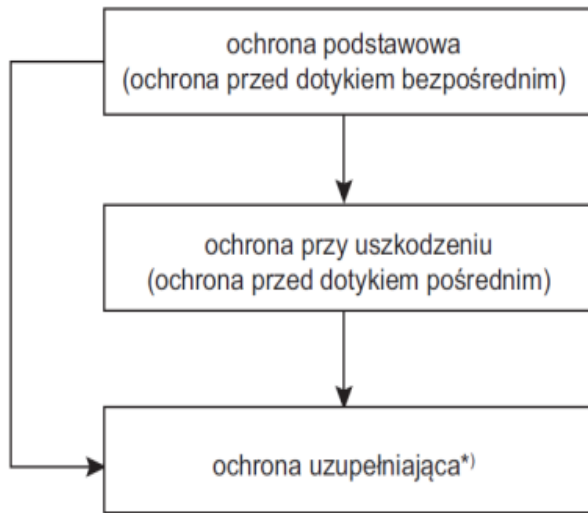


- zaburzenia układu nerwowego

- skutki cieplne:

- uszkodzenia skóry
- uszkodzenia kości

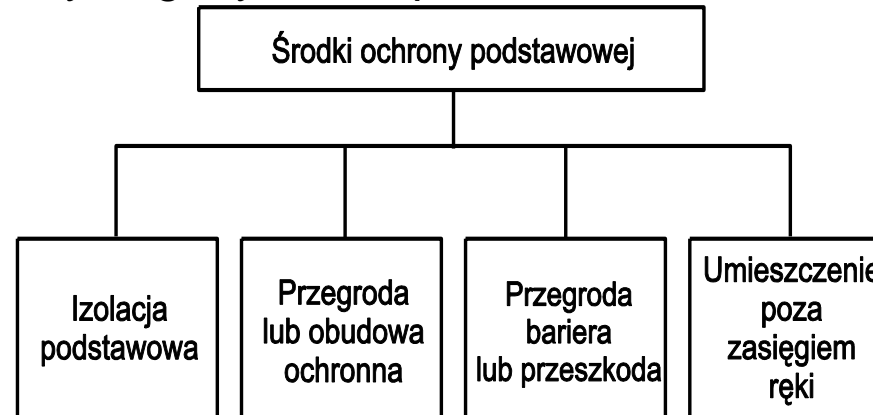
OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA – WYMAGANIA OGÓLNE



Zgodnie z normą PN-HD 40364-4-41, każdy środek ochrony powinien składać się z:

- a) odpowiedniej kombinacji niezależnych środków zapewniających ochronę podstawową i ochronę przy uszkodzeniu lub
- b) środka ochrony wzmocnionej zapewniającej ochronę podstawową i ochronę przy uszkodzeniu.

Spośród środków ochrony podstawowej przedstawionych na poniższym rysunku, w instalacjach elektrycznych które muszą funkcjonować w czasie pożaru, dopuszcza się jedynie izolacje podstawową pod warunkiem spełnienia cechy ognioodporności przez wymagany czas np. 90 minut.



OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA PRZY USZKODZENIU

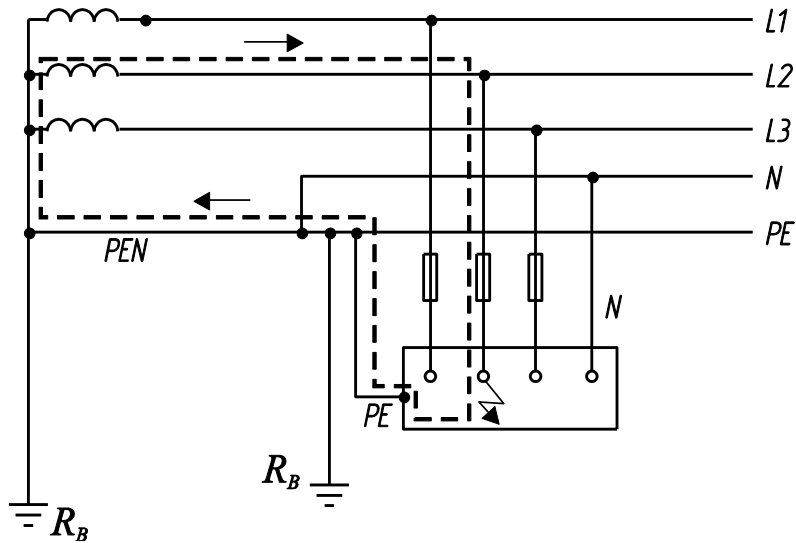
Do środków ochrony przy uszkodzeniu, dopuszczonych do stosowania w instalacjach przewidzianych do funkcjonowania w czasie pożaru należy zaliczyć:

- samoczynne wyłączenie zasilania w układzie TN (TN-S; TN-C-S; TN-C),
- samoczynne wyłączenie zasilania w układzie IT,
- nieuziemione połączenia wyrównawcze miejscowe,
- obniżenie napięcia dotykowego do wartości dopuszczalnej długotrwale

Układ zasilania IT może być stosowany jedynie wtedy gdy przy drugim zwarciu przejdzie w układ zasilania TN, a samoczynne wyłączenie zasilania nastąpi w czasie nie dłuższym od określonego w normie PN-HD 60364-4-41.

Układ sieci	50 V < U _o ≤ 120 V s		120 V < U _o ≤ 230 V s		230 V < U _o ≤ 400 V s		U _o > 400 V s	
	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.
TN	0,8	Wyłączenie może być wymagane z innych przyczyn niż ochrona przeciwporażeniowa	0,4	5	0,2	0,4	0,1	0,1
TT	0,3		0,2	0,4	0,07	0,2	0,04	0,1

UKŁAD ZASILANIA TN



$$I_{k1} = \frac{U_o}{Z_{k1}} \geq I_a$$

Wyznaczenie impedancji obwodu zwarcia jednofazowego jest uzależnione od źródła zasilającego:

- System Elektroenergetyczny

$$Z_{k1} = \sqrt{(R_T + R_p + R_g)^2 + (X_T + X_p + X_g)^2}$$

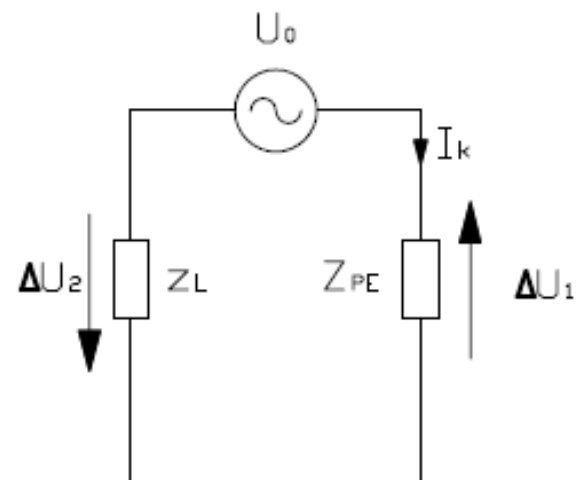
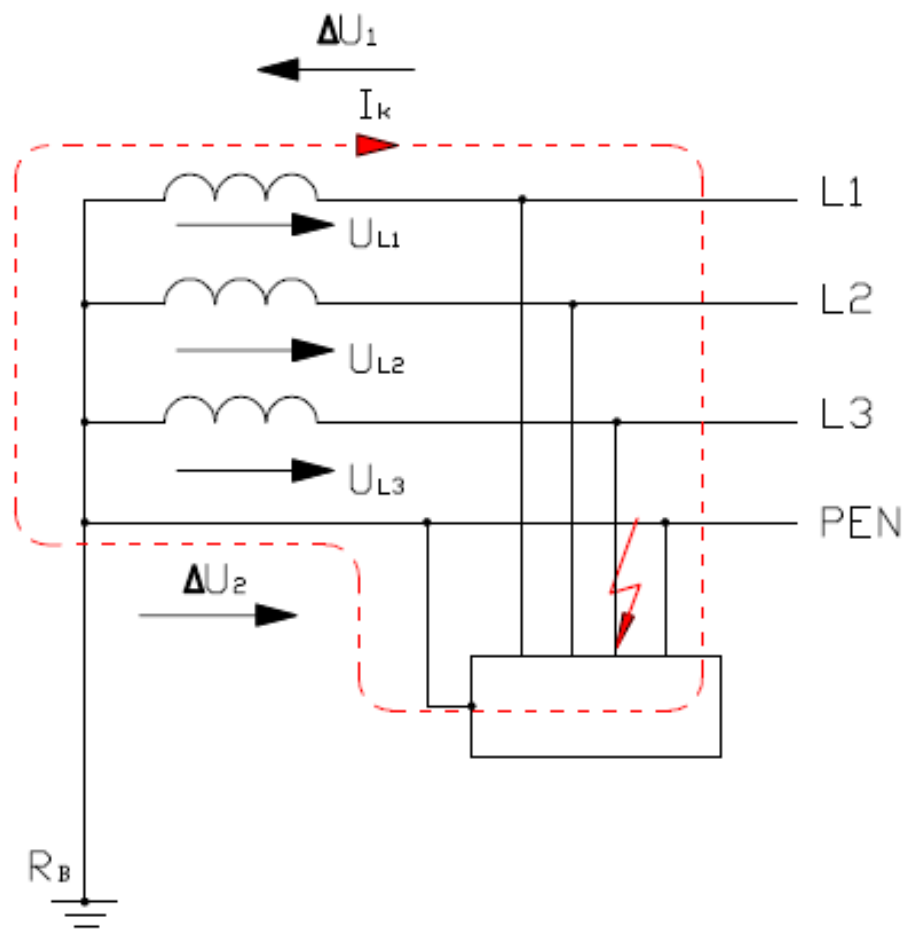
- zespół prądotwórczy.

$$Z_{k1} = \sqrt{(R_G + R_p + R_g)^2 + (X_{k1G} + X_p + X_g)^2}$$

$$R_G = 0,03 \cdot \frac{U_{nG}^2}{S_{nG}}$$

$$X_{k1G} = \frac{1}{n} \cdot \frac{U_{nG}^2}{S_{nG}}$$

ROZKŁAD NAPIĘĆ PODCZAS ZWARĆ W UKŁADZIE TN-C



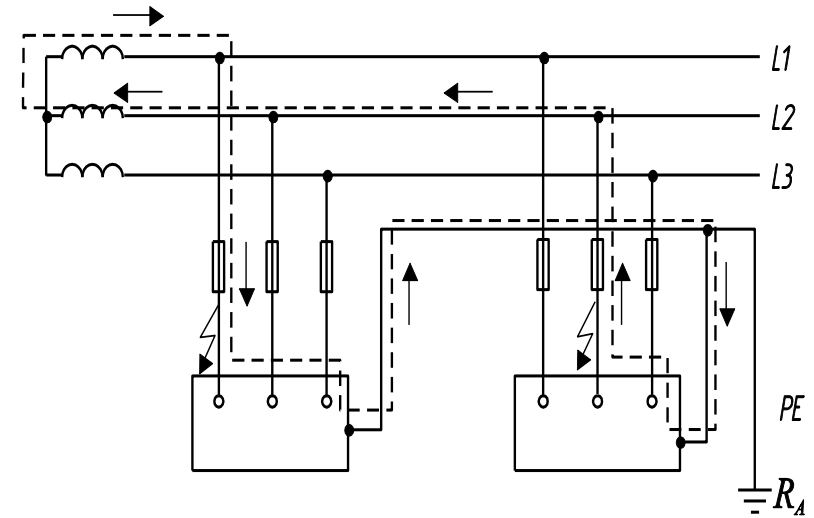
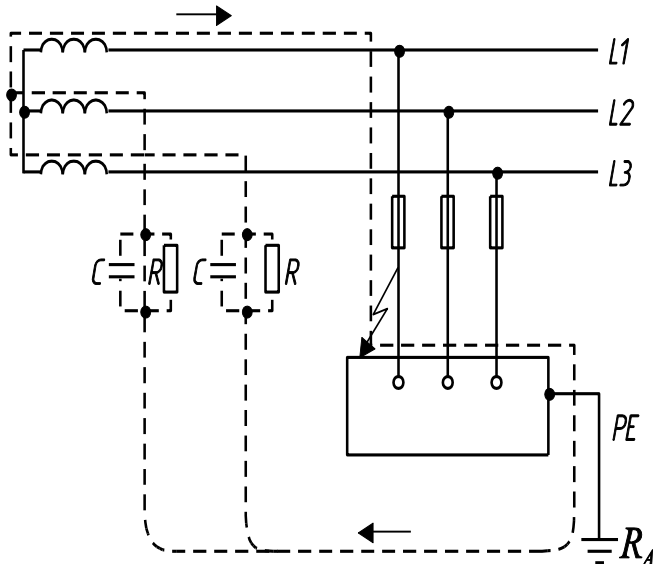
$$\Delta U_1 \approx \Delta U_2 = 115 \text{ V}$$

$$Z_L \approx Z_{PE}$$

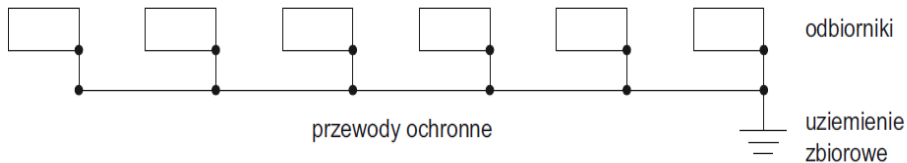
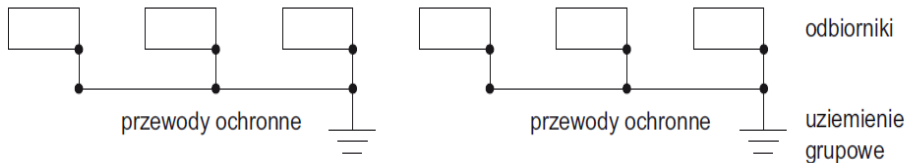
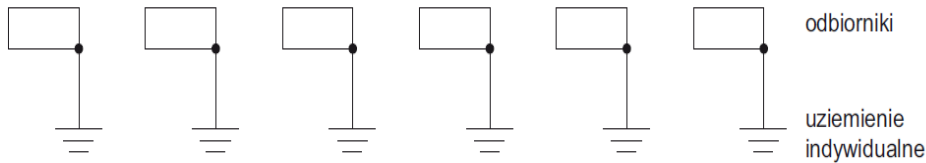
$$\Delta U_1 = I_k \cdot Z_L$$

$$\Delta U_2 = I_k \cdot Z_{PE}$$

UKŁAD ZASILANIA IT



Sposoby uziemiania odbiorników



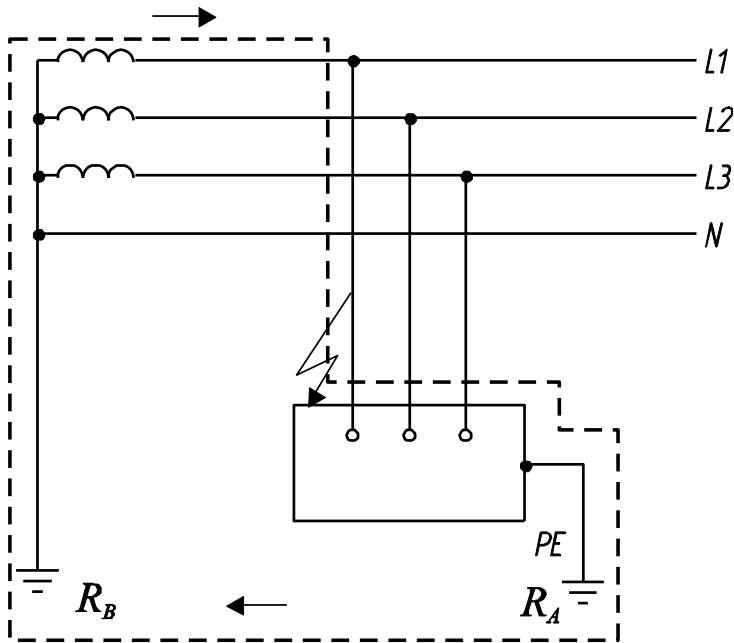
Bez przewodu neutralnego

$$I_k = \frac{U_n}{2 \cdot Z_S} \geq I_a$$

Z przewodem neutralnym

$$I_k = \frac{U_0}{2 \cdot Z_S'} \geq I_a$$

NIEPRZYDATNOŚĆ UKŁADU ZASILANIA TT



Obwód zwarciaowy tworzy dzielnik napięciowy. Na rezystancji R_A odkłada się napięcie o wartości bliskiej napięciu U_0 ponieważ rezystancja oporów $(R_A + R_B) \gg$ pozostałej rezystancji obwodu zwarciaowego.

Duże wartości rezystancji uziomów powodują, że mogą powstać trudności w spełnieniu wymagań samoczynnego wyłączenia. Konieczne jest stosowanie wyłączników różnicowoprądowych.

Warunek samoczynnego wyłączenia podczas zwarcć doziemnych:

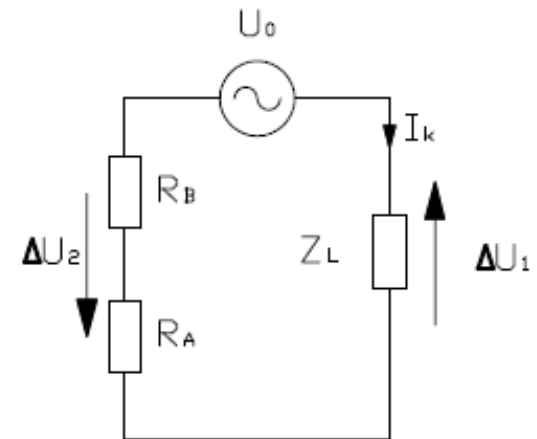
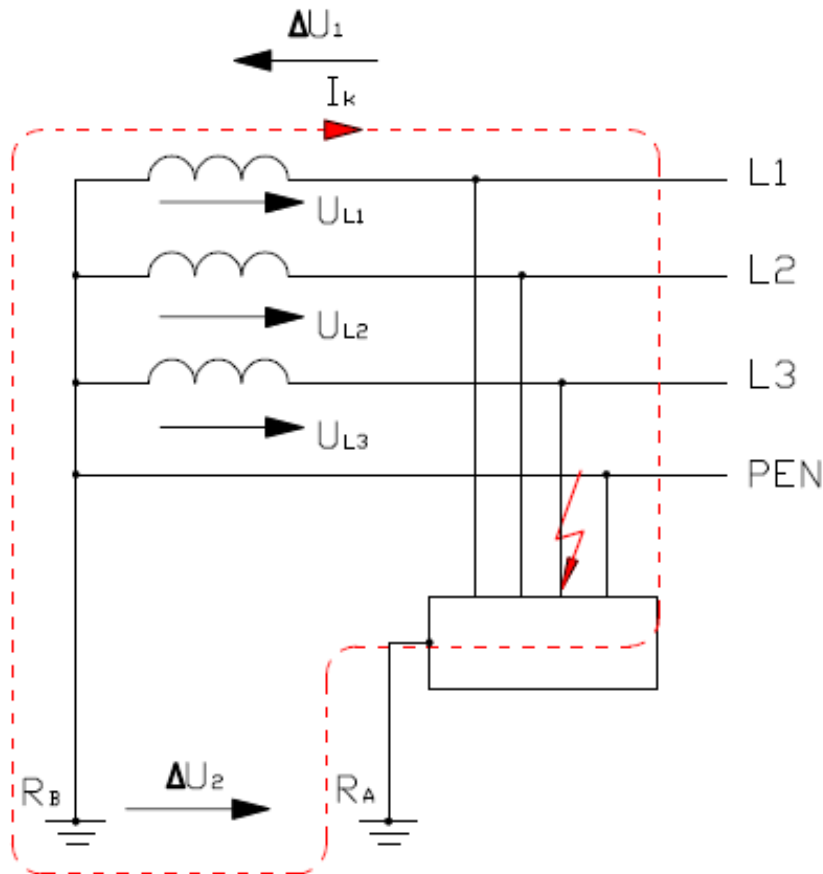
$$I_{k1} = \frac{0,8 * U_0}{Z_{k1}} \geq I_a$$

Przy zabezpieczeniu zwarciaowym

$$R_A \leq \frac{U_L}{I_{\Delta n}}$$

Przy zabezpieczeniu wyłącznikiem różnicowoprądowym

ROZKŁAD NAPIĘĆ PODCZAS ZWARĆ W UKŁADZIE TT



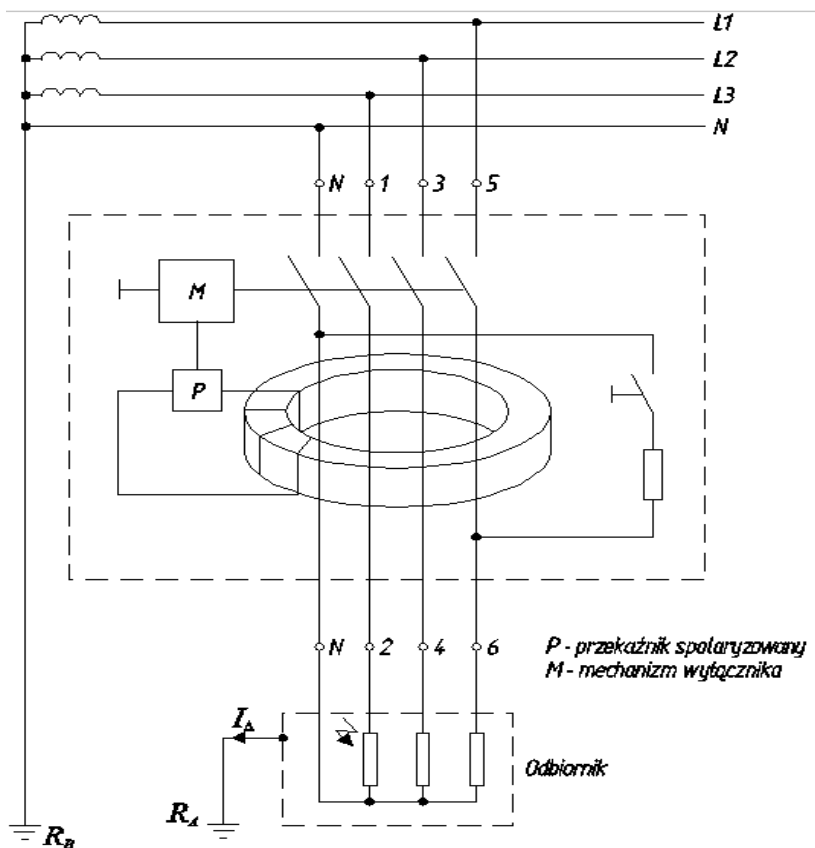
$$R_A + R_B \gg Z_L$$

$$\Delta U_2 \gg \Delta U_1 \Rightarrow \Delta U_1 \approx 230 \text{ V}$$

$$\Delta U_2 = I_k \cdot (R_A + R_B)$$

$$\Delta U_1 = I_k \cdot Z_L$$

WYŁĄCZNIK RÓŻNICOWOPRĄDOWY



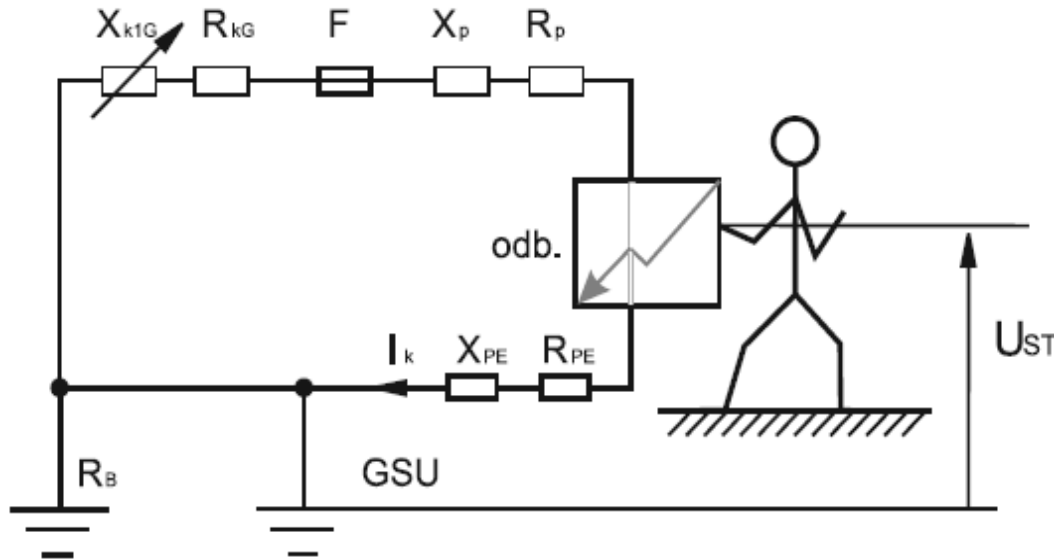
$$(I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}) - I_N \geq (0,5 - 1)I_{\Delta n}$$

*P - przełącznik spolaryzowany
M - mechanizm wyłącznika*

Odbiornik

Pod działaniem temperatury pożaru jonizacji ulega izolacja przewodów skutkując zwiększonymi prądami upływu doziemnego, które mogą prowadzić do niekontrolowanego działania wyłączników różnicowoprądowych prowadząc do pozbawienia funkcji zasilanych urządzeń. Zjawisko to powoduje, że wyłącznik różnicowoprądowy nie nadaje się do stosowania w obwodach zasilających urządzenia przeciwpożarowe, których funkcjonowanie jest niezbędne w czasie pożaru.

STEROWANIE SPODZIEWANYM NAPIĘCIEM DOTYKOWYM



$$U_{ST} = I_a * Z_{PE} \leq U_L$$

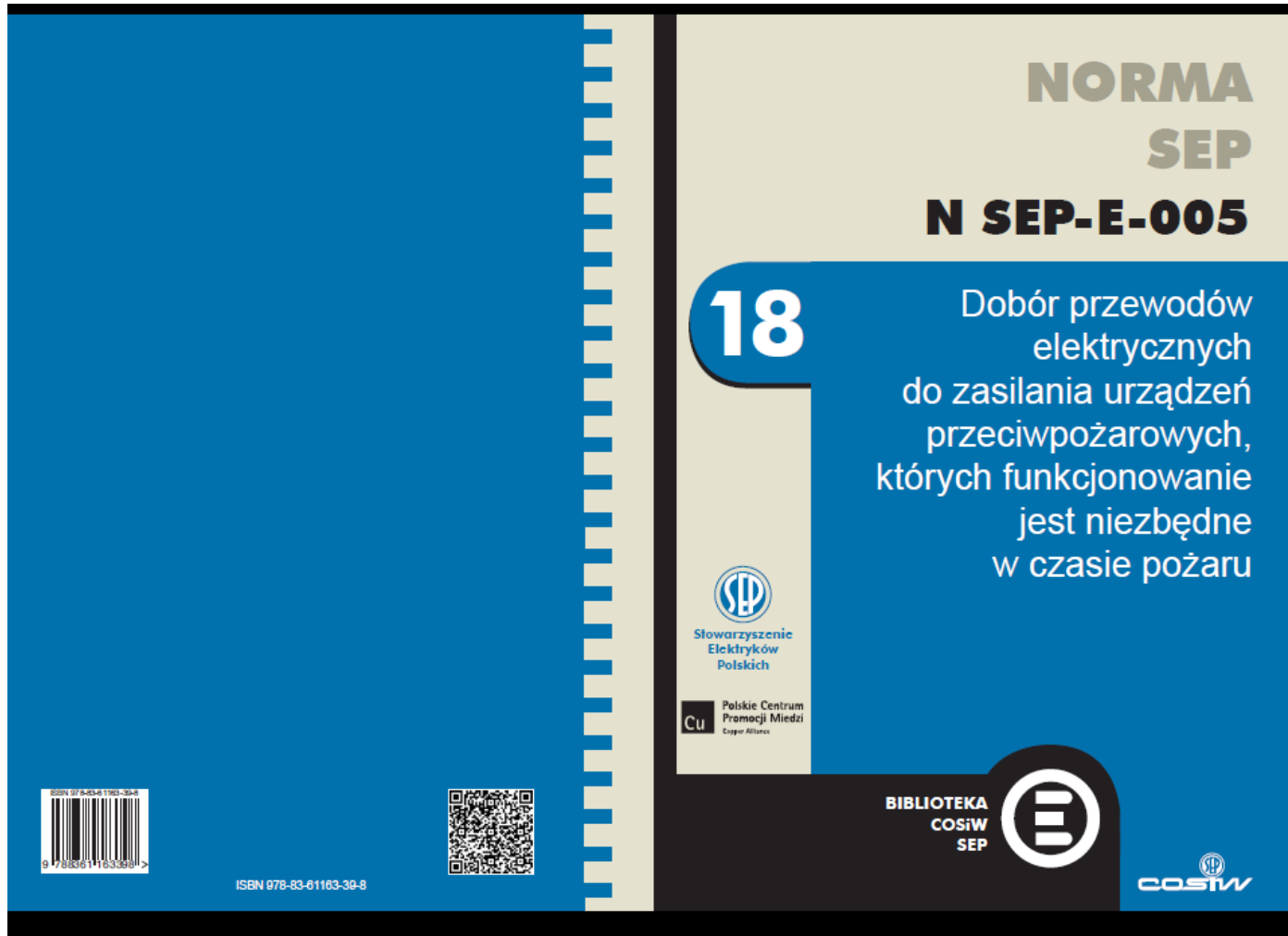
$$S_{PE} \geq \frac{k_p \cdot I_a \cdot l}{U_L \cdot \gamma}$$

Dokładna analiza wzorów oraz rysunku, prowadzi do oceny dwóch przypadków:

- jeżeli $I_k < I_a$ – czy spodziewane napięcie dotykowe U_{ST} jakie powstanie na częściach przewodzących dostępnych chronionego urządzenia, w warunkach zakłóconych nie przekroczy napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwale U_L ,
- jeżeli $I_k \geq I_a$ – czy nastąpi samoczynne wyłączenie zasilania w czasie nie dłuższym od określonego w normie PN-HD 60364-4-41.

Przyjęcie takiego sposobu rozwiązania ochrony przeciwporażeniowej gwarantuje jej zachowanie przy dowolnej wartości spodziewanego prądu zwarciovego.

W dniu 12 kwietnia 2013 roku prezes SEP, zatwierdził normę N SEP-E 005. Ważniejsze jej zapisy zostały powielone w projekcie nowelizacji Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.



Norma ta w kwietniu 2015 roku po szerokich konsultacjach w środowiskach inżynierskich w całym świecie została złożona w CENELEC jako projekt normy międzynarodowej.

STATYSTYKI POŻAROWE

INSTALACJE ELEKTRYCZNE W TLE WSZYSTKICH POŻARÓW

Rok	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ogólna liczba pożarów	135 889	116 602	151 026	220 866	146 728	184 316	186 180	161 089	161 799	159 122	135 555	171 833	183 888	126 426	145 222
Pożary od instalacji i urządzeń elektrycznych	6970	6817	7260	7304	6807	7403	7718	6960	7033	6801	6903	6210	6423	5974	3726
Względna liczba pożarów od instalacji i urządzeń elektrycznych	5,13%	5,85%	4,80%	3,31%	4,64%	4,02%	4,14%	4,32%	4,45%	4,27%	4,09%	3,55%	3,49%	4,73%	2,57%
Średnio	4,22%														

INSTALACJE ELEKTRYCZNE W TLE POŻARÓW BUDYNKÓW

Rok	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Pożary budynków użyteczności publicznej	3119	2823	2896	2948	2820	2879	2871	2682	2700	2546	2467	2418	2406	2318	2227
Pożary budynków mieszkalnych	23 207	23 134	24 508	25 545	25 059	26 382	26 677	26 454	27 214	27 491	28 274	27 521	29 130	27 491	27 352
Pożary budynków produkcyjnych	2539	2107	2331	2462	2321	2482	2488	2489	2367	2198	2211	2453	2360	2068	2323
Pożary budynków magazynowych	1429	1116	1333	1461	1361	1258	1294	1266	1383	1197	1096	1253	1134	976	979
Ogólna liczba pożarów budynków	27 755	29 180	31 068	32 416	31 561	33 001	33 330	32 891	33 664	33 432	34 048	33 645	35 030	32 853	32 881
Pożary od instalacji i urządzeń elektrycznych oraz elektryczności statycznej	6970	6817	7260	7304	6807	7403	7718	6960	7033	6801	6903	6210	6423	5974	3726
Względna liczba pożarów od instalacji i urządzeń elektrycznych	25,11%	23,36%	23,36%	22,53%	21,56%	22,43%	23,15%	21,16%	20,89%	20,34%	20,27%	18,45%	18,34%	18,18%	11,33%
Średnio	20,70%														

PODSTAWOWE BŁĘDY PRZY ZASILANIU URZADZEŃ PPOŻ.

- 1. Stosowanie przewodów pozbawionych cechy PH lub E**
- 2. Stosowanie przewodów i koryt instalacyjnych bez atestu**
- 3. Nie uwzględnienie na etapie projektowania wzrostu rezystancji przewodów**
- 4. Układanie przewodów lub kabli na korytkach poniżej poziomu tryskaczy**
- 5. Prowadzenie przewodów ognioodpornych w zwykłych korytkach instalacyjnych**
- 6. Brak kompensacji przewodów (pod działaniem temperatury rośnie strzałka ugięcia sufitów)**
- 7. Niestosowanie obudów ognioodpornych do instalacji rozdzielnic zasilających urządzenia ppoż., które muszą funkcjonować podczas pożaru**
- 8. Niestosowanie puszek łączeniowych o odpowiedniej odporności ogniowej**
- 9. Zabezpieczanie urządzeń ppoż., które muszą funkcjonować w czasie pożaru wyłącznikami różnicowoprądowymi**
- 10. Stosowanie zabezpieczeń przeciążeniowych oraz różnicowoprądowych**
- 11. Mocowanie przewodów lub kabli zasilających urządzenia ppoż., które muszą funkcjonować w czasie pożaru kołkami plastikowymi**
- 12. Brak uszczelnień ogniowych przepustów przewodowych**
- 13. Stosowanie aparatu typu wyłącznik pełniącego rolę wyl. ppoż. bez zachowania wybiórczości działania zabezpieczanych obwodów**
- 14. Zasilanie urządzeń ppoż., które muszą funkcjonować w czasie pożaru z za wyłącznika ppoż.**
- 15. Stosowanie do sterowania wyl. ppoż. cewki podnapięciowej zamiast cewki wzrostowej**

PODSTAWOWE BŁĘDY PRZY ZASILANIU URZADZEŃ PPOŻ.

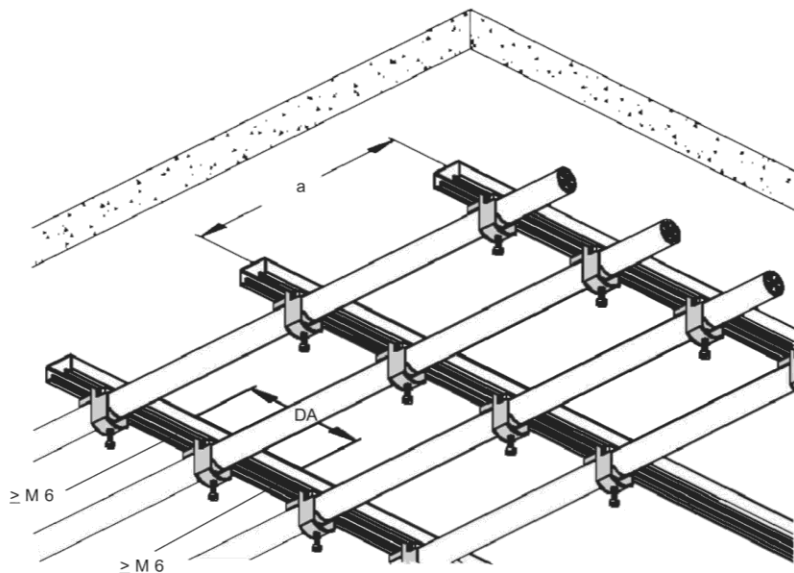
- 16. Automatyczne przełączenie zasilania urządzeń ppoż. po wykryciu przez CSP na zasilanie z zespołu prądotwórczego**
- 17. Stosowanie układów rozruchowych do zasilania napędów pomp pożarowych oraz wentylacji pożarowej**
- 18. Nie zamieszczanie informacji o pracujących zasilaczach UPS oraz lokalizacji ich wyłączników awaryjnych**
- 19. Stosowanie przewodów ognioodpornych do zasilania opraw oświetlenia awaryjnego wyposażonych w indywidualne inwertery**
- 20. Prowadzenie tras przewodowych w tunelach komunikacyjnych w innym miejscu niż przyziemie**
- 21. Eliminacja ochrony przeciwporażeniowej w obwodach zasilających urządzenia ppoż.**
- 22. Stosowanie puszek łączeniowych pozbawionych wymaganej odporności ogniowej**
- 23. Niestosowanie czujek pożarowych w tunelach i kanałach kablowych**
- 24. Niestosowanie kratki wentylacyjnych w kanałach przewodowych**

Oprócz właściwego doboru przekroju oraz wymaganej odporności ogniowej kabla (przewodu) konieczne jest zapewnienie odpowiedniej odporności ogniowej elementów mocujących kable lub przewody.

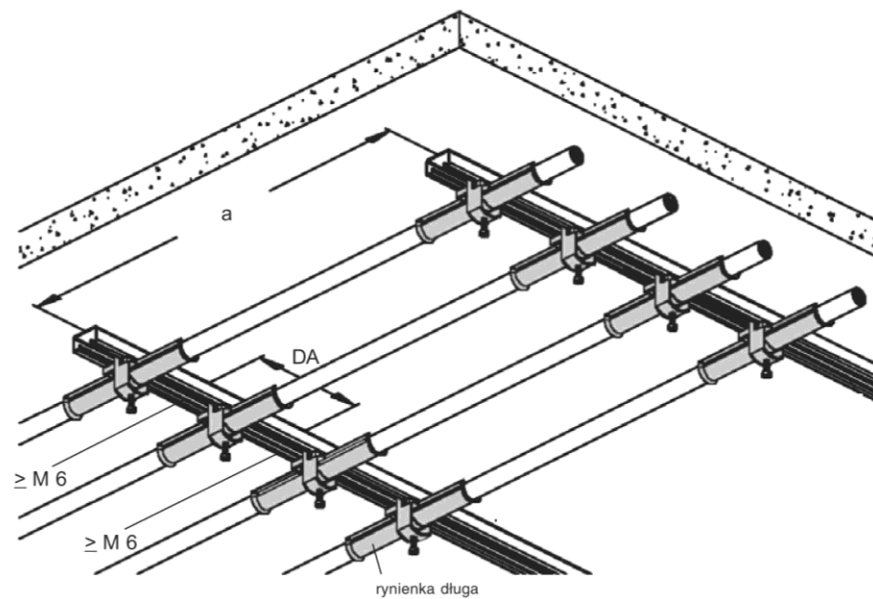
Zgodnie z niemiecką normą **DIN 41021-12**: Zachowanie się materiałów i elementów budowlanych pod działaniem ognia. Podtrzymanie funkcji urządzeń w czasie pożaru. Wymagania i badania., klasy podtrzymania funkcji zostały określone w poniższej **tabeli**:

Klasa E podtrzymania funkcji – na podstawie DIN 4102-12

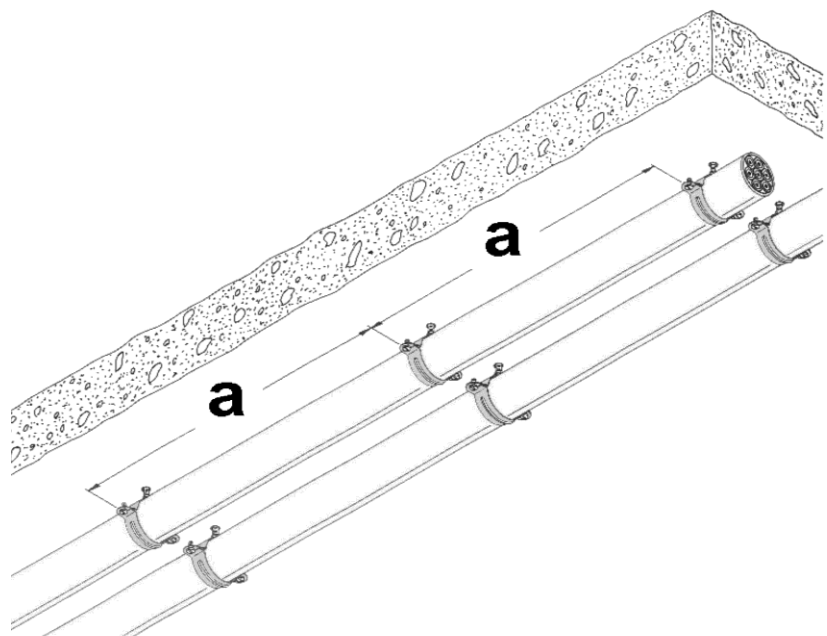
L.p.	Klasa podtrzymania funkcji	Minimalny czas podtrzymania funkcji w min.
1.	E 30	≥ 30
2.	E 60	≥ 60
3.	E 90	≥ 90



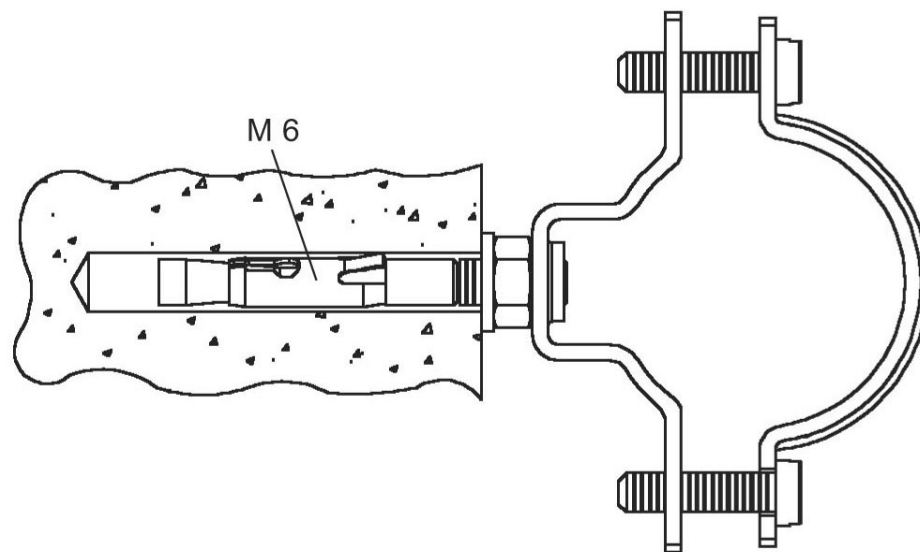
Mocowanie pojedynczych kabli obejmą
kablową lekką



Mocowanie pojedynczych kabli
obejmą kablową z rylnienką długą



a)



b)

UWAGA!

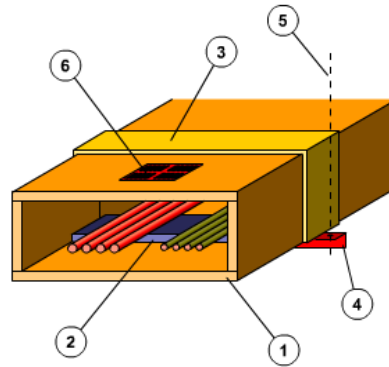
NIEDOPUSZCZALNE JEST
STOSOWANIE KOŁKÓW
PLASTYKOWYCH LUB
DREWNIANYCH.

Obejma pojedyncza kabla

a) sposób montażu;

b) sposób mocowania

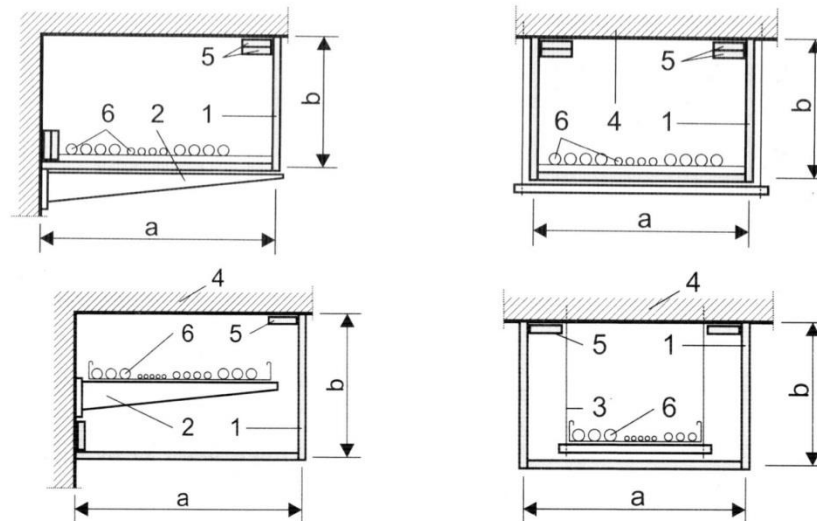
SPOSOBY OCHRONY PRZEWODÓW I KABLI OD DZIAŁANIA OGNI



Konstrukcja kanału kablowego odporna na działanie ognia „z zewnątrz”

1. kanał kablowy 2. pasma izolacyjne 3. obejma stanowiąca izolację na łączeniu

4. profil nośny 5. wieszaki, pręty gwintowane z met. kołkiem rozporowym mocowane w stropie 6. kratka wentylacyjna



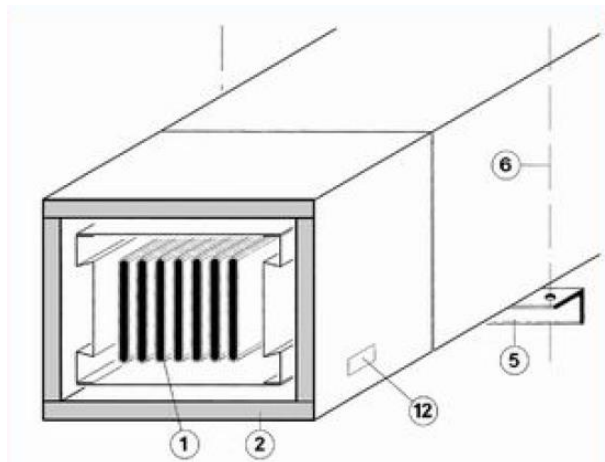
Przykłady zamocowania kanałów kablowych;

a) przy działaniu ognia od wewnątrz b) przy działaniu ognia od zewnątrz

1. płyta ogniochronna 2. profil nośny 3. wieszaki, pręty gwintowane z metalowym kołkiem rozporowym mocowane w stropie, 4. strop,

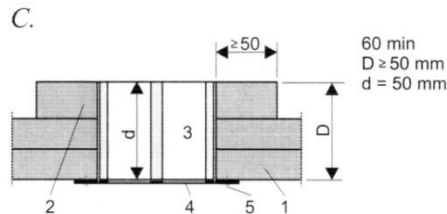
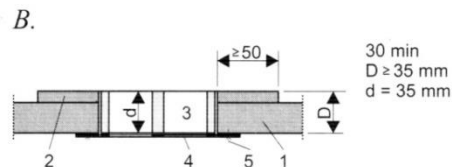
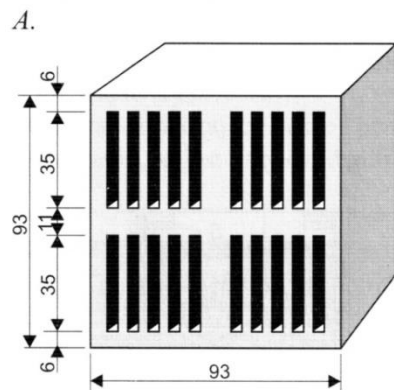
5. pasmo płyty ogniochronnej, 6. kable i przewody elektryczne

SPOSOBY OCHRONY PRZEWODÓW I KABLI OD DZIAŁANIA OGNI



Przykład kanału ogniochronnego do zabezpieczenia przewodu szynowego

1. przewody, 2. płyta ogniochronna, 5. profil nośny, 6. wieszaki, pręty gwintowane z met. kołkiem rozporowym mocowane w stropie masywnym



Konstrukcja kratki wentylacyjnej Promasel stosowanej w kanałach kablowych

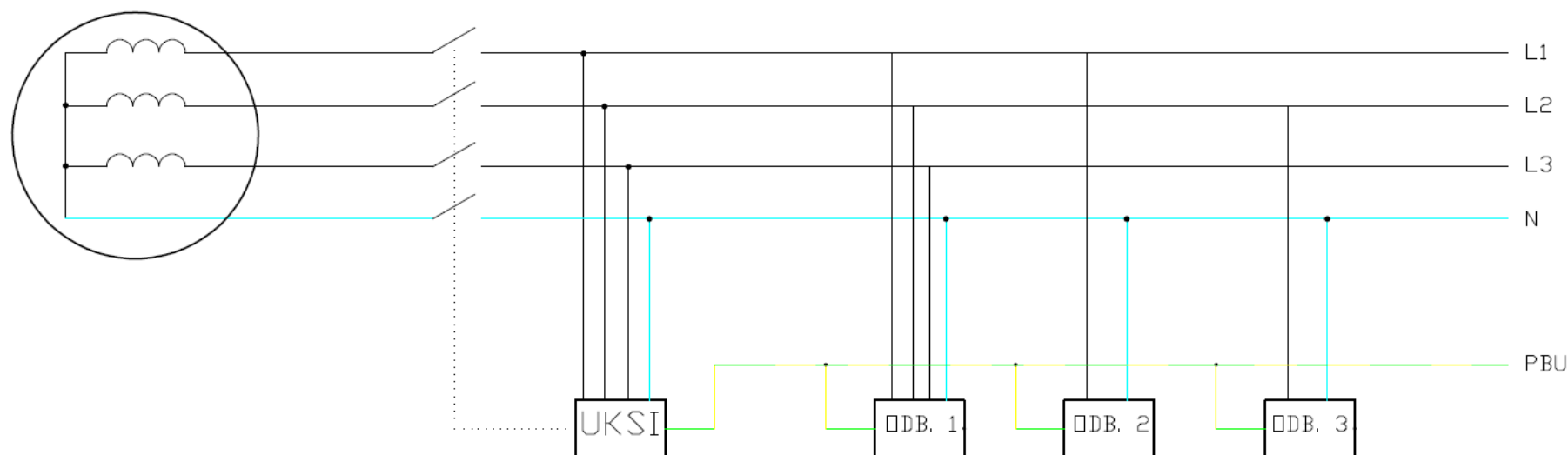
Przykładowe wymagane czasy funkcjonowania urządzeń w czasie pożaru:

1. **Pompy tryskaczowe** **30; 60 lub 90 minut**
2. **Pompy pożarowe** **120 minut**
3. **Oświetlenie awaryjne wspomagające ewakuację** **60 minut**
4. **Dźwigi dla ekip ratowniczych – nie mniej niż odporność ogniowa szybu:**
60 lub 120 minut
5. **Siłowniki klap dymowych** **30 minut**

CZY UZIEMIENIE MOBILNEGO ZESPOŁU PRĄDOTWÓRCZEGO W CZASIE AKCJI RATOWNICZO-GASNICZEJ JEST KONIECZNE?

Konieczność uziemiania w terenie zabrukowanym, zaasfaltowanym lub na płycie lotniska jest niewykonalna, co zmusza do poszukania innego, prostszego a zarazem bezpiecznego w eksploatacji rozwiązania. Z pomocą przychodzi układ zasilania IU, przedstawiony na poniższym rysunku. Układ ten wykorzystuje nieuziemiiony przewód połączeń wyrównawczych PBU, tworząc tzw. sieć ochronną.

ZESPÓŁ PRĄDOTWÓRCZY



W układzie tym podobnie jak w układzie zasilania IT występuje Układ Kontroli Stanu Izolacji (**UKSI**; *ang. **IMD** – insulation monitoring devire, czyli urządzenie do monitorowania stanu izolacji doziemnej*). **UKSI**^{*)} kontroluje stan izolacji całej instalacji tymczasowej i steruje podnapięciowym wyłącznikiem, który powoduje rozłączenie zasilania w przypadku zmniejszenia się rezystancji izolacji poniżej zadanego progu. Musi on posiadać dwu stopniowe nastawienie:

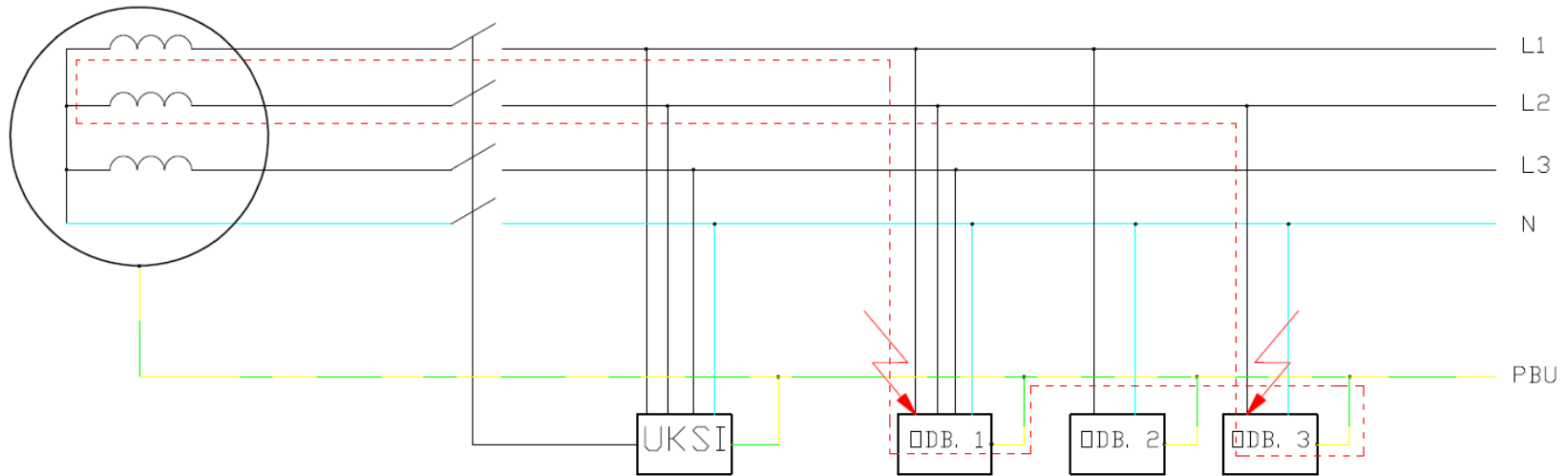
pierwszy próg uruchamiający sygnalizację optyczną i akustyczną w przypadku uzyskania przez zasilaną sieć połową rezystancji izolacji o wartości 150 Ω/V czyli pojawienia się prądów doziemnych o wartości około 6 mA; w przypadku działania sygnalizacji akustycznej może ona zostać wyłączona podczas gdy sygnalizacja akustyczna pozostaje nadal aktywna

drugi próg powodujący odłączenie zasilania od zasilanej sieci polowej w przypadku uzyskania przez zasilaną sieć połową rezystancji izolacji o wartości 100 Ω/V czyli pojawienia się prądów doziemnych o wartości 10 mA, które stanowią gaśnicę samouwolnienia się w przypadku rażenia. W tym przypadku samoczynne wyłączenie zasilania powinno nastąpić w czasie nie dłuższym od 1 s.

^{*)}Zgodnie z normą PN-HD 60364-7-704:2010P „Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 7-704. Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Instalacje na terenie budowy lub rozbiórki”, w zespołach prądowórczych o mocy $S \leq 25$ kVA można nie instalować UKSI, z czego korzystają producenci zespołów prądowórczych. W celu zwiększenia bezpieczeństwa eksploatacji, UKSI należy instalować w rozdzielnicy stanowiącej element ukończenia instalacji tymczasowej stanowiącej wyposażenie samochodów pożarniczych.

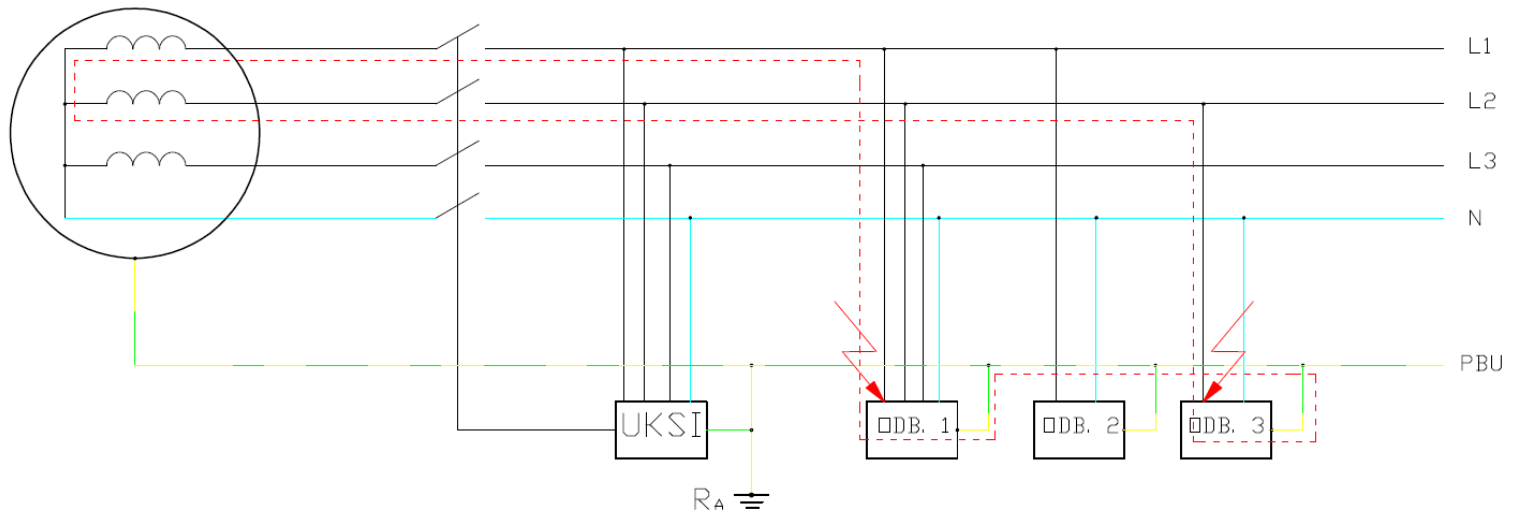
Obwód prądu zwarciovego przy zwarciu podwójnym w układzie IU

ZESPÓŁ PRĄDOTWÓRCZY

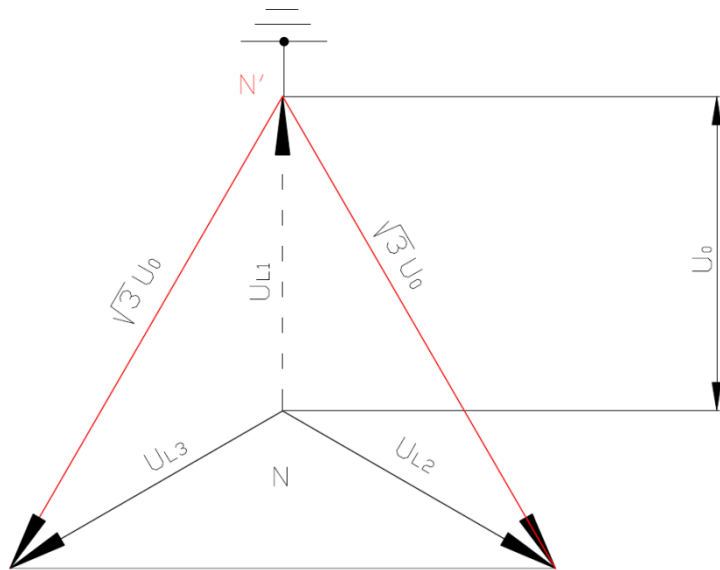


Obwód prądu zwarciovego przy zwarciu podwójnym w układzie IT

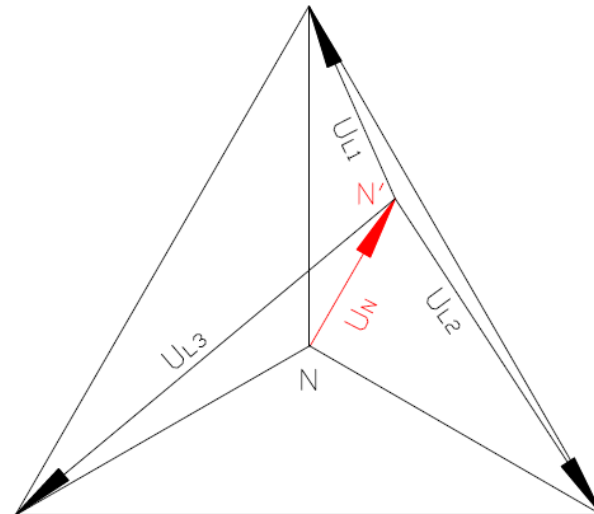
ZESPÓŁ PRĄDOTWÓRCZY



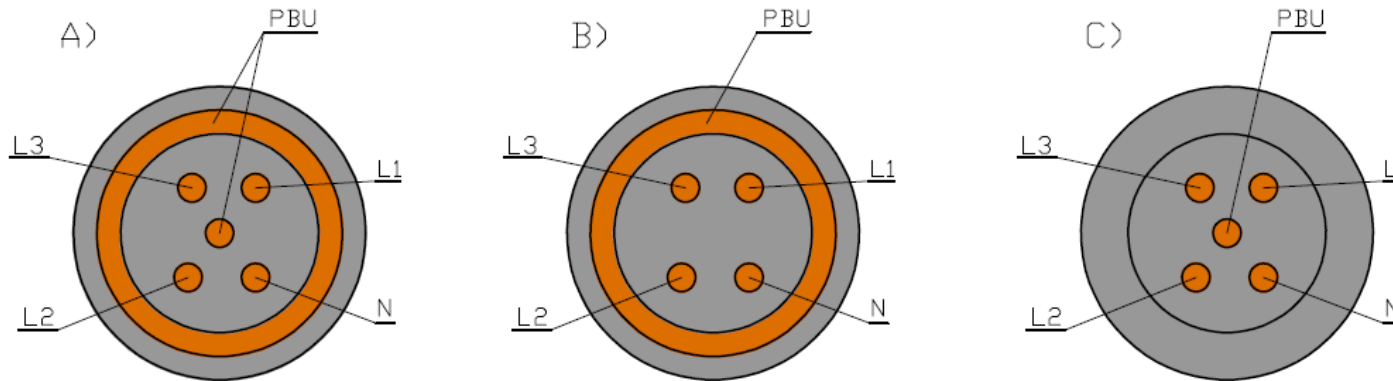
Skutki doziemienia jednej z faz w układzie zasilania IT



Zobrazowanie zmienności napięć
fazowych przy asymetrycznym zasilaniu w
układzie IU
(przykładowy rozkład wektorów napięć)



Budowa przewodów zasilających



Dopuszczalne długości przewodów zasilających

Długość będzie uzależniona do przekroju przewodu $l \leq 0,75 \cdot 55 \cdot S = 41,25 \cdot S$:

- przy $S = 2,5 \text{ mm}^2$; $l = 100 \text{ m}$
- przy $S = 4 \text{ mm}^2$; $l = 160 \text{ m}$
- przy $S = 6 \text{ mm}^2$; $l = 240 \text{ m}$

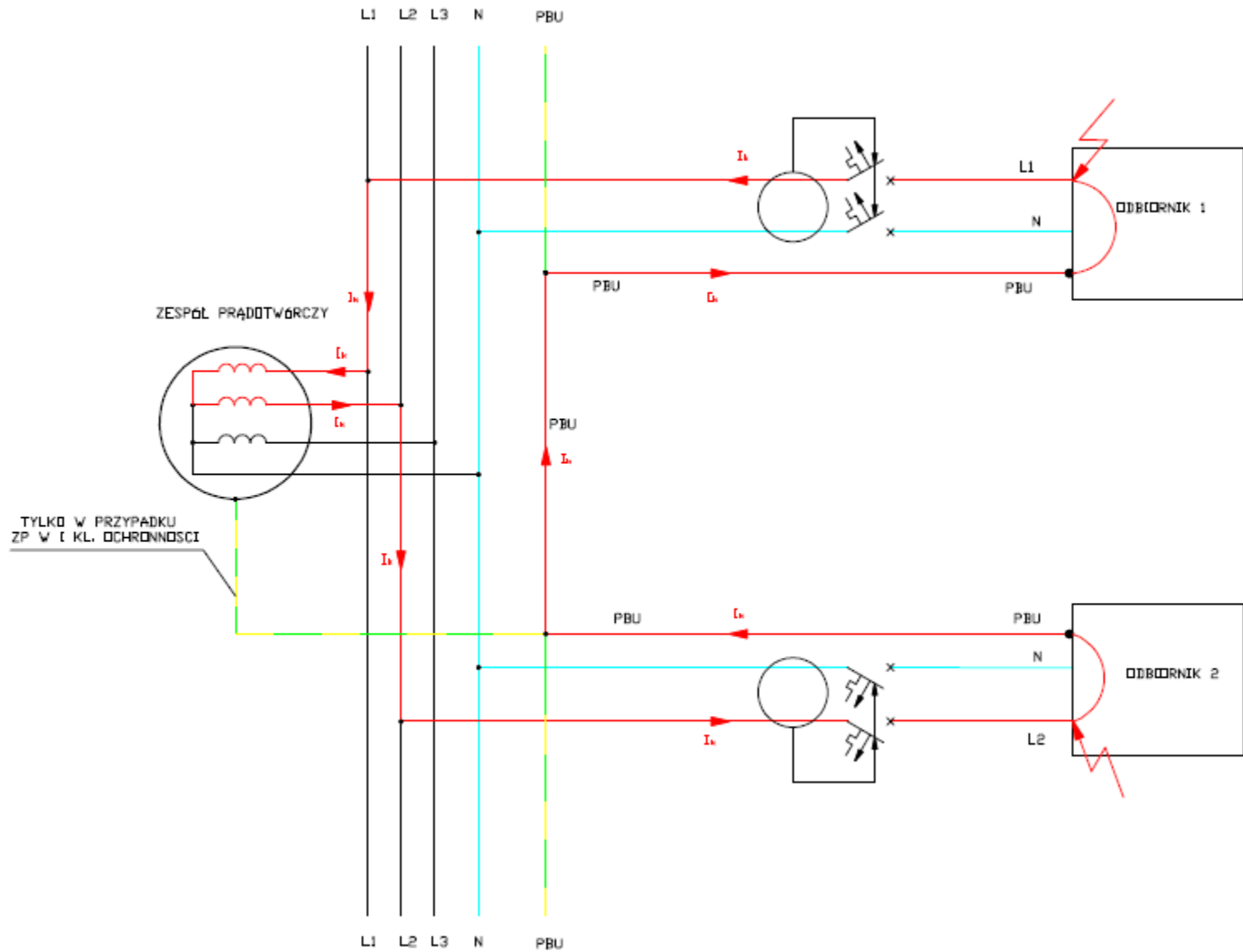
Obliczanie prądów zwarciovych dla celów oceny samoczynnego wyłączenia.

$$Z_{k1G} = \frac{1}{n} \cdot \frac{U_{nG}^2}{S_{nG}}$$

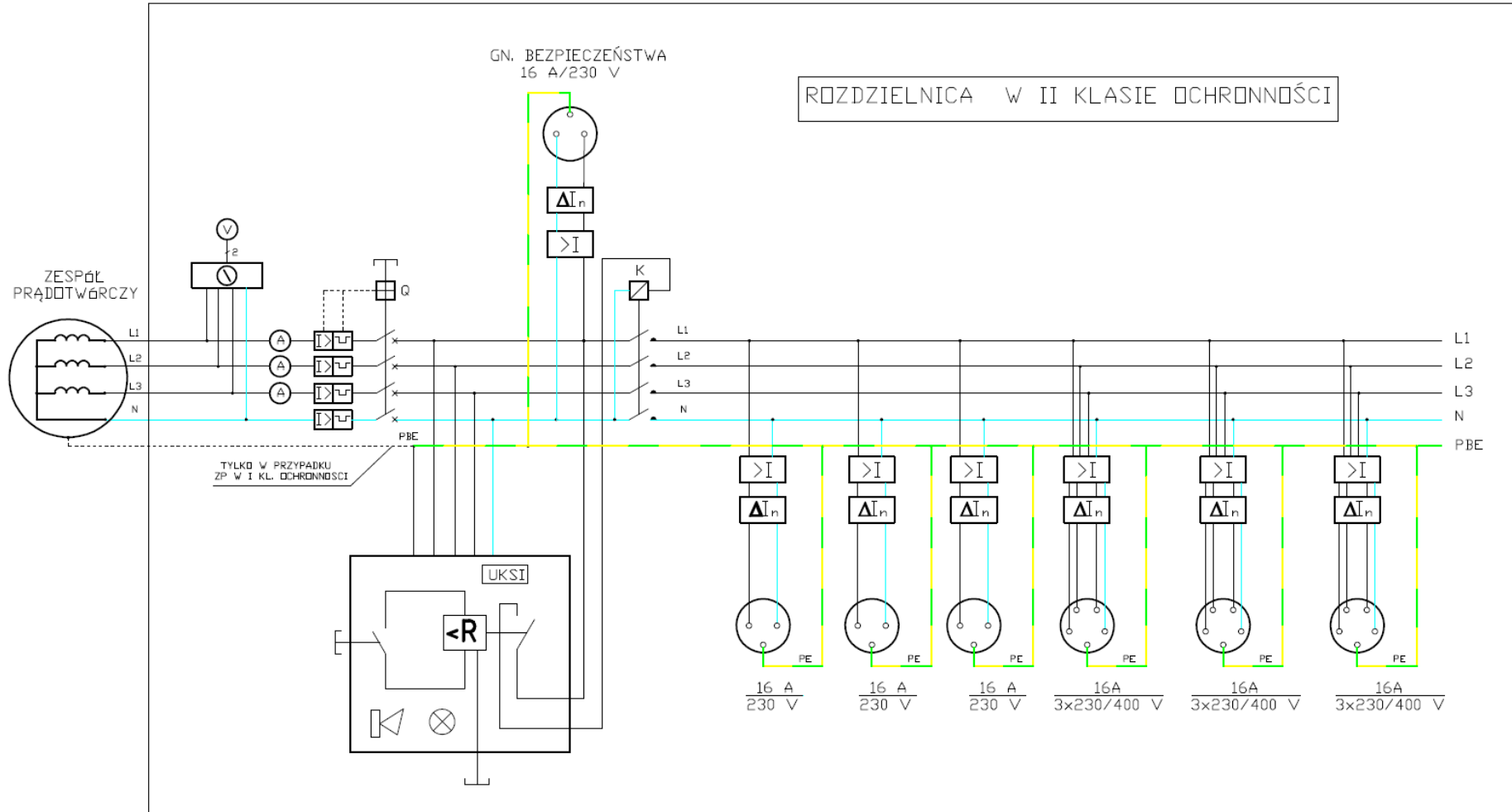
$$Z_l = R = \frac{l}{\gamma \cdot S}$$

$$I_k = \frac{U_0}{2 \cdot Z_s'} \geq I_a$$

Droga przepływu prądu dla zwarć podwójnych



Przykładowy schemat instalacji tymczasowej rozwijanej podczas akcji ratowniczo-gaśniczej



EKSPLOATACJA I NADZÓR NA JEJ PROWADZENIEM

Do eksploatacji tych sieci niezbędna jest osoba przeszkolona w zakresie zasilania elektroenergetycznych urządzeń polowych, która po rozwinięciu tymczasowej instalacji powinna przeprowadzić uproszczoną procedurę sprawdzającą. Zakres sprawdzania powinien obejmować:

- oględziny zespołu prądotwórczego
- oględziny rozdzielnic
- stan połączeń sieci oraz działanie wyłączników różnicowoprądowych przez uruchomienie testu
- sprawdzenie ciągłości przewodu **PBU**.

Należy jednak zwrócić uwagę, że sprawdzenie działania wyłączników różnicowoprądowych powinno być wykonywane codziennie po objęciu służby przez zmianę dyżurną co wiąże się z uruchomieniem zespołu prądotwórczego. Podobnie codziennemu sprawdzeniu podlega układ kontroli stanu izolacji (**UKSI**). Nie rzadziej niż raz w miesiącu należy z wykorzystaniem testera przeprowadzić pomiar rzeczywistego prądu zadziałania wyłączników różnicowoprądowych.

Natomiast co trzy miesiące osoby wykwalifikowane powinny prowadzić kontrolę okresową obejmującą:

pomiar rezystancji izolacji prądu oraz przewodów czynnych instalacji względem nieuziemionego przewodu PBU.

pomiar rezystancji urządzeń odbiorczych lub pomiar równorzędny:

- prądu w przewodzie ochronnym dla odbiorników I klasy ochronności,
- prądu dotykowe dla urządzeń odbiorczych w II klasie ochronności.

sprawdzanie ciągłości połączeń ochronnych oraz pomiar rezystancji przejścia pomiędzy częściami przewodzącymi dostępnymi jednocześnie.

Wyniki kontroli należy zapisywać w dzienniku eksploatacji polowego sprzętu elektrycznego stanowiącego wyposażenie samochodu pożarniczego.

Graniczne dopuszczalne wartości parametrów urządzeń odbiorczych przy sprawdzaniach okresowych według DIN VDE 0701/02702

Klasa ochronności urządzenia	I	II	III
Rezystancja przewodu ochronnego [Ω]	0,3 ¹⁾	-	-
Rezystancja izolacji [$M\Omega$]	1,0 ^{2) 3)}	2,0	0,25
Prąd w przewodzie ochronnym [mA]	3,5 ⁴⁾	-	-
Prąd dotykowy [mA]	-	0,6	-

Dotyczy urządzeń klasy ochronności I i II o napięciu znamionowym 230 V.

- 1) $\leq 0,3 \Omega$ przy długości do 5 m+0,1 Ω na każde następne 7,5 m, ale razem nie więcej niż 1 Ω .
- 2) Dopuszcza się 0,3 $M\Omega$ jeżeli urządzenie zawiera elementy grzejne.
- 3) Wymaga się 2,0 $M\Omega$ w stosunku do drobnych części przewodzących dostępnych, niepołączonych z przewodem ochronnym PBU
- 4) Dla urządzeń z elementami grzejnymi 1mA/kW, ale nie więcej niż 10 mA

PROJEKT ZASILANIA INSTALACJI TYMCZASOWEJ

schemat ideowo-blokowy układu zasilania

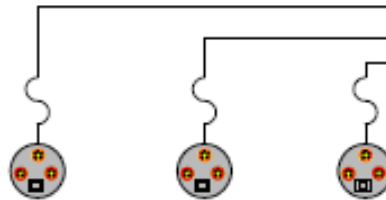
ZP S=16 kVA
3 x 230/400V

H07RN-F 5 x 10
dt. 100 m

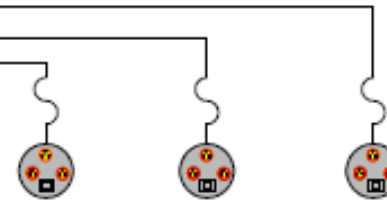
UKŁAD ZASILANIA IU - NIEUZIEMIONE
POŁĄCZENIA WYRÓWNAWCZE PRZEWODEM PBU



H07RN-F 3 x 4
dt. 100 m- na bębnach



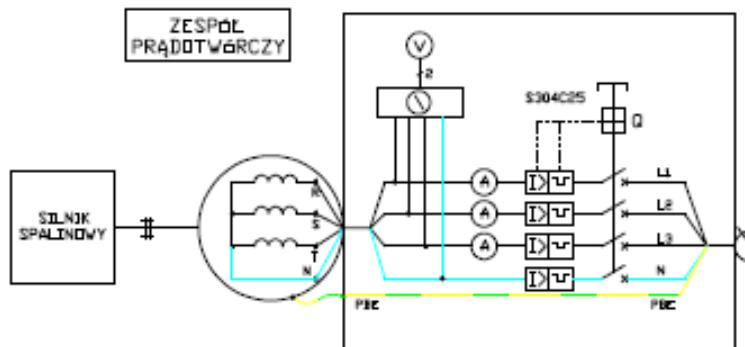
OBWODY TRÓJFAZOWE



OBWODY JEDNOFAZOWE

H07RN-F 5 x 4
dt. 100 m- na bębnach

SCHMAT WYPRÓWADZENIA MOCY Z GENERATORA ZESPOŁU PRĄDOWIRÓZCZEGO

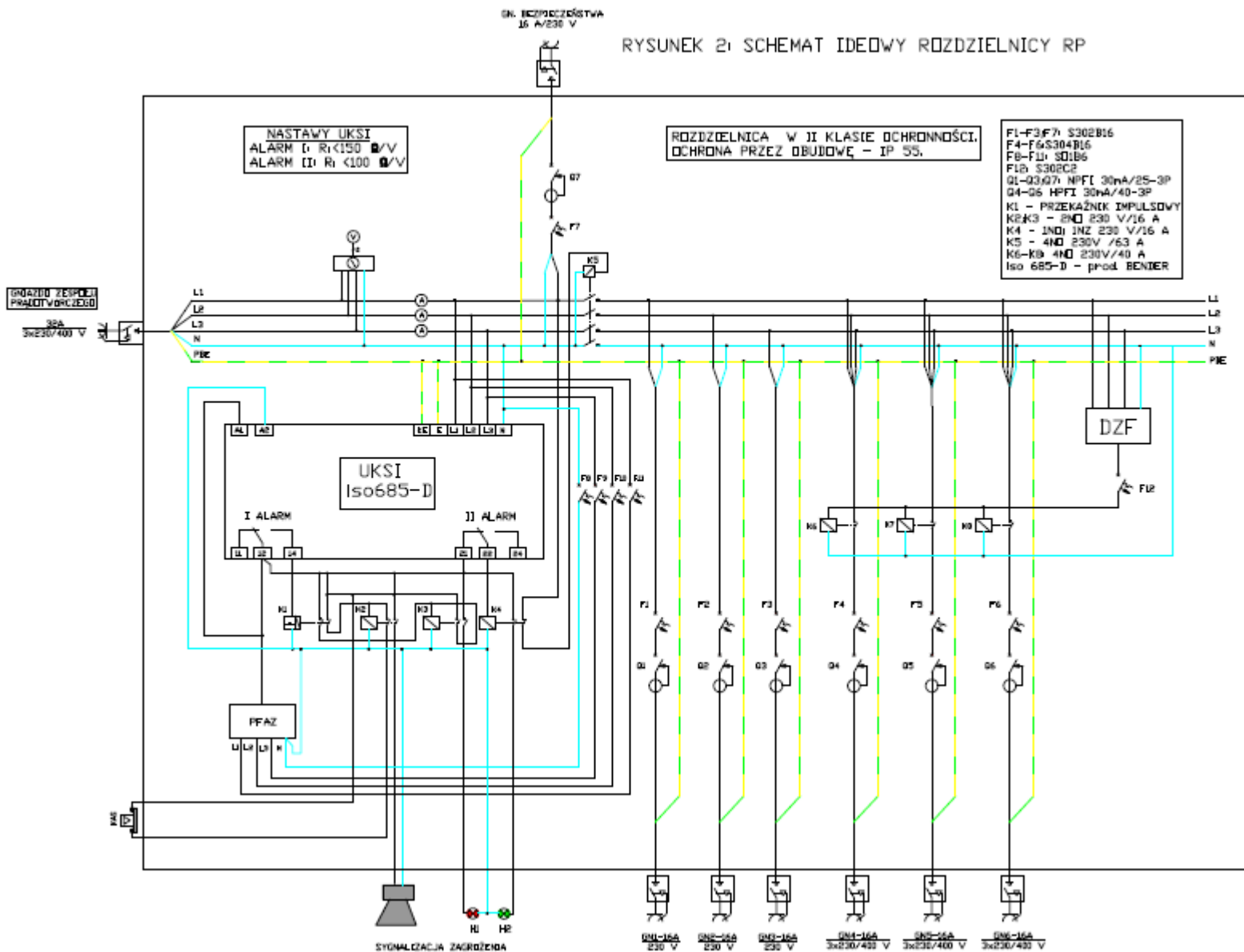


UWAGA
W PRZYPADKU GENERATORA WYKONANEGO W II KLASIE
OCHRONNOŚCI POŁĄCZENIE KORPUSU ZP Z PBU JEST ZBĘDNE.

RYSUNEK 1: SCHEMAT BLOKOWY ROZWIĄTEJ INSTALACJI TYMCZASOWEJ

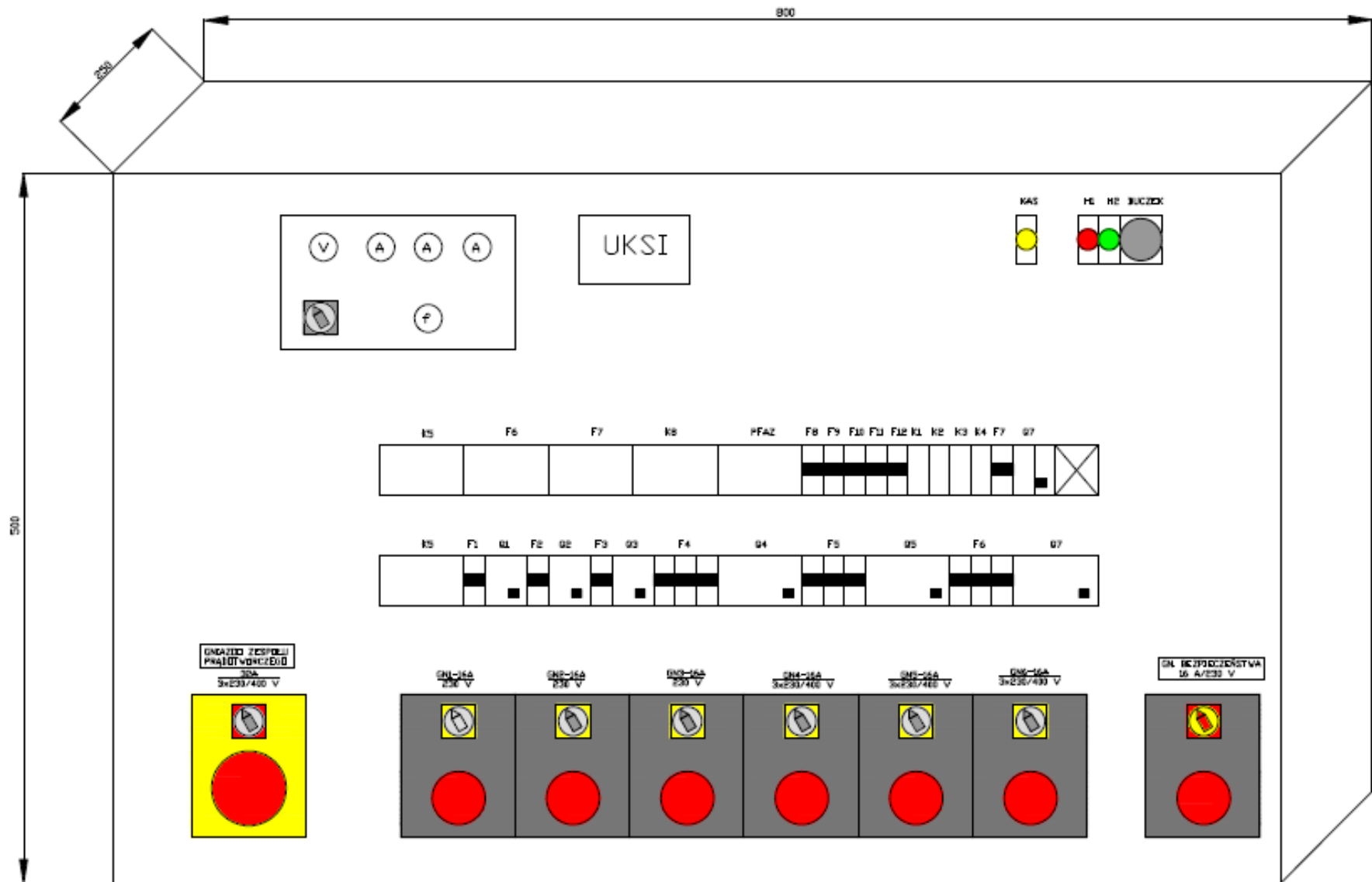
PROJEKT ZASILANIA INSTALACJI TYMCZASOWEJ

schemat ideowy rozdzielnic



PROJEKT ZASILANIA INSTALACJI TYMCZASOWEJ

widok rozdzielnicy



RYSUNEK 3: SCHEMAT BLOKOWY ROZDZIELNICY RP

Literatura:

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku „w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie” [Dz. U. Nr 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami].
2. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 16 czerwca 2003 „w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej” [Dz. U. 121 poz. 1137 oraz Dz. U. Nr 119/2009 poz. 998].
3. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 „w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów”.
4. „Metody badań przed porażeniem i ocena bezpieczeństwa elektrycznego w instalacjach i urządzeniach niskiego napięcia zasilanych z agregatu.” – Z. Strzeżysz; J. Wiatr – elektro.info nr 4/2004 oraz nr 7-8/2004
5. „Projekt systemu zasilania gwarantowanego w budynku użyteczności publicznej” – J. Wiatr; M. Orzechowski – elektro.info nr 6/2004.
6. Katalog firmy Legrand Ząbkowice Śląskie
7. Katalog firmy ELESTER Łódź (GE Power Controls).
8. J. Wiatr – Zespoły prądotwórcze w układach zasilania awaryjnego obiektów budowlanych – seria Zeszyty dla elektryków
Nr 3 – DW „MEDIUM” 2009 – wydanie II
9. J. Wiatr; M. Miegoń – Zasilacze UPS i baterie akumulatorów w układach zasilania gwarantowanego - seria Zeszyty dla elektryków Nr 4 – DW „MEDIUM” 2008
10. A. Boczkowski – Wymagania techniczne dla instalacji elektrycznych niskiego napięcia – DW „MEDIU” 2008
11. J. Wiatr; M. Orzechowski – Poradnik projektanta elektryka. Podstawy zasilania budynków mieszkalnych, budynków użyteczności publicznej oraz innych obiektów nieprzemysłowych w energię elektryczną – DW „MEDIUM” 2012 – wydanie V
12. E. Skiepmo – Instalacje przeciwpożarowe – DW MEDIUM 2009
13. Konecki M., *Wpływ szybkości wydzielania ciepła i emisji dymu na rozwój pożaru w układzie pomieszczeń*, Warszawa 2007.
14. N SEP-E 005 Dobór przewodów elektrycznych do zasilania urządzeń przeciwpożarowych, których funkcjonowanie jest niezbędne w czasie pożaru
15. J. Wiatr; M. Orzechowski – Poradnik Projektanta Elektryka – DW MEDIUM 2012 – wydanie V.

**Dziękuję za uwagę i zapraszam do współpracy
z miesięcznikiem elektro.info, który obchodzi jubileusz**



2001 - 2016

redaktor naczelny

Julian Wiatr