

KONFERENCJA SZKOLENIOWO – TECHNICZNA MIESIĘCZNIKA ELEKTRO.INFO  
ZAGROŻENIA POŻAROWE STWARZANE PRZEZ ŹRÓDŁA ZASILANIA BUDYNKÓW,  
SAMOCODY ELEKTRYCZNE ORAZ MAGAZYNY ENERGII I ICH NEUTRALIZACJA



*ZASILANIE W ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ OBIEKTÓW BUDOWLANÝCH  
W WARUNKACH NORMALNYCH A ZASILANIE W CZASIE POŻARU.*

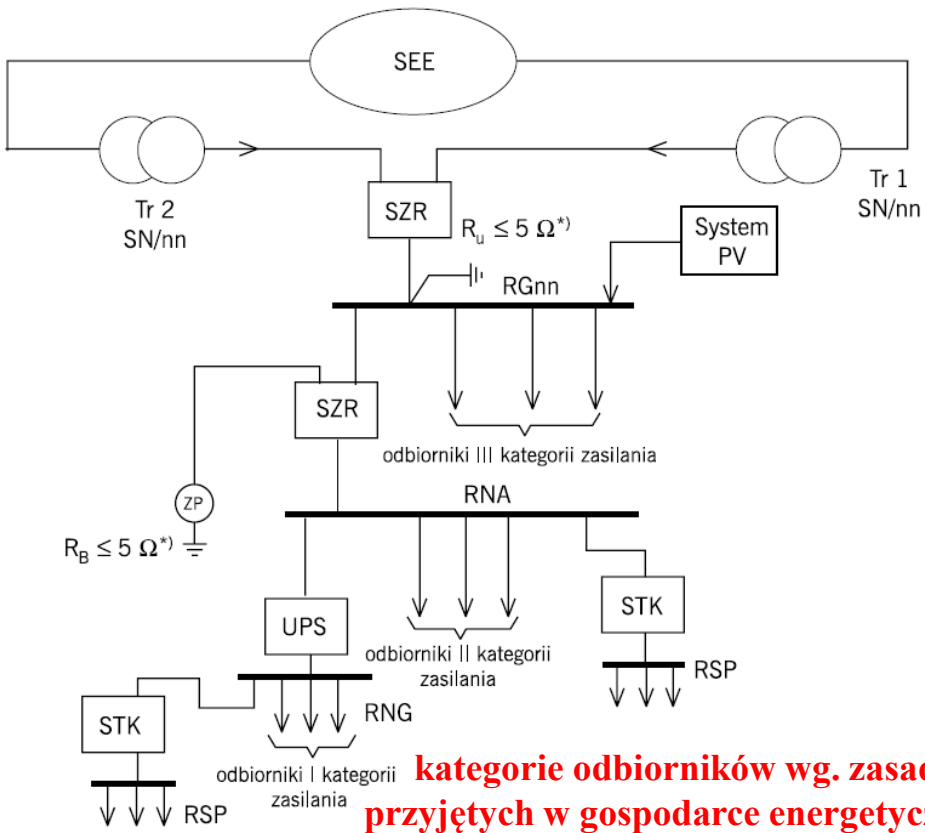
*ODPORNOŚĆ POŻAROWĄ BUDYNKÓW.  
WYMAGANIA DOTYCZĄCE ODLEGŁOŚCI POMIĘDZY BUDYNKAMI  
ZE WZGLĘDU NA OCHRONĘ PRZECIWOPOŻAROWĄ.*

**Julian Wiatr**  
*redaktor naczelny*



**WARSZAWA, 17 LISTOPAD 2022**

## SCHEMAT BLOKOWO-IDEOWY ZASILANIA BUDYNKU. WYMAGANIA OGÓLNE.



## **kategorie odbiorników wg. zasad przyjętych w gospodarce energetycznej**

**Zgodnie z § 181 pkt .1**

## Rozporządzenia Ministra Infrastruktury:

Budynek, w którym zanik napięcia w elektroenergetycznej sieci zasilającej może spowodować zagrożenie życia lub zdrowia ludzi, poważne zagrożenie środowiska, a także znaczne straty materialne, należy zasiląć co najmniej z dwóch niezależnych, samoczynnie załączających się źródeł energii elektrycznej oraz wyposażyć w samoczynnie załączające się oświetlenie awaryjne (zapasowe lub ewakuacyjne). W budynku wysokościowym jednym ze źródeł zasilania powinien być zespół prądotwórczy.

## Podstawowe wymagania dotyczące zasilania budynków

1. **Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury** z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [Dz. U. z 2022 roku poz.1225 z późniejszymi zmianami] - **traci ważność z dniem 21 września 2024 roku**
1. **Rozporządzeniu Ministra Łączności** z dnia 21 kwietnia 1995 roku w sprawie zasilania energią elektryczną obiektów budowlanych łączności [Dz. U. Nr 50/1995 poz. 271] – **traci ważność z dniem 21 września 2024 roku**
3. **Rozporządzenie Ministra Zdrowia** z dnia 26 marca 2019 roku, w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać pomieszczenia i urządzenia podmiotu wykonującego działalność leczniczą [Dz. U. z 2019 roku poz. 595] – rezerwowym źródłem zasilania szpitala w energię elektryczną jest agregat prądotwórczy wyposażony w automatykę samostartu, zapewniający co najmniej 30% potrzeb mocy szczytowej stanowi zespół prądotwórczy a także urządzenia zapewniające wymagany poziom bezprzerwowego podtrzymania zasilania.

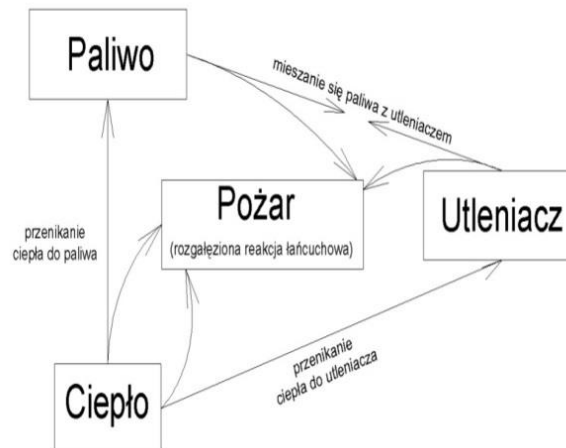
# ŚRODOWISKO POŻAROWE

**Spalanie** – proces fizykochemiczny, w którym w wyniku zachodzącej z dostatecznie dużą szybkością reakcji chemicznej między paliwem a utleniaczem, wydzielą się duża ilość energii. Spalanie zapoczątkowuje:

- zapłon,
- samozapłon,
- samozapalenie.

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

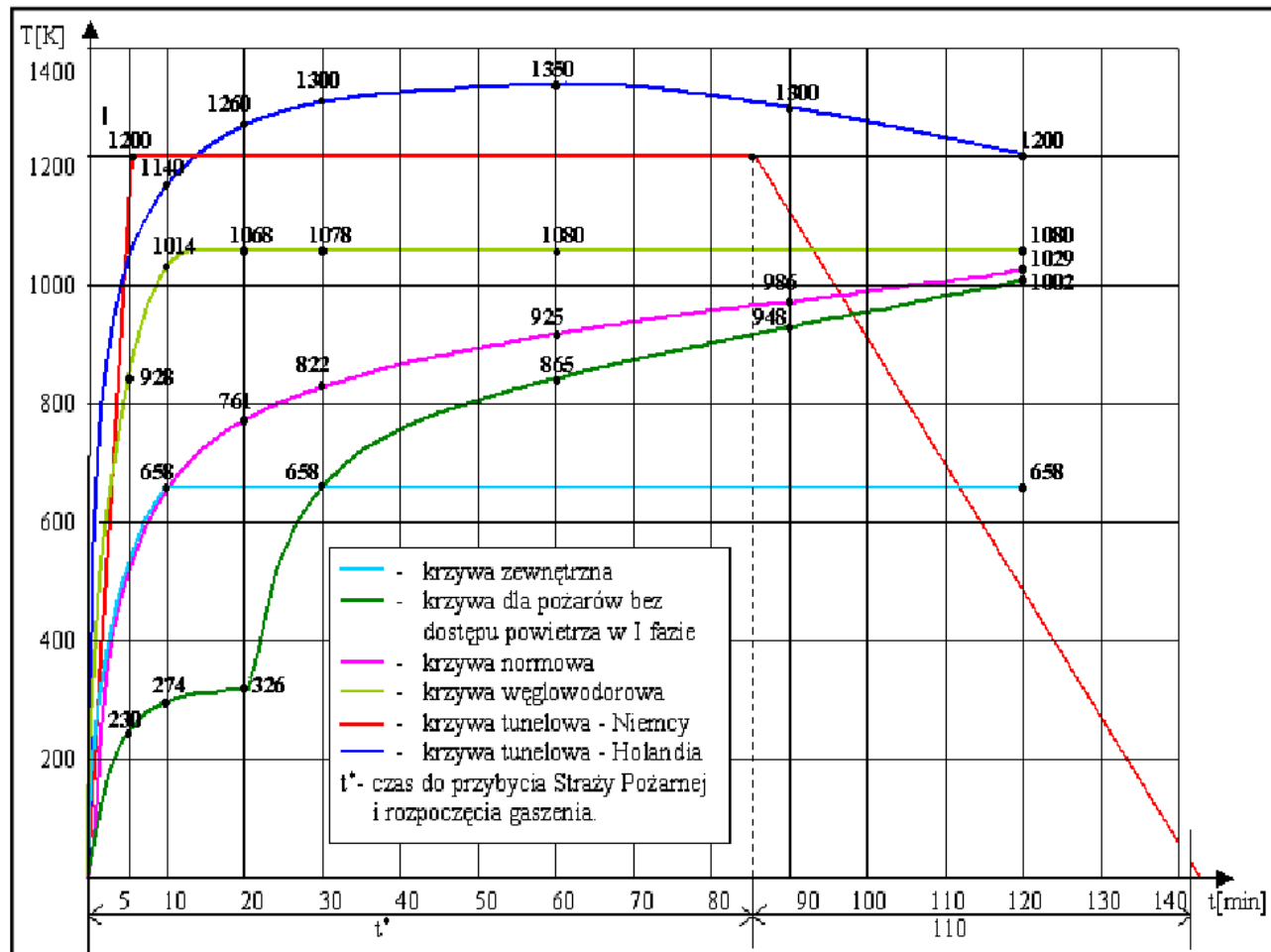
**Środowisko pożaru** - przestrzeń budynku ze strefą spalania oraz bezpośrednie sąsiedztwo.



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

# KRZYWE POŻAROWE

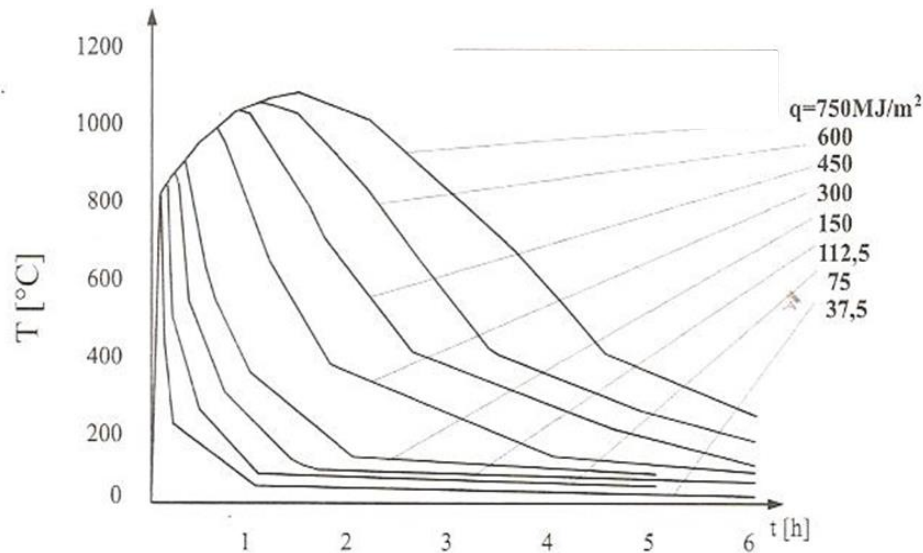
W normie **PN-EN 1363-2:2001** „*Badanie odporności ogniowej. Część 2: Procedury alternatywne i dodatkowe*”, zdefiniowano następujące krzywe pożarowe  $T=f(t)$ :



# KRZYWE PARAMETRYCZNE – PRZYKŁADY

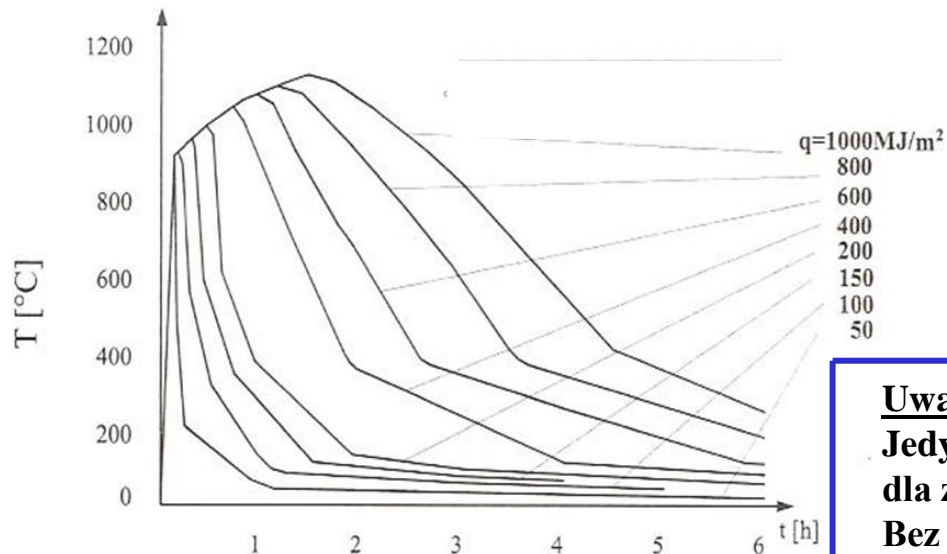
(przebieg uzależniony od gęstości obciążenia ogniowego  $Q_d$  oraz wskaźnika otworów  $W_o$ )

Metodyka wyznaczania jest opisana w normie PN-EN 1363-2:2001



$$W_o = \left( A \cdot \sqrt{\frac{h}{1}} \right) : A_t = 0,06 [-]$$

$$Q_d = q = \frac{1}{A} \cdot \sum_{i=1}^n q_{ci} \cdot m_i \left[ \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2} \right]$$



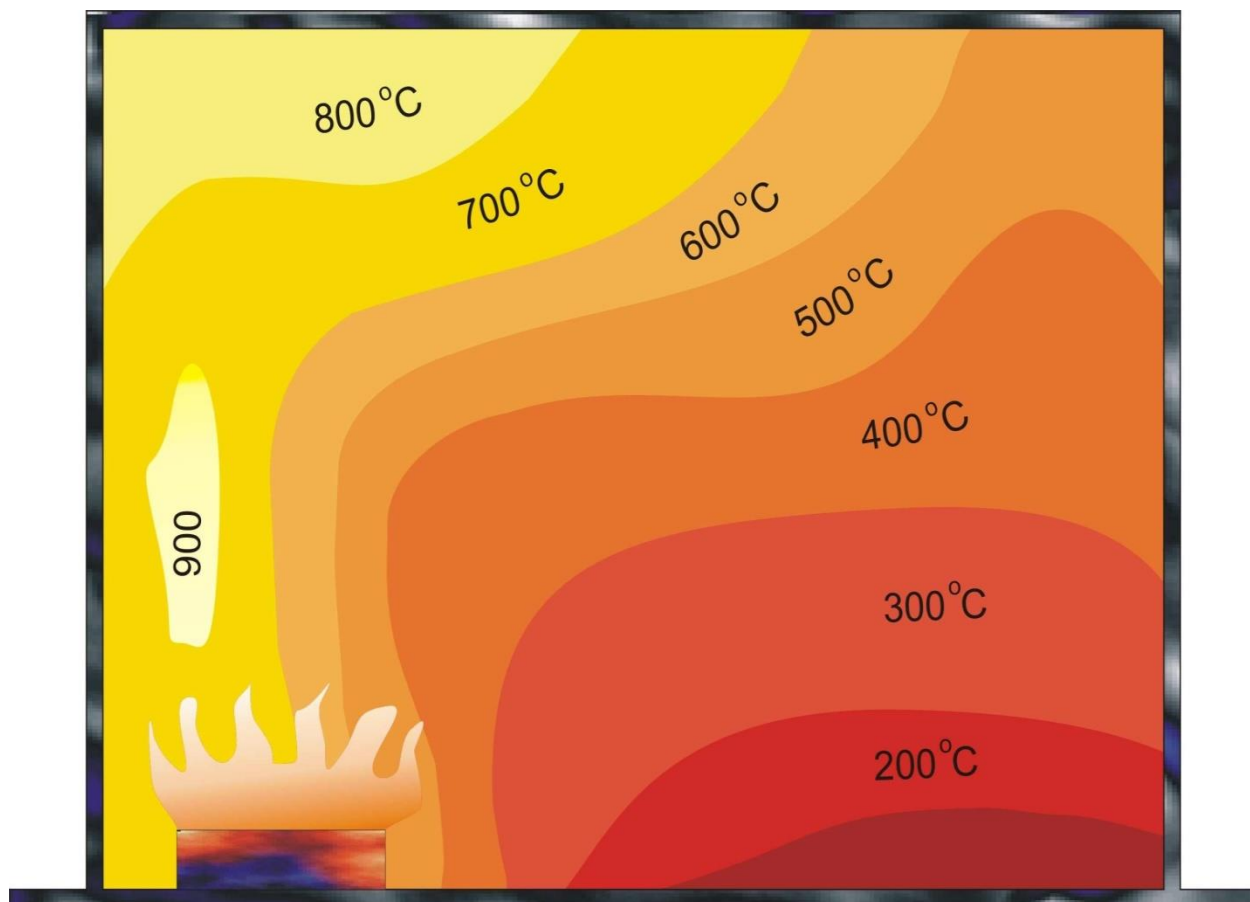
$$W_o = \left( A \cdot \sqrt{\frac{h}{1}} \right) : A_t = 0,08 [-]$$

## Uwaga

Jedynka we wzorach na  $W_o$  została wstawiona dla zgodności jednostek.

Bez tego wskaźnik podawany jest w  $[\text{m}^{1/2}]$ .

# ROZKŁAD TEMPERATUR POŻARU ROZWINIĘTEGO



Z chwilą zaistnienia rozgorzenia ( $600^{\circ}\text{C}$ ) temperatura gwałtownie wzrasta, aż osiąga maksimum, po czym pożar przechodzi w tzw. stan prawie stacjonarny tzn. w pewnym okresie czasu szybkość spalania jest praktycznie stała. Po pewnym okresie czasu, w wyniku stopniowego wyczerpywania się paliwa lub utleniacza szybkość spalania oraz temperatura pożaru stopniowo maleje dążąc do wygaszenia.

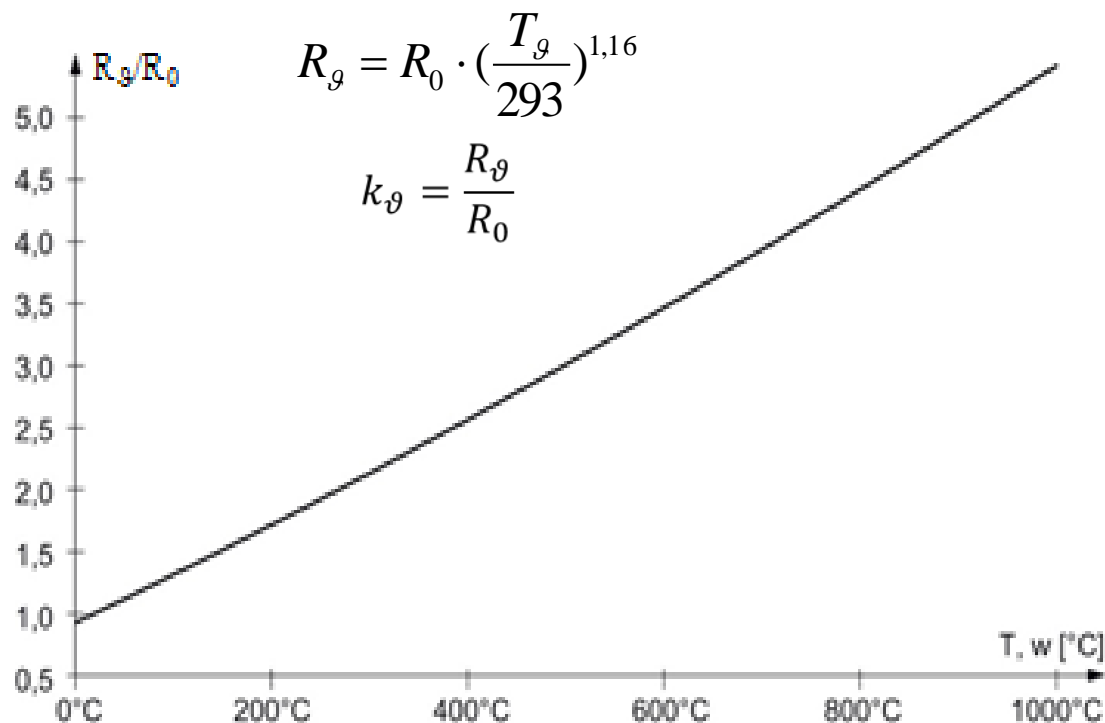


# SPALANIE PŁOMIENIOWE - PRZYKŁADY



# WZGLĘDNA ZMIENNOŚĆ REZYSTANCJI PRZEWODU FUNKCJI TEMPERATURY

## Prawo Wiedemanna-Franza-Lorentza



### Wpływ spadku napięcia oraz wzrostu rezystancji przewodów zasilających na stan ochrony przeciwporażeniowej:

jeżeli:  $U_n = U_0 \Rightarrow I_k = \frac{U_0}{\sqrt{(k_g \cdot R_0)^2 + X^2}} \rightarrow j.T \nearrow \Rightarrow R_v \nearrow \Rightarrow U_0 \searrow \Rightarrow I_k \searrow \rightarrow j.I_k < I_a \Rightarrow$  **brak ochrony**



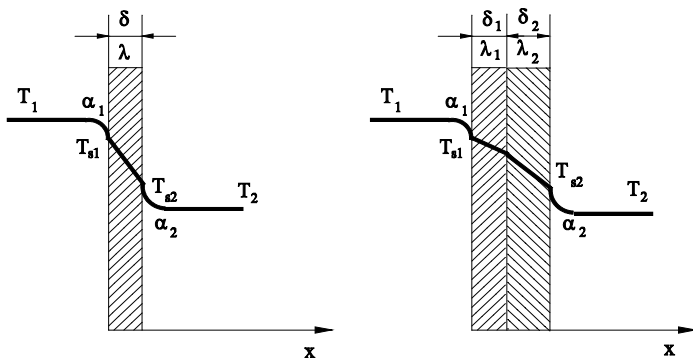
# SYMULACJA KOMPUTEROWA ORAZ BADANIA LABORATORYJNE

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



SymulacjaElektryczna.rar

**Wyniki symulacji komputerowej zostały w całości potwierdzone podczas badań laboratoryjnych wykonanych jesienią 2014 roku przez prof. dr hab. inż. TADEUSZA KNYCH w AGH**



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

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



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

## CEL STOSOWANIA PRZECIWOPOŻAROWEGO WYŁĄCZNIKA PRĄDU

Funkcja, jaką pełni przeciwpożarowy wyłącznik prądu (PWP) w obiektach budowlanych została określona w *§ 183. pkt. 2 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie* [tekst jednolity: Dz. U. z 2022 r. poz. 1225] .

Zapisy tego dokumentu wymagają stosowania przeciwpożarowego wyłącznika prądu w strefach pożarowych budynku, których kubatura przekracza 1000 m<sup>3</sup> lub strefach zagrożonych wybuchem (zgodnie z *§ 2.1 pkt. 6 RMSW i A z dnia 7.06.2010 Nr 109 poz. 719* z późn. zmianami: *przestrzeń, w której może występować mieszanina wybuchowa substancji palnych z powietrzem lub innymi gazami utleniającymi, o stężeniu zawartym pomiędzy DGW a GGW, zgodnie § 37 pkt. 7 pomieszczenie zagrożone wybuchem występuje gdy  $\Delta p \geq 5 \text{ kPa}$* ). Zgodnie z wymaganiami urządzenie te (w praktyce aparat elektryczny) powinno odcinać dopływ energii elektrycznej do wszystkich odbiorników z wyjątkiem obwodów zasilających instalacje i urządzenia, których funkcjonowanie jest niezbędne podczas pożaru.

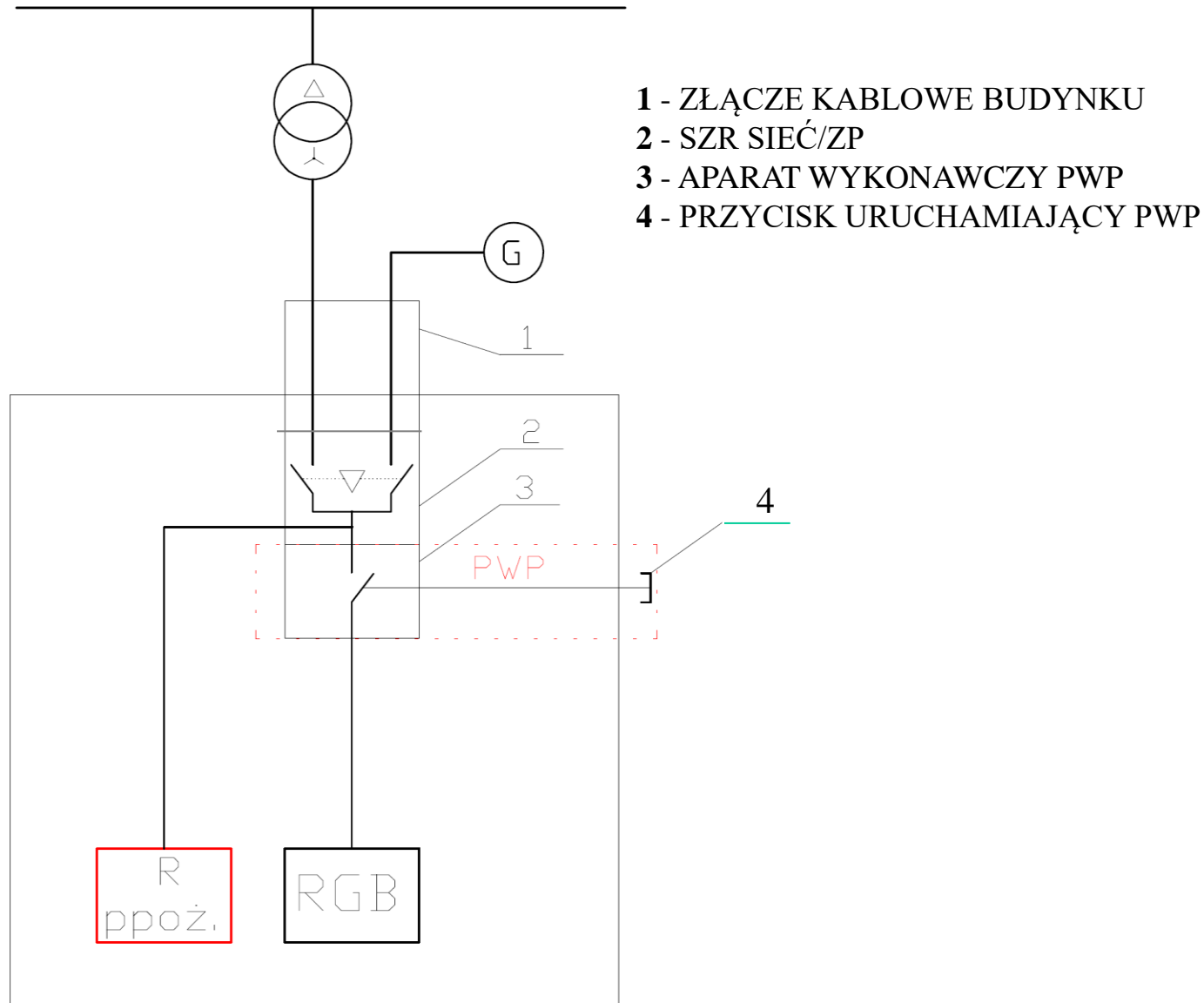
W **§183 ust.3** w/w rozporządzenia określono miejsce instalowania przeciwpożarowego wyłącznika prądu:

**„Przeciwpożarowy wyłącznik prądu powinien być umieszczony w pobliżu głównego wejścia do budynku lub złącza i odpowiednio oznakowany.”**

Zgodnie z *§ 4.2 rozdziału 2 R MSW i A z dnia 7 czerwca 2010 roku, w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów* [Dz. U. Nr 109/2010 poz. 719 z późniejszymi zmianami] budynki jednorodzinne są zwolnione z obowiązku instalowania PWP.

# UPROSZCZONY SCHEMAT JEDNOOBWODOWEGO PWP DO STSOWANIA W PROSTYCH OBIEKTACH

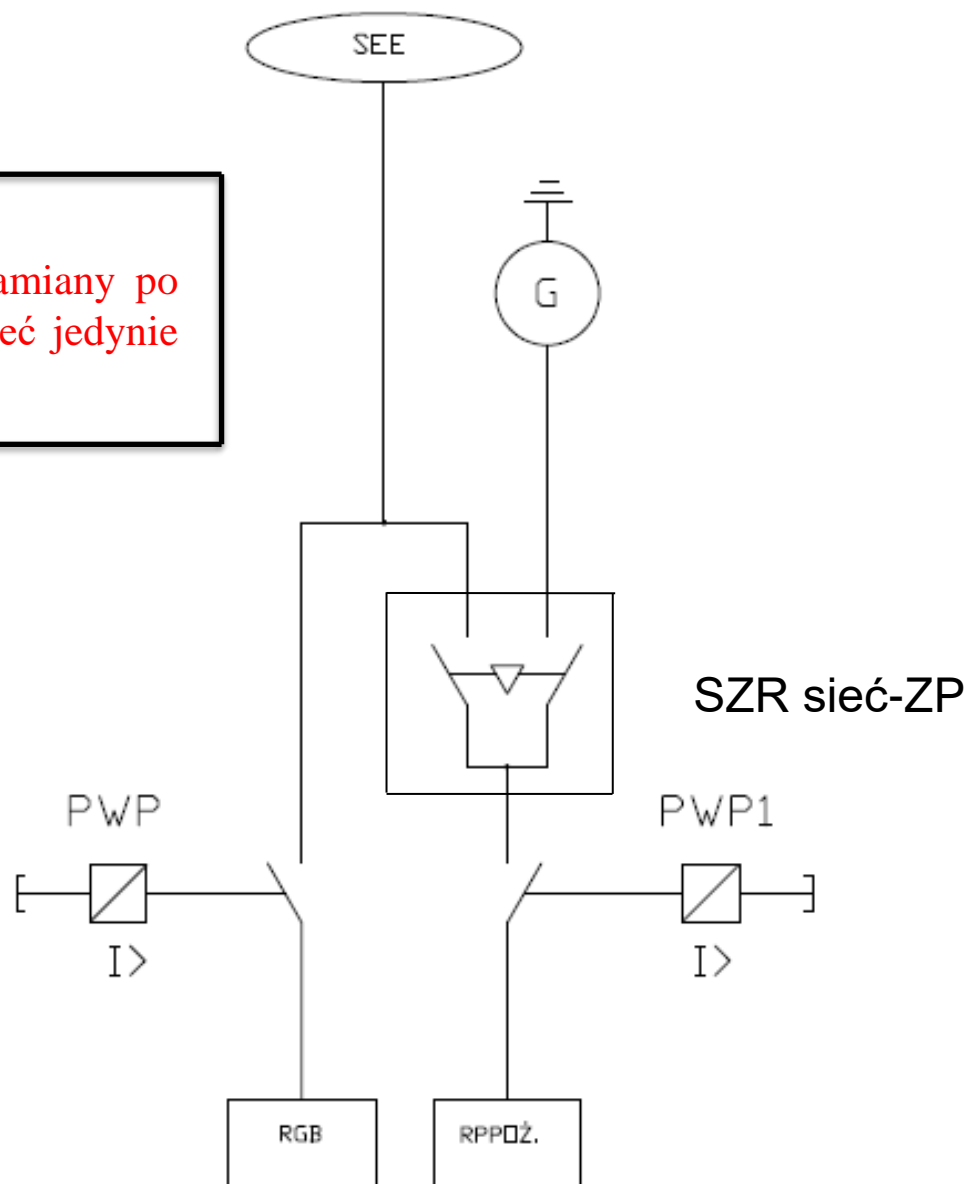
SIEĆ ELEKTROENERGETYCZNA SN



# UPROSZCZONY SCHEMAT DWUOBWODOWEGO PWP ZGODNIE Z ZALECENIAMI NORMY PN-HD 60364-5-56:2019-01

## UWAGA

Do sterowania PWP1, który jest uruchamiany po zakończonej ewakuacji, dostęp może mieć jedynie dowódca akcji ratowniczo-gaśniczej.





# CIĄGŁOŚĆ DOSTAWY ENERGII A FUNKCJONOWANIE ODBIORNIKÓW

Czy ciągłość dostawy energii elektrycznej stanowiąca podstawowy warunek określony w §187 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie  
*[Dz. U. z 2022 roku nr 1225],*

## JEST WYSTARCZAJĄCA DLA POPRAWNEJ PRACY ZASILANYCH URZADZEŃ PRZECIWPOŻAROWYCH?

**NIE!**

## JEST ZALEDWIE WARUNKIEM KONIECZNYM I WYMAGA UZUPEŁNIENIA O WARUNEK DOSTATECZNY!!!

Jako warunek **dostateczny** należy przyjąć wymagania wynikające z prawa **Wiedemanna-Franza-Lorentza**, spełnienie którego zagwarantuje oprócz ciągłości dostawy energii stanowiącej warunek konieczny, jej właściwe parametry, przy których możliwe będzie poprawne funkcjonowanie zasilanych urządzeń. Wymagania w tym zakresie definiuje norma **N SEP-E 005**, której zapisy zostały implementowane do normy **PN-HD 60364-5-56:2019-01**.

# METODYKA ZABEZPIECZANIA W OBWODACH URZĄDZEŃ PRZECIWPÓŻAROWYCH

Czy obwody zasilania urządzeń przeciwpożarowych należy zabezpieczać?

**TAK !!!**

**Zabezpieczenia obwodów zasilających urządzenia elektryczne należy dobierać o dwa stopnie większe niż wynika to z obliczeń ale przy zachowaniu warunków ochrony przeciwporażeniowej określonej w normie PN-HD 60364-4-41: 2009 (2017-09)**

**CEL**

**UZYSKANIE NIEZAWODNEJ DOSTAWY ENERGII ORAZ WARUNKÓW BEZPIECZNEGO WYŁĄCZNI DOSTAWY ENERGII ELEKTRYCZNEJ DO PŁONĄCEGO BUDYKU**

# WYMAGANIA W ZAKRESIE OCHRONY PRZECIWPÓŻAROWEJ BUDYNKÓW

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. Nr 109/2010 poz. 719 z późn. zmianami], 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 60364-5-56:2010 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.



## UKŁAD ZASILANIA TN

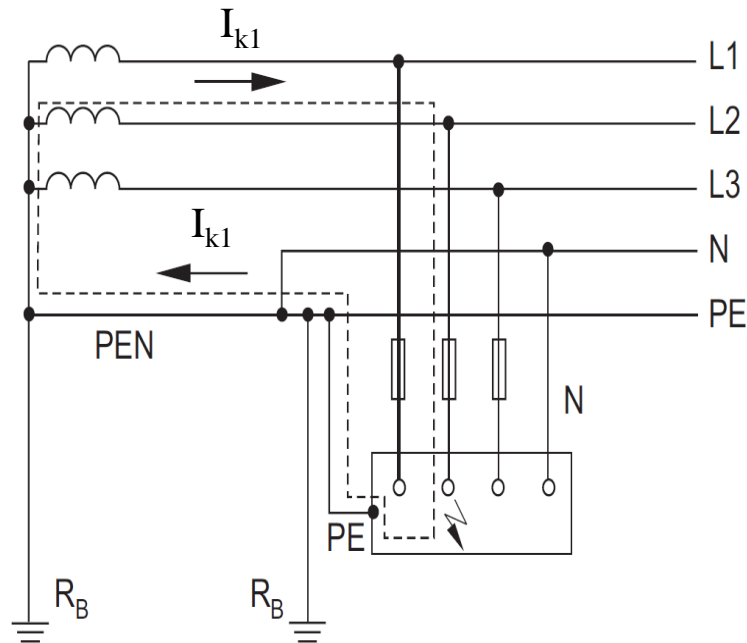
*Przy wyznaczaniu spodziewanych najniższych wartości prądów zwarcia należy uwzględnić termiczne działanie prądu.*

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

Czy  $T \leq 70^0$  C nie ma wpływu na stan ochrony przeciwporażeniowej oraz spadek napięcia?

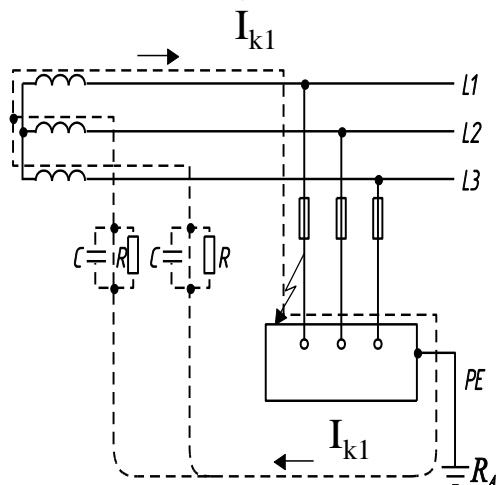
$$R_k = R_{20} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$\alpha = 0,004 \text{ K}^{-1} \Rightarrow \frac{R_k}{R_{20}} = (1 + 0,004 \cdot 50) = 1,2$$

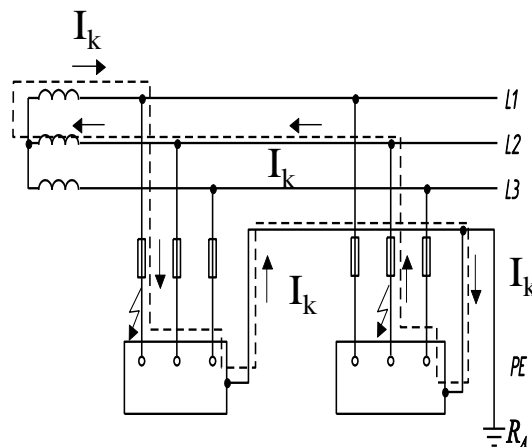


# ZWARCIE W UKŁADZIE IT

## pojedyncze



## podwójne przy zbiorowym uziemieniu



Jeśli warunek samoczynnego wyłączenia zasilania przy podwójnym zwarceniu w każdym obwodzie z osobna zaostrzy się, przyjmując dwukrotną wartość prądu wyłączającego ( $2I_a$ ) to przy dowolnej kombinacji zwarcia dwufazowego, co najmniej jedno z pobudzonych zabezpieczeń nadprądowych zadziała w wymaganym czasie. Stąd wymagania określające warunek samoczynnego wyłączenia przy podwójnym zwarceniu:

### Z przewodem neutralnym

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

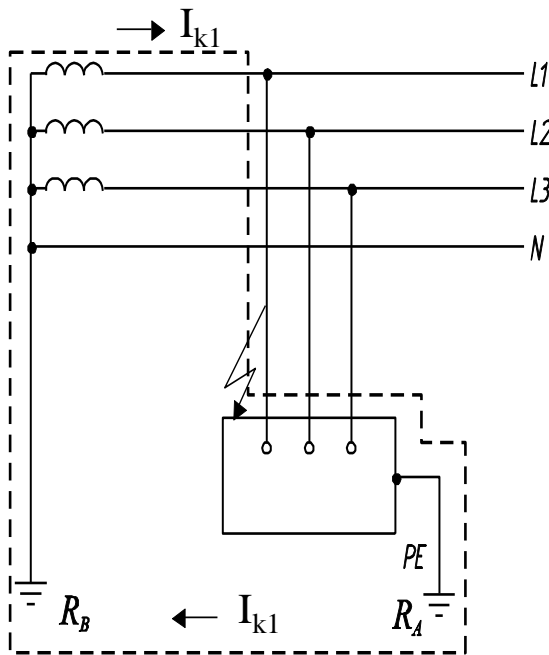
### Bez przewodu neutralnego

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

W przeciwnym przypadku należało by rozpatrywać następującą ilość przydatków, które podlegały by ocenie:

$$C = \binom{N}{2} = \frac{N!}{2! \cdot (N-2)!}$$

## UKŁAD 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.

**Układ zasilania TT nie może być wykorzystany do zasilania urządzeń przeciwpożarowych.**

### Warunek samoczynnego wyłączenia podczas zwarcia doziemnych:

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

Przy zabezpieczeniu zwarciaowym

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

Przy zabezpieczeniu wyłącznikiem różnicowoprądowym  
*(w instalacjach ppoż. nie wolno stosować wyłączników różnicowoprądowych)*

## **NORMY DO OBOWIĄZKOWEGO STOSOWANIA**

*Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania* [Dz.U. 2007 nr 143 poz. 1002 z późniejszymi zmianami] wprowadza do obowiązkowego stosowania normy:

- zasilanie Systemu Sygnalizacji Pożaru oraz zasilanie Dźwiękowego Systemu Ostrzegawczego:

**PN-EN 54-4** Systemy sygnalizacji pożarowej. Część 4: Zasilacze.

- w zakresie wentylacji pożarowej:

**PN-EN 12101-10** Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła. Część 10: Zasilacze.



## ZESPOŁY PRĄDOTWÓRCZE W UKŁADACH ZASILANIA URZĄDZEŃ PPOŻ.

Zgodnie z normą **PN-EN 12101-10**, zespół prądotwórczy powinien podać napięcie **do 15 sekund** od momentu zaniku napięcia w źródle podstawowym.

**Jest to wymóg nieuzasadniony z uwagi na jakość energii elektrycznej wynikającą bezpośrednio z normy PN-EN 50160 „parametry jakościowe napięcia w publicznych sieciach elektroenergetycznych”.** Uruchomienie ZP powinno nastąpić po stwierdzeniu przerwy w zasilaniu a nie wskutek wystąpienia zapadu lub krótkiej przerwy, co jest dość powszechne w sieci elektroenergetycznej. Miarodajny jest czas 30 sekund, co występuje w praktyce.

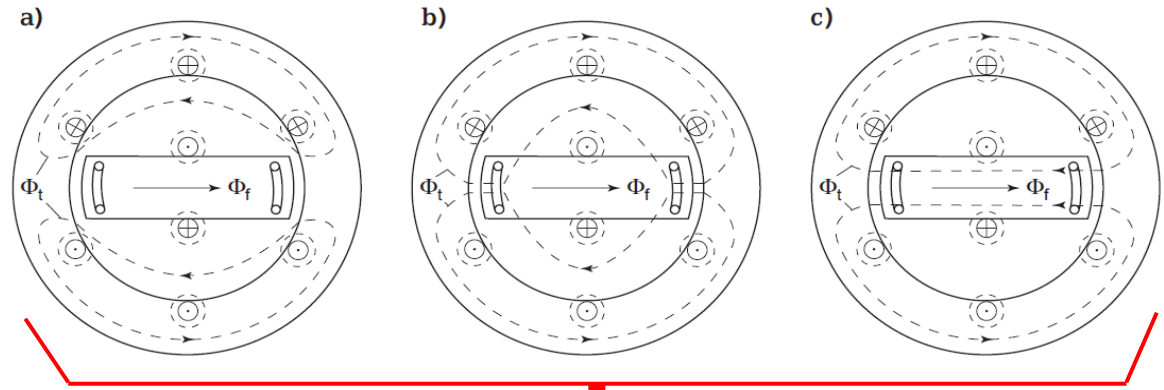
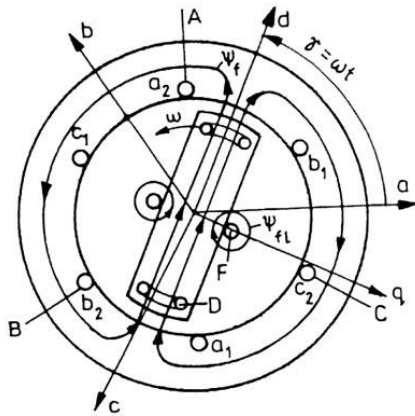
**Ilość paliwa zgromadzonego w zbiorniku ZP musi gwarantować pracę przez:**

- **4 godziny** jeżeli ZP zasila wyłącznie urządzenia przeciwpożarowe i jest uruchamiany sygnałem alarmu pożarowego lub zgodnie z **RMSWiA z 24 lipca 2009 roku w sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę oraz dróg pożarowych przy zasilaniu pompowni pożarowych**
- **8 godzin** jeżeli ZP jest uruchamiany po zaniku napięcia w sieci elektroenergetycznej
- **72 godziny** w każdym innym przypadku

Zespół prądotwórczy może zasiląć również inne odbiorniki nie będące elementami instalacji bezpieczeństwa, ale musi priorytetowo spełniać wymagania dla potrzeb instalacji bezpieczeństwa.

ZP wykorzystywany jako rezerwowe źródło zasilania instalacji bezpieczeństwa musi spełniać wymagania co najmniej klasy **G2** zgodnie z normą **ISO8528-5** – napięcie na wyjściu generatora posiada parametry takie jak występują w publicznych sieciach elektroenergetycznych.

# ROZPŁYW STRUMIENI MAGNETYCZNYCH PODCZAS ZWRCIA NA ZACISKACH GENERATORA



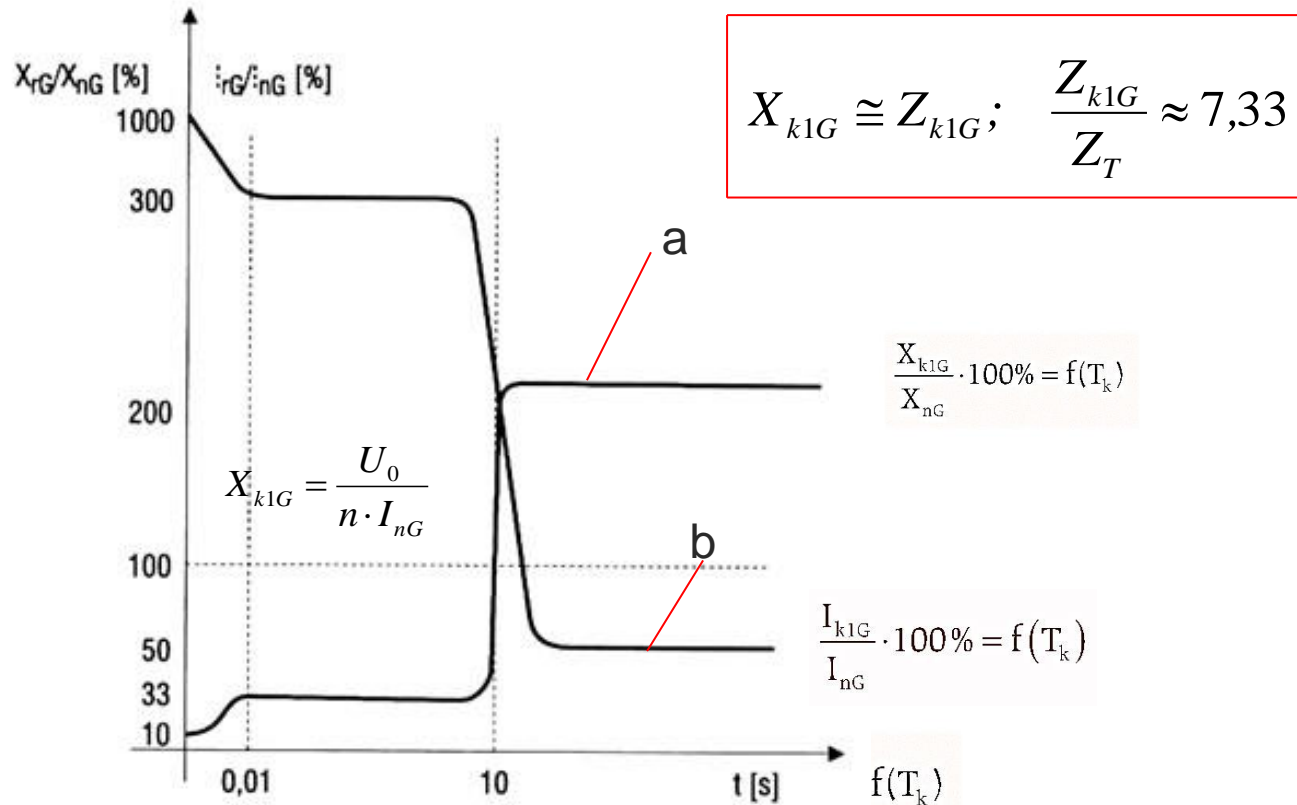
$$X_{nG} = \frac{U_{nG}^2}{S_{nG}} \frac{[kV]}{[MVA]}$$

## Przebiegi strumienia głównego oraz strumienia wzbudzenia generatora w czasie zwarcia:

- a) stan podprześciowy ( $\overline{x_d''} = 10\% \cdot X_{nG}$ )
- b) stan przejściowy ( $\overline{x_d''} = (30 - 40)\% \cdot X_{nG}$ )
- c) stan ustalony zwarcia ( $\overline{x_d''} = (200 - 300)\% \cdot X_{nG}$ )

Przedstawiony rozpływ strumieni magnetycznych dowodzi, że ZP jest źródłem miękkim, którego parametry zwarcia zmieniają się z upływem czasu trwania zwarcia, skutkując trudnościami w uzyskaniu samoczynnego wyłączenia w czasie nie dłuższym od określonego w normie **PN-HD 60364-4-41:2009 (2017-09)**.

# WYZNACZANIE PARAMETRÓW ZWARCIOWYCH GENERATORA DLA OCENY SAMOCZYNNEGO WYŁĄCZENIA ZWARĆ JEDNOFAZOWYCH



## Unormowanie charakterystyki generatora z układem regulacji prądu wzbudzenia:

- a) zmienności reaktancji zwarciowej generatora,
- b) zmienności prądu zwarciowego generatora przy zwarcu na jego zaciskach.

### 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 prądotwórczego, w [kVA]	Impedancja transformatora na jego zaciskach, w [ $\Omega$ ]	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 [ $\Omega$ ]
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

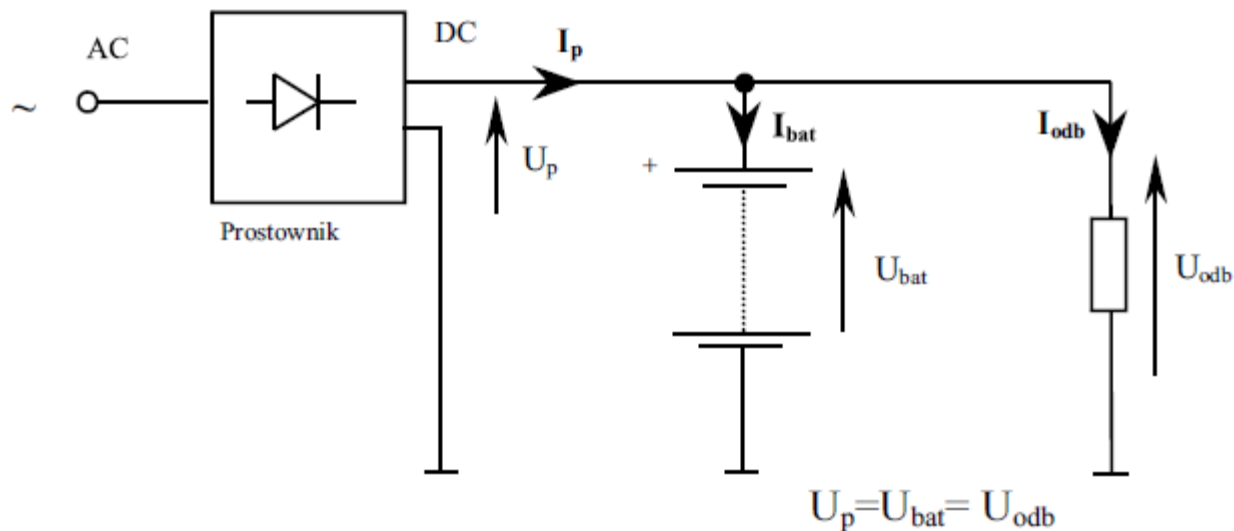
W przypadku  $S_{nG}=S_{nT}$ , stosunek impedancji generatora do impedancji transformatora (przez 10 s - czas w którym działa automatyka forsowania prądu wzbudzenia), wyniesie:

$$Z_{k1G} / Z_T = \frac{1}{x_k \cdot n} = \begin{cases} 7,4 \Leftrightarrow S \leq 400 kVA \\ 5,6 \Leftrightarrow S \geq 630 kVA \end{cases}$$

Z chwilą ustania działania automatyki forsowania prądu wzbudzenia, wartość ta wyniesie odpowiednio: **22** lub **16,7**.

# AKUMULATORY

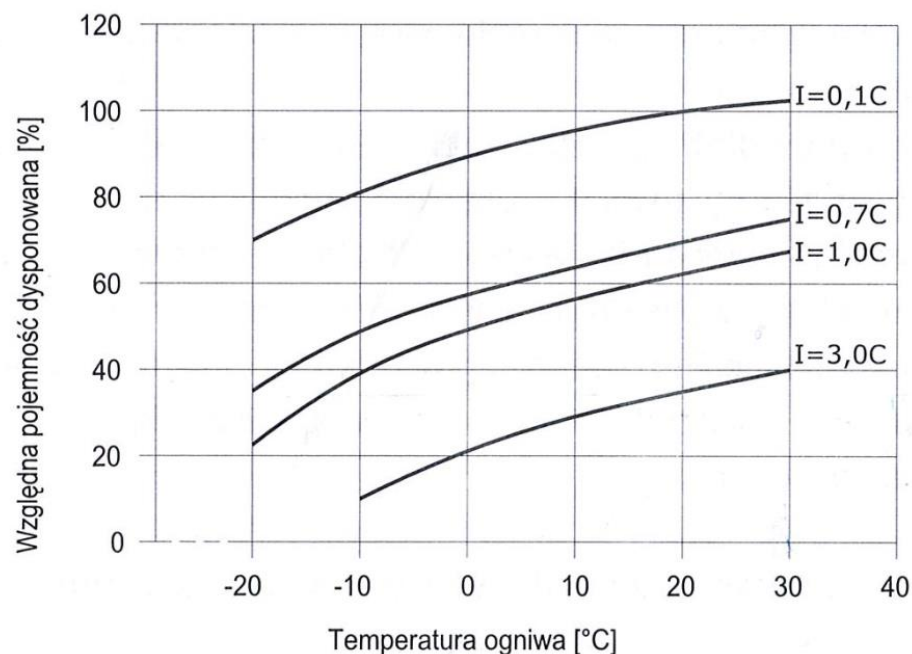
Akumulatory stosowane w urządzeniach przeciwpożarowych stanowią źródło zasilania gwarantowanego i przeznaczone są do pracy buforowej. Oznacza to, że akumulator przez cały czas połączony jest z prostownikiem i odbiornikiem. W czasie normalnej pracy zasilanie odbiornika realizowane jest z prostownika, 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.



Pojemność akumulatora podawana jest w Ah lub przez prąd rozładowania w czasie 20-stu godzin w temperaturze 20<sup>0</sup> C, do osiągnięcia napięcia końcowego pojedynczej celi  $U_k = 1,7 \text{ V}$  (oznaczenie prądu rozładowania 20-sto godzinnego : **C<sub>20</sub>** lub **0,05C**).

$$I_{T=x[h]} = C_x \Leftrightarrow \frac{1}{T} \cdot C = (Q [\text{Ah}]) : (T = x [\text{h}])$$

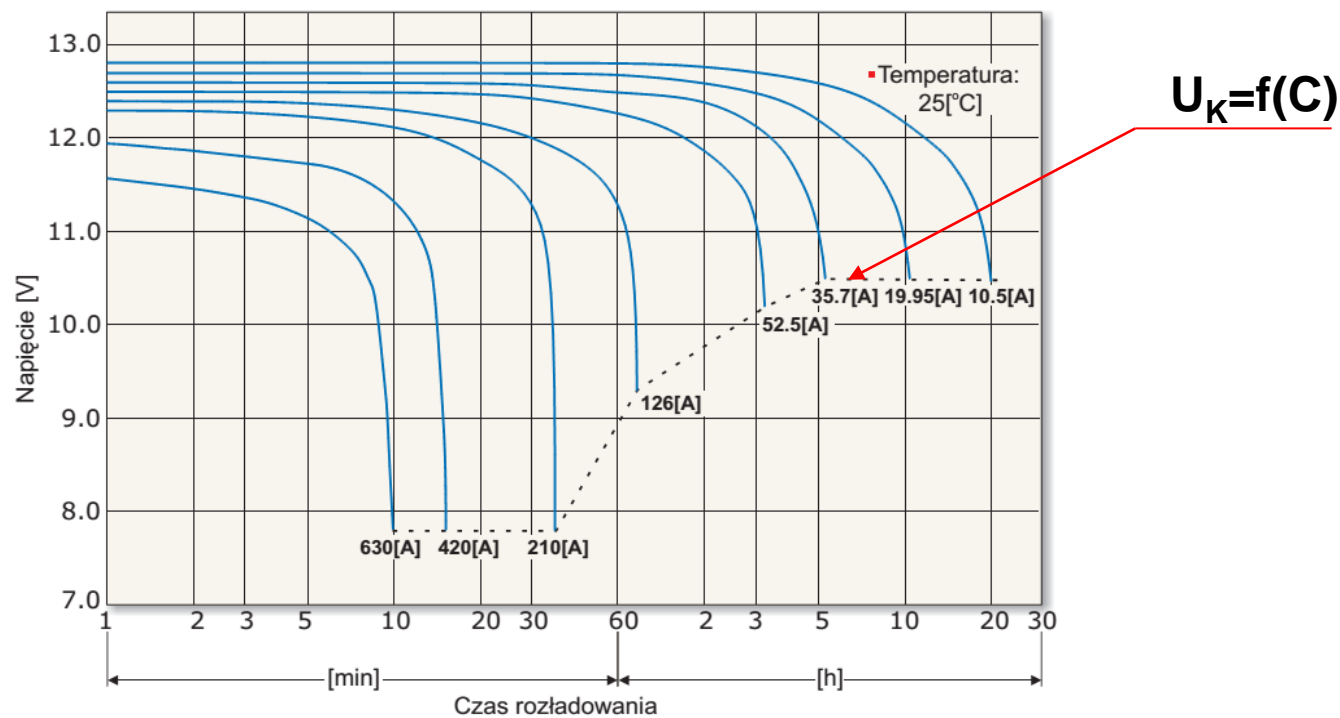
Cechą charakterystyczną akumulatorów jest to, że im prąd rozładowania większy to pojemność dysponowana mniejsza podobnie, im temperatura niższa tym pojemność dysponowana mniejsza.



**WPŁYW TEMPERATURY ROZŁADOWANIA NA POJEMNOŚĆ AKUMULATORA**

## NAPIĘCIE ODCIĘCIA $U_k$

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 te zależy od wartości prądu rozładowania i jest określone w kartach katalogowych dostarczanych przez producenta.

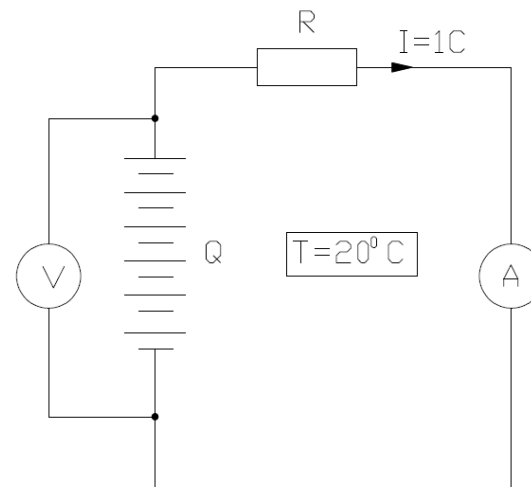
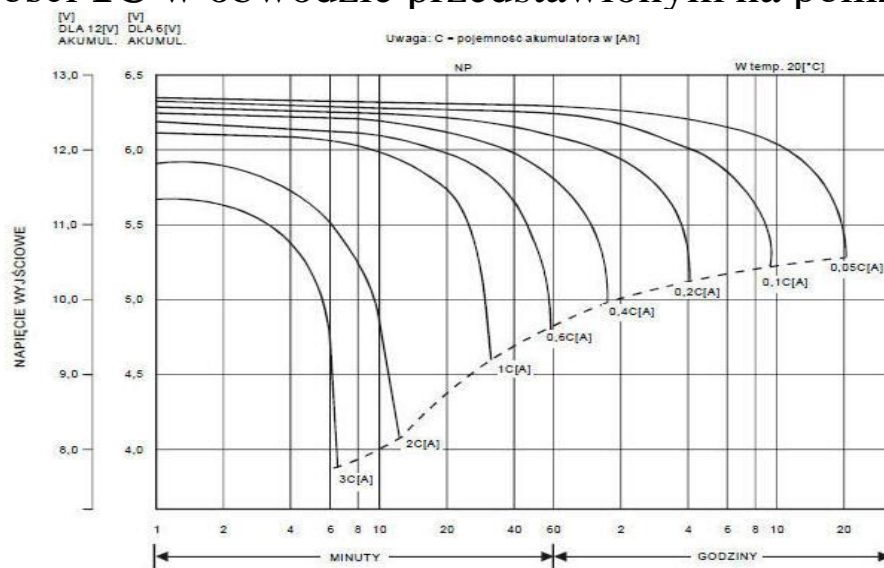


**Przykładowe krzywe  $U_k$  rozładowania akumulatora o pojemności 210 Ah w temperaturze 25°C przy różnych wartościach prądów rozładowania**



# KONTROLA STANU TECHNICZNEGO AKUMULATORÓW W ZASILACZACH UZS

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:

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

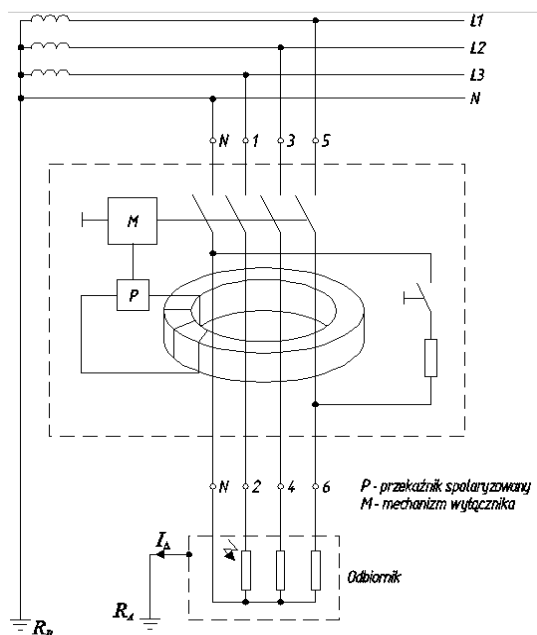
$$I = 1C = \frac{Q [Ah]}{T = 1h}$$

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

Przy rozładowaniu prądem o wartości **1C** w temperaturze **20° C**, pojemność dysponowana akumulatora spada do wartości **50%** jego pojemności znamionowej, przez co rzeczywisty czas rozładowania wyniesie około **30 minut** – przed badaniem należy zapoznać się z **DTR** zawierającą charakterystykę odcięcia (napięcie **U<sub>k</sub>**).

# WYŁĄCZNIK RÓŻNICOWOPRĄDOWY

## ZABEZPIECZENIE NIEDOPUSZCZALNE W INSTALACJACH PRZECIWPÓŻAROWYCH



Warunek działania sprawnego wyłącznika

$$(I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}) - I_N = I_{\Delta} \in < 0,5I_{\Delta n} \div I_{\Delta n} >$$

Klasyfikacja pod względem czułości

$$I_{\Delta n} = \begin{cases} 0,006 \text{ A}; 0,01 \text{ A}; 0,03 \text{ A} - \text{wysokoczułe} \\ 0,1 \text{ A}; \textcolor{red}{0,3 \text{ A}}; 0,5 \text{ A} - \text{średnioczułe} \\ 1 \text{ A}; 3 \text{ A} - \text{niskoczułe} \end{cases}$$

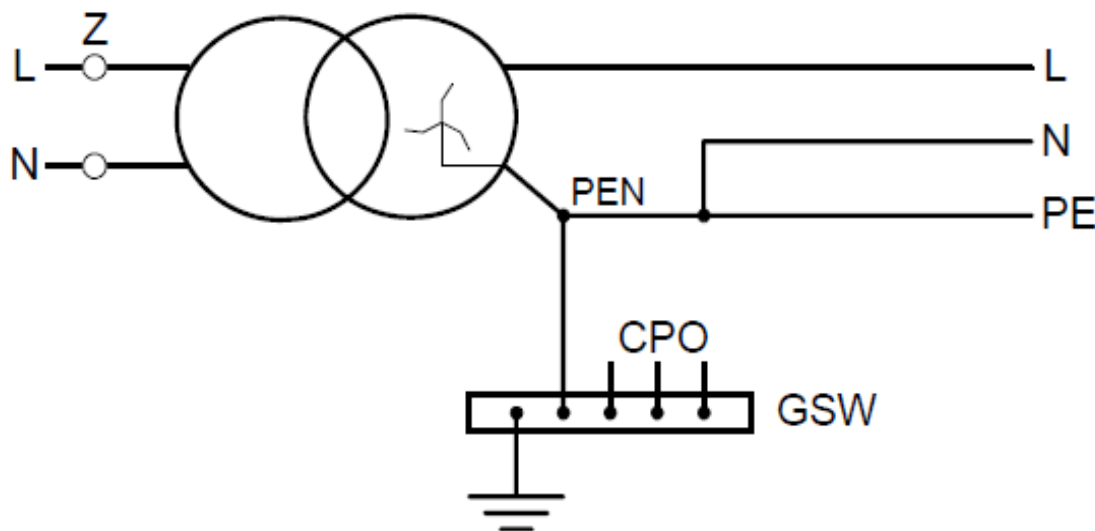
Pod działaniem temperatury pożaru, jonizacji ulega izolacja przewodów skutkując zwiększonymi prądami upływu doziemnego, które mogą prowadzić do niekontrolowanego działania wyłączników różnicowoprądowych prowadząc do pozbawienia funkcji zasilanych urządzeń. Zjawisko to powoduje, że wyłącznik różnicowoprądowy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

Jedynym skutecznym sposobem ochrony przeciwporażeniowej w instalacjach przeciwpożarowych gwarantującym, zachowanie ciągłości dostawy energii jest samoczynne wyłączenie realizowane za pomocą urządzeń przetężeniowych lub wysterowanie napięciem dotykowym do wartości dopuszczalnych długotrwale w określonych warunkach środowiskowych  $U_L$  – zgodnie z N SEP-E 005 napięcie  $U_L = 25 \text{ V}$ .

## JAK ZASILAĆ URZĄDZENIA PPOŻ. GDY BUDYNEK JEST ZASILANY W UKŁADZIE TT?

### PRZEJŚCIE NA UKŁAD ZASILANIA TN

W przypadku zabezpieczeń o prądzie znamionowym większym od **16 A** ochrona przeciwporażeniowa przez samoczynne wyłączenie w układzie TT będzie nieskuteczna. Konieczne jest przejście na układ zasilania **TN**. Jest to możliwe przy zastosowaniu transformatora izolacyjnego o grupie połączeń **YnZn5** lub **DnZn5**. Z punktu neutralnego uzwojenia połączonego w zygzak należy wyprowadzić i uziemić przewód **PEN** układu **TN**. W roli uziemienia wystarczy uziom fundamentowy obiektu budowlanego.



Takie rozwiązanie pozwala uniknąć problemów jakie stwarza w zakresie ochrony przeciwporażeniowej układ zasilania TT.

**GSW**- główna szyna uziemiająca **CPO** - części przewodzące obce

## **DLACZEGO TRANSFORMATOR $Y_nZ_n5$ , A NIE O INNEJ GRUPIE POŁĄCZEŃ?**

W transformatorach o grupie połączeń  **$Y_nZ_n$**  lub  **$D_nZ_n$**  występuje zależność  $\frac{Z_{k(0)}}{Z_K} < 1$ , co skutkuje prądem zwarcia jednofazowego większym od prądu zwarcia symetrycznego:

$$I_{k1}'' = \frac{c_{\max} \cdot \sqrt{3} \cdot U_n}{2 \cdot Z_K + Z_{k(0)}}$$

$Z_K = Z_1 = Z_2$  – impedancja dla składowej zgodnej i przeciwnej

$Z_{k(0)}$  – impedancja dla składowej zerowej

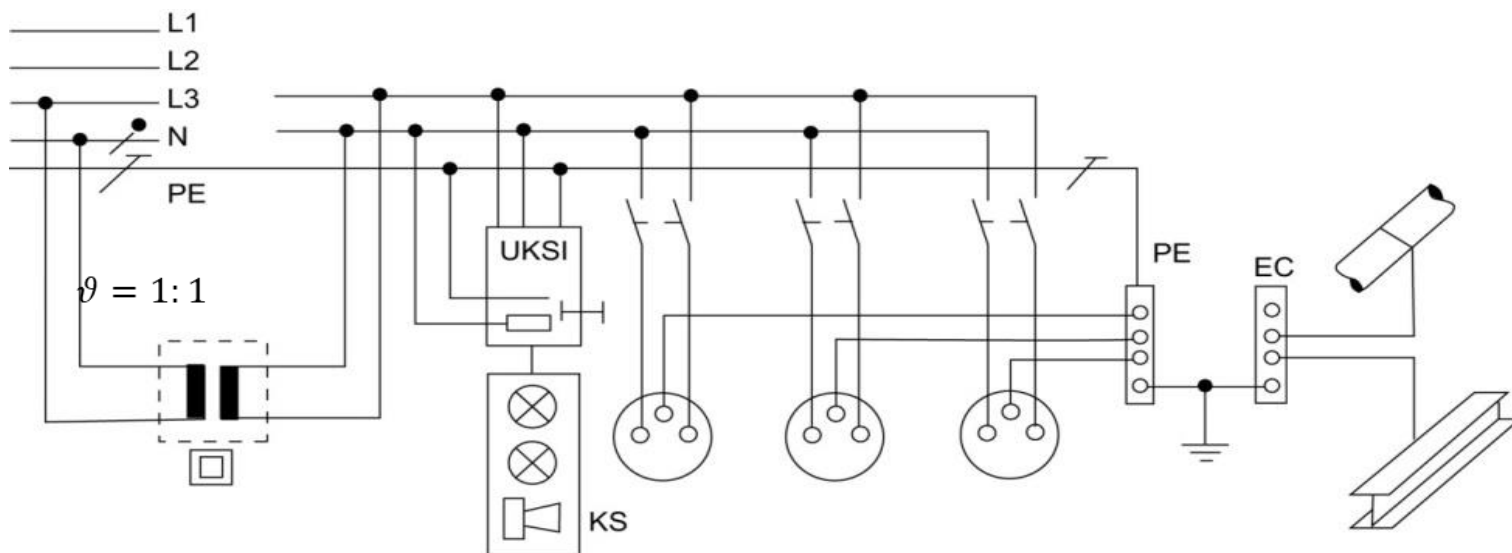
Ponadto transformator  **$Y_nZ_n$**  doskonale nadaje się do obwodów, w których występuje asymetria obciążenia.

## PRZEJŚCIE NA UKŁAD ZASILANIA IT

W przypadku małych obiektów, gdzie moc urządzeń przeciwpożarowych jest niewielka, zasadnym wydaje się zasilanie tych odbiorników w **układzie zasilania IT**. Warunkiem uzyskania skutecznej ochrony przeciwporażeniowej jest objęcie wszystkich odbiorników zasilanych, z tego samego transformatora separacyjnego, wspólnym uziemieniem. W przypadku pojedynczego zwarcia praca uszkodzonego odbiornika nie stwarza zagrożenia, a podwójne zwarcie gwarantuje przejście w **układ TN**, w którym należy spełnić następujący warunek samoczynnego wyłączenia w czasie nie dłuższym od określonego w normie **PN-HD 60364-4-41**:

$$I_{k1} = \frac{U_0}{2 \cdot \sqrt{(R_g)^2 + X^2}} \geq I_a$$

$$R_{\vartheta} = R_{20} \cdot \left(\frac{T_{\vartheta}}{293}\right)^{1,16}$$



## Schemat instalacji ppoż. zasilanej w układzie IT

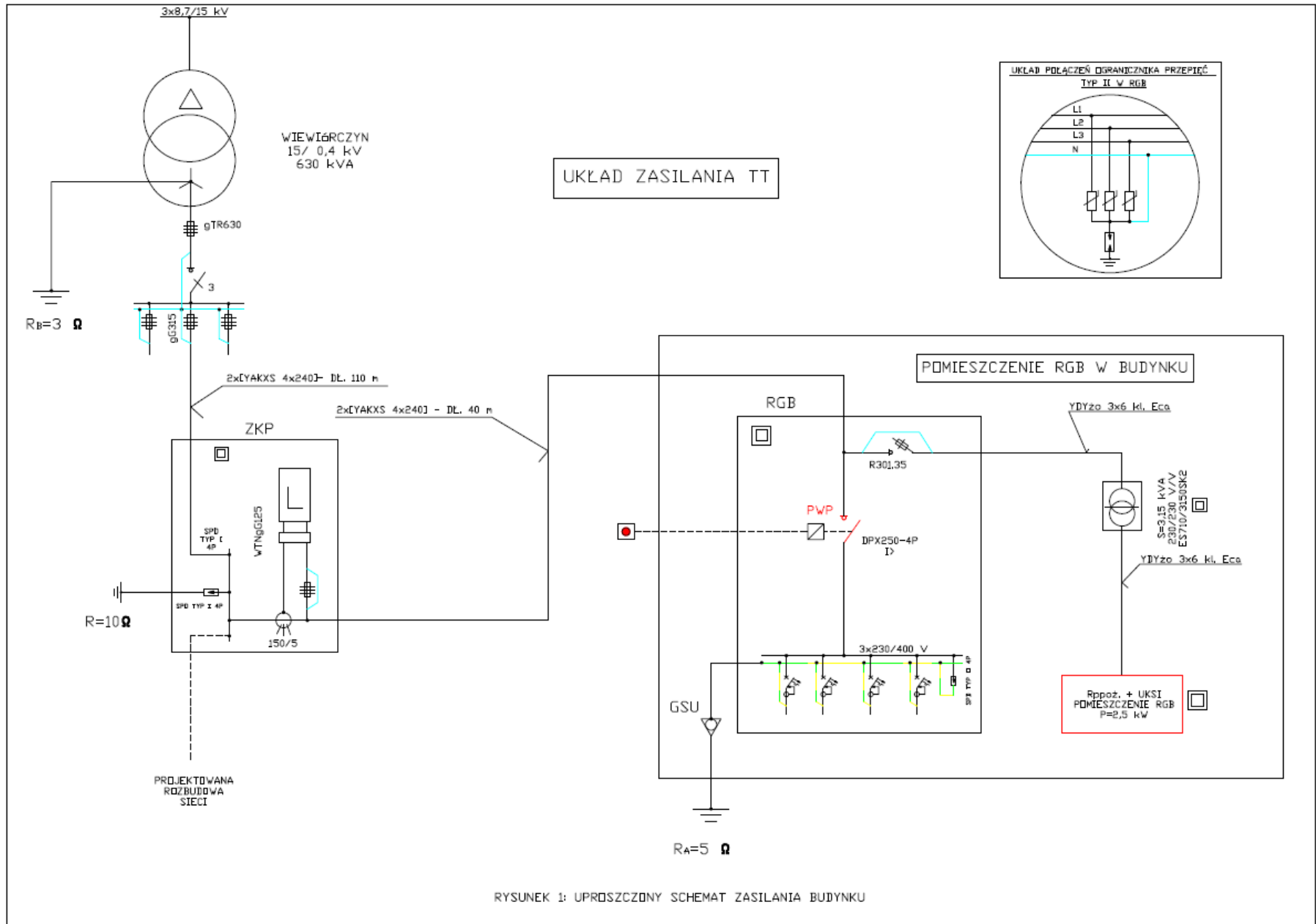
**UKSI** – układ kontroli stanu izolacji (reagujący na zmniejszenie się poziomu izolacji poniżej 50 kΩ), z przyciskiem kontrolnym,

**KS** – kaseta ze wskaźnikiem świetlnym i akustycznym (lampa zielona – stan prawidłowy, lampa pomarańczowa i brzęczyk – stan awaryjny),

**PE** – przewód ochronny – szyna połączeń ochronnych urządzeń elektrycznych, **EC** – szyna połączeń wyrównawczych

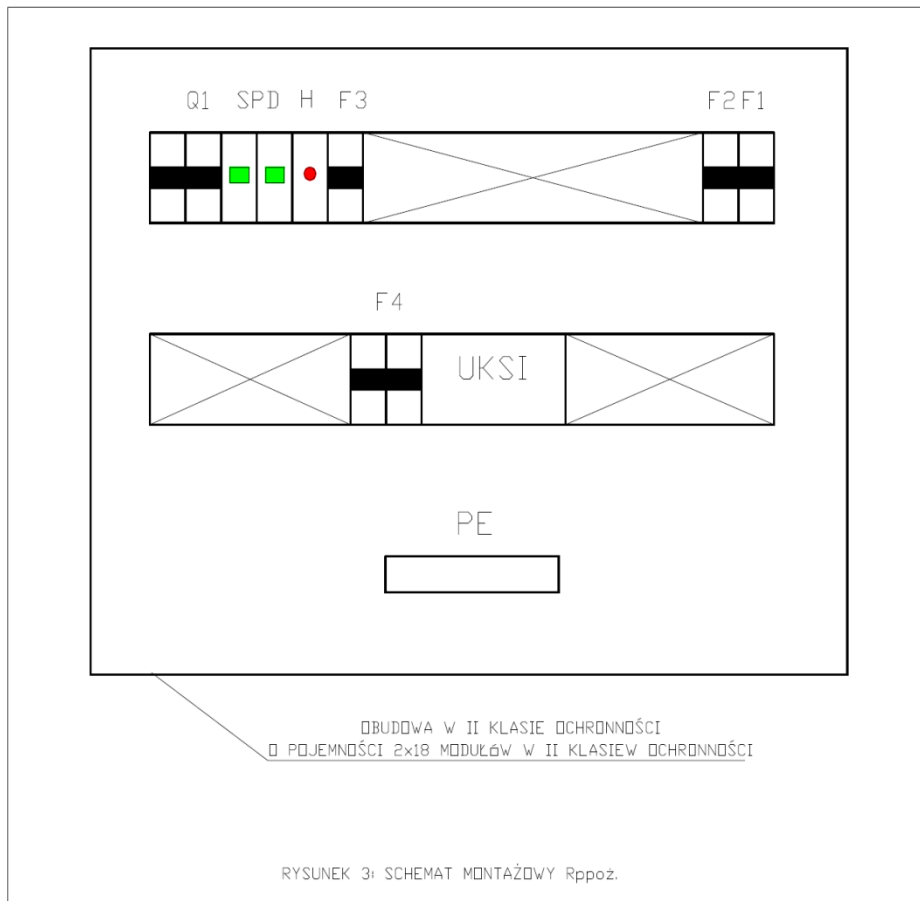
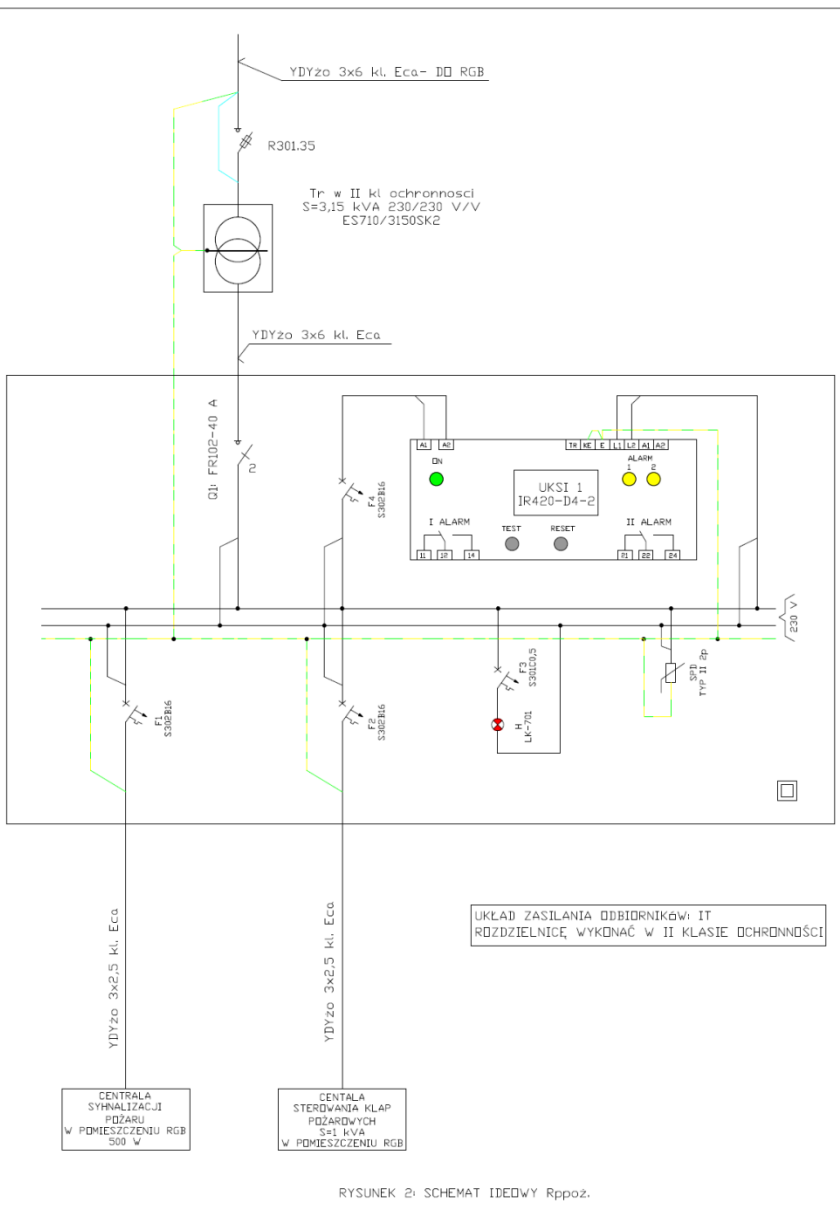
# PRZYKŁAD ZASILANIA RPPOŻ. W BUDYNKU ZASILANYM W UKŁADZIE TT

$$I_{k1min} = 28,75 \text{ A}; I_{k1max} = 4,3 \text{ kA}; I_{k3max} = 7,41 \text{ kA}$$



RYСУNEK 1: UPROSZCZONY SCHEMAT ZASILANIA BUDYNKU

## SCHEMAT IDEOWY ORAZ SCHEMAT MONTAŻOWY RPPOŻ.





## PODZIAŁ BUDYNKÓW NA GRUPY WYSOKOŚCI

W § 8 RMI w sprawie WT jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie wprowadzono następujący podział na grupy wysokościowe:

- **niskie (N)** - do 12 m włącznie nad poziomem terenu lub mieszkalne o wysokości do 4 kondygnacji nadziemnych włącznie;
- **średniowysokie (SW)** - ponad 12 m do 25 m włącznie nad poziomem terenu lub mieszkalne o wysokości ponad 4 do 9 kondygnacji nadziemnych włącznie;
- **wysokie (W)** - ponad 25 m do 55 m włącznie nad poziomem terenu lub mieszkalne o wysokości ponad 9 do 18 kondygnacji nadziemnych włącznie;
- **wysokościowe (WW)** - powyżej 55 m nad poziomem terenu.

## PODZIAŁ BUDYNKÓW ZE WZGLĘDU NA PRZEZNACZENIE

W § 209 pkt. 1 RMI w sprawie WT jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie wprowadzono następujący podział ze względu na przeznaczenie i sposób użytkowania:

- mieszkalne, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej charakteryzowane kategorią zagrożenia ludzi, określane dalej jako **ZL** (ZL I; ZL II; ZL III; ZL IV; ZL V)
- produkcyjne i magazynowe, określane dalej jako **PM**;
- inwentarskie (służące do hodowli inwentarza), określane dalej jako **IN**.

Wymagania dotyczące bezpieczeństwa pożarowego budynków oraz części budynków stanowiących odrębne strefy pożarowe, **określanych jako PM**, odnoszą się również do garaży, hydroforni, kotłowni, węzłów ciepłowniczych, rozdzielni elektrycznych, **stacji transformatorowych**, central telefonicznych oraz innych o podobnym przeznaczeniu.

# **NORMY PRZEDMIOTOWE DOTYCZĄCE OCENY ODPORNOŚCI OGNIOWEJ**

***PN – B – 02851.** Ochrona przeciwpożarowa budynków. Metoda badania odporności ogniowej elementów budynku. Badania odporności ogniowej elementów budynku – **- norma wycofana, zastąpiona normą:***

***PN-EN 1363-1:2 012** Badania odporności ogniowej. Część 1: Wymagania ogólne. **(dostępna jest wersja angielska PN-EN 1363-1:2020-07)***

***PN-EN 1991-1-2:2006 Eurokod 1:** Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-2: Oddziaływania ogólne. Oddziaływania na konstrukcje w warunkach pożaru.*

**Odporność ogniowa** - 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.

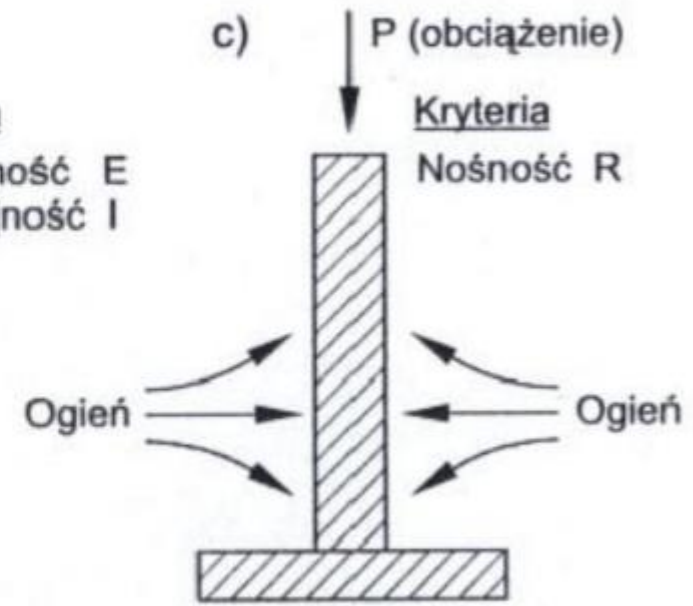
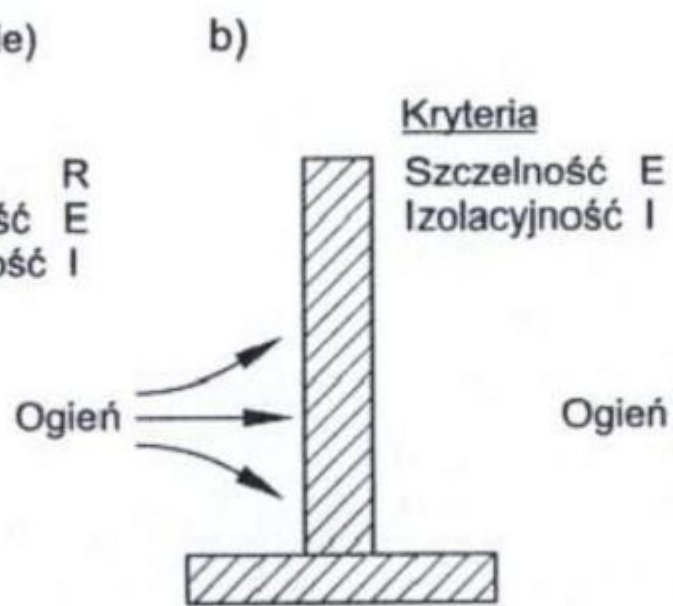
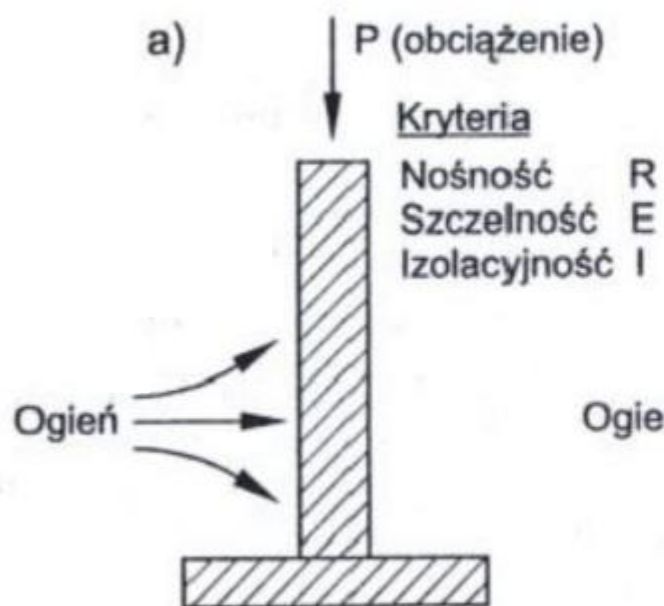
**Stan graniczny nośności ogniowej** elementu budynku to stan, w którym element próbny przestaje spełniać swoją funkcję nośną wskutek jednej z niżej podanych przyczyn:

- 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 płomienie lub gorące gazy.



# KRYTERIA ODPORNOŚCI OGNIOWEJ.

Dyrektywy europejskie i *PN – B 02851. Badania odporności ogniowej elementów budynku. Część 1. Wymagania ogólne i klasyfikacja.*

## Kryteria:

- nośność - **R**,
- szczelność - **E**,
- izolacyjność - **I**.

Przy poszczególnych kryteriach podaje się czas w jakim powyższe kryteria użytkowe zostaną zachowane, korzystając ze zbioru:

15, 20, **30**, 45, 60, 90, **120**, 180, **240**, 360.

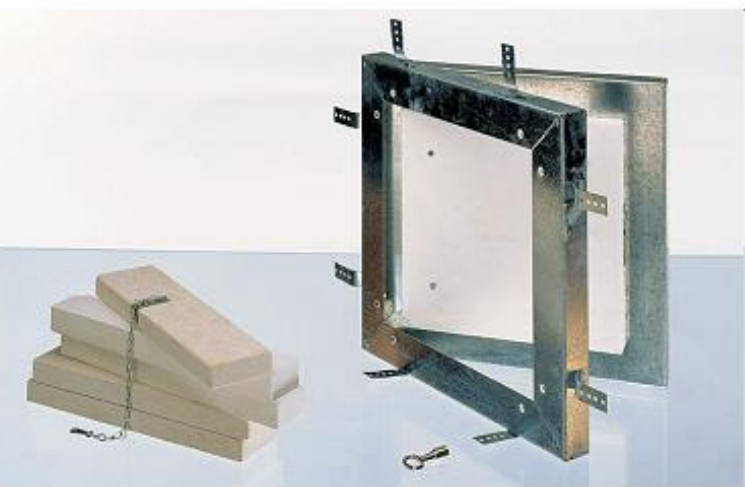
## Kryteria dodatkowe odporności ogniowej:

- W** – „*przepuszczalność promieniowania*”, jeżeli o izolacyjności decyduje promieniowanie, np. dla przeszkleń,
- M** – „*odporność na działanie mechaniczne*” z uwagi na poszczególne oddziaływania mechaniczne, np. odporność na uderzenia po określonym czasie ekspozycji technicznej w warunkach badania.
- C** – „*samozamykalność*”, z uwagi na samozamykacze,
- S** – „*ograniczenie rozprzestrzeniania się dymu*”, z uwagi na dymoszczelność.
- 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  $\varnothing > 2,5 \text{ mm}^2$ .



# **KRYTERIA POSZCZEGÓLNYCH ELEMENTÓW BUDYNKU Z UWAGI NA ODPORNOŚĆ OGNIOWĄ**

<b>Elementy budynku</b>	<b>Kryteria podstawowe</b>	<b>Kryteria uzupełniające</b>
Prętowe elementy nośne (słupy, belki, ściany nośne nie pełniące funkcji oddzielen)	<b>R</b>	-
Elementy nośne pełniące funkcję oddzielen	<b>REI</b>	<b>M</b>
	<b>REW</b>	-
	<b>RE</b>	-
	<b>R</b>	-
Ściany wewnętrzne nienośne	<b>EI</b>	<b>M</b>
	<b>EW</b>	-
	<b>E</b>	-
Ściany zewnętrzne nienośne	<b>EI</b>	-
	<b>E</b>	-
Zamknięcia otworów (drzwi, bramy, klapy)	<b>EI</b>	<b>CS</b>
	<b>EW</b>	<b>CS</b>
	<b>E</b>	<b>CS</b>
	<b>E</b>	-



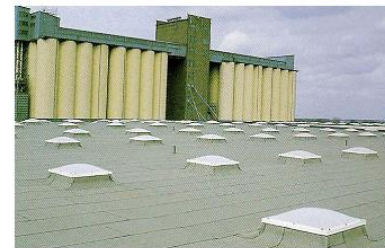
# Tabela – c.d.

Przejścia rur i kabli	<b>EI</b>	
	<b>E</b>	
Kanały instalacyjne	<b>EI</b>	
Kanały wentylacyjne	<b>EI</b>	<b>S</b>
	<b>E</b>	<b>S</b>
Kanały wentylacyjne	<b>EI</b>	<b>CS</b>
	<b>E</b>	<b>CS</b>



## Tabela – c.d.

Kable i środki ognioochronne do kabli elektrycznych		PH	
		P	
Urządzenia oddymiające (powinien być także zachowany przekrój poprzeczny)	Przewody wentylacyjne	EI	S
		E	S
	klapy	EI	CS
		E	CS



# KLASY ODPORNOŚCI OGNIOWEJ BUDYNKÓW

Wymagania dotyczące ochrony ppoż. w odniesieniu do budynków i ich usytuowania zostały zapisane w *Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie* [Dz. U. z 2022 roku poz. 1225]. W rozporządzeniu tym określono pięć klas odporności ogniowej budynków: **A, B, C, D, E**.

Każdej klasie przypisane są odpowiednie wymagania co do konstrukcji ścian i stropów. W ust. 3 § 209 w/w **Rozporządzenia** określono, że budynkową stację transformatorową należy zaliczyć do kategorii użytkowania **PM** (produkcyjne i magazynowe), dla których wymagania odporności ogniowej elementów konstrukcyjnych przedstawia **tabela**. Przy czym zgodnie z tabelą zamieszczoną w § 216 ust. 1 – kolumna 5 Rozporządzenia, ściana zewnętrzna w zależności od klasy odporności pożarowej budynku powinna spełniać następujące wymagania:

- klasa „A”: **EI 120**,
- klasa „B”: **EI 60**,
- klasa „C”: **EI 60**,
- klasa „D”: **EI 30**,
- klasa „E” – *brak wymagań*.

Klasa odporności pożarowej budynku	Klasa odporności ogniowej elementów budynku	
	Główna konstrukcja nośna	Konstrukcja i przekrycie dachu
A	R 240	RE 30
B	R 120	RE 30
C	R 60	RE 30
D	R 30	RE 30
E	(-)	(-)
<b>Objaśnienia:</b> <b>R</b> – nośność ogniowa, [w min]), określona zgodnie z Polską Normą dotyczącą zasad ustalania klas odporności ogniowej elementów budynku, <b>E</b> – szczelność ogniowa, w [min], określona jw., <b>I</b> – izolacyjność ogniowa, w [min], określona jw., <b>(-)</b> – nie stawia się wymagań		

Elementem określającym zagrożenie pożarowe budynku jest gęstość obciążenia ogniowego  $Q_d$ , która określa ilość ciepła wydzielanego przy spalaniu określonej substancji palnej w przeliczeniu na powierzchnię użytkową [ $\text{MJ/m}^2$ ], zgodnie z wymaganiami normy **PN-B-02852:2001 Ochrona przeciwpożarowa. Obliczanie gęstości obciążenia ogniowego oraz wyznaczanie względnego czasu trwania pożaru:**

$$Q_d = \frac{1}{A} \cdot \sum_{i=1}^n (q_{ci} \cdot m_i)$$

W § 271 Rozporządzenia MI w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, zostały określone wymagania dotyczące odległości między sąsiednimi ścianami budynków niebędącymi ścianami oddzielenia przeciwpożarowego a w § 216.1 określone zostały wymagane klasy odporności pożarowej budynków stacji oraz klasy odporności ogniowej elementów oddzielenia przeciwpożarowego.

Podstawowe wymagania w tym zakresie zostały przedstawione w **tabeli 2** oraz **tabeli 3**.

### **Uwaga!**

Ścianę oddzielenia przeciwpożarowego należy wznosić na własnym fundamencie lub na stropie opartym na konstrukcji nośnej o klasie odporności ogniowej nie niższej od odporności ogniowej tej ściany i wysunąć co najmniej **0,3 m** poza lico ściany zewnętrznej budynku lub na całej wysokości ściany zewnętrznej zastosować pas z materiału niepalnego o szerokości co najmniej **2 m** i klasie odporności ogniowej **EI 60**.

W budynku z przekryciem dachu rozprzestrzeniającym ogień ściany oddzielenia przeciwpożarowego należy wyprowadzić ponad pokrycie dachu na wysokość co najmniej **0,3 m** lub zastosować wzdłuż ściany pas materiału niepalnego o szerokości co najmniej **1 m** i klasie odporności ogniowej **EI 60**.



**Tabela 2:** Odległości między zewnętrznymi ścianami budynków niebędącymi ścianami oddzielenia przeciwpożarowego, a mającymi na powierzchni większej niż **65%** klasę odporności ogniowej **E** (izolacyjność ogniowa)

Rodzaj budynku oraz dla budynku PM maksymalna gęstość obciążenia ogniowego Q w [MJ/m <sup>2</sup> ] strefy pożarowej PM	Rodzaj budynku oraz dla budynku PM maksymalna gęstość obciążenia ogniowego Q w [MJ/m <sup>2</sup> ] strefy pożarowej PM				
	ZL	IN	PM		
			Q ≤1000	1000 < Q ≤ 4000	Q > 4000
ZL	8	8	8	15	20
IN	8	8	8	15	20
PM Q ≤ 1000	8	8	8	15	20
PM 1000 < Q ≤4000	15	15	15	15	20
PM Q > 4000	20	20	20	20	20
Zgodnie z § 209 Rozporządzenia [89] budynki dzieli się na następujące kategorie: ZL – budynki mieszkalne, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej charakteryzowane kategorią zagrożenia ludzi: ZL I – zawierające pomieszczenia do jednoczesnego przebywania ponad 50 osób nie będących ich stałymi użytkownikami a przeznaczone przede wszystkim do użytku ludzi o ograniczonej zdolności poruszania się, ZL II – przeznaczone przede wszystkim do użytku ludzi o ograniczonej zdolności poruszania się, takie jak szpitale, żłobki, przedszkola, domy dla osób starszych, ZL III – użyteczności publicznej, niezakwalifikowane do ZLI i ZL II, ZL IV – mieszkalne, ZL V – zamieszkania zbiorowego, niezakwalifikowane do ZL I i ZL II. PM – budynki produkcyjne i magazynowe. IN – budynki inwentarskie służące do hodowli inwentarza.					



**Tabela 3:** wymagane klasy odporności pożarowej budynków stacji oraz klasy odporności ogniowej elementów oddzielenia przeciwpożarowego określone w Rozporządzeniu Ministra Infratruktury

Maksymalna gęstość obciążenia ogniowego stacji $Q$ [MJ/m <sup>2</sup> ]	Klasa odporności pożarowej budynku stacji	Klasa odporności ogniowej elementów oddzielenia ścian i stropów
$500 \leq Q$	E	REI 60
$500 < Q \leq 1000$	D	REI 60
$1000 < Q \leq 2000$	C	REI 120
$2000 < Q \leq 4000$	B	REI 120
$Q > 4000$	A	REI 240

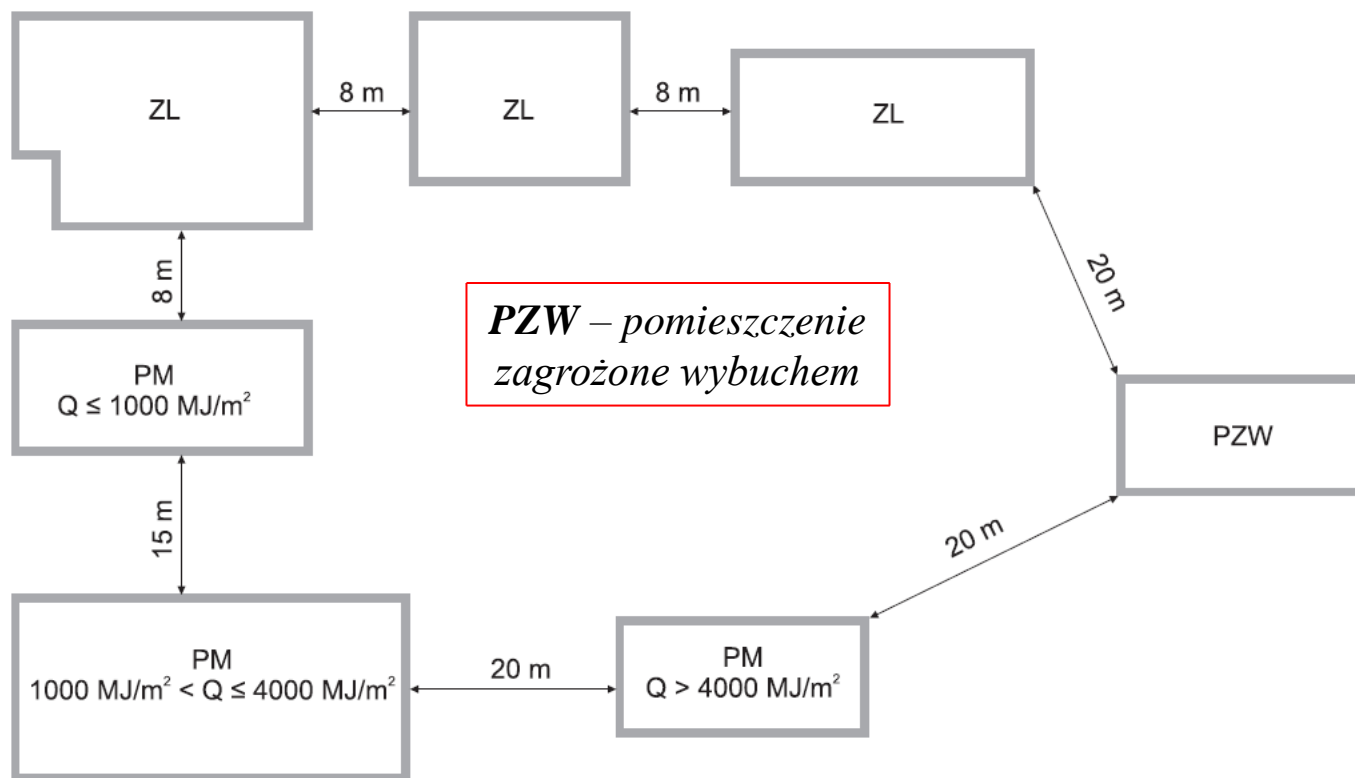
**Uwaga**

Przedstawione w **tabeli 2** odległości zgodnie z **§ 271 ust. 2** i następne Rozporządzenia MI w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie mogą ulec zwiększeniu lub zmniejszeniu w następujących przypadkach:

Przedstawione w **tabeli 2** odległości zgodnie z § 271 ust. 1÷3 i następne **Rozporządzenia MI w sprawie WT** mogą ulec zwiększeniu w następujących przypadkach:

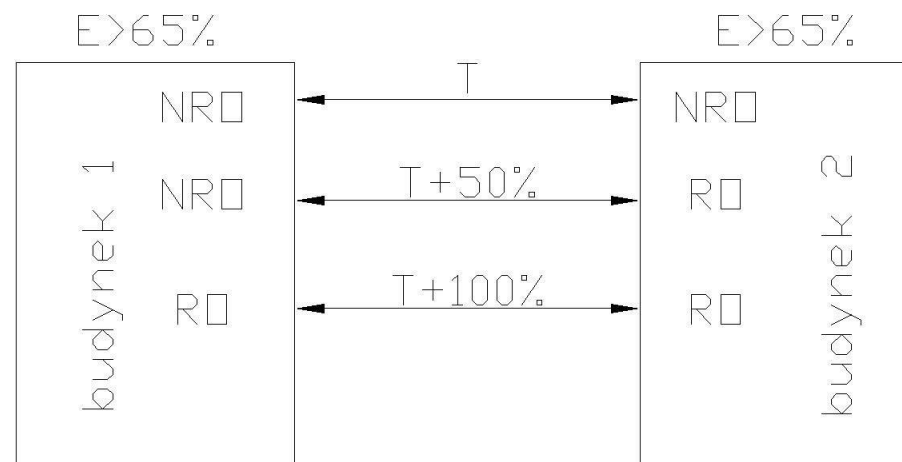
- 1) jeżeli jedna ze ścian zewnętrznych usytuowana od strony sąsiedniego budynku lub przekrycie dachu jednego z budynków jest rozprzestrzeniające ogień, wówczas odległość określona w **tabeli 2**. należy zwiększyć o **50%**, a jeżeli dotyczy to obu ścian zewnętrznych lub przekrycia dachu obu budynków – o **100%**,
- 2) jeżeli w sąsiednim budynku znajduje się pomieszczenie zagrożone wybuchem, wówczas odległość między ich zewnętrznymi ścianami nie powinna być mniejsza niż **20 m**,
- 3) jeżeli ściana zewnętrzna budynku ma na powierzchni nie większej niż **65%**, lecz nie mniejszej niż **30%**, klasę odporności ogniowej (**E**), wówczas odległość między tą ścianą lub jej częścią a ścianą zewnętrzną drugiego budynku należy zwiększyć w stosunku do określonej w **tabeli 2** i punkcie nr 1 o **50%**,
- 4) jeżeli ściana zewnętrzna budynku ma na powierzchni mniejszej niż **30%** klasę odporności ogniowej „**E**”, wówczas odległość między tą ścianą lub jej częścią a ścianą zewnętrzną drugiego budynku należy zwiększyć w stosunku do określonej w **tabeli 2** i punkcie nr 1 o **100%**
- 5) odległość między ścianami zewnętrznymi budynków lub częściami tych ścian może być zmniejszona o **50%** w stosunku do określonej w **tabeli 2** i punktach 1– 4, jeżeli we wszystkich strefach pożarowych budynków, przylegających odpowiednio do tych ścian lub ich części, są stosowane stałe urządzenia gaśnicze wodne  
.  
.
- 10) W pasie terenu o szerokości określonej w ust. 1-7, otaczającym ściany zewnętrzne budynku, niebędące ścianami oddzielenia przeciwpożarowego, ściany zewnętrzne innego budynku powinny spełniać wymagania określone w **tabeli 3** dla ścian oddzielenia przeciwpożarowego obu budynków ( **nie dotyczy budynków, które mają ściany zewnętrzne tworzące między sobą kąt nie mniejszy niż 120°**).
- 11) Wymaganie, o którym mowa w ust. 10, dotyczy pasa terenu o szerokości zmniejszonej o **50%** w odniesieniu do tych ścian zewnętrznych obu budynków, które tworzą między sobą kąt **60°** lub większy, lecz mniejszy niż **120°**.

# **PODSTAWOWE ODLEGŁOŚCI MIĘDZY ŚCIANAMI BUDYNKÓW OKREŚLONE W § 271 RMI W SPRAWIE WRUKNÓW TECHNICZNYCH**



Rodzaj budynku	ZL	IN	PM		
			$Q \leq 1000$	$1000 < Q \leq 4000$	$Q > 4000$
ZL	8	8	8	15	20
IN	8	8	8	15	20
PM $Q \leq 1000$	8	8	8	15	20
PM $1000 < Q \leq 4000$	15	15	15	15	20
PM $Q > 4000$	20	20	20	20	20

Rodzaj budynku	ZL	IN	PM		
			$Q \leq 1000$	$1000 < Q \leq 4000$	$Q > 4000$
ZL	8	8	8	15	20
IN	8	8	8	15	20
PM $Q \leq 1000$	8	8	8	15	20
PM $1000 < Q \leq 4000$	15	15	15	15	20
PM $Q > 4000$	20	20	20	20	20



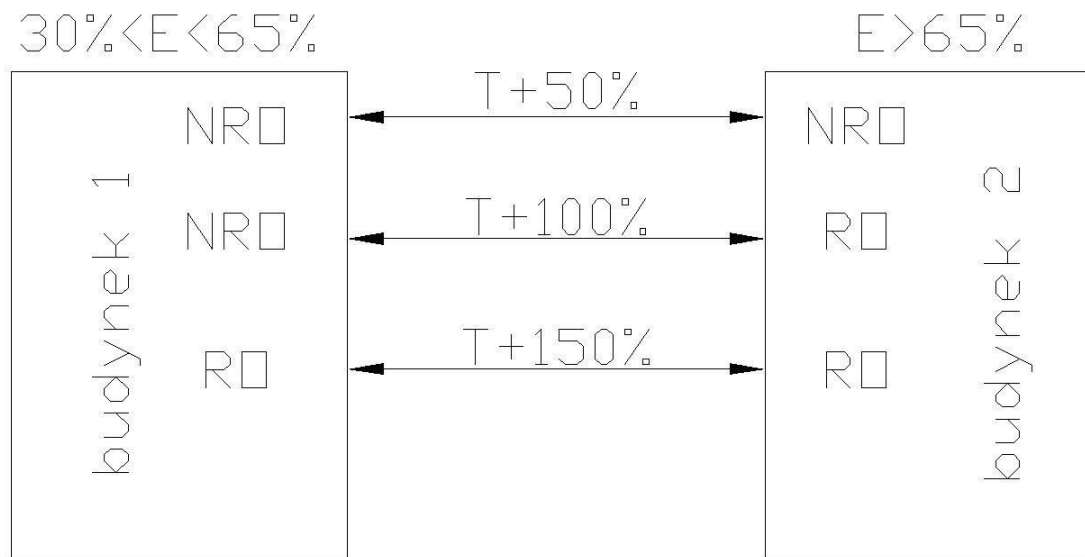
**gdzie:**

**E – izolacyjność ogniowa**

**T – dane zaczerpnięte z tabeli**

**RO – dotyczy ściany, dachu lub obydwu tych elementów jednocześnie**

Rodzaj budynku	ZL	IN	PM		
			$Q \leq 1000$	$1000 < Q \leq 4000$	$Q > 4000$
ZL	8	8	8	15	20
IN	8	8	8	15	20
PM $Q \leq 1000$	8	8	8	15	20
PM $1000 < Q \leq 4000$	15	15	15	15	20
PM $Q > 4000$	20	20	20	20	20



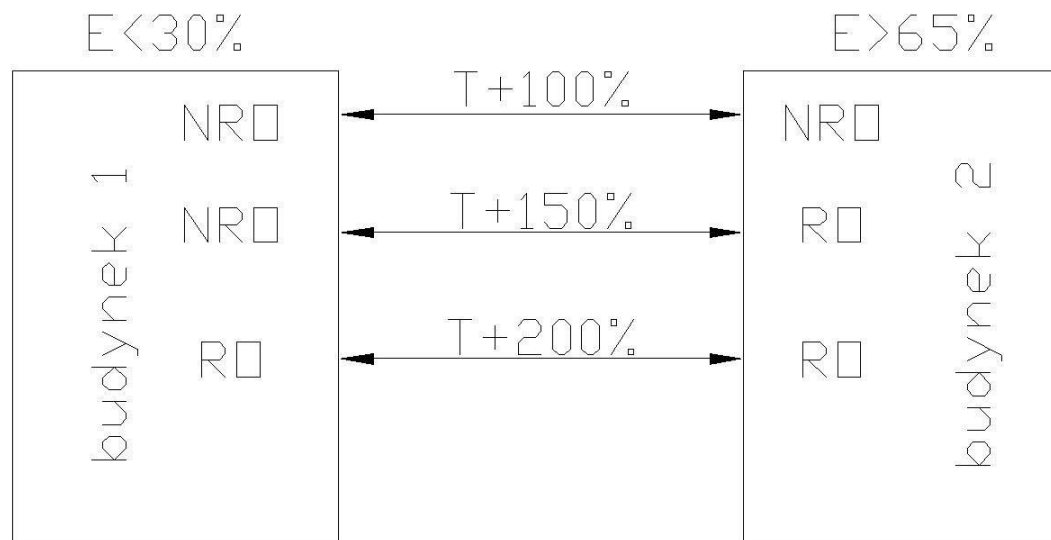
**gdzie:**

**E – izolacyjność ogniowa**

**T – dane zaczerpnięte z tabeli**

**RO – dotyczy ściany, dachu lub obydwu tych elementów jednocześnie**

Rodzaj budynku	ZL	IN	PM		
			$Q \leq 1000$	$1000 < Q \leq 4000$	$Q > 4000$
ZL	8	8	8	15	20
IN	8	8	8	15	20
PM $Q \leq 1000$	8	8	8	15	20
PM $1000 < Q \leq 4000$	15	15	15	15	20
PM $Q > 4000$	20	20	20	20	20



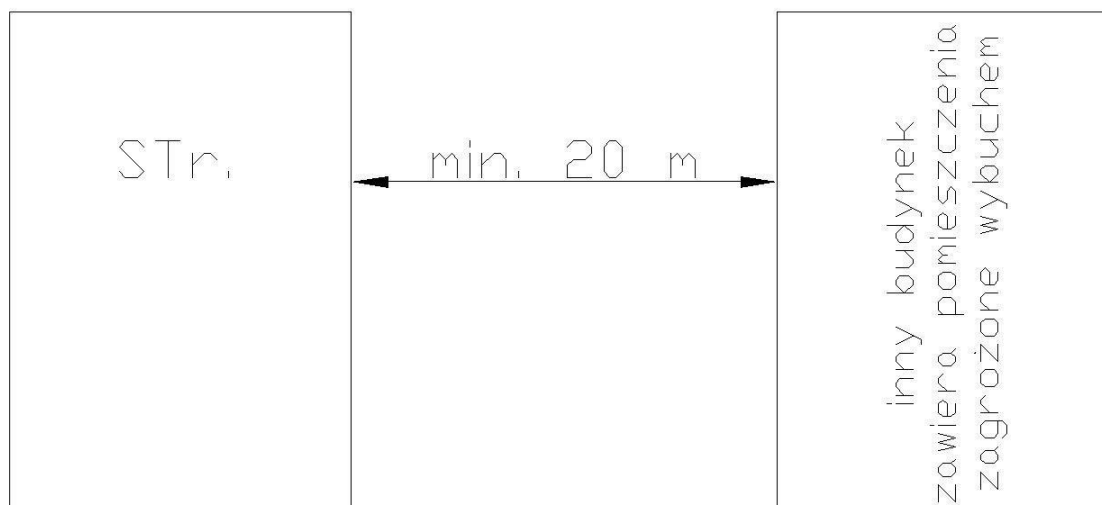
**gdzie:**

**E – izolacyjność ogniowa**

**T – dane zaczerpnięte z tabeli**

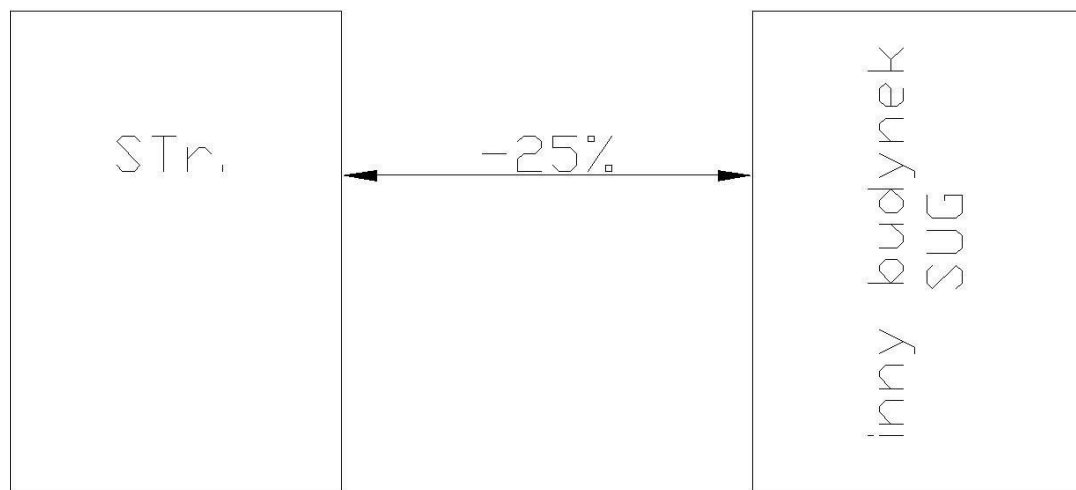
**RO – dotyczy ściany, dachu lub obydwu tych elementów jednocześnie**

Za pomieszczenie zagrożone wybuchem, zgodnie z Rozporządzeniem MSW i A z dnia 7 czerwca 2010 roku sprawie ochrony ppoż. budynków, innych obiektów budowlanych i terenów [Dz. U. Nr 109/2010 poz. 719 ] należy rozumieć pomieszczenia, w których spodziewany przyrost ciśnienia  $\Delta P \geq 5$  kPa.



**20 m jest minimalną odległością i może zostać zwiększona jeżeli występuje przypadek omówiony na poprzednich slajdach**

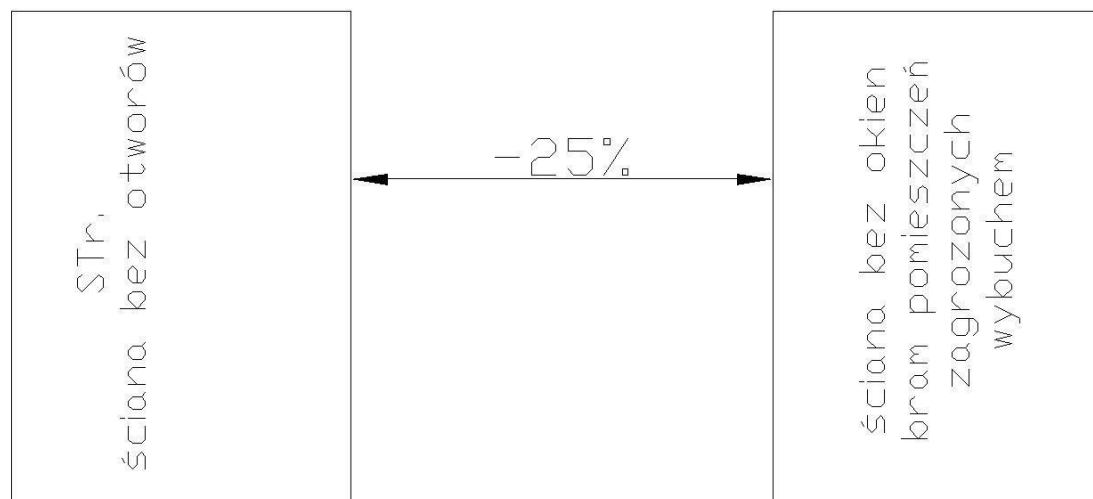
Rodzaj budynku	ZL	IN	PM		
			$Q \leq 1000$	$1000 < Q \leq 4000$	$Q > 4000$
ZL	8	8	8	15	20
IN	8	8	8	15	20
PM $Q \leq 1000$	8	8	8	15	20
PM $1000 < Q \leq 4000$	15	15	15	15	20
PM $Q > 4000$	20	20	20	20	20



**Odległość może być zmniejszona o 25% w odniesieniu do przypadków omówionych na poprzednich slajdach**



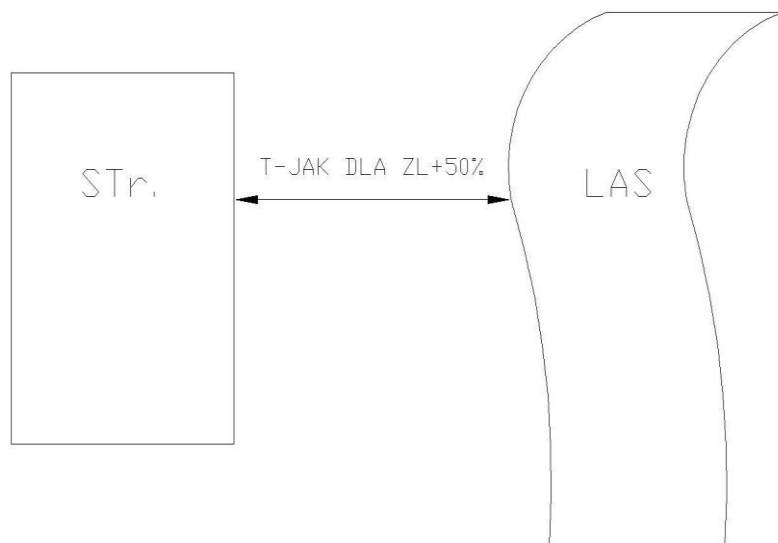
Rodzaj budynku	ZL	IN	PM		
			$Q \leq 1000$	$1000 < Q \leq 4000$	$Q > 4000$
ZL	8	8	8	15	20
IN	8	8	8	15	20
PM $Q \leq 1000$	8	8	8	15	20
PM $1000 < Q \leq 4000$	15	15	15	15	20
PM $Q > 4000$	20	20	20	20	20



**Odległość może być zmniejszona o 25% w odniesieniu do przypadków omówionych na poprzednich slajdach**

Wyjątki w tym zakresie określa § 271 ust. 8a RMI w sprawie WT  
Zostanie to wyjaśnione w dalszej części wykładu.

### Przykład



Należy wyznaczyć wymaganą odległość od ściany lasu kontenerowej stacji transformatorowej o  $Q_d = 2500 \text{ MJ/m}^2$ .

Ponieważ las jest traktowany jako budynek **ZL**, którego podstawowa odległość od budynku **PM** wynosi **15 m**, zatem wymagana odległość ściany stacji transformatorowej od ściany lasu nie może być mniejsza od  $15 \cdot 1,5 = 22,5 \text{ m}$ .

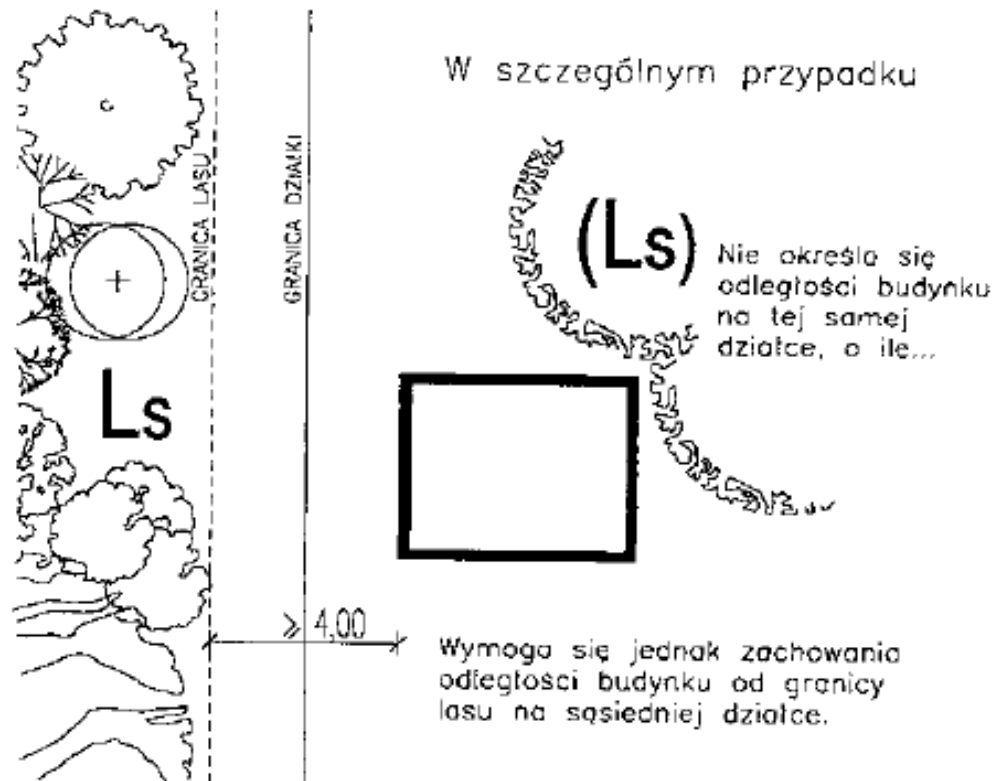
Gdyby zamiast stacji wznoszony był budynek **ZL**, odległość zmniejszyła by się do  $1,5 \cdot 8 = 12 \text{ m}$ .

Rodzaj budynku	ZL	IN	PM		
			$Q \leq 1000$	$1000 < Q \leq 4000$	$Q > 4000$
ZL	8	8	8	15	20
IN	8	8	8	15	20
PM $Q \leq 1000$	8	8	8	15	20
PM $1000 < Q \leq 4000$	15	15	15	15	20
PM $Q > 4000$	20	20	20	20	20

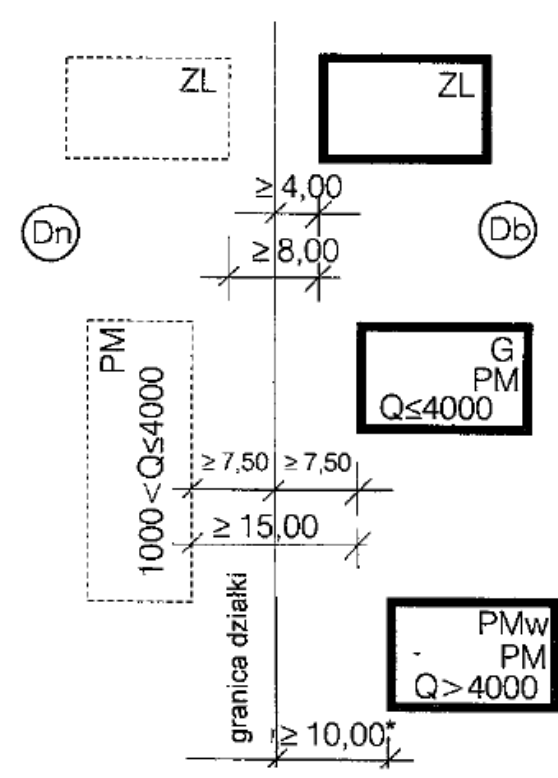
**UWAGA- TEREN PRZEWIDZIANY POD ZALESIENIE ZGODNIE OBOWIAZUJĄCYMI PRZEPISAMI JEST TRAKTOWANY JAKO LAS**

Zgodnie z § 271 ust. 8a RMI w sprawie WT, najmniejsza odległość budynków wymienionych w § 213, wykonanych z elementów nierozprzestrzeniających ognia, niezawierających pomieszczeń zagrożonych wybuchem oraz posiadających klasę odporności pożarowej wyższą niż wymagana zgodnie z § 212, od granicy (konturu) lasu zlokalizowanej na:

- 1) sąsiedniej działce - wynosi **4 m**,
- 2) działce, na której sytuuje się budynek - nie określa się - jeżeli teren, na którym znajduje się granica (kontur) lasu, przeznaczony jest w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego pod zabudowę niezwiązaną z produkcją leśną, a w przypadku braku planu miejscowego - grunty leśne są objęte zgodą na zmianę przeznaczenia na cele nieleśne uzyskaną przy sporządzaniu miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego.....



**§ 272 ust.1 Rozporządzenia** odległość ściany zewnętrznej wznoszonego budynku musi wnosić od granicy działki co najmniej połowę odległości określonej w **§ 272 ust.1 -7**

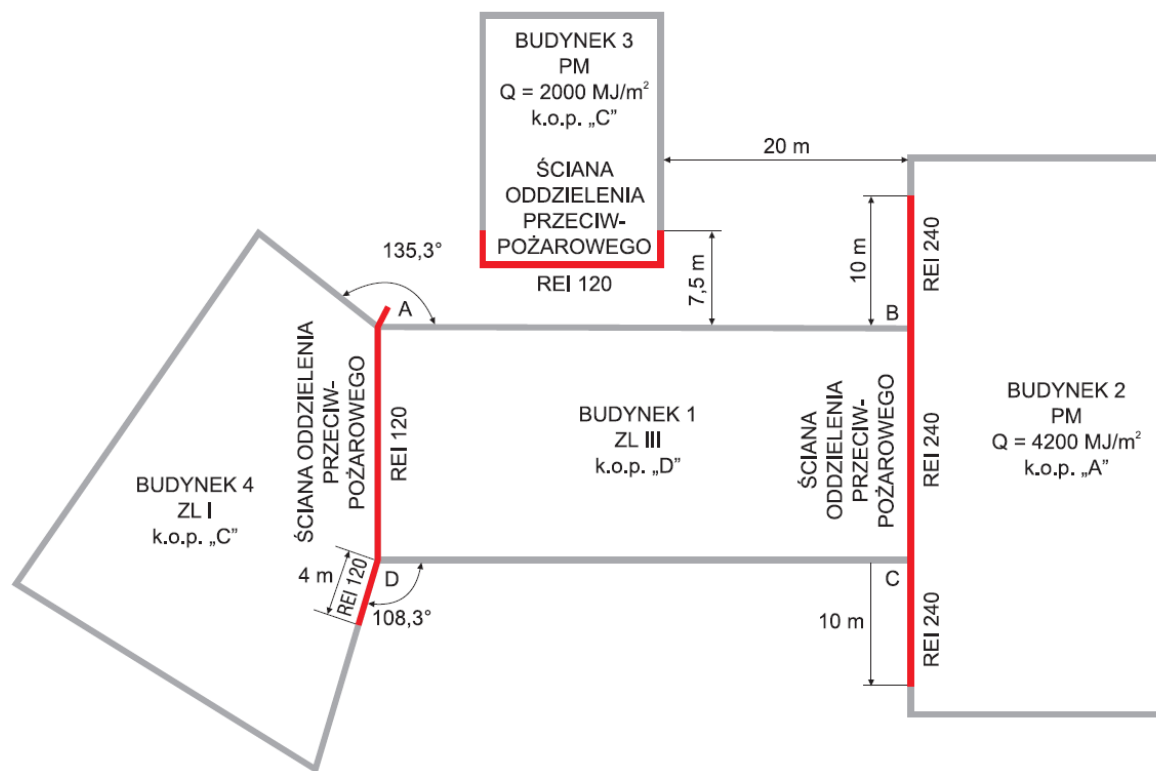


Projektowany budynek na działce budowlanej (**Db**) powinien mieć zachowaną odległość jak by na działce niezabudowanej (**Dn**), zgodnie z planem miejscowym miał być w przyszłości zlokalizowany budynek. W przypadku przeznaczenia pod budowę budynku **PM** należy przyjmować: **1000 < Q<sub>d</sub> < 4000 MJ/m<sup>2</sup>**. Jeżeli brak jest planu miejscowego, należy zakładać budynek **ZL** mający szczelność ogniową **E** na co najmniej **65%** powierzchni ściany. Późniejsza lokalizacja budynku na działce **Dn** będzie wymagała zachowania odległości od budynku posadowionych na działce **Db**.

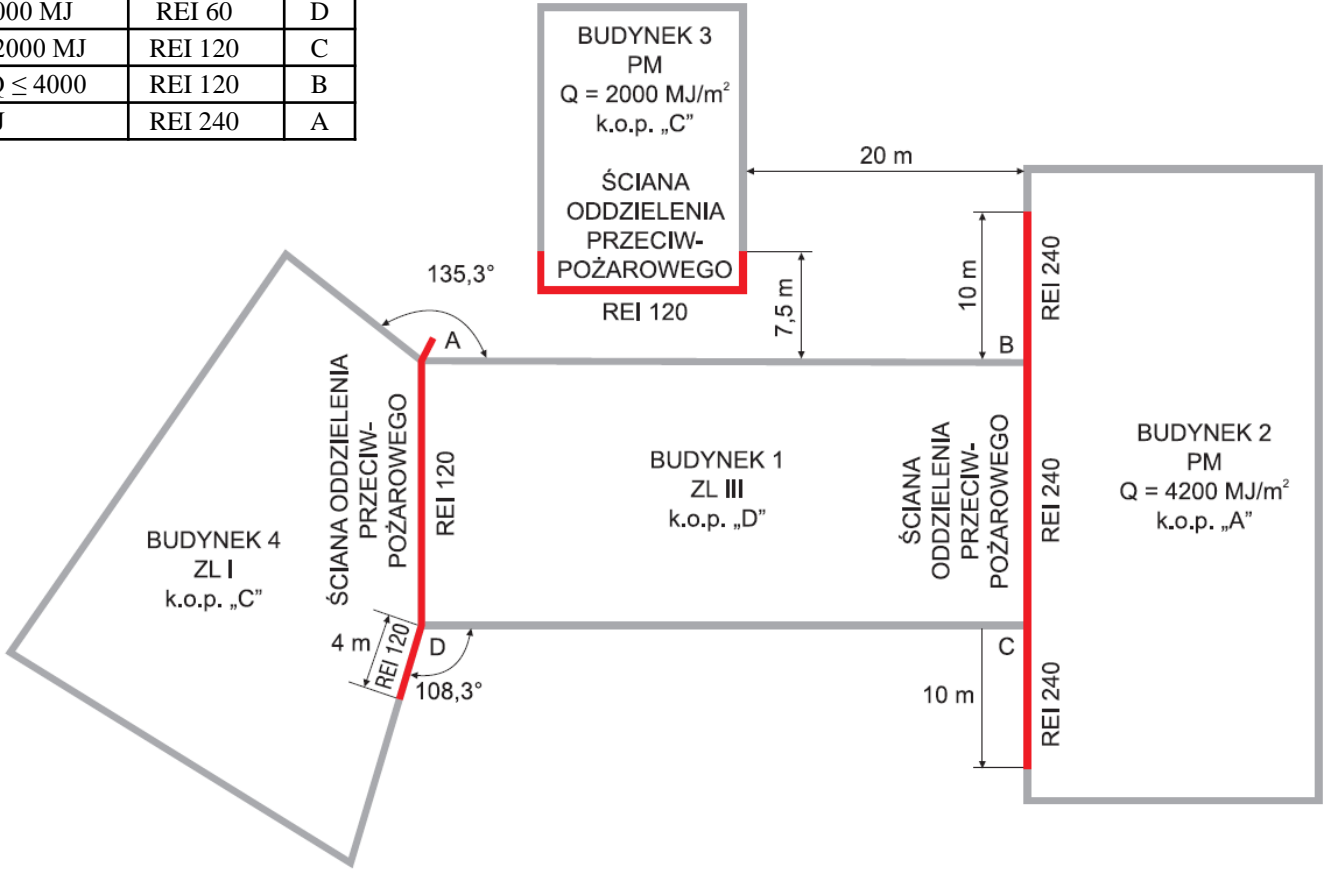
**\*) Jeżeli odległość 10 m została by zwiększona do 12,5 m to na Dn można by posadowić budynek PM w odległości 7,5 m o dowolnej gęstości obciążenia ogniowego**

Praktyczne zastosowanie wymagań określonych w § 235 oraz § 271 rozporządzenia RMI w sprawie WT przedstawia rysunek. Ponieważ **budynki 1 oraz 4** tworzą z jednej strony **kąt  $135,3^\circ > 120^\circ$** , zgodnie z § 271 ust.12 wymagania dot. ściany oddzielenia lub pasa ppoż. nie dotyczą. Natomiast z **drugiej strony budynki te tworzą kąt  $108,3^\circ$**  co zgodnie § 271 ust. 11 wymusza zastosowanie ściany oddzielenia pożarowego równej połowie wymaganej odległości pomiędzy tymi budynkami czyli  **$0,5 \cdot 8 = 4 \text{ m}$** .

Budynek 3 jest kontenerową stacją transformatorową o gęstości obciążenia  **$1000 \text{ MJ/m}^2 < Q_d < 4000 \text{ MJ/m}^2$**  przez co odległość budynków 3 oraz 1 nie może być mniejsza **od 15 m**. Korzystając z ust. 11 § 271 RMI w sprawie WT (budynki tworzą między sobą kąt  $90^\circ$ ) odległość tę można zmniejszyć o **50 %**, czyli do **7,5 m** w przypadku wykonania ściany stacji transformatorowej jako ściany oddzielenia pożarowego. Wymaganie mniejszej odległości między tymi budynkami wymaga zachowania odległości **7,5 m** do granicy ściany oddzielenia pożarowego.



$Q \leq 500 \text{ MJ}$	REI 60	E
$500 < Q \leq 1000 \text{ MJ}$	REI 60	D
$1000 < Q \leq 2000 \text{ MJ}$	REI 120	C
$2000 \text{ MJ} < Q \leq 4000$	REI 120	B
$Q > 4000 \text{ MJ}$	REI 240	A



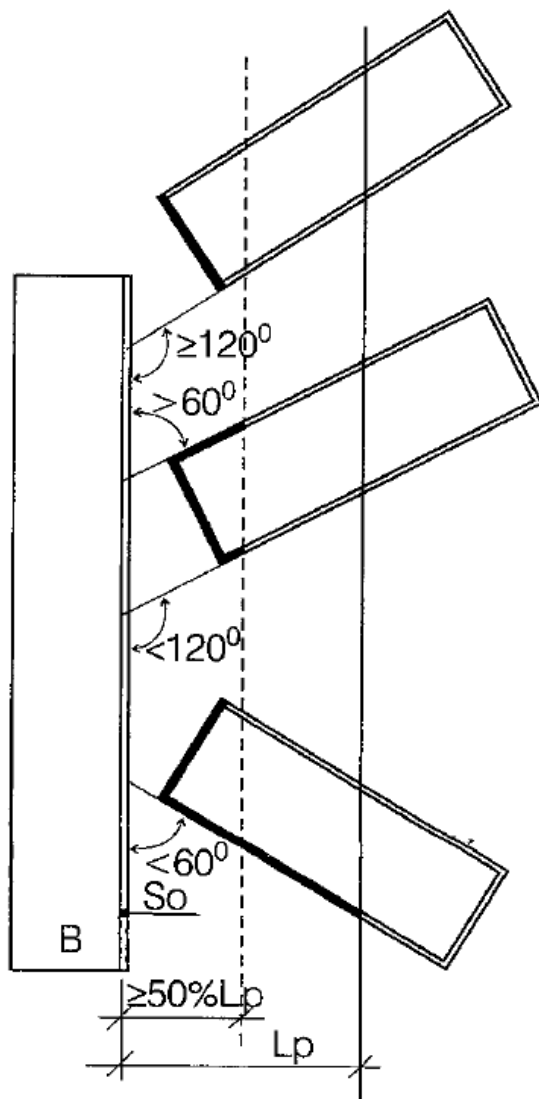
Rodzaj budynku	ZL	IN	PM		
			$Q \leq 1000$	$1000 < Q \leq 4000$	$Q > 4000$
ZL	8	8	8	15	20
IN	8	8	8	15	20
PM $Q \leq 1000$	8	8	8	15	20
PM $1000 < Q \leq 4000$	15	15	15	15	20
PM $Q > 4000$	20	20	20	20	20

# WYMAGANIA PRZY KĄTOWYM USTAWIENIU BUDYNKÓW

Rodzaj budynku	ZL	IN	PM		
			$Q \leq 1000$	$1000 < Q \leq 4000$	$Q > 4000$
ZL	8	8	8	15	20
IN	8	8	8	15	20
PM $Q \leq 1000$	8	8	8	15	20
PM $1000 < Q \leq 4000$	15	15	15	15	20
PM $Q > 4000$	20	20	20	20	20

$Q \leq 500$ MJ	REI 60	E
$500 < Q \leq 1000$ MJ	REI 60	D
$1000 < Q \leq 2000$ MJ	REI 120	C
$2000 \text{ MJ} < Q \leq 4000$	REI 120	B
$Q > 4000$ MJ	REI 240	A

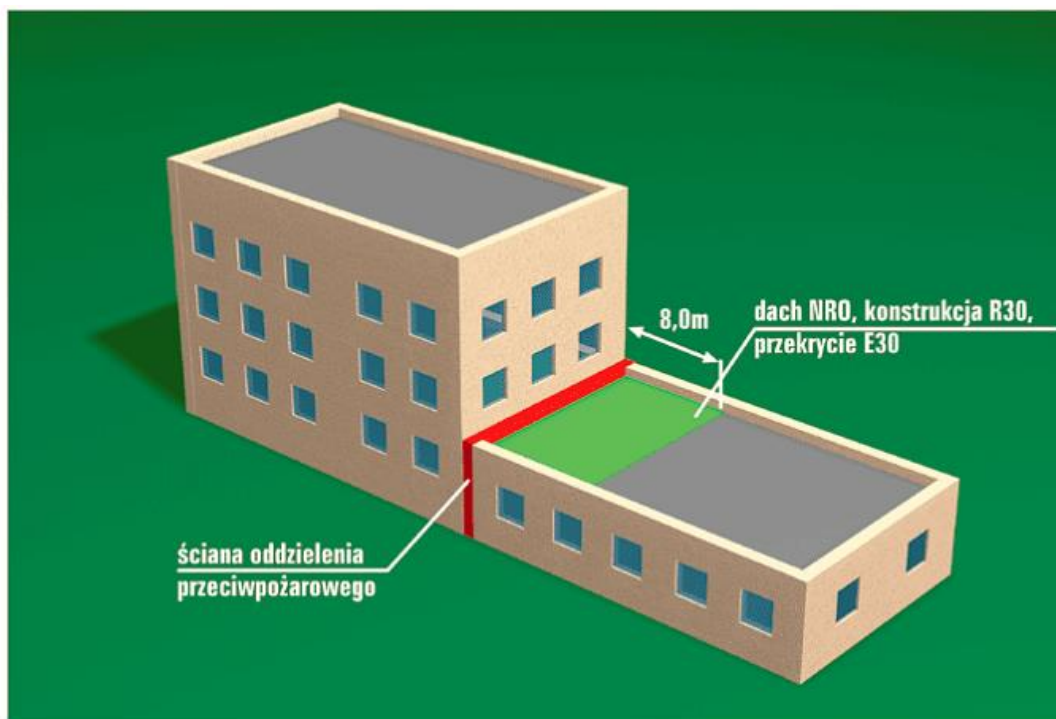
**ust. 11 § 271 RMI** w sprawie WT przy kącie  $60^\circ \leq \alpha \leq 120^\circ$  odległości mogą zostać zmniejszone do **50%** określonych w **tabeli 1**, pod warunkiem wykonania ściany budynku o wymaganej podporności ogniowej



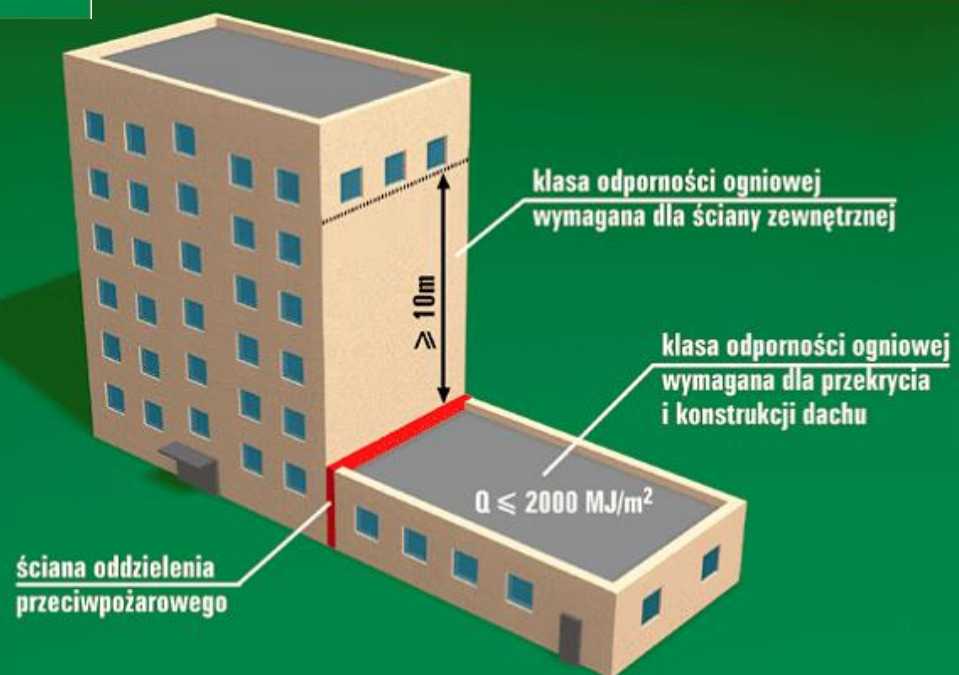
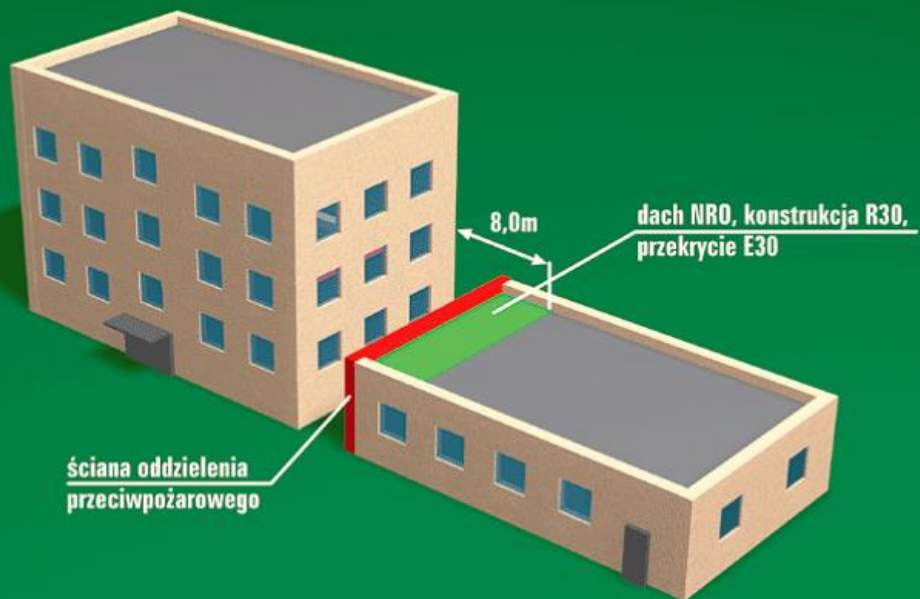
# DACH BUDYNKU NIŻSZEGO

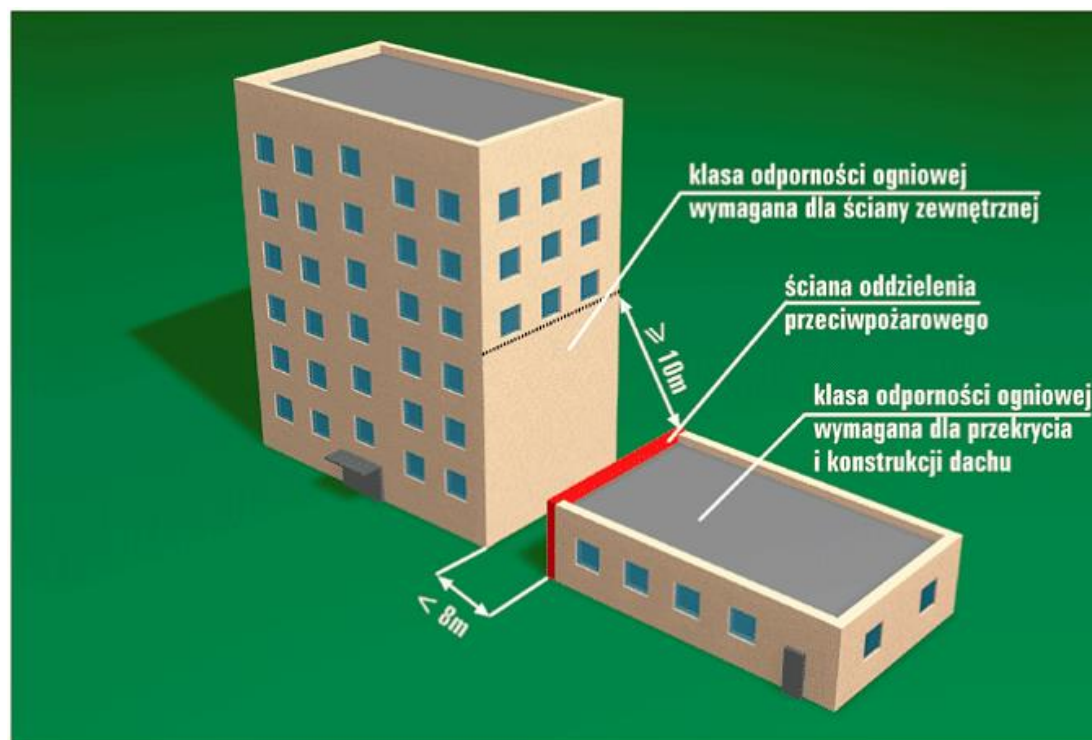
Przekrycie dachu budynku niższego, usytuowanego bliżej niż **8 m** lub przyległego do ściany z otworami budynku wyższego, z wyjątkiem przypadków wymienionych w §273 ust. 1, w pasie o szerokości **8 m** od tej ściany powinno być nierozprzestrzeniające ognia oraz w pasie tym:

- konstrukcja dachu powinna mieć klasę odporności ogniowej co najmniej **R 30**,
- przekrycie dachu powinno mieć klasę odporności ogniowej co najmniej **R E 30**.









Zgodnie z §213 RMI w sprawie WT, wymagania , o których mowa w tabeli 3, nie obowiązują dla budynków:

1. o wysokości nie większej niż **3 kondygnacje** nadziemne włącznie:
  - a) mieszkalnych: jednorodzinnych, zagrodowych i rekreacji indywidualnej
  - b) mieszkalnych i administracyjnych w gospodarstwach leśnych,
2. wolnostojących do dwóch kondygnacji nadziemnych włącznie:
  - a) o kubaturze brutto do **1500 m<sup>3</sup>** przeznaczonych do celów turystyki i wypoczynku
  - b) gospodarczych o zabudowie jednorodzinnej i zagrodowej oraz w gospodarstwach leśnych
  - c) o kubaturze brutto do **1000 m<sup>3</sup>** przeznaczonych do wykonywania zawodu lub działalności usługowej i handlowej, także z częścią mieszkalną
3. wolnostojących garaży o liczbie stanowisk postojowych nie większej niż **2**,
4. inwentarskich o kubaturze do **1500 m<sup>3</sup>**.

**Uwaga**  
*Słupowa stacja transformatorowa zgodnie z definicją nie jest ona budynkiem przez co nie podlega uzgodnieniu pod względem ppoż.. Odległość posadowienia słupowej stacji transformatorowej od budynków lub innych elementów terenowych musi spełniać ogólne wymagania przepisów elektrycznych.*

**Zgodnie § 271.13 Rozporządzenia MI w sprawie WT otwarte składowisko, ze względu na usytuowanie, należy traktować jak budynek PM.**

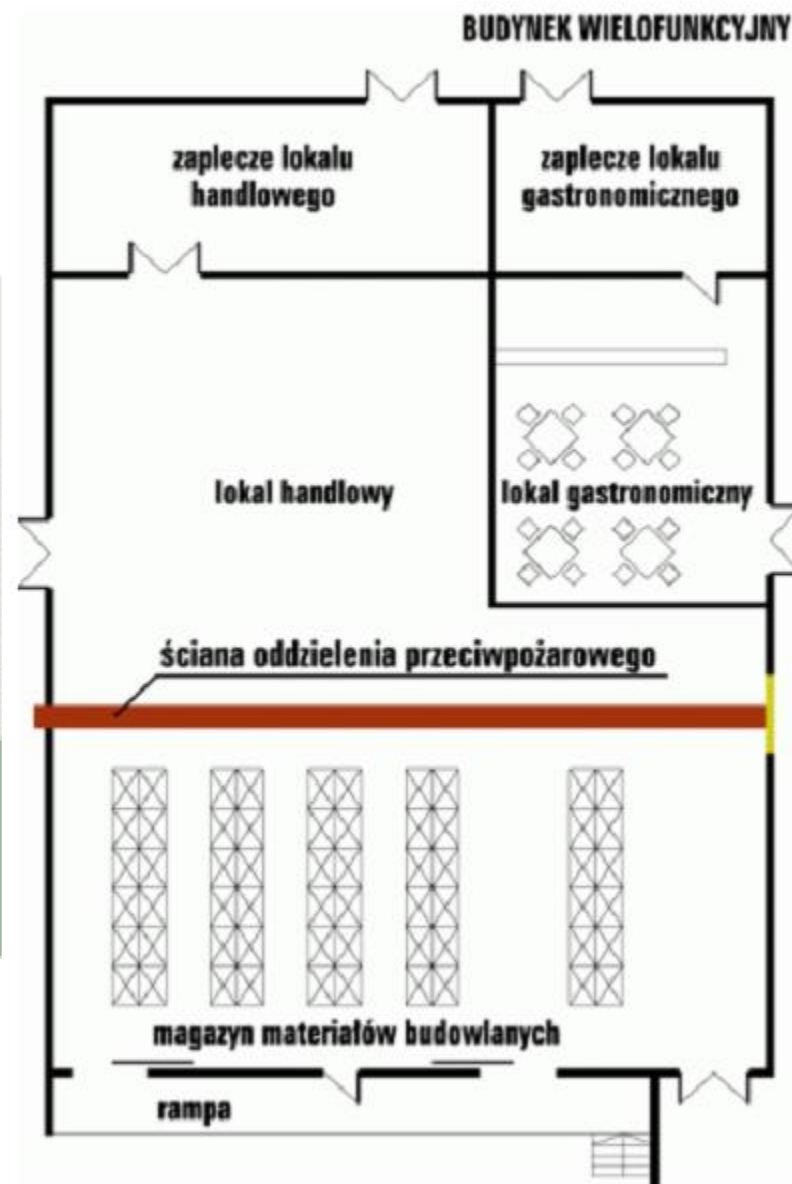
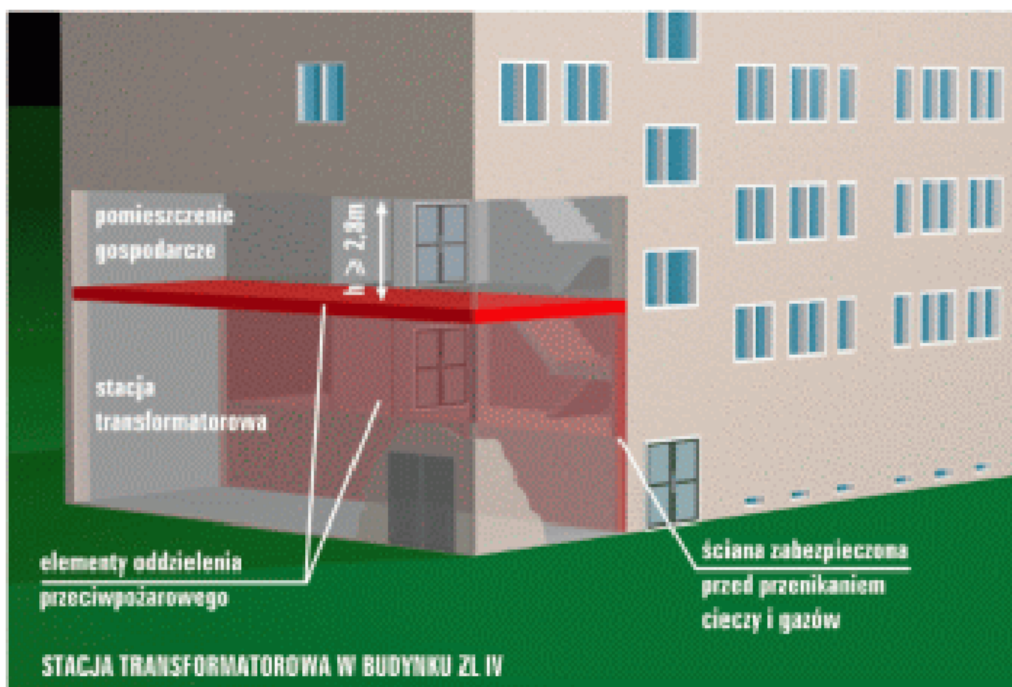
**W przypadku umieszczania stacji transformatorowej w budynku o innym przeznaczeniu należy spełniać następujące warunki:**

- 1) zachować odległość poziomą i pionową od pomieszczeń przeznaczonych na stały pobyt ludzi co najmniej 2,8 m,**
- 2) ściany i stropy będą stanowiły oddzielenia przeciwpożarowe oraz będą miały zabezpieczenia przed przedostawaniem się cieczy i gazów.**

Przedstawione w **tabeli 2** odległości nie dotyczą następujących przypadków :

- ściana stacji lub sąsiedniego budynku jest ścianą oddzielenia przeciwpożarowego właściwą dla obydwu budynków;
- budynki są oddzielone od siebie ścianą oddzielenia przeciwpożarowego spełniającą wymagania dla obydwu budynków;
- ściany stacji i budynku tworzą między sobą kąt nie mniejszy niż  $120^{\circ}$ ;
- stacja i budynek położone są na jednej działce budowlanej i jeżeli łączna powierzchnia wewnętrzna obu budynków nie przekracza dopuszczalnej powierzchni strefy pożarowej wymaganej dla każdego z znajdujących się na tej działce rodzajów budynków.

**Odległość ściany zewnętrznej stacji od granicy sąsiedniej działki powinna wynosić co najmniej połowę odległości w myśl dotychczas przedstawionych wymagań przyjmując, że na działce niezabudowanej będzie wznoszony budynek o przeznaczeniu zgodnym z miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego, a jeżeli będzie to budynek PM, należy przyjmować  $1000 \text{ MJ/m}^2 \leq Q_d \leq 4000 \text{ MJ/m}^2$ , w przypadku braku takiego planu- budynek ZL, którego ściany nie są ścianami oddzielenia ppoż. ale mają na powierzchni większej niż 65% klasę odporności ogniowej określoną w RMI w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.**



Odległość budynku stacji transformatorowej od zbiorników naziemnych oraz od innych obiektów technologicznych należy przyjmować zgodnie z wymaganiami Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 21 listopada 2005 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać bazy i stacje paliw płynnych, rurociągi przesyłowe dalekosiężne służące do transportu ropy naftowej i produktów naftowych i ich usytuowanie [Dz. U. Nr 243/2005 poz. 2063 z późniejszymi zmianami].

Odległość budynkowej stacji transformatorowej od naziemnego zbiornika oleju opałowego przeznaczonego na własne potrzeby, zgodnie z §11 ust. 2 p. 2. Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 roku w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów [Dz. U. Nr 109/2010 poz. 719 z późniejszymi zmianami], nie może być mniejsza od 5 m.

Odległość budynkowej stacji transformatorowej od stacji gazowej zgodnie z §24 Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 36 kwietnia 2013 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać sieci gazowe [Dz. U. z 2013 roku poz. 640], powinna być większa od spodziewanego zasięgu strefy zagrożonej wybuchem wyznaczonej dla stacji gazowej.  
Takie same wymagania stawia się dla tłoczni gazu.

**§ 273.** 1. Odległości między ścianami zewnętrznymi budynków położonych na jednej działce budowlanej nie ustala się, z zastrzeżeniem **§ 249 ust. 6**, jeżeli łączna powierzchnia wewnętrzna tych budynków nie przekracza najmniejszej dopuszczalnej powierzchni strefy pożarowej wymaganej dla każdego ze znajdujących się na tej działce rodzajów budynków.

2. Odległość zbiornika naziemnego oleju opałowego zasilającego kotłownię od budynku **ZL** powinna wynosić co najmniej **10 m**.

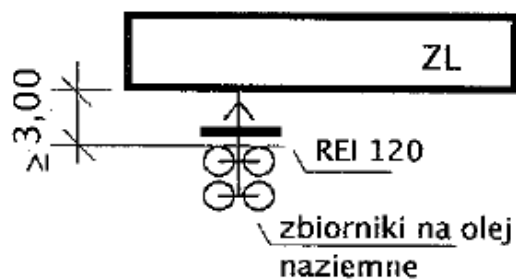
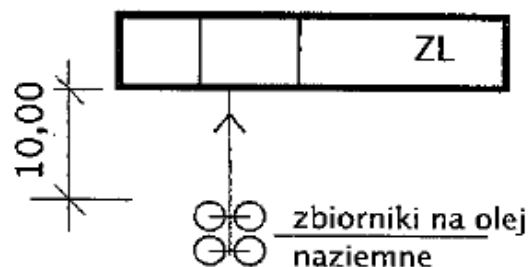
3. Dopuszcza się zmniejszenie odległości, o których mowa w ust. 2, do 3 m, pod warunkiem wykonania ściany zewnętrznej budynku od strony zbiornika jako ściany oddzielenia przeciwpożarowego o klasie odporności ogniowej co najmniej **R E I 120** lub wykonania takiej ściany pomiędzy budynkiem a zbiornikiem.

4. Zbiorniki, o których mowa w ust. 3, powinny być wykonane jako stalowe dwupłaszczowe lub być lokalizowane na terenie ukształtowanym w formie niecki, o pojemności większej od pojemności zbiornika, z izolacją uniemożliwiającą przedostawanie się oleju do gruntu.

5. Odległość budynku **ZL** od zbiornika podziemnego oleju opałowego, przykrytego warstwą ziemi o grubości nie mniejszej niż **0,5 m**, powinna wynosić co najmniej **3 m**, a od urządzenia spustowego, oddechowego i pomiarowego tego zbiornika - co najmniej **10 m**.

6. Odległości budynków **PM** i **IN** wykonanych z materiałów niepalnych od zbiorników i ich urządzeń, o których mowa w ust. 5, powinny wynosić co najmniej **3 m**.

# GRAFICZNE ZOBRAZOWANIE WYMAGAŃ OKREŚLONYCH W § 273 RMI W SPRAWIE WT



Zgodnie z §11 *Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 roku w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów* [Dz. U. Nr 109/2010 poz. 719],

1. dopuszcza się przechowywanie paliw płynnych **klasy III**, na potrzeby własne użytkownika, w zbiorniku naziemnym dwupłaszczowym o pojemności do **5 m<sup>3</sup>**.
2. Zbiornik do przechowywania paliw płynnych **klasy III** na potrzeby własne użytkownika, o którym mowa w ust. 1, należy sytuować z zachowaniem następujących odległości:
  - a) **10 m** - od budynków mieszkalnych i budynków użyteczności publicznej;
  - b) **5 m** - od innych obiektów budowlanych i od granicy działki sąsiedniej.

Klasa III paliwa płynnego  $\Rightarrow$  temperatura zapłonu  $55^{\circ} \leq T \leq 100^{\circ} \text{ C}$



Gęstość obciążenia ogniowego budynkowej stacji transformatorowej powinna zostać podana przez producenta w DTR stacji.

W przypadku braku informacji w tym zakresie można wyznaczyć ją na podstawie normy ***PN-B –02852: 2001 Ochrona pożarowa budynków. Obliczanie gęstości obciążenia oraz wyznaczanie względnego czasu trwania pożaru.***

Zgodnie z wymaganiami w/w normy, gęstość obciążenia ogniowego należy obliczyć z wykorzystaniem następującego wzoru:

$$Q_d = \frac{1}{A} \cdot \sum_{i=1}^n (q_{ci} \cdot m_i)$$

**gdzie:**

$Q_d$  - gęstość obciążenia ogniowego stacji transformatorowej, w [MJ/m<sup>2</sup>]

$n$  – liczba materiałów palnych zgromadzonych w budynku stacji, w [-]

$A$  – powierzchnia rzutu poziomego budynku stacji, w [m<sup>2</sup>]

$m_i$  - masa poszczególnych materiałów palnych zgromadzonych w stacji, w [kg]

$q_{ci}$  - ciepło spalania poszczególnych materiałów palnych zgromadzonych w budynku stacji, w [MJ/kg] – dla oleju transformatorowego można przyjmować wartość  $Q_c = 48$  MJ/kg

## Przykład

Budynek stacji transformatorowej posiada powierzchnię rzutu poziomego  $F = 9,84 \text{ m}^2$  i jest wyposażony w transformator o mocy  $S = 630 \text{ KVA}$ , który zawiera 420 l oleju transformatorowego. Ciężar właściwy oleju transformatorowego wynosi  $0,82 \text{ kg/l}$ , ciepło spalania oleju transformatorowego wynosi  $Q_c \approx 48 \text{ MJ/kg}$ .

Określić minimalną odległość usytuowania budynku stacji transformatorowej od ściany lasu.

$$Q_d = \frac{Q_c * G}{F} = \frac{48 * 420 * 0,82}{9,84} = 1680 \text{ MJ} / \text{m}^2$$

Zgodnie z wymaganiami określonymi w **tabeli 2** oraz rysunkami zamieszczonymi pod **tabelą 2**, odległość budynku stacji nie może być mniejsza niż 150% odległości wymaganej dla budynku ZL w zależności od  $Q_d$  budynku stacji:  $15 * 1,5 = 22,5 \text{ m}$ .

Budynek stacji zgodnie z wymaganiami określonymi w **tabeli 3** musi posiadać klasę odporności pożarowej „C”, natomiast klasa odporności ogniowej elementów oddzielenia ścian i stropów nie może być niższa niż **REI 120**.

### **Uwaga!**

W obliczeniach obciążenia ogniowego stacji pominięte zostały pozostałe elementy wyposażenia z uwagi na ich pomijalny wpływ na końcową wartość obciążenia ogniowego.

W odniesieniu do stacji wyposażonych w transformatory suche oraz rozdzielnic przyjmuje się gęstość obciążenia ogniowego  $Q \leq 500 \text{ MJ/m}^2$ .

Lp.	Typ stacji	Pow. Budynku Stacji [ $\text{m}^2$ ]	Moc transformatora [kVA]									
			1000		630		400		250		160	
			Ilość Oleju [kg]	$Q_d$ [MJ/m $^2$ ]	Ilość Oleju [kg]	$Q_d$ [MJ/m $^2$ ]	Ilość Oleju [kg]	$Q_d$ [MJ/m $^2$ ]	Ilość Oleju [kg]	$Q_d$ [MJ/m $^2$ ]	Ilość Oleju [kg]	$Q_d$ [MJ/m $^2$ ]
1	STLm-1b	2,26	-	-	345	-	240	5097	175	3717	145	3080
2	STLm-2b	5,27	-	-	345	3142	240	2186	175	1594	145	1321
3	STLm-3	6,72	450	3080	345	2464	240	1714	175	1250	145	1036
4	STLm-3,6	8,16	450	2536	345	2029	240	1412	175	1029	145	853
5	STLm-4	9,84	450	2195	345	1683	240	1171	175	854	145	707
6	STLm-5	11,52	450	1875	345	1438	240	1000	175	729	145	604
7	STLm-6	13,92	900	3103	690	2379	480	1655	350	1207	290	1000
8	STLm-7	16,78	900	2474	690	1974	480	1373	350	1000	290	830
9	STLm-8	19,23	900	2246	690	1722	480	1198	350	874	290	724

**Tabela 4:** Gęstości obciążenia ogniowego stacji transformatorowych STLm produkcji Elektromontaż Lublin [4]

**PODOBNE WYMAGANIA DOTYCZĄ ZESPOŁÓW PRĄDOTWÓRCZYCH.  
DECYDUJACYM CZYNNIKIEM JEST ILOŚĆ ZGROMADZONEGO OLEJU  
NAPĘDOWEGO W ZBIORNIKU ZESPOŁU PRĄDOTWÓRCZEGO, KTÓRA  
DECYDUJE O GĘSTOŚCI OBCIĄŻENIA OGNIOWEGO.**

***Będzie to szczegółowo omówione przez firmę  
AGREGATY POLSKA z Poznania***

**W PRZYPADKU SŁUPOWYCH STACJI TRANSFORMATOROWYCH  
OBOWIĄZUJĄ WYŁĄCZNIE PRZEPISY ELEKTRYCZNE.**

# DZIEKUJE ZA UWAGĘ I ZAPRASZAM DO WSPÓŁPRACY Z MIESIĘCZNIKIEM



2001 – 2022

Wyróżnionym przez prezesa SEP medalami:

***100 - LECIA SEP***

***im. inż. MICHAŁA DOLIWO - DOBROWOLSKIEGO***

oraz przez prezesa Poznańskiego Oddziału SEP, medalem:

***im. prof. JÓZEFA WĘGLARZA***

