



Poradnik

SYSTEMY ZASILANIA GWARANTOWANEGO I AWARYJNEGO



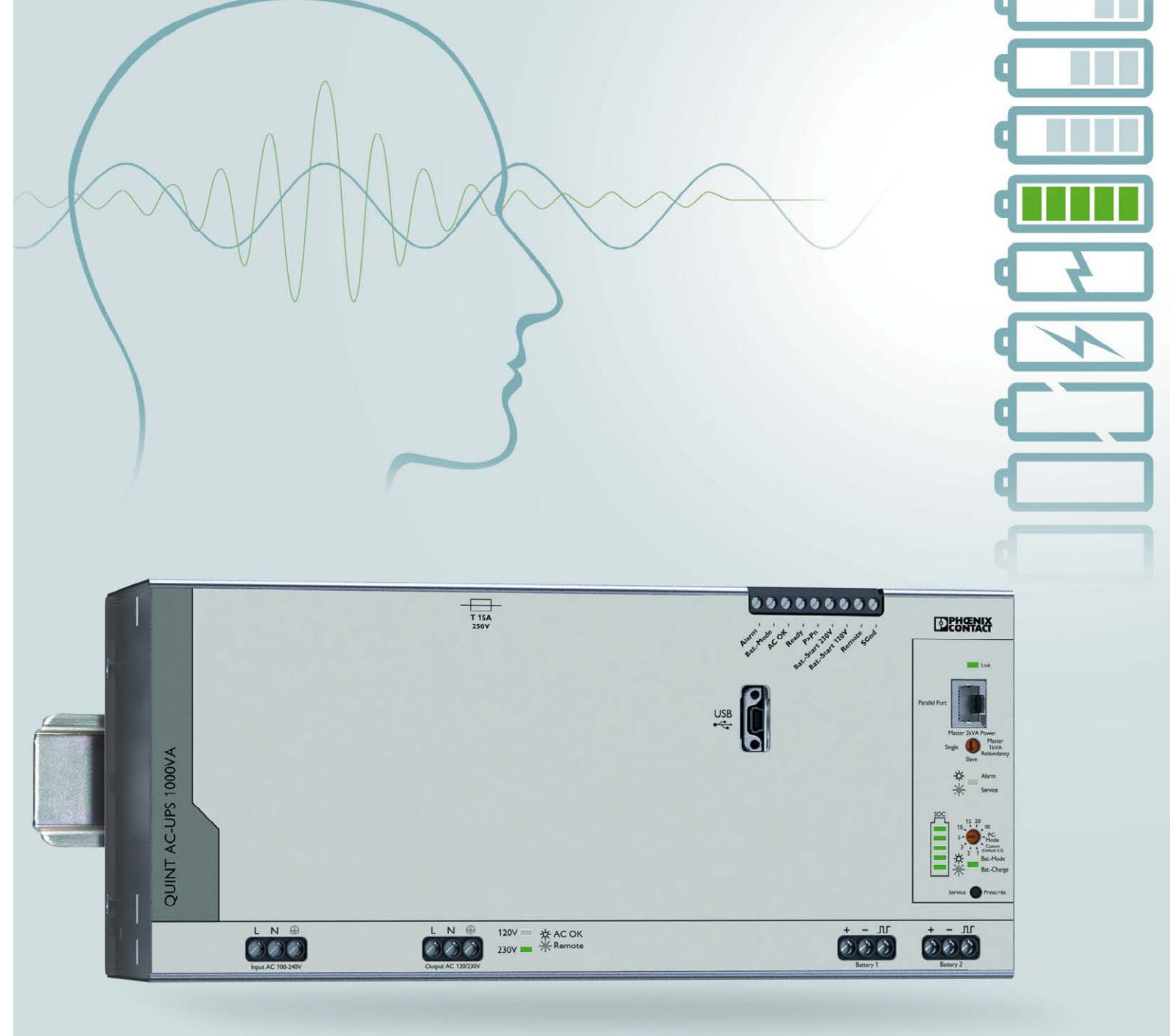
Zasilanie
nowoczesnych hoteli
w energię elektryczną

Dobór mocy źródeł
zasilania awaryjnego
i gwarantowanego

Projekt zasilania
awaryjnego budynku
jednorodzinnego



Zasilanie nowoczesnych hoteli w energię elektryczną – zagadnienia wybrane	4
UPS-y kompensacyjne. Nowa generacja profesjonalnych urządzeń zasilania bezprzerwowego produkcji Benning	8
Zasilanie gwarantowane w czasie niedoborów energii.	10
Uproszczony projekt układu zasilania awaryjnego kompleksu wypoczynkowego z wykorzystaniem zespołu prądowłórczego	14
Centralne i rozproszone systemy zasilania awaryjnego UPS – który wybrać?	22
Uproszczony projekt zasilania awaryjnego budynku jednorodzinnego.	24
Nowy zasilacz UPS Armac Office On-line PF1 Dust-Free. Dobra energia i doskonałe parametry.	32
Dobór mocy źródeł zasilania awaryjnego i gwarantowanego. Metodyka projektowania ochrony przeciwporażeniowej w instalacjach elektrycznych zasilanych z tych źródeł	34
Uproszczony projekt automatyki SZR z wydzieloną rozdzielnicą zasilania awaryjnego.	40
Riello UPS Multi Power2 MP2 300 i MP2 600	46
Zasady oświetlania awaryjnego garaży	48
Zastosowanie zasilaczy UPS i zespołów prądowłórczych w centrach przetwarzania danych.	52
Socomec Remote Xpert. Zmieniamy zasady gry w serwisie zasilaczy UPS.	56
Dobór zasilacza UPS do trudnych warunków eksploatacji	58
Lokalizacja zespołów prądowłórczych ze względu na hałas i odprowadzanie ciepła	62
UPS ze zintegrowanym zasilaczem i interfejsem USB	66
Ogólne wymagania dotyczące zasilania w energię elektryczną oraz stosowania nowoczesnych technologii informatycznych w służbie zdrowia.	68
Zasilacze przeznaczone dla przemysłu i IT.	72
Dobór mocy źródeł zasilania awaryjnego i gwarantowanego. Metodyka projektowania ochrony przeciwporażeniowej w instalacjach elektrycznych zasilanych z tych źródeł (2)	74
Zastosowanie zasilaczy UPS w układach zasilania urządzeń przeciwpożarowych	80
Katalog firm	86



Zasilacz UPS na szynę nośną

QUINT4-UPS/1AC/1AC/1KVA to zasilacz UPS do napięć 230V AC do montażu na szynę nośną. Dzięki topologii On-Line (VFI-SS-111) zapewni bezprzerwowe zasilanie podłączonych odbiorników i dostarczy czystą sinusoidę zarówno podczas pracy przy zasilaniu sieciowym jak i akumulatorowym. Gwarantuje optymalne wykorzystanie czasu podtrzymania i prewencyjny monitoring działania włącznie z określeniem prognozowanej żywotności zasobników energii. Może być połączony równolegle w celu redundancji lub zwiększenie mocy.

Aby uzyskać więcej informacji, zadzwoń pod numer **71 39 80 410** lub wejdź na stronę **phoenixcontact.pl**

Zasilanie nowoczesnych hoteli w energię elektryczną – zagadnienia wybrane

Hotelarstwo jest złożoną, wieloaspektową kategorią, ponieważ może być rozpatrywane jako dyscyplina wiedzy, rodzaj działalności usługowej oraz zespół jednostek świadczących usługi bytowe turystom. Z ekonomicznego punktu widzenia hotelarstwo jest specyficznym rodzajem działalności gospodarczej prowadzonej przez obiekty hotelarskie (np. hotele, motele i inne obiekty zbiorowego zakwaterowania), które świadczą usługi noclegowe i gastronomiczne oraz wiele usług dodatkowych (np. rekreacyjne, kosmetyczne, edukacyjne i inne) [1].

Hotel to ogromne wyzwanie zarówno pod względem architektonicznym, jak i logistycznym. Automatyka w takich obiektach to obecnie standard, który zapewnia funkcjonalność oraz maksymalny poziom komfortu. Inteligentny hotel, posiadający zintegrowany system zarządzania obiektem, służy przede wszystkim do obsługi i zaspokajania wszelkich potrzeb gości. Nowoczesny hotel to jednak nie tylko wygoda dla klientów, ale również niskie koszty eksploatacji [2, 3]. Szczegóły techniczne budowy jednego z hoteli zostały opisane w publikacji [2].

I Podstawowe wymagania prawne

Hotele oprócz potrzeb niższego rzędu – takich jak potrzeba odpoczynku, snu czy zaspokojenia głodu – zapewniają również poczucie bezpieczeństwa (zarówno osobistego, jak i mienia), są miejscem dostarczającym rozrywki i kontaktów interpersonalnych [4]. Mogą być wyposażone w basen, strefę SPA, salę kinową lub kręgielnię.

Nazwa hotel wywodzi się od łacińskiego słowa *hospes*, które oznacza gościa, jak również gospodarza. Hotel to obiekt, w którym podróżni mogą w zamian za wynagrodzenie skorzystać z noclegu i wyżywienia. Hotele są sklasyfikowane w różnych kategoriach, odpowiednio do stopnia luksusu i wygody [4].

STRESZCZENIE

W artykule omówiono podstawowe wymagania dla zasilania nowoczesnych hoteli i obiektów hotelarskich w energię elektryczną. Zwrócono uwagę na bezpieczeństwo pożarowe i zasilanie gwarantowane.

Słowa kluczowe: zasilanie w energię elektryczną, bezpieczeństwo pożarowe, zasilanie gwarantowane, zespół prądowłóczy, zespół kogeneracyjny.

Podstawowe wymagania dla obiektów hotelarskich zostały zebrane w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 19 sierpnia 2004 r. w sprawie obiektów hotelarskich i innych obiektów, w których są świadczone usługi hotelarskie [5]. Rozporządzenie to w szczególności określa:

- 1) wymagania dla poszczególnych rodzajów i kategorii obiektów hotelarskich co do wyposażenia oraz zakresu świadczonych usług, w tym usług gastronomicznych;
- 2) minimalne wymagania co do wyposażenia innych obiektów, w których są świadczone usługi hotelarskie;
- 3) warunki dopuszczenia odstępstw od wymagań, o których mowa w pkt. 1;
- 4) sposób dokumentowania spełnienia wymagań budowlanych, przeciwpożarowych i sanitarnych;
- 5) szczegółowe zasady i tryb zaliczania obiektów hotelarskich do poszczególnych rodzajów i kategorii.

Wymagania, o których mowa w ust. 1 Rozporządzenia, z zastrzeżeniem specyficznych wymagań dla osób niepełnosprawnych (ust. 4 Rozporządzenia), dla hoteli i moteli określa załącznik nr 1 do Rozporządzenia [5]. Na podkreślenie zasługuje konieczność zapewnienia zasilania urządzeń i całego obiektu, a w szczególności:

- I. Dwustronne zasilanie z sieci elektroenergetycznej lub zespół prądowłóczy:
 - 1) 150 jednostek mieszkalnych (pokoi) dla kat. 5*;
 - 2) 200 jednostek mieszkalnych (pokoi) dla kat. 4*;
 - 3) 300 jednostek mieszkalnych (pokoi) dla kat. 3*;
- II. Wymagane jest również oświetlenie i gniazda elektryczne:

- 1) lampka nocna przy każdym miejscu do spania umożliwiającą czytanie w pozycji leżącej,
- 2) lampa oświetlająca miejsce do pracy (stół lub biurko),
- 3) oświetlenie ogólne,
- 4) bezpośredni i łatwy dostęp do co najmniej jednego wolnego gniazda elektrycznego przy miejscu do pracy (stół lub biurko).

III. W części pobytowej jednostek mieszkalnych (pokoi) wymagane jest:

- 1) klimatyzacja lub inne urządzenia i systemy zapewniające wymianę powietrza i utrzymanie temperatury latem poniżej 24°C, a zimą powyżej 20°C oraz wilgotność 45–60%. Dotyczy to hoteli/moteli kategorii 4*, co do których wnioszek o zaszerogowanie został złożony po wejściu w życie Rozporządzenia Ministra Sportu i Turystyki z dnia 16 listopada 2011 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie obiektów hotelarskich i innych obiektów, w których są świadczone usługi hotelarskie (Dz.U. poz. 1553)
- 2) dla kategorii 1*, 2* i 3* konieczna jest wentylacja grawitacyjna lub mechaniczna – nie dotyczy hoteli/moteli, w odniesieniu do których obowiązujące przepisy w okresie dopuszczania do użytkowania nie wymagały spełnienia ww. wymagań.

Przytoczonych zostało tylko kilka przykładów zasilania instalacji i urządzeń elektrycznych. Obecne hotele mają wiele układów automatyki i urządzeń elektrycznych pracujących autonomicznie, które zostaną przedstawione w dalszej części artykułu.

I Nowoczesny hotel

Karty RFID czy klucze cyfrowe do pokoi (opcja wirtualnego klucza za pomocą smartfona), zau-

tomatyzowana recepcja, aplikacja do zameldowania weryfikująca tożsamość klienta za pomocą odcisku palca, płatności mobilne, automatycznie sterowane drzwi i okna, inteligentne sterowanie klimatyzacją – to tylko niektóre udogodnienia zapewniające szybszą i praktyczniejszą obsługę gości, a także podnoszące komfort pobytu w obiekcie [3]. Obecnie dostęp do szybkiego Wi-Fi jest już standardem.

W zasadzie większość dużych obiektów hotelowych jest zarządzana przez systemy BMS (ang. *Building Management Systems*). Centralny element tego układu (serwer) odpowiada za zarządzanie całym obiektem. Podstawą jest kontrolowanie i administrowanie wszystkich instalacji działających w obiekcie (m.in. zdalne sterowanie ogrzewaniem i klimatyzacją, zarządzanie oświetleniem itp.). Inteligentny hotel to również automatyczna rezerwacja pokoi i innych pomieszczeń, cyfrowy grafik pracy dla obsługi czy też nadzorowanie terminarza prac eksploatacyjnych i konserwacyjnych. System sterowania budynkiem musi zapewniać niezawodne zasilanie w energię elektryczną oraz szybką sieć teleinformatyczną. To również systemy ochrony i bezpieczeństwa, w tym przeciwpożarowego [3].

Podstawowym celem automatyki hotelowej jest kontrola parametrów środowiskowych zapewniająca znaczne oszczędności energii, a także synchronizacja wszystkich systemów i urządzeń znajdujących się na wyposażeniu obiektu. Dedykowane rozwiązania to narzędzia, które usprawniają oraz automatyzują pracę każdej części obiektu hotelowego, począwszy od recepcji, strefy SPA, księgowości, po kontrolę dostępu i zasilanie urządzeń w pokojach.

Ogrzewanie i oświetlenie hotelowe

System inteligentnego sterowania umożliwia niezależne zarządzanie zarówno każdym z pokoi hotelowych, jak i całym obiektem jednocześnie. System taki obejmuje inteligentne sterowanie ogrzewaniem. Dodatkowo może on zostać zintegrowany z systemem rezerwacji hotelowej, dzięki czemu w dniu przyjazdu gości w zarezerwowanym przez nich pokoju automatycznie ustawiona zostaje odpowiednia temperatura. Natomiast w nieużywanych pokojach zdalne sterowanie ogrzewaniem pozwala na ograniczenie lub całkowite wyłączenie instalacji grzewczej lub klimatyzacyjnej, co znacznie obniża koszty eksploatacji [3].

Kluczowym elementem nowoczesnego hotelu jest zarówno zdalne sterowanie oświetleniem całego budynku, jak i sterowanie oświet-

leniem poszczególnych pokoi hotelowych. System inteligentnego oświetlenia zapewnia możliwość łatwego kontrolowania wszystkich jego parametrów, a także stworzenie harmonogramu, w ramach którego inteligentne sterowanie oświetleniem autonomicznie dostosuje światło do pory dnia lub konkretnej sytuacji, integrując je jednocześnie z innymi systemami automatyki budynkowej. Rozwiązania takie często odpowiadają również za sterowanie oświetleniem zewnętrznym całej nieruchomości oraz oświetleniem elewacji budynku uwidaczniającym detale architektoniczne. To wszystko przekłada się na mniejsze zużycie energii, które można łatwo monitorować [3].

Nie można w tym kontekście zapominać również o roletach i żaluzjach okiennych. Inteligentne sterowanie roletami pomoże dostosować panujące we wnętrzu warunki do aktualnych potrzeb zarówno gości hotelowych, jak i personelu. System wykorzystujący czujniki zmierzchu, prognozę pogody lub programator czasowy może zarządzać osłonami okiennymi samoczynnie, dbając w ten sposób o wygodę i bezpieczeństwo. Również sami użytkownicy mogą samodzielnie programować czas pracy i dostosować do swoich potrzeb położenie osłon okiennych [3].

Inteligentny system sterowania obiektem hotelowym to ogromna korzyść dla jego właściciela oraz osób obsługi. Umożliwia on zdalne sterowanie urządzeniami, kontrolowanie poprawności działania wszystkich instalacji oraz monitorowanie kosztów z poziomu komputera, tabletu, a nawet smartfona [3].

Bezpieczeństwo przeciwpożarowe

Ustawa z 29 sierpnia 1997 r. o usługach hotelarskich oraz usługach pilotów wycieczek i przewodników turystycznych [6] dopuszcza w art. 35 prowadzenie usług hotelarskich nie tylko w hotelach, motelach, pensjonatach, domach wycieczkowych, schroniskach młodzieżowych, na kempingach i polach biwakowych, lecz także w budynkach mieszkalnych jednorodzinnych i w zabudowie zagrodowej, w których do prowadzenia usług turystycznych wykorzystuje się najwyżej sześć pokoi.

Takie budynki nie są przekwalifikowywane pod względem pełnionej funkcji (to znaczy nie stają się motelem czy pensjonatem), nie zmienia się również ich kwalifikacja dotycząca kategorii zagrożenia ludzi. Tacy wynajmujący zaliczani są zatem do kategorii ZL IV obowiąz-

ującej dla budynków mieszkalnych. Natomiast hotele i inne budynki zamieszkania zbiorowego są – zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [7] – kwalifikowane do kategorii zagrożenia ludzi ZL V.

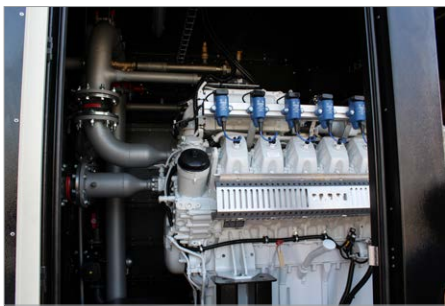
Wymagania w zakresie bezpieczeństwa pożarowego dla budynków mieszkalnych, oprócz rozporządzenia ministra infrastruktury [7], reguluje również Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów z dnia 7 czerwca 2010 r. [8]. W par. 3 ust. 1 Rozporządzenia [8] wskazane jest, aby urządzenia przeciwpożarowe w obiekcie były wykonane zgodnie z projektem uzgodnionym przez rzeczoznawcę do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych, a warunkiem dopuszczenia do ich użytkowania jest przeprowadzenie odpowiednich dla danego urządzenia prób i badań, potwierdzających prawidłowość ich działania.

Jeżeli chodzi o wymagania wynikające z warunków technicznych, to w większości są one spełniane już na etapie budowy. Warto jednak pamiętać, żeby nie zawęzić i nie zastawiać korytarzy lub nie wymieniać drzwi zewnętrznych na węższe, niż to ustalił projektant. Nie można też stosować łatwo zapalnych okładzin ścian w pomieszczeniach oraz wykładzin. Niedopuszczalne jest wykonanie okładziny sufitu lub sufitu podwieszonego z materiału łatwo zapalnego lub kapiącego pod wpływem ognia – par. 16 Rozporządzenia [8].

Coraz częstszym standardem zabezpieczenia przeciwpożarowego, także w budynkach mieszkalnych, są czujki dymu, które wykrywają pożar we wczesnej fazie jego rozwoju i mogą ostrzec gości o występującym zagrożeniu [9].

Osoby zajmujące się wynajmem pokoi powinny się też dobrze zastanowić, zanim zlokalizują pokoje dla gości na poddaszach. Jeśli się na to zdecydują, powinni pamiętać o ich oddzieleniu od palnej konstrukcji i palnego pokrycia dachu przegrodami o odpowiedniej klasie odporności ogniowej [9].

Obiekty, w których wynajmuje się do sześciu pokoi, podobnie jak mieszkania, powinny być w czasie ich użytkowania poddawane przez właściciela lub zarządcę okresowej kontroli co najmniej raz w roku. Polega ona na sprawdzeniu stanu technicznego przewodów kominowych (dymowych, spalinowych i wentylacyjnych). Kontrolę stanu technicznego przewodów kominowych powinny przeprowadzać osoby ma-



Rys. 1. Przykład silnika gazowego stosowanego w agregacie kogeneracyjnym fot. KK

jące odpowiednie kwalifikacje (mistrza kominiarskiego lub budowlane). Sama kontrola to jednak za mało – nie można zapomnieć o czyszczeniu przewodów kominowych z odpowiednią częstotliwością [9].

Jeżeli liczba pokoi na wynajem przekracza sześć, to obowiązują ostrzejsze wymagania przeciwpożarowe – takie jak w hotelach, motelach, pensjonatach, domach wypoczynkowych lub schroniskach turystycznych. Przepisy techniczno-budowlane oraz przeciwpożarowe w odniesieniu do budynków zakwalifikowanych do kategorii zagrożenia ludzi ZL V wyznaczają konkretne wymagania, ze wszystkimi konsekwencjami w zakresie bezpieczeństwa pożarowego. Oznacza to, że budynki takie muszą mieć dodatkowe wyposażenie zabezpieczające przed pożarem. Generalnie im obiekt jest większy i wyższy oraz przeznaczony dla większej liczby użytkowników, tym więcej musi być zabezpieczeń. Szczegóły znajdzie czytelnik w dostępnej literaturze oraz w dziale VI „Bezpieczeństwo pożarowe” Rozporządzenia [7] i w Rozporządzeniu [8].

Takie obiekty muszą być obligatoryjnie wyposażone w urządzenia przeciwpożarowe, m.in. w [7, 8]:

- » system sygnalizacji pożarowej włączony w system monitoringu pożarowego Państwowej Straży Pożarnej (dotyczy budynków zamieszkania zbiorowego, w których przewidywany okres pobytu tych samych osób przekracza trzy doby, o liczbie miejsc noclegowych powyżej 200 oraz innych budynków zamieszkania zbiorowego o liczbie miejsc noclegowych powyżej 50),
- » dźwiękowy system ostrzegawczy (dotyczy budynków zamieszkania zbiorowego wysokich i wysokościowych^{*)} lub o liczbie miejsc noclegowych powyżej 200),

^{*)} Zgodnie z Rozporządzeniem [7] budynek wysoki to budynek o wysokości ponad 25 do 55 m nad poziomem terenu lub mieszkalny o wysokości ponad 4 do 9 kondygnacji nadziemnych włącznie, budynek wysokościowy to budynek o wysokości powyżej 55 m nad poziomem gruntu.

- » stałe urządzenia gaśnicze wodne (dotyczy budynków zamieszkania zbiorowego i wysokościowych),
- » gaśnice,
- » instalację wodociągową przeciwpożarową z hydrantami,
- » dźwigi dla ekip ratowniczych (w budynkach wysokich i wysokościowych),
- » przeciwpożarowy wyłącznik prądu (odcina on dopływ prądu do wszystkich obwodów z wyjątkiem zasilających instalacje i urządzenia, których funkcjonowanie jest niezbędne w czasie pożaru).

» drogi ewakuacyjne.

Budynki, w których świadczone są usługi hotelarskie, muszą spełniać też wiele innych wymagań wynikających z przepisów techniczno-budowlanych. Chodzi o spełnienie wymagań ewakuacyjnych w zakresie liczby i szerokości dróg i wyjść ewakuacyjnych oraz wystroju wnętrz (stosowanie niepalnych materiałów) [8, 9]. Prawo budowlane i wydane na jego podstawie rozporządzenia o warunkach technicznych szczegółowo regulują parametry dróg ewakuacyjnych oraz sposoby zabezpieczenia tych dróg przed zadymieniem. Określają również, co trzeba stosować do wykończenia wnętrz pokoi hotelowych, np. sufitów podwieszonych, okładzin ściennych, wykładzin podłogowych, mebli i innych elementów stanowiących trwałe wyposażenie pokoi. Przykładowo zabronione jest wykorzystywanie listew i osłon przewodów elektrycznych oraz ich samych (Dyrektywa CPR) [10] – wykonanych z materiałów łatwo zapalnych, które pod wpływem ognia i wysokiej temperatury są bardzo toksyczne lub intensywnie dymiące. Stosowanie materiałów łatwo zapalnych jest też zabronione na drogach tzw. komunikacji ogólnej (czyli np. w korytarzach) służących ewakuacji.

W każdym lokalu powinna być też wywieszona instrukcja bezpieczeństwa pożarowego. Przede wszystkim powinna ona określać, co należy robić, żeby nie dopuścić do pożaru, a także jak postępować, gdy już on powstanie. Instrukcja bezpieczeństwa pożarowego powinna być poddawana okresowej aktualizacji, co najmniej raz na dwa lata, a także po takich zmianach sposobu użytkowania obiektu lub procesu technologicznego, które wpływają na zmianę warunków ochrony przeciwpożarowej [9].

I Zasilanie gwarantowane

Poruszając kwestie bezpieczeństwa w obiektach hotelowych, nie można zapomnieć o zapewnieniu zasilania w energię elektryczną

o wymaganej niezawodności – zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [7]. W par. 181 Ust. 1 Rozporządzenia [7] jest napisane, że 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 wyposażać w samoczynnie załączające się oświetlenie awaryjne (zapasowe lub ewakuacyjne). Dodatkowo w budynku wysokościowym jednym ze źródeł zasilania powinien być zespół prądowórczy.

Niejednokrotnie zastosowanie zasilania dwustronnego z sieci elektroenergetycznej jest niewystarczające i należy instalować dodatkowe źródło energii w postaci zespołu prądowórczego, który zapewni prawidłowe działanie systemów BMS, w tym bezpieczeństwa. Zespoły prądowórcze to generatory napędzane najczęściej silnikiem spalinowym wysokoprężnym, rzadziej turbiną gazową, gotowe przejąć obciążenie po zaniku napięcia w sieci elektroenergetycznej na czas od kilku godzin nawet do kilku dni. Układy te wyposażone są zwykle w autonomiczny system automatycznej regulacji prędkości obrotowej i synchronizacji z siecią elektroenergetyczną bądź z innymi jednostkami prądowórczymi. Zespoły prądowórcze produkowane są w bardzo szerokim zakresie mocy znamionowych – od kilkunastu kW do kilku MW [11].

Obiekty hotelowe najczęściej wyposażone są w zespół prądowórczy w obudowie wyciszonej posadowiony na fundamencie. Spotyka się instalacje zespołów na dachach budynków. W nowo budowanych obiektach coraz częściej zespół prądowórczy jest umieszczony w specjalnym pomieszczeniu zwanym agregatarnią. Szczegóły odnośnie doboru zespołu prądowórczego i wymagań dla pomieszczeń przeznaczonych na ich instalację znajdzie czytelnik w publikacjach [11, 12].

Należy zwrócić uwagę, że hotele mające 120 pokoi, sale konferencyjne, salę bankietową, strefę odnowy biologicznej wymagają nawet 650 kW mocy czynnej [2]. Jeśli dodamy do tego usługę SPA (jacuzzi, basen, sauny, atrakcje wodne, itp.), zapotrzebowanie na energię elektryczną i ogrzewanie jeszcze wzrośnie. Rozwiązaniem może być moduł kogeneracyjny produkujący energię elektryczną i ciepło. Silnik, często zasilany gazem, napędza generator

w celu wytwarzania energii elektrycznej, a ciepło pochodzące z chłodzenia silnika i układów spalinowych odzyskiwane jest przez różnego typu wymienniki. Może być ono wykorzystywane do ogrzewania lub zamieniane jest na chłód w procesie absorpcji.

Układy kogeneracyjne często instaluje się w celu optymalnego wykorzystania taryf energii elektrycznej, tj. w celu uniknięcia zakupu w szczycie energetycznym, gdy cena energii elektrycznej z sieci elektroenergetycznej jest bardzo wysoka. W takim przypadku układ pracuje w okresie, gdy energia elektryczna jest droga, natomiast w okresie niższej ceny zakupu tej energii układ jest wyłączony. Takie rozwiązanie, choć poprawia efektywność ekonomiczną inwestycji od strony produkcji energii elektrycznej, z drugiej strony jednak pogłębia niedopasowanie do siebie produkcji elektryczności i ciepła [13].

Problemy dopasowania produkcji ciepła do zmiennego zapotrzebowania można rozwiązać przez jego akumulację. W okresie, gdy zapotrzebowanie u odbiorcy jest mniejsze od produkcji w układzie skojarzonym, nadmiar ciepła akumuluje się w zasobniku gorącej wody. Natomiast gdy zapotrzebowanie na ciepło jest większe niż jego produkcja, brakującą ilość ciepła pobiera się z zasobnika. W przypadku, gdy ilość ciepła zakumulowana w zasobniku byłaby niewystarczająca do pokrycia zapotrzebowania, należy uruchomić dodatkowo źródło szczytowe. Typowy wskaźnik sprawności wytwarzania energii elektrycznej w układach skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła (ang. CHP – *Combined Heat and Power*), opartych na tłokowych silnikach spalinowych, wynosi od 35 do 42%, natomiast wskaźnik wykorzystania energii chemicznej paliwa mieści się w przedziale od 80 do 90% [13].

Innym sposobem zagospodarowania nadwyżek ciepła z kogeneracji jest zastosowanie układów przetwarzających energię cieplną na chłód. Mamy wtedy do czynienia z układem trigeneracji CCHP (*Combined Cooling, Heating and Power*), czyli skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej, cieplnej i chłodu.

I Sterowanie systemami

Rozwój technologii w segmencie branży energetycznej, chłodniczej i grzewczej jest bardzo dynamiczny oraz przyczynia się do nieustannej poprawy parametrów użytkowych – szczególnie efektywności energetycznej. Związane jest to z integracją systemów zasilania, grzewczych i chłodniczych z dowolnym systemem sterowania hotelu – istniejącym lub plano-

wanym do wdrożenia. Integracja ta jest możliwa m.in. z protokołami KNX, Modbus, LonWorks czy BACnet – dając zarządzającemu hotelem pełne, dwukierunkowe monitorowanie i sterowanie wszystkimi parametrami urządzeń. Możliwości sterowania są szerokie – od prostych sterowników obsługiwanych przez użytkownika po zdalne sterowanie całym układem [14, 15].

Przykładowo pokojowy regulator temperatury może zbierać dane ze ściennego/sufitowego czujnika temperatury, czujnika otwarcia okien/drzwi i czujnika CO₂, pozwalając tym samym na uzyskanie precyzyjnej i energooszczędnej klimatyzacji w obiekcie hotelowym. Czujniki te mogą wykrywać obecność lub nieobecność osób, a także otwarcie i zamknięcie drzwi i okien. Pozwala to automatycznie zarządzać zużyciem energii i stworzyć najbardziej komfortowe warunki w pomieszczeniach. Wszystkie czujniki mogą komunikować się z przypisanym sobie regulatorem drogą radiową, np. za pomocą ZigBee, lub przewodowo [14, 15].

Dostępne opcje sterowania umożliwiają dostosowanie rozwiązania do różnych zastosowań i cech budynku – bez względu na to, czy dotyczy to hotelu z przełącznikiem karty hotelowej, czy bez niego. Automatyczne sterowanie zapewnia energooszczędną eksploatację urządzeń podczas nieobecności gości lub przy otwartych oknach. Przyczynia się to do znacznego obniżenia kosztów eksploatacyjnych w skali całego obiektu hotelowego.

I Literatura

1. A. Bień, D. Czekaj, „Kształtowanie się polskiego rynku usług hotelarskich w realiach teoretycznych i praktycznych gospodarki XXI wieku”, *Studia z Polityki Publicznej*, T. 2, nr 2(6), czerwiec 2015, s. 95-117, doi:10.33119/KSzPP.2015.2.5.
2. J. Martyniński, Z. Młodzianowski, E. Musiał, Instalacje elektryczne nowoczesnego luksusowego hotelu, SEP INPE „Informacje o normach i przepisach elektrycznych”, 2009, nr 120, s. 3-39.
3. <https://fhome.pl/blog/inteligentny-hotel-oszczedne-i-wygodne-rozwiazania-ktore-warto-poznac-blizej/>.
4. A. Kowalik, M. Kwieciński, „Dystrybucja usług hotelarskich”, *Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Krakowie*, nr 731, 2006.
5. Obwieszczenie Ministra Sportu i Turystyki z dnia 26 października 2017 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Gospodarki i Pracy w sprawie obiektów hotelarskich i innych obiektów,

w których są świadczone usługi hotelarskie Dz. U. z 2017 poz. 2166.

6. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 18 listopada 2020 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o usługach hotelarskich oraz usługach pilotów wycieczek i przewodników turystycznych Dz.U. 2020 poz. 2211 z póź. zm.
7. Obwieszczenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 15 kwietnia 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dz. U. 2022 poz. 1225.
8. Obwieszczenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 21 marca 2023 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów Dz.U. z 2023 poz. 822.
9. www.rp.pl/prawo-w-firmie/art8132801-wlasciciel-hotelu-lub-pensjonatu-musi-dbac-o-bezpieczenstwo-gosci.
10. J. Wiatr, „Wymagania dla kabli i przewodów wynikające z rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 (CPR)”, „elektro.info” 6/2020.
11. J. Wiatr, M. Orzechowski, Poradnik projektanta elektryka tom 1 i tom 2, Grupa Medium, Warszawa 2021.
12. K. Kuczyński, Wymagania stawiane pomieszczeniom przeznaczonym do instalacji zespołów prądowórczych i zasilaczy UPS, „elektro.info”, 11/2020.
13. W. Olasek, Analiza wykorzystania wysokosprawnej kogeneracji gazowej (z możliwością wykorzystania absorpcji dla produkcji chłodu) dla planowanego obiektu Parku Wodnego w Częstochowie, Olsztyn 2016.
14. www.aircon.panasonic.eu/PL_pl/applications/hotel/
15. A. Dubrawski, A. Dubrawski, Inteligentne instalacje budynkowe KNX, PWN, Warszawa 2023.

ABSTRACT

Power Supply Modern Hotels in Electricity - Selected Issues

The article discusses the basic requirements for power supply modern hotels and hotel facilities with electricity. Attention was paid to fire safety and guaranteed power supply.

Keywords: electricity supply, fire safety, guaranteed power supply, generating set, CHP.

UPS-y kompensacyjne

Nowa generacja profesjonalnych urządzeń zasilania bezprzerwowego produkcji Benning

Urządzenia zasilania bezprzerwowego są niezbędnym elementem układów zasilania wrażliwych odbiorów, procesów technologicznych, zasilania centrów danych i układów automatyki. Środowisko techniczne, w jakim te urządzenia funkcjonują, opisują normy na urządzenia odbierające energię z sieci energetycznej oraz normy i wymagania na sieć zasilającą, w szczególności wymagania na jakość energii elektrycznej dostarczanej przez operatora systemu dystrybucji energii OSD.

Normy na urządzenia zasilające dość precyzyjnie definiują parametry urządzeń i ich oddziaływanie na sieć zasilającą. Wymagania dotyczące jakości dostarczanej energii poza zakresem zmian napięcia i częstotliwości sprowadzają się głównie do jej dostępności.

Na podkreślenie zasługuje fakt, iż zaniki napięcia zasilania na poziomie pojedynczych minut nie są uwzględniane jako parametr obniżający jakość dostarczanej energii elektrycznej przez OSD. Odbiorca może się zatem spodziewać całego szeregu zdarzeń wymuszających na nim stosowanie urządzeń UPS, głównie dla poprawy jakości dostarczanej z sieci energii elektrycznej. Odbiorca musi jednak uważać na dodatkowy aspekt korzystania z energii elektrycznej.

Są nim opłaty, a raczej kary za ponadumowny tzw. „pobór mocy biernej”, związany z przekroczeniem umownego tgj. Tangens kąta j (kąt mocy) związany jest ze zwiększonym prądem płynącym do obciążenia, gdy wystę-

puje przesunięcie pomiędzy przebiegiem napięcia i prądu.

Wprowadzono pojęcie tzw. „poboru” mocy biernej, indukcyjnej i pojemnościowej, za który obciążony jest odbiorca komercyjny. Sposobem uniknięcia tych kar jest stosowanie odbiorników o charakterze rezystancyjnym lub kompensowanie odbiorów układami kompensatorów.

Firma Benning obydwie te sposoby realizuje w nowej generacji UPS-ów serii Enertronic modular SE.

Do doskonałych parametrów wyjściowych specjalistycznego UPS-a dochodzi funkcjonalność kompensacji mocy biernej „pobieranej” przez UPS-a z sieci zasilającej. W urządzeniu można sterować zmianą wejściowego kąta j tak, by urządzenie mogło kompensować grupę odbiorów zarówno o charakterze pojemnościowym, jak i indukcyjnym. W zakresie zmian wejściowego $\cos \varphi = -0,9$ do $0,9$ urządzenie dysponuje pełną wyjściową mocą czynną.

UPS Enertronic modular SE potrafi także oddać do sieci zasilającej energię zgromadzoną w baterii. Do wyjątkowych właściwości tego urządzenia należy współpraca z bateriami. Każdy moduł UPS-a będący w pełni niezależnym UPS-em z własnym układem kompensacji, z własnym układem obejściowym, można połączyć z niezależną baterią lub kilkoma łańcuchami baterii.

W zależności od producenta baterii, w systemie 1 MW, zbudowanym z modułów 40 kW ($25 \times 40 \text{ kW} \times 10 \text{ bat}$) do 250 łańcuchów bate-



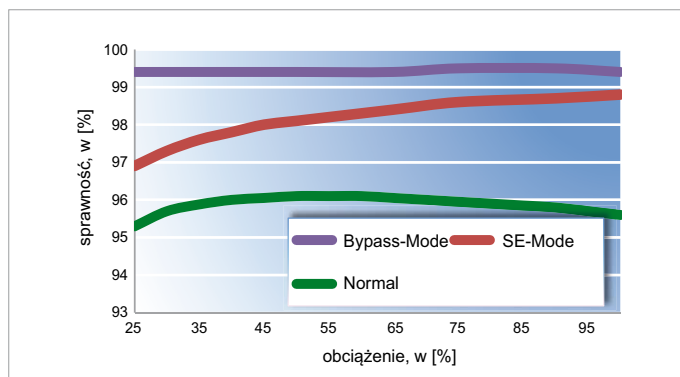
Fot. 1. Wielomodułowy UPS 200 kW z modułami Enertronic modular SE BENNING Power Electronics Sp. z o.o.

rii. Urządzenie może współpracować z bateriami ołowiowymi, niklowo-kadmowymi i litowo-jonowymi.

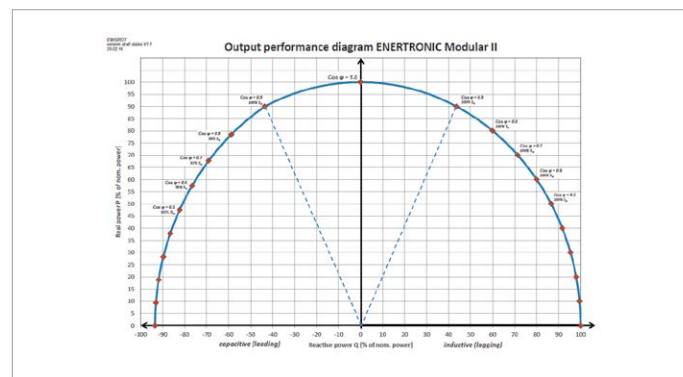
Wymienione wyżej właściwości Enertronic modular SE czynią go prekursorem nowej generacji profesjonalnych UPS-ów kompensacyjnych dla klientów komercyjnych.

BENNING
World Class Power Solutions

BENNING
Power Electronics Sp. z o.o.
05-503 Głogów, ul. Korczunkowa 30
tel. 22 757 84 53, tel. 22 757 36 68-70
faks 22 757 84 52
biuro@benning.biz
www.benning.pl



Rys. 1. Wykres sprawności Enertronic modular SE



Rys. 2. Wejściowa charakterystyka cos phi Enertronic modular SE

PowerWalker

NOWE MOCE W EKIPIE UPS POWERWALKER VFI LICR IOT

TERAZ TAKŻE 6000VA - 10000VA



LIFEPO4



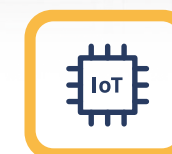
DO 3X DŁUŻSZY
CZAS PODTRZYMANIA



ONLINE



PF 1.0



IOT



APLIKACJA
MOBILNA

DOWIEDZ SIĘ WIĘCEJ: WWW.POWERWALKER.COM.PL

Zasilanie gwarantowane w czasie niedoborów energii

Paliwa kopalne nie są wykorzystywane jedynie do produkcji energii elektrycznej oraz ciepła. Odgrywają także bardzo ważną rolę w transporcie oraz przemyśle chemicznym, w którym zapotrzebowanie na nie stale wzrasta. Analizy naukowców wykazują, że przy prognozowanym dalszym wzroście liczby ludności i towarzyszącym temu znacznym wzroście zużycia energii, w niedalekiej przyszłości złoża te mogą zostać całkowicie wyczerpane [1]. Aktualnie jedynym rozwiązaniem jest rozwój odnawialnych źródeł energii oraz zastąpienie elektrowni węglowych przez elektrownie jądrowe oraz dalszy rozwój energetyki źródeł odnawialnych.

Opirając się na doświadczeniach Australii, można wysnuć wniosek, że bazowanie głównie na OZE może okazać się niewłaściwe i prowadzić do wyłączeń sieci na znacznych obszarach kraju [1]. Innym przykładem jest Norwegia, gdzie około 98% energii wytwarzanej jest z hydroenergetyki, co powoduje, że cena energii w miesiącach letnich jest zaliczana do najniższych w Europie. Natomiast miesiące zimowe, gdy rzeki są zamrożone, a energia elektryczna produkowana jest z elektrowni konwencjonalnych, ceny energii elektrycznej odznaczają się znacznym wzrostem [1].

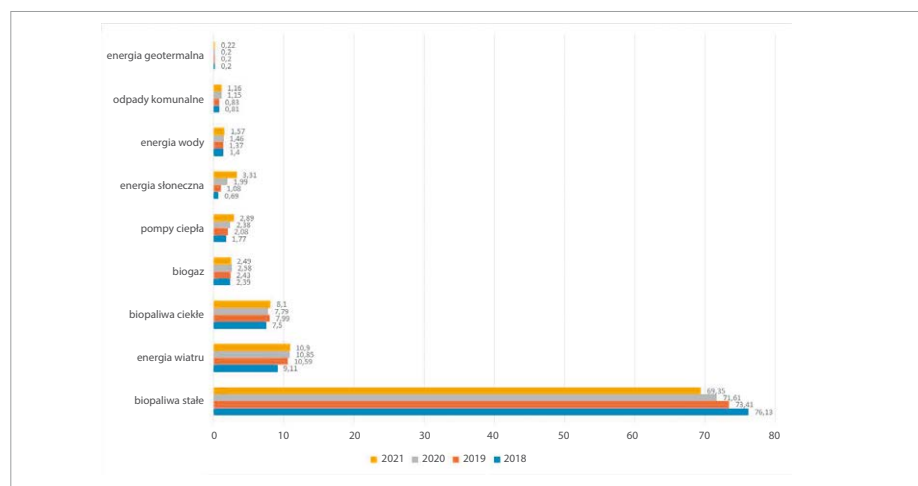
Polityka energetyczna

Zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych, państwa członkowskie zostały zobowiązane do zapewnienia określonego udziału energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto w 2020 r. Obowiązkowe krajowe cele ogólne składają się na założony 20% udział energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto we Wspólnocie. Dla Polski cel ten został ustalony na poziomie 15%. Według danych GUS, cel ten został osiągnięty w 2021 r. – wskaźnik udziału energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto wyniósł 15,62% [2].

STRESZCZENIE

Artykuł omawia wybrane sposoby magazynowania energii elektrycznej oraz strukturę pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych w Polsce. Zwraca uwagę na zasilanie odbiorców z kilku źródeł, w tym z sieci elektroenergetycznej (układy hybrydowe), w okresach niedoborów energii.

Słowa kluczowe: zasilanie gwarantowane, OZE, magazyny energii, struktura pozyskiwania energii z OZE.



Rys. 1. Struktura pozyskania energii ze źródeł odnawialnych w Polsce wg nośników w latach 2018–2021 [2]

Obecnie na terenie Polski produkcja zielonej energii opiera się głównie na biopaliwach (około 69%). Oprócz nich stosunkowo duży udział ma energetyka wiatrowa (10,9%). Zdecydowanie mniej energii wytwarza się przy użyciu słońca (3,31%), pomp ciepła (2,89%), biogazu (2,49%), energii wody (1,57%), spalania odpadów komunalnych (1,16%). Śladowe ilości zaś stanowi energia pozyskiwana ze źródeł geotermalnych (0,22%) [2].

Typy magazynów energii

Obecnie dostępnych jest wiele technologii magazynowania energii, a kolejne znajdują się w fazie badań i rozwoju. Do magazynów energii należy zaliczyć m.in.: elektrownie szczytowo-pompowe (PHS), pneumatyczne magazyny energii (CAES), magazynowanie ciekłego powietrza (LAES), kinematyczne magazyny energii (FES), ogniwa elektrochemiczne (BES) oraz ogniwa przepływowe (VRFB), superkondensatory (UC), cewki nadprzewodzące (SMES), ogniwa paliwowe, m.in. wodorowe (H₂), systemy magazynowania energii cieplnej, do których za-

liczane są materiały zmienno fazowe i stopione sole (PCM/MS) oraz zasobniki ciepła (TES) [3].

Elektrownie szczytowo-pompowe

W elektrowniach szczytowo-pompowych energia elektryczna (w okresach nadmiaru produkcji w stosunku do zapotrzebowania) zamieniana jest na energię potencjalną wody przepompowywanej z dolnego do górnego zbiornika, a następnie (w okresach szczytu obciążenia) energia masy wody zamieniana jest w hydrogeneratorze na energię elektryczną. W systemach tych magazynowane są bardzo duże energie, możliwe są pobory dużych mocy (od dziesiątek do setek MW), a czasy ładowania-rozładowania są rzędu godzin lub dni. Osiągają sprawności około 80%, a czas ich eksploatacji szacowany jest na 30–50 lat. Możliwości ich zastosowania silnie zależą od warunków hydrogeologicznych terenu. Są bardzo kosztownymi przedsięwzięciami [3, 4]. Wykorzystywane są w celach optymalizacji zarządzania energią w systemach elektroenergetycznych.

Pneumatyczne magazyny energii

W systemach tych energia magazynowana jest pod postacią sprężonego gazu (powietrza – przy ciśnieniu do około 100 atm.), a następnie przetwarzana na energię elektryczną (przy pomocy generatorów oraz przekształtników energoelektronicznych). Wykorzystanie zasobników ze sprężonym powietrzem jest uzależnione od istnienia naturalnych zbiorników podziemnych (jaskinie, kopalnie, grotty) o odpowiedniej szczelności. Umożliwiają gromadzenie bardzo dużych energii i eksploatację przy dużych zmianach poboru mocy. Sprawności w nich są rzędu 60–80%, a trwałość około 20–40 lat. Mankamentem są silne wzajemne zależności ciśnienia i temperatury. Rozpatrywane są jako alternatywa dla elektrowni szczytowo-pompowych w systemach elektroenergetycznych [3, 4].

Magazynowanie ciekłego powietrza

LAES (ang. *liquid air energy storage*) to kriogeniczny system magazynowania energii. Powietrze otoczenia jest zasysane do instalacji, sprężane, a następnie schładzane do temperatury –196°C i umieszczane w izolowanych zbiornikach niskociśnieniowych. W takich warunkach zmienia ono stan skupienia, stając się cieczą. Pod tą postacią wywiera o wiele niższe ciśnienie na ścianki zbiornika. Dodatkowo ciekły stan skupienia pozwala na tej samej objętości zmagazynować go znacznie więcej, niż gdyby było przetrzymywane w postaci gazu. Schłodzone powietrze można przechowywać przez wiele godzin, a nawet dni. Podczas niedoborów energii magazyn przetłacza część skroplonego powietrza do kolejnej komory, gdzie jest ono podgrzewane w taki sposób, że szybko się rozszerza. Nagły wzrost objętości napędza turbinę do wytwarzania energii elektrycznej [3]. Zaletą tej technologii jest niski koszt przechowywania energii w jednostce czasu. Magazyn LAES będzie w stanie funkcjonować przez ponad 40 lat. Ponadto magazyn w technologii LAES zajmuje znacznie mniej miejsca i może powstać na dowolnym obszarze. Pierwszy z nich powstał w 2011 r. w Londynie, a następnie przeniesiony został na teren Uniwersytetu w Birmingham. Jest to układ badawczy o mocy 350 kW i pojemności 2,5 MWh. Drugi układ ma moc 5 MW i pojemność 15 MWh, został wybudowany w 2018 r. w Bury w pobliżu Manchesteru w Wielkiej Brytanii, i jest to obecnie największy układ LAES na świecie [3].

Kinetyczne zasobniki energii

W kinetycznych magazynach energia elektryczna zamieniana jest na energię mecha-

niczną i gromadzona w ruchu obrotowym masywnych wirników. Wirujące koło zamachowe pobiera energię elektryczną w celu nadania oraz utrzymania swojej prędkości kątowej, a następnie (w okresach intensywnego zapotrzebowania na energię bądź przerw w zasilaniu) zgromadzona w kole energia mechaniczna zamieniana jest na energię elektryczną o określonych parametrach (przy wykorzystaniu generatorów i przekształtników energoelektronicznych) [4]. Stosuje się układy wolnoobrotowe (do 10 000 obr./min) oraz szybkoobrotowe (do 100 000 obr./min). W rozwiązaniach szybkoobrotowych wykorzystywany jest wirnik kompozytowy, wirujący w próżni na łożyskach magnetycznych. Posiadają one bardzo duże gęstości mocy, natomiast mniejsze gęstości energii. Charakteryzują się wysokimi sprawnościami (przekraczającymi 90%) oraz zadowalającymi trwałościami (czas eksploatacji rzędu 20 lat), lecz jednocześnie dużą kosztownością [4].

Ogniwa elektrochemiczne

W akumulatorach (czyli wtórnych ogniwach elektrochemicznych) energia elektryczna jest gromadzona w postaci energii chemicznej, przy czym elektrody i elektrolit biorą udział w zachodzących reakcjach chemicznych, co skutkuje zmianami parametrów technicznych oraz ograniczeniem trwałości akumulatorów. Stosowane są różne konstrukcje wtórnych ogniw elektrochemicznych, wśród których można wymienić akumulatory [4]: kwasowo-ołowiowe, sodowo-siarkowe (charakteryzują się dużą sprawnością, wysoką gęstością mocy, dużą gęstością energii, ale są drogie technologicznie oraz wymagają wysokiej temperatury pracy), litowo-jonowe oraz litowo-polimerowe (duże: gęstości mocy, gęstości energii i sprawności, drogie technologicznie, trudności eksploatacyjne), cynkowo-bromowe (duże gęstości mocy i energii, kosztowne eksploatacyjnie, zawierają toksyczne i łatwo korodujące materiały), wanadowe (duże gęstości mocy i energii, kosztowne technologicznie, trudna standaryzacja, przeznaczone do dużych aplikacji), niklowo-kadmowe oraz niklowo-metalowo-wodorkowe (duże odporności mechaniczne, długi czas eksploatacji, duża gęstość energii, droga technologia, zawartość materiałów toksycznych) [4].

Ogniwa przepływowe (VRFB)

W akumulatorze przepływowym ogniwo jest ładowane za pośrednictwem odwracalnej reakcji chemicznej pomiędzy dwoma ciekłymi elektrolitami. Elektrolity te nie są zmagazynowane w ogniwie akumulatora, jak w konwen-

cjonalnym akumulatorze, lecz w oddzielnych zbiornikach. W czasie działania akumulatora elektrolity są pompowane poprzez reaktor elektrochemiczny, w którym zachodzi reakcja redoks (utleniania-redukcji) i energia chemiczna jest zamieniana na energię elektryczną. Dzięki magazynowaniu elektrolitów na zewnątrz ogniwa, parametry akumulatora są elastyczne; moc i ilość magazynowanej energii mogą być dobierane oddzielnie. Zwiększanie ilości elektrolitów lub ich wymiana są bardzo łatwe. Ponadto projektowane ogniwo może być optymalizowane ze względu na wymaganą moc znamionową, gdyż nie zależy ona od ilości użytego elektrolitu [3, 5].

Ogniwa paliwowe

Ogniwa paliwowe są urządzeniami generującymi energię elektryczną w wyniku zachodzenia elektrochemicznej reakcji utleniania dostarczanego z zewnątrz paliwa (nie występuje w nich gromadzenie energii). Są ogniwami galwanicznymi, w których paliwo (wodór w stanie czystym lub w mieszaninie) jest dostarczane w sposób ciągły do anody, a utleniacz (tlen w stanie czystym lub mieszaninie – powietrze) doprowadzany jest w sposób ciągły do katody. W procesie wytwarzania energii nie zachodzą zmiany chemicznej natury elektrod oraz wykorzystywanych elektrolitów. W efekcie elektrochemicznej reakcji wodoru oraz tlenu powstaje energia elektryczna, woda i ciepło. Wyróżnić można wiele typów ogniw paliwowych, różniących się między sobą konstrukcją, temperaturą pracy (80–1000°C), rodzajem elektrolitu i katalizatorów czy materiałem elektrod. Są źródłami ekologicznymi i cichymi podczas pracy, cechując się krótkim czasem uruchamiania i szybką reakcją na zmiany obciążenia. Osiągają sprawności rzędu 40–60%, mają dużą gęstość energii, uzyskiwane są mniejsze moce (do MW), a szacowany czas nieprzerwanej eksploatacji wynosi od kilkuset do 10 tys. godzin. Mankamentami w ich wykorzystaniu są bardzo wysokie koszty technologiczne i materiałowe, trudności w produkcji i przechowywaniu wodoru oraz wrażliwość na zanieczyszczenia [4]. Rozpatrywane są jako jedno z najbardziej przyszłościowych źródeł energii elektrycznej.

Superkondensatory

Superkondensatory (nazywane również ultrakondensatorami) są specyficznej budowy kondensatorami elektrolitycznymi [4]. Funkcjonowanie ich polega na gromadzeniu ładunków elektrycznych w obrębie podwójnej warstwy elektrycznej (Elec-

tric Double Layer – EDL), która powstaje na granicy ośrodków elektroda – elektrolit.

Wykorzystując zaawansowane nanotechnologie, elektrody produkuje się w postaci wielościennych nanorurek węglowych, dzięki czemu osiąga się ich olbrzymie powierzchnie właściwe (przekraczające nawet 2000 m² na jeden gram elektrody), a dzięki temu również ogromne pojemności. Jako substancje elektrolityczne stosowane są elektrolity organiczne (przy których zastosowaniu uzyskuje się wyższe wartości napięć pracy – rzędu 2,7–2,8 V – dzięki czemu osiąga się wyższe gęstości energii) bądź elektrolity wodne (napięcie pracy jest w nich ograniczone do wartości 0,7–0,8 V w celu uniknięcia elektrolizy).

Superkondensatory charakteryzują się bardzo dużą pojemnością elektryczną (nawet rzędu kilku tysięcy faradów), gęstością energii (zdolnością magazynowania energii) rzędu 10 Wh/kg, bardzo dużą gęstością mocy (możliwością poboru dużych energii w krótkim czasie, a zatem ładowania i rozładowywania dużymi prądami, czyli uzyskania szybkiej wymiany ładunku) – kształtującą się nawet na poziomie 10 000 W/kg, małą wartością rezystancji wewnętrznej (osiągającą wartości poniżej 0,3 mΩ), a zatem małymi wewnętrznymi stratami energetycznymi, wysoką sprawnością (przekraczającą nawet 95%), bardzo dużą trwałością (zarówno wyrażaną w postaci czasu eksploatacji szacowanego na 20 lat, jak i liczby cykli ładowania–rozładowania wynoszącej około 1 000 000), krótkimi czasami uzupełniania energii (rzędu kilku minut), możliwością pracy w szerokim zakresie temperatur (od –40°C do 65°C), niewielką degradacją własności użytkowych przy wielokrotnym ładowaniu i rozładowaniu oraz małą szkodliwością dla środowiska [4].

I Cewki nadprzewodzące (SMES)

Podstawą funkcjonowania tej grupy magazynów energii jest gromadzenie energii w polu magnetycznym cewek indukcyjnych wykonanych z nadprzewodników. W systemach tych mogą być stosowane bardzo duże wartości prądu (rzędu kA), ponieważ praca ich odbywa się w bardzo niskich temperaturach (poniżej temperatury ciekłego azotu), dzięki czemu straty mocy w uzwojeniu są znikome. Charakteryzują się bardzo dużymi sprawnościami (dochodzącymi do 95%), dużymi przewidywanymi czasami eksploatacji (do 30 lat), zdolne są do przenoszenia dużych mocy (rzędu MW), ale posiadają małe gęstości energii. W praktyce wykorzystywane są rzadko – z powodu wysokich kosztów elementów nadprzewodnikowych oraz chłodzenia (niezbędnego do ich funkcjonowania) [4].

I Zasobniki ciepła

Zasobniki ciepła, nazywane popularnie akumulatorami, dotychczas postrzegane są jako zbiorniki buforowe, współpracujące bezpośrednio ze źródłem ciepła w systemie ciepłowniczym. Obecnie służą one do magazynowania ciepła i chłodu.

Rozróżnia się dwa typy akumulacji energii [6]:
» jawny, polegający na zmianie temperatury czynnika magazynującego ciepło – z ang. TES (*Thermal Energy Storage*),
» utajony, bazujący na zmianie fazy czynnika magazynującego ciepło (topnienie, parowanie, zmiana struktury itp.) – z ang. PCMs (*Phase Change Materials*).

Zagadnienie magazynowania ciepła jest problemem wieloaspektowym. Poza wyborem sposobu akumulacji i rodzaju czynnika magazynującego energię ciepłą pozostaje problem konstrukcji zbiornika i jego usytuowania w systemie ciepłowniczym. Zasobniki rozproszone należą do grupy zasobników magazynujących ciepło w sposób jawny (TES). Oznacza to, że akumulacja odbywa się w stałej objętości wody i opiera się na różnicy temperatury. Najbardziej popularnym zasobnikiem typu PCMs, czyli magazynującym energię w sposób utajony, jest ten wykorzystujący zmianę fazy czynnika, w tym przypadku odparowanie wody [6].

I Współpraca zasilacza UPS z zespołem prądowórczym

Najistotniejszym zadaniem przy doborze zespołu prądowórczego jest określenie jego mocy, w zależności od mocy zapotrzebowanej przez zasilane odbiorniki. Jej wartość należy oszacować drogą analityczną lub przeprowadzić pomiary tygodniowych obciążeń, na podstawie których można ustalić wartości szczytowych obciążeń danej sieci [7]. W przypadku zasilacza awaryjnego moc pobierana z sieci energetycznej jest większa od mocy znamionowej. Przy zastosowaniu zespołu prądowórczego jego moc powinna być wyższa co najmniej o sprawność zasilacza UPS oraz o moc potrzebną do ładowania baterii akumulatorów. W przypadku zasilacza True On-Line sprawność waha się w granicach od 80 do 97%, w zależności od wielkości urządzenia i zastosowanych podzespołów, a moc potrzebna do ładowania baterii akumulatorów może dochodzić do kilkunastu procent mocy zasilacza. W takim przypadku moc zespołu powinna być co najmniej równa mocy pobieranej przez UPS i powiększona o współczynnik przewymiarowania zespołu prądowórczego. Jest to konsekwencja zniekształceń THD_i wprowadzanych do sieci

przez zasilacz oraz zależy od charakteru obciążeń odbiorników [7].

Uwzględnienie prądów rozruchowych oraz odkształconych przy doborze mocy zasilacza UPS jest niezbędne do jego poprawnego funkcjonowania. UPS o zbyt małej mocy, przeznaczony do zasilania odbiorników nieliniowych lub silników elektrycznych, przy wzroście obciążenia automatycznie przejdzie na by-pass zewnętrzny, co będzie skutkowało pozbawieniem układu zasilania funkcji napięcia gwarantowanego. Przy doborze zasilacza UPS należy również zwrócić uwagę na znamionowy współczynnik szczytu, który określa, o ile może zostać przekroczona chwilowa wartość szczytowa prądu w stosunku do rzeczywistej wartości skutecznej tego prądu. W produkowanych obecnie zasilaczach UPS współczynnik szczytu wynosi na ogół 3:1. Jeżeli wartość współczynnika szczytu w przebiegu prądu pobieranego z UPS-a przekroczy wartość znamionowego współczynnika szczytu, to mogą wystąpić zakłócenia w pracy zasilacza, łącznie z jego wyłączeniem [7].

I Możliwości pracy przy limitach mocy

Rozwój rozproszonych, najczęściej odnawialnych źródeł energii i systemów magazynowania energii zmienia tradycyjny przepływ energii w systemach. W wielu przypadkach magazyn energii jest kluczowym elementem umożliwiającym powstanie klastra energii, mikro sieci czy lokalnego obszaru bilansowania [8]. Te terminy są często stosowane zamiennie dla wydzielonych logicznie sekcji systemu, zapewniających maksymalną samowystarczalność energetyczną. Ich efektywna praca jest uzależniona nie tylko od samego istnienia źródeł i magazynów, lecz także od zastosowania odpowiednich metod ich sterowania. We wszelkich mikrosystemach energetycznych kluczową warstwą są systemy zarządzania energią (ang. EMS – *Energy Management System*). Taki system obejmuje swoim zakresem przede wszystkim monitoring i możliwość sterowania zasobami energetycznymi. Poza oczywistą funkcją zarządzania ładowaniem i rozładowaniem magazynu energii mogą zapewniać także możliwość regulacji sterowalnych obciążeń, ograniczania mocy OZE w przypadku jej nadwyżki, utrzymania optymalnych warunków pracy źródeł spalinowych czy – przy zastosowaniu tych technik – zapewnienie pracy wyspowej (autonomicznej, bez podłączenia do systemu elektroenergetycznego). Możliwa jest również praca równoległa z siecią zasilającą po zsynchronizowaniu częstotliwości. Szczególnie istotne może stać się to w przypadku okre-

sowych niedoborów energii elektrycznej, związanych z awariami lub ograniczeniami poboru energii elektrycznej [8].

I Ograniczenia w poborze energii elektrycznej

Podstawą prawną wprowadzania przez Operatora Systemu Przesyłowego (OSP) ograniczeń w dostarczaniu i poborze energii elektrycznej jest art. 11c ust. 2 pkt 2 Ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne (Dz.U. 2022 poz. 1385 z późniejszymi zmianami). Przywołany przepis stanowi, że w przypadku powstania zagrożenia bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej, OSP – po wyczerpaniu wszelkich możliwych działań mających na celu usunięcie tego zagrożenia i zapobieżenia jego negatywnym skutkom – może wprowadzić ograniczenia w dostarczaniu i poborze energii elektrycznej na terytorium RP lub jej części – do czasu wejścia w życie rozporządzenia Rady Ministrów wprowadzającego takie ograniczenia, lecz nie dłużej niż na okres 72 godzin [9].

Przepisy tego rozporządzenia zawierają zakazy/wyłączenia przedmiotowe stosowania ograniczeń. Ograniczenia **nie dotyczą** odbiorców o mocy umownej poniżej 300 kW oraz obiektów [9]:

- » ratownictwa medycznego i szpitali,
- » wymienionych w przepisach wydanych na podstawie art. 6 ust. 2 pkt 4 Ustawy z dnia 21 listopada 1967 r. o powszechnym obowiązku obrony Rzeczypospolitej Polskiej (Dz.U. z 2021 r. poz. 372 i 1728),
- » wykorzystywanych do nadawania programów radiowych i telewizyjnych o zasięgu ogólnokrajowym, zapewnienia przewozu lotniczego, transportu kolejowego i publicznego transportu zbiorowego, wydobywania paliw kopalnych ze złóż, ich przeróbki oraz dostarczania do odbiorców, w tym wydobywania,
- » wykorzystywanych do przesyłania lub dystrybucji paliw gazowych, realizacji zadań wpływających w sposób istotny na spełnianie wymagań w zakresie ochrony środowiska, w tym odprowadzania i oczyszczania ścieków w zakresie zbiorowego odprowadzania ścieków, wytwarzania, przesyłania lub dystrybucji energii elektrycznej lub ciepła,
- » infrastruktury krytycznej.

Szczegółowy katalog podmiotów chronionych przed ograniczeniami został wymieniony w par. 6 ust. 1 Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 8 listopada 2021 r. w sprawie szczegółowych zasad i trybu wprowadzania ograniczeń w sprzedaży paliw stałych oraz w dostarczaniu

i poborze energii elektrycznej lub ciepła (Dz.U. z 2021 r. poz. 2209). Wyłączenie ze stosowania ograniczeń może mieć miejsce jedynie w przypadkach określonych powyżej. Jeżeli zachodzą przesłanki do zastosowania wyłączenia, to powinno to być uwzględnione w planach wprowadzania ograniczeń w dostarczaniu i poborze energii elektrycznej opracowywanych przez właściwego operatora, do sieci którego przedsiębiorstwo jest przyłączone [9].

Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A. (PSE S.A.) na bieżąco monitorują pracę krajowego systemu elektroenergetycznego oraz zależnie od sytuacji w systemie mogą określić wymagane stopnie zasilania. W przypadku wprowadzenia stopni zasilania, OSP dokłada starań, by ograniczenia w realizacji dostaw energii do odbiorców były możliwie jak najmniejsze. Działania OSP mają na celu przede wszystkim zapewnienie, by nie nastąpiła poważna awaria systemowa i zupełny brak dostaw energii w części lub całości kraju, co spowodowałoby katastrofalne straty dla całej gospodarki.

Komunikaty radiowe określające stopnie zasilania dla poszczególnych stref doby oraz obszar obowiązywania ograniczeń są nadawane codziennie (w czasie obowiązywania ograniczeń) na antenie Programu 1 Polskiego Radia o godz. 7:55 oraz o godz. 19:55, a także sukcesywnie na stronie www OSP (www.pse.pl). Operatorzy systemów dystrybucyjnych elektroenergetycznych indywidualnie powiadamiają odbiorców przyłączonych do sieci dystrybucyjnej o wprowadzeniu ograniczeń w dostarczaniu i poborze energii elektrycznej oraz o wprowadzeniu – w trakcie trwania ograniczeń w dostarczaniu i poborze energii elektrycznej – innych stopni zasilania niż stopnie zasilania ogłoszone w komunikatach radiowych, przesyłając wiadomość tekstową na adres poczty elektronicznej lub na numer telefonu wskazany przez odbiorcę w umowach.

Powiadomienia o zmianie wprowadzonych stopni zasilania innych niż stopnie zasilania ogłoszone w komunikatach radiowych operatorzy zamieszczają również na swoich stronach internetowych. Powiadomienia te są stosowane przez odbiorcę w pierwszej kolejności w stosunku do powiadomień ogłaszanych w komunikatach radiowych. Stosowne komunikaty aktualizujące zamieszczane są również na stronie www operatora.

I Podsumowanie

Dostawcy energii próbują jak najprecyzyjniej zaspokajać nieustannie zmieniające się wyma-

gania dotyczące dostaw energii i popytu na nią. Jednak czynniki zewnętrzne, takie jak pogoda, która wpływa na produkcję energii z wiatru i słońca, zdarzające się awarie oraz potrzeby klientów indywidualnych i przemysłowych (ze zmianami szczytowego zapotrzebowania) sprawiają, że przewidywanie wymagań staje się wyzwaniem. W przypadku wystąpienia niedoborów w dostawach energii elektrycznej rozwiązaniem mogą być rozwiązania hybrydowe, gdzie obiekt zasilany jest jednocześnie z kilku źródeł, w tym sieci elektroenergetycznej.

I Literatura

1. M. Ruszel, S. Podmiotko, Bezpieczeństwo energetyczne Polski i Europy. Uwarunkowania – wyzwania – innowacje, Instytut Polityki Energetycznej im. I. Łukasiewicza, Rzeszów, 2019.
2. Energia ze źródeł odnawialnych w 2021 roku, Analizy statystyczne GUS, 10.01.2023.
3. A. Chmielewski, J. Kupecki, Ł. Szablowski, K.J. Fijałkowski, J. Zawieska, K. Bogdziński, Dostępne i przyszłe formy magazynowania energii, WWF Polska, Warszawa, 2020.
4. K. Bednarek, L. Kasprzyk, Zasobniki energii w systemach elektrycznych, część I – charakterystyka problemu, Poznan University of Technology Academic Journals. Electrical Engineering, 2012, nr 69, s. 199–207.
5. https://leonardo-energy.pl/white_papers/akumulatory-przeplywowe-zobacz-raport/ (dostęp 23.05.2023).
6. <https://nowoczesnecieplownictwo.pl/magazynowanie-ciepła-w-zasobnikach/> (dostęp 28.05.2023).
7. K. Kuczyński, Zastosowanie zasilaczy UPS i zespołów prądowórczych w centrach przetwarzania danych – analiza niezawodności, „elektro.info” 5/2020.
8. K. Rafał, P. Grabowski, ACADEMIA – magazyn Polskiej Akademii Nauk, 2021, nr 1(65) Energetyka; s. 34–40, DOI: 10.24425/academia-PAN.2021.136844.
9. www.pse.pl/jak-funkcjonuje-krajowy-system-elektroenergetyczny/stopnie-zasilania (dostęp 28.05.2023).

ABSTRACT

Guaranteed Power Supply During Power Shortages
The article discusses selected methods of electricity storage and the structure of obtaining energy from renewable sources in Poland. It draws attention to the power supply of consumers from several sources, including the power grid (hybrid systems), during periods of energy shortages.
Keywords: guaranteed power supply, renewable energy sources, energy storage facilities, the structure of obtaining energy from renewable energy sources.

Uproszczony projekt układu zasilania awaryjnego kompleksu wypoczynkowego z wykorzystaniem zespołu prądowórczego

W artykule został przedstawiony uproszczony projekt zasilania kompleksu wypoczynkowego z wykorzystaniem zespołu prądowórczego o mocy mniejszej od mocy zapotrzebowanej przez zasilany kompleks. Stan taki powoduje konieczność wydzielenia odbiorników, które zostaną objęte zasilaniem awaryjnym. Przed podaniem napięcia z generatora zespołu prądowórczego automatyka musi zapewnić tzw. zrzut obciążenia przez odłączenie odbiorników nieobjętych zasilaniem awaryjnym.

Podstawa opracowania

1. Zlecenie inwestora.
2. Warunki przyłączenia ZP wydane przez PGE Dystrybucja – pominięte w artykule.
3. Projekty instalacji elektrycznych poszczególnych budynków kompleksu.
4. Wizja lokalna w terenie.
5. Rozporządzenie 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 roku poz. 1225).
6. Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 22 marca 2023 roku w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego (Dz.U. z 2023 roku poz. 819 z późniejszymi zmianami).
7. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz.U. Nr 109/2010 poz. 719 z późniejszymi zmianami).
8. PN-HD 60364-5-52:2011 *Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5-52: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Oprzewodownie*.
9. PN-HD 60364-4-41:2017-09 *Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym*.
10. PN-HD 60364-5-56:2019-01 *Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5-56: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Instalacje bezpieczeństwa*.
11. N SEP-E 004:2022-08 *Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa*.
12. Publikacja „Zespoły prądowórcze w układach zasilania awaryjnego”, J. Wiatr, DW MEDIUM, Warszawa 2008.

13. Publikacja „Poradnik Projektanta Elektryka”, J. Wiatr, M. Orzechowski, Grupa MEDIUM, Warszawa 2021: wydanie VI, dodruk 2023.
14. Scenariusz rozwoju zdarzeń pożarowych.
15. Uzgodnienie z rzeczoznawcą ds. zabezpieczeń ppoż. oraz uzgodnienie z rzeczoznawcą ds. bhp.
16. Uzgodnienie z Operatorem Sieci Dystrybucyjnej układu współpracy zespołu prądowórczego z siecią elektroenergetyczną.

Stan istniejący

Kompleks wypoczynkowy składa się z trzech budynków hotelowych oraz budynku gospodarczego. W budynku gospodarczym zainstalowana jest stacja transformatorowa ICZ-E 160 kVA produkcji firmy Elektrobud S.A. Inwestor przygotował pomieszczenie agregatorowni do instalacji zespołu prądowórczego o mocy $S=45$ kVA, do zasilania awaryjnego niektórych odbiorników energii elektrycznej, których funkcjonowanie jest niezbędne przy zaniku napięcia w sieci elektroenergetycznej. Ponieważ moc zespołu prądowórczego jest za mała do pokrycia mocy zapotrzebowanej przez kompleks, w poszczególnych budynkach zostały wytypowane odbiorniki objęte zrzutem obciążenia przed przejęciem zasilania przez zespół prądowórczy.

Zespół prądowórczy musi zabezpieczyć zasilanie odbiorników o łącznej mocy 35 kW:

- » budynek nr 1 – $P_z=15$ kW,
- » budynek nr 2 – $P_z=9$ kW,
- » budynek nr 3 – $P_z=9$ kW,
- » oświetlenie terenu – $P_z=2$ kW (część druga artykułu – „elektro.info” nr 1–2/2024).

Układ współpracy ZP z SEE należy wyposażyć w blokadę elektryczną oraz blokadę mechaniczną uniemożliwiającą zasilanie odbiorników z obydwu źródeł jednocześnie oraz zabezpieczający przed podaniem napięcia do sieci elektroenergetycznej z generatora zespołu prądowórczego.

Opis techniczny

W budynku gospodarczym jest zainstalowana stacja transformatorowa ICZ-E 160 kVA, produkcji firmy ELEKTOBUD S.A. Stacja jest zasilana z linii SN w układzie końcowym. W sąsiednim pomieszczeniu zainstalowany został zespół prądowórczy o mocy $S=45$ kVA. Plan rozmieszczenia budynków kompleksu przedstawia **rysunek 1**. Natomiast plan rozmieszczenia źródeł zasilających przedstawia **rysunek 2**. Na **rysunku 3** został przedstawiony schemat zasilania kompleksu. Rozdzielnica nn stacji ICZ-E 160 kVA jest zasilana poprzez układ współpracy ZP-SEE typu ATY SpM 160 produkcji firmy Socomec, który jest zainstalowany w szafie SZR, z której pobierane jest zasilanie potrzeb własnych ZP. Sterownik SZR typu ATY SpM 160 wyposażony jest w blokadę mechaniczną uniemożliwiającą załączenie obydwu źródeł jednocześnie. Sterownik posiada możliwość ręcznego przełączenia i został wyposażony w trójpołożeniowy przełącznik z pozycją neutralną. Ręczne przełączenie źródła zasilania może być realizowane w przypadku uszkodzenia układu automatyki przełączania i jest realizowane za pomocą dźwigni napędu ręcznego. Układ ręcznego przełącznika źródeł zasilania stanowi trójpoziomy przełącznik zawierający pozycję neutralną (1-0-2), pozwalającą na odłączenie zasilanych odbiorników od obydwu źródeł zasilania. Zanik napięcia w sieci elektroenergetycznej jest wykrywany przez automatykę ZP, która uruchamia procedurę samorozuchu ZP. Podanie napięcia do odbiorników z generatora ZP następuje po automatycznym przełączeniu na zasilanie z generatora ZP, które następuje po 35 sekundach od chwili zaniku napięcia w sieci elektroenergetycznej. W rozdzielnicy głównej każdego budynku funkcjonuje automatyka zrzutu obciążenia, uruchamiana automatycznie w chwili pojawienia się napięcia na zaciskach generatora ZP (załączenie zasilania z ZP następuje z opóźnieniem w celu umożliwienia realizacji algorytmu zrzutu obciążenia). Po powrocie napięcia w sieci elektroenergetycznej następuje automatyczne przełączenie zasilania na sieć elektroenergetyczną. Po przełączeniu zasilania zespół prądowórczy pozostaje załączony na biegu jałowym przez trzy minuty, w celu wychłodzenia generatora, po czym ulega samoczynnemu wyłączeniu. Przełączenie (ręcznie przez osobę uprawnioną w przypadku awarii automatyki SZR) układu współpracy ZP-SEE na zasilanie z generatora zespołu prądowórczego następuje przez przestawienie dźwigni napędu ręcznego układu automatyki ATY SpM 160 w pozycję „2” – po wcześniejszym przełączeniu z pozycji „1” na pozycję „0”, a po powrocie napięcia w sieci elektroenergetycznej w pozycję „1”, z uwzględnieniem przejścia przez pozycję „0”, i powoduje automatyczne odtworzenie układu zasilania odbiorników w budynkach objętych zasilaniem awaryjnym. Schemat automatyki zrzutu obciążenia przed przejęciem zasilania przez generator ZP stanowi integralną część projektów instalacji elektrycznych poszczególnych budynków. Diagram działania sterownika SZR: ATY SpM 160 przedstawia **rysunek 4**. Moc czynna zapotrzebowana kompleksu: $P_z=80$ kW, przy współczynniku mocy (bez kompensacji mocy biernej, która zostanie wykonana po uruchomieniu obiektu i wykonaniu pomiarów w celu dobrania właściwego układu kompensacji mocy biernej) $\cos\varphi=0,8$. Moc zapotrzebowana przy zasilaniu z generatora zespołu prądowórczego wynosi $P_z=35$ kW, przy znamionowym współczynniku mocy generatora zespołu prądowórczego $\cos\varphi=0,8$. Moc czynna, dysponowana na zaciskach generatora ZP, wynosi 36 kW i jest wystarczająca do pokrycia mocy odbiorników objętych zasilaniem awaryjnym, określonych w projektach instalacji elektrycznych

poszczególnych budynków kompleksu, opracowanych przez projektanta instalacji elektrycznych poszczególnych budynków:

$$P_g = S_g \cdot h = 45 \cdot 0,8 = 36 \text{ kW} > P_z = 15 + 9 + 9 + 2 = 35 \text{ kW}$$

Wartość mocy zapotrzebowanej przez poszczególne budynki, przy zasilaniu z SEE oraz ZP, została określona na **rysunku 3**. Z Rnn stacji ICZ-E 100 kVA należy wyprowadzić następujące kable do zasilania poszczególnych budynków:

- a) **YAKY 4x70 dł. 130 m + YKY 4x2,5** – zasilanie budynku nr 1 + sterowanie zrzutem obciążenia,
- b) **YAKY 4x25 dł. 75 m + YKY 2x2,5** – zasilanie budynku nr 2 + sterowanie zrzutem obciążenia,
- c) **YAKY 4x25 dł. 150 m + YKY 2x2,5** – zasilanie budynku nr 3 + sterowanie zrzutem obciążenia,
- d) **YAKY 5x10** – do zasilania Rozdzielnicy Budynku Gospodarczego,
- e) **YKYżo 5x4** – do zasilania SON.

Z toru zasilania ZP, automatyki SZR sieć-ZP, do sterowania zrzutem obciążenia przed przejęciem zasilania przez generator ZP, należy wyprowadzić kable sterownicze:

- » budynek 1: YKY 4x2,5,
- » budynek 2 oraz budynek 3: YKY 2x2,5.

W złączach kablowych należy wykonać rozdział przewodów PEN na przewody PE oraz N. Miejsce rozdziału uziemić, uzyskując rezystancję uziemienia nie większą od 30Ω . Projektowane kable zasilające wraz z kablami sterującymi zrzutem obciążenia należy układać w wykopie o głębokości 90 cm i zasypać do wysokości 30 cm nad rurą osłonową (grunt piaszczysty). Następnie należy ułożyć wzdłuż trasy kablowej taśmę kablową koloru niebieskiego o szerokości umożliwiającej wystawianie poza kable po 5 cm z każdej strony i zasypać wykop, doprowadzając teren do stanu pierwotnego. Na poszczególnych kablach, w odstępach co 10 m, należy założyć opaski kablowe zawierające następujące informacje: typ kabla * długość * trasa * rok ułożenia.

Obliczenia

1. Dobór kabli zasilania podstawowego i awaryjnego oraz kabli zasilających poszczególne budynki kompleksu:

- a) zasilanie podstawowe (stacja transformatorowa 15/0,4 kV; $S=160$ kVA):
 - » ze względu na długotrwałą obciążalność prądową i przeciążalność:

UWAGA!

Do obliczeń spodziewanego prądu obciążenia został przyjęty współczynnik mocy $\cos\varphi=0,8$. Przyjęcie współczynnika mocy $\cos\varphi=0,93$, wymaganego przez OSD, przed wprowadzeniem układu kompensacji mocy biernej, prowadzi do błędnych wyników. Obliczona wartość spodziewanego prądu obciążenia, po wprowadzeniu układu kompensacji mocy biernej, ulegnie zmniejszeniu. Przyjęcie do instalacji układu kompensacji mocy biernej wymaga po uruchomieniu instalacji wykonania badań obciążenia za pomocą specjalistycznego sprzętu. Pozwoli ono na przyjęcie właściwego rozwiązania układu kompensacji mocy biernej w celu uzyskania wartości współczynnika mocy o wartości nie mniejszej od wymaganego przez ww. rozporządzenie.

Moc zapotrzebowana przez kompleks:

$$P_z = P_{z1} + P_{z2} + P_{z3} + P_{BG} + P_{ol} = (40 + 13 + 17 + 8 + 2) \cdot 10^3 = 80 \text{ kW}$$

$$I_B = \frac{P_z}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{80000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} \approx 144,51 \text{ A}$$

$$I_B = 144,51 \text{ A} \leq I_n = 160 \text{ A}$$

$$I_z \geq \frac{k_2 \cdot I_n}{1,45} = \frac{1,6 \cdot 160}{1,45} = 176,56 \text{ A}$$

Warunki spełni kabel 4×YKY 70, przy sposobie ułożenia B2. Dla tak przyjętego układu przewodów długotrwała obciążalność prądowa z uwzględnieniem przeciążalności oraz krajowych warunków termicznych otoczenia, zgodnie z normą PN-HD 60364-5-52:2011 [8], wynosi:

$$I_z = \frac{171}{\sqrt{3}} \cdot 0,75 \cdot 1,06 = 196 \text{ A} > 176,56 \text{ A}$$

Uwaga! Poprawnie dobrany kabel, zabezpieczony bezpiecznikiem topikowym, nie wymaga sprawdzenia z warunku na zwarcia, gdyż warunek ten jest automatycznie spełniony (patrz rozdział VI „Poradnika Projektanta Elektryka, J. Wiatr, M. Orzechowski, Grupa MEDIUM Sp. z o.o. Sp. k., wydanie VI, Warszawa 2021; dodruk czerwiec 2023 [13]).

» dobór kabla zasilającego budynek nr 1:

$$I_B = \frac{P_z}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{40000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} \approx 72,26 \text{ A}$$

$$I_B = 72,26 \text{ A} \leq I_n = 80 \text{ A}$$

$$I_z \geq \frac{k_2 \cdot I_n}{1,45} = \frac{1,6 \cdot 80}{1,45} = 88,28 \text{ A}$$

Warunki spełni kabel YAKY 4×70, przy sposobie ułożenia D1. Dla tak przyjętego układu kabli długotrwała obciążalność prądowa z uwzględnieniem przeciążalności oraz krajowych warunków gruntowych, przy zachowaniu odległości pomiędzy kablami równej jednej średnicy, zgodnie z normą PN-HD 60364-5-52:2011 [8], wynosi:

$$I_z = 1,18 \cdot 0,91 \cdot 112 = 120,26 \text{ A} > 88,28 \text{ A}$$

Sprawdzenie dobrego kabla z warunku spadku napięcia (do przekroju 70 mm² Cu lub 50 mm² Al można nie uwzględniać reaktancji i kabla, i spadek napięcia obliczać z uproszczonego wzoru: podstawa – rozdział VI „Poradnika Projektanta Elektryka” [13]):

$$\Delta U = \frac{P \cdot I \cdot 100\%}{\gamma \cdot S \cdot U^2} = \frac{40000 \cdot 130 \cdot 100\%}{35 \cdot 70 \cdot 400^2} = 1,33\% < \Delta U_{dop} = 5\%$$

» dobór kabla zasilającego budynek nr 2:

$$I_B = \frac{P_z}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{18000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 32,15 \text{ A}$$

$$I_B = 32,15 \text{ A} \leq I_n = 50 \text{ A}$$

$$I_z \geq \frac{k_2 \cdot I_n}{1,45} = \frac{1,6 \cdot 50}{1,45} = 55,17 \text{ A}$$

Warunki spełni kabel YAKY 4×25, przy sposobie ułożenia D1. Dla tak przyjętego układu kabli długotrwała obciążalność prądowa z uwzględnieniem przeciążalności oraz krajowych warunków gruntowych, przy zachowaniu odległości pomiędzy kablami równej jednej średnicy, zgodnie z normą PN-HD 60364-5-52:2011 [8], wynosi:

$$I_z = 1,18 \cdot 0,91 \cdot 64 = 68,72 \text{ A} > 55,17 \text{ A}$$

Sprawdzenie dobrego kabla z warunku spadku napięcia (do przekroju 70 mm² lub 50 mm² można nie uwzględniać reaktancji i kabla, i spadek napięcia obliczać z uproszczonego wzoru: podstawa – rozdział VI „Poradnika Projektanta Elektryka” [13]):

$$\Delta U = \frac{P \cdot I \cdot 100\%}{\gamma \cdot S \cdot U^2} = \frac{13000 \cdot 75 \cdot 100\%}{35 \cdot 25 \cdot 400^2} = 0,7\% < \Delta U_{dop} = 5\%$$

» kabel zasilający budynek nr 3:

$$I_B = \frac{P_z}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{17000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 30,71 \text{ A}$$

$$I_B = 30,71 \text{ A} \leq I_n = 50 \text{ A}$$

$$I_z \geq \frac{k_2 \cdot I_n}{1,45} = \frac{1,6 \cdot 50}{1,45} = 55,17 \text{ A}$$

Warunki spełni kabel YAKY 4×25, przy sposobie ułożenia D1. Dla tak przyjętego układu kabli długotrwała obciążalność prądowa z uwzględnieniem przeciążalności oraz krajowych warunków gruntowych, zgodnie z normą PN-HD 60364-5-52:2011 [8], wynosi:

$$I_z = 1,18 \cdot 0,91 \cdot 64 = 68,72 \text{ A} > 55,17 \text{ A}$$

Sprawdzenie dobrego kabla z warunku spadku napięcia (do przekroju 70 mm² lub 50 mm² można nie uwzględniać reaktancji i kabla, i spadek napięcia obliczać z uproszczonego wzoru: podstawa – rozdział VI „Poradnika Projektanta Elektryka” [13]):

$$\Delta U = \frac{P \cdot I \cdot 100\%}{\gamma \cdot S \cdot U^2} = \frac{17000 \cdot 150 \cdot 100\%}{35 \cdot 25 \cdot 400^2} \approx 1,83\% < \Delta U_{dop} = 5\%$$

» kabel zasilający SON:

$$I_B = \frac{P_z}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{2000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 3,22 \text{ A}$$

$$I_B = 3,22 \text{ A} \leq I_n = 16 \text{ A}$$

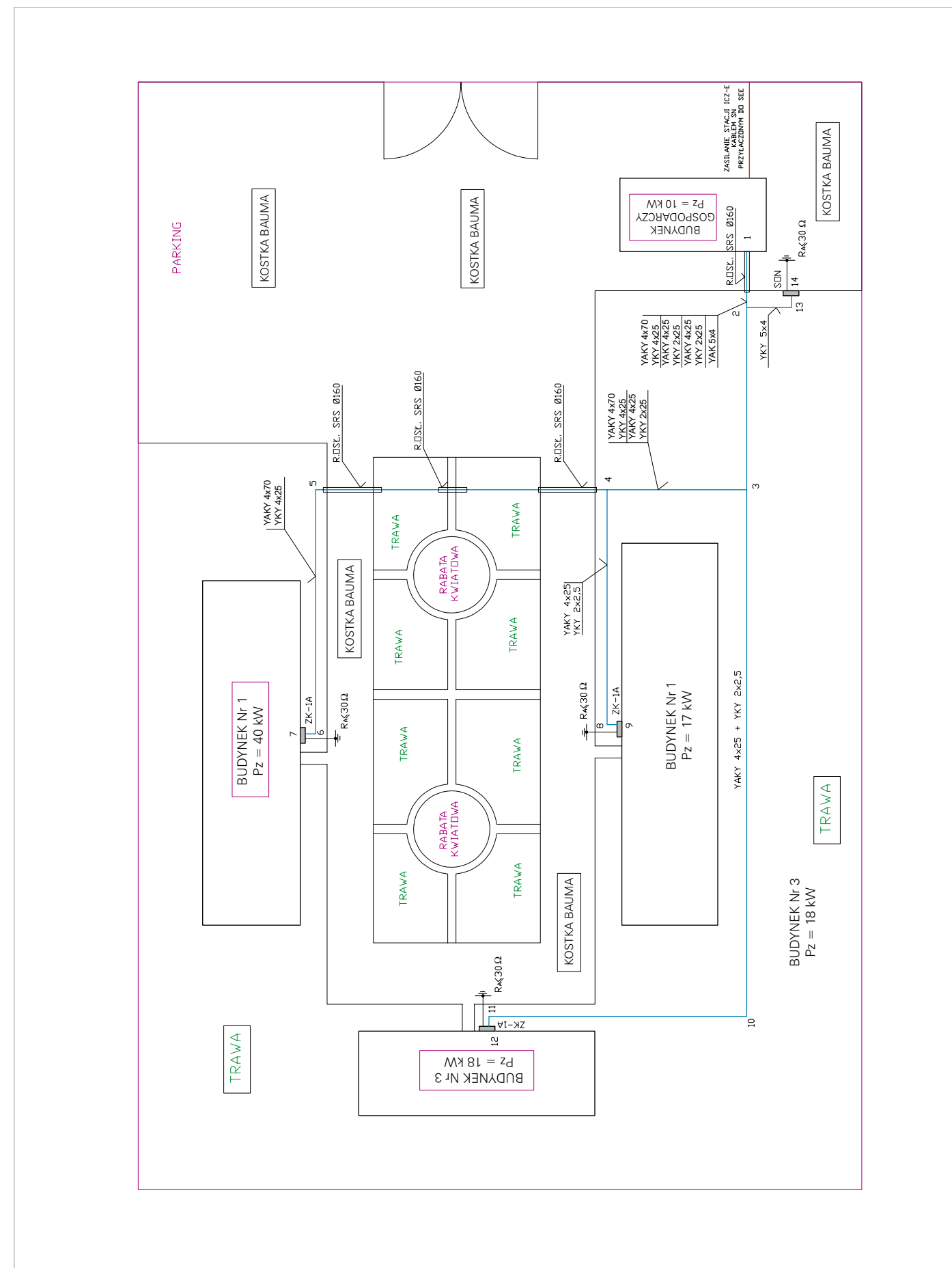
$$I_z \geq \frac{k_2 \cdot I_n}{1,45} = \frac{1,6 \cdot 16}{1,45} \approx 17,66 \text{ A}$$

Warunki spełni kabel YAY 4×4, przy sposobie ułożenia D1. Dla tak przyjętego układu kabli długotrwała obciążalność prądowa z uwzględnieniem przeciążalności oraz krajowych warunków gruntowych, zgodnie z normą PN-HD 60364-5-52:2011 [8], wynosi:

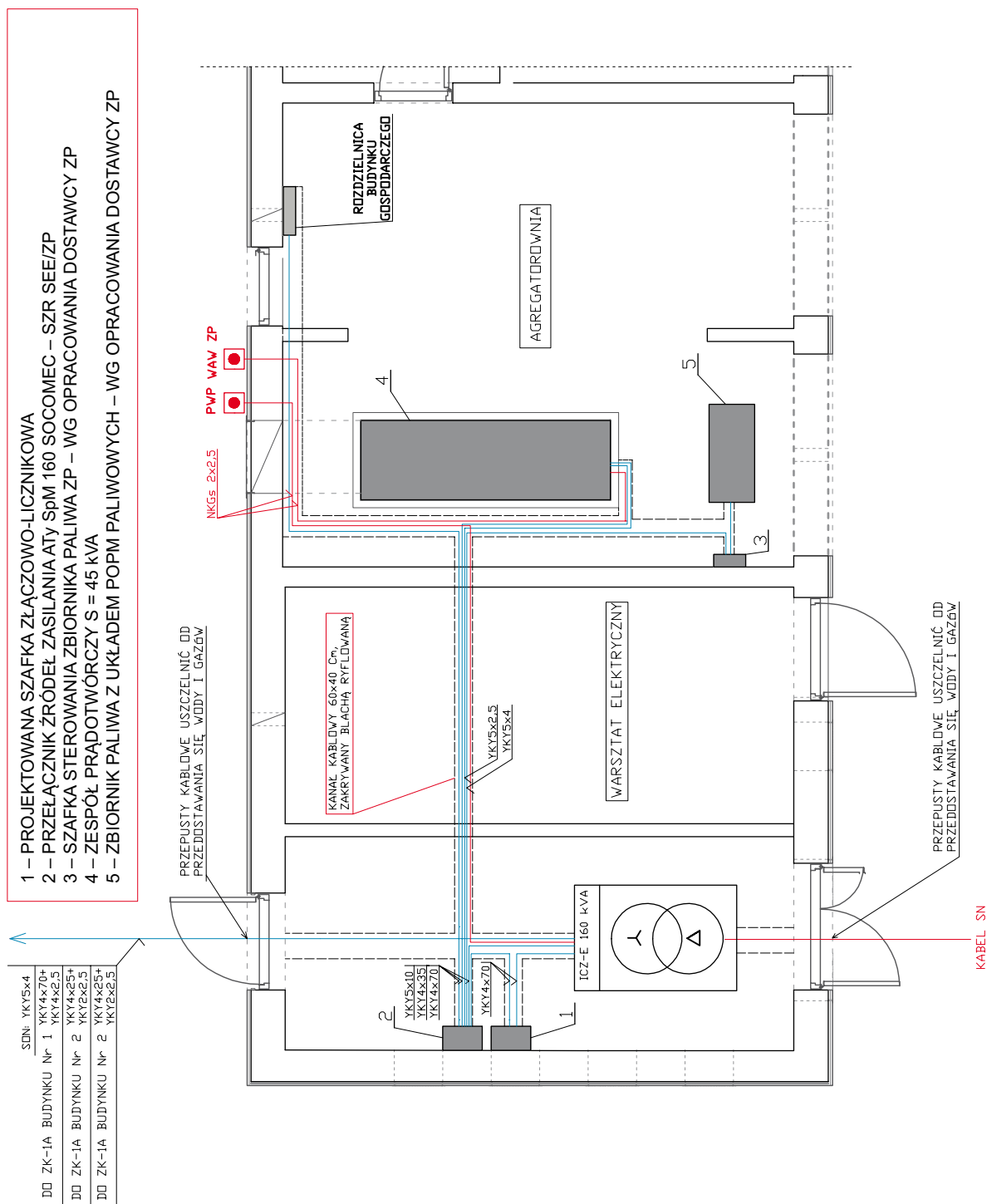
$$I_z = 1,18 \cdot 0,91 \cdot 37 = 39,73 \text{ A} \gg 17,66 \text{ A}$$

b) zasilanie ze źródła awaryjnego (zespół prądotwórczy 3×230/400 V o mocy S_{NG} = 45 kVA):

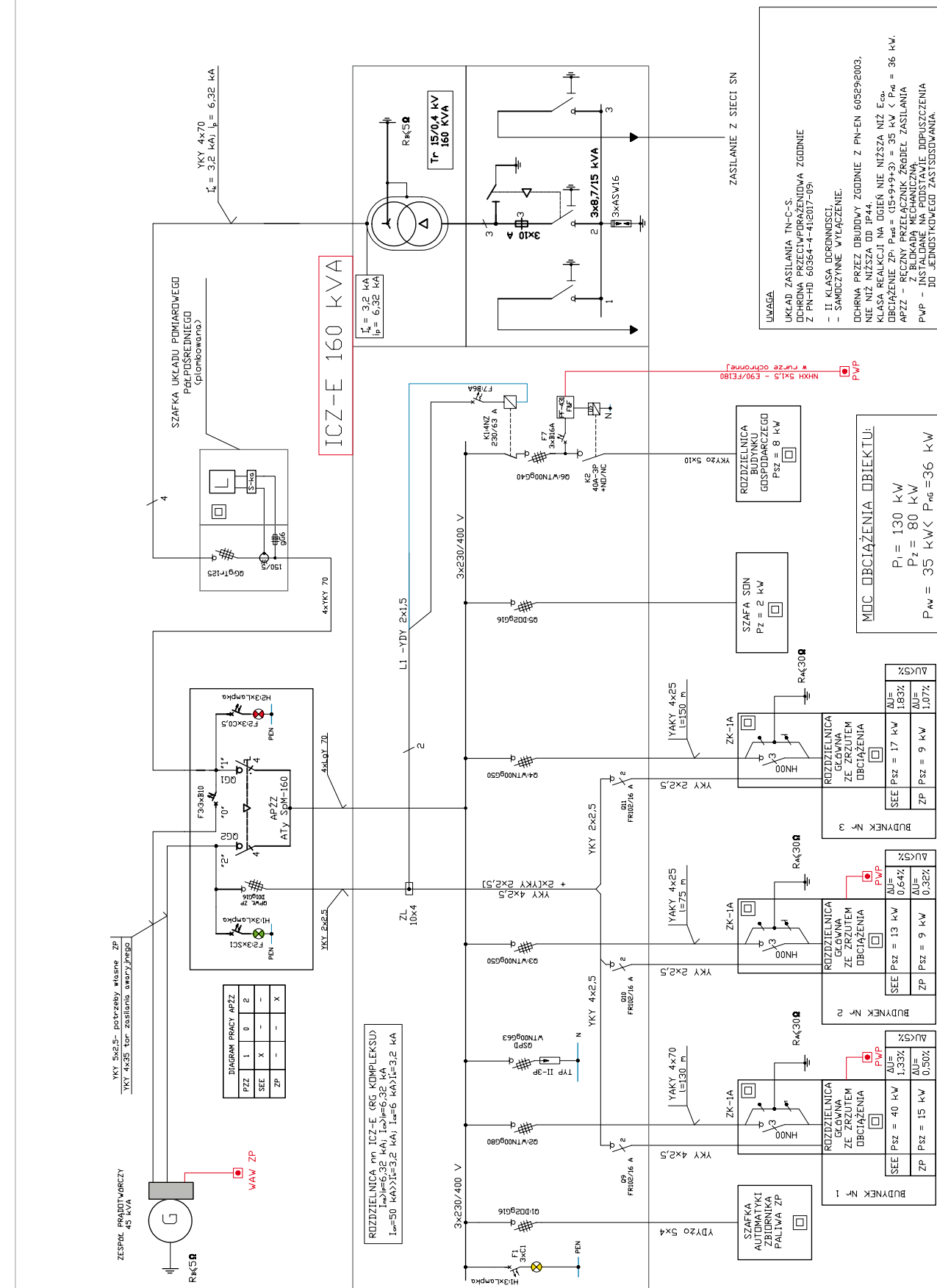
$$I_B = \frac{S_{NG}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{45000}{\sqrt{3} \cdot 400} \approx 65 \text{ A}$$



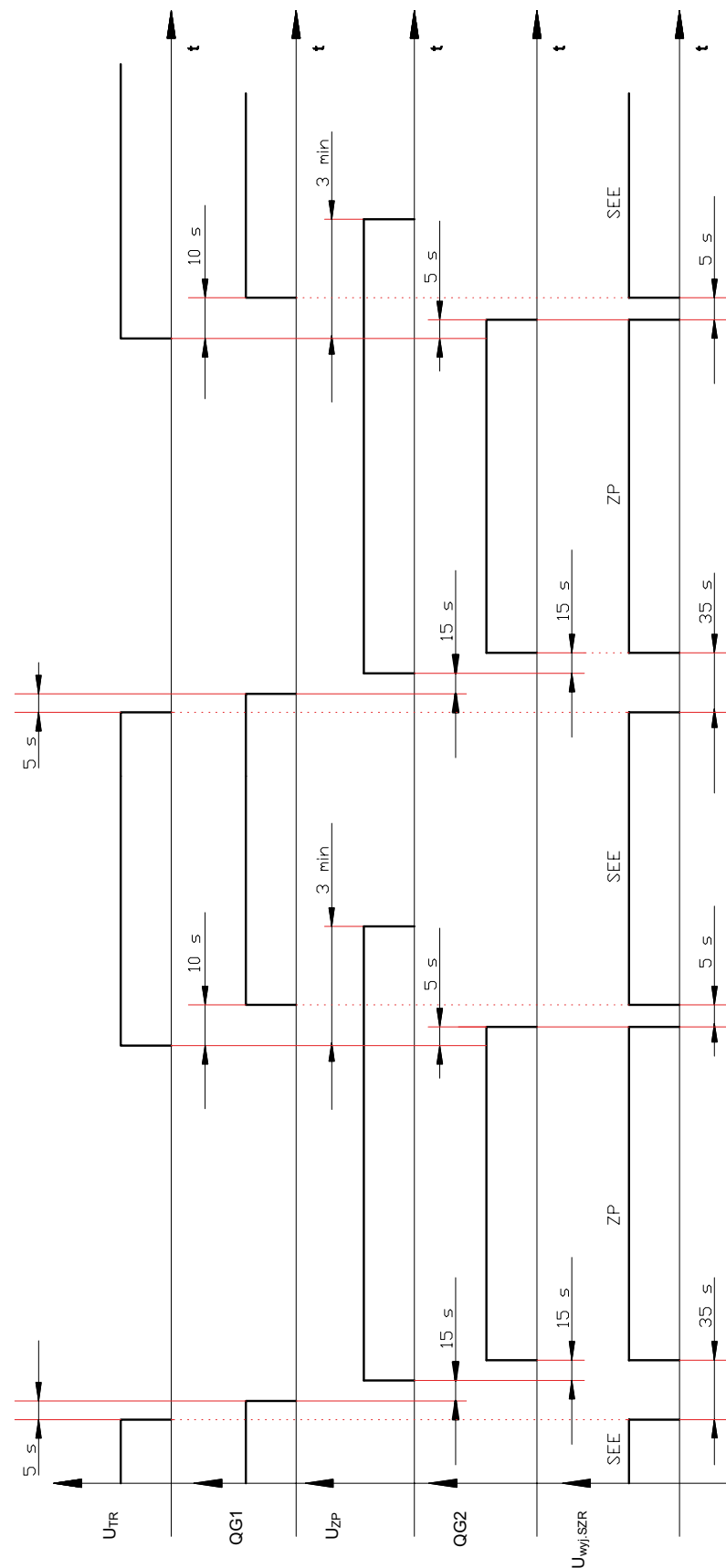
Rys. 1. Plan rozmieszczenia budynków kompleksu oraz plan trasy linii kablowych rys. J. Wiatr



Rys. 2. Plan rozmieszczenia źródeł zasilających w budynku gospodarczym rys. J. Wiatr



Rys. 3. Schemat zasilania kompleksu w energię elektryczną rys. J. Wiatr



Rys. 4. Diagram działania sterownika SZR: ATY SpM 160 rys. J. Wiatr

Głównym zabezpieczeniem jest wyłącznik nadprądowy z nastawą 80 A. Warunki spełni kabel 4×YKY 25, przy sposobie ułożenia B1. Dla tak przyjętego układu kabli długotrwała obciążalność prądowa z uwzględnieniem przeciążalności oraz krajowych warunków termicznych otoczenia, zgodnie z normą PN-HD 60364-5-52:2011 [8], wynosi:

$$I_z = 1,06 \cdot 0,91 \cdot 101 = 97,42 \text{ A} > 80 \text{ A}$$

2. Sprawdzenie warunku wybiórczości (selektywności) w projektowanym układzie zasilania

Ponieważ największym zabezpieczeniem jest zabezpieczenie kabla zasilającego budynek główny, a sprawdzenie dotyczy stosunku zabezpieczenia głównego gTr100 w stosunku do pozostałych zabezpieczeń instalowanych w RGK, wystarczającym jest sprawdzenie warunku selektywnego działania tych zabezpieczeń:

$$\frac{gTr160}{gG80} = \frac{231}{80} \approx 2,89 > 1,6$$

Stan ten gwarantuje uzyskanie pełnej selektywności. Pozostałe zabezpieczenia posiadają wartość prądu znamionowego mniejszą od bezpiecznika gG80, stanowiącego zabezpieczenie kabla zasilającego budynek główny kompleksu, przez co stosunek prądu zabezpieczenia głównego do prądu zabezpieczenia obwodowego jest także większy od 1,6. Należy zatem uznać warunek selektywności za spełniony w całym projektowanym układzie zasilania.

3. Spodziewane prądy zwarcia w Rnn stacji ICZ-E 100 kVA

a) dla zwarć symetrycznych:

» zasilanie z sieci elektroenergetycznej:

$$Z_T = x_k \cdot \frac{U_{nTr1}^2}{S_{nTr}} = 0,045 \cdot \frac{0,42^2}{0,16} = 0,0496 \Omega$$

Spodziewany prąd zwarcia dla zwarć symetrycznych na zaciskach niskiego napięcia transformatora wynosi:

$$I_{k3} = \frac{c_{max} \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k3}} = \frac{1,1 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot 0,0496} = 5128 \text{ A} \approx 5,13 \text{ kA}$$

$$i_p = \sqrt{2} \cdot \kappa \cdot I_k = \sqrt{2} \cdot 1,4 \cdot 5,13 \approx 10,13 \text{ kA}$$

Na podstawie obliczeń należy przyjąć odporność zwarcia instalowanych aparatów $I_{cs} \geq 10,13 \text{ kA}$, dla czasu $T_n = 0,25 \text{ s}$. Dla bezpieczników topikowych znamionowy prąd wyłączalny $I_{cn} = 50 \text{ kA}$.

» zasilanie z generatora zespołu prądowłórczego o mocy $S = 45 \text{ kVA}$:

$$x_d'' = 10\%$$

$$I_{kG3}'' = \frac{U_{nG}^2}{\sqrt{3} \cdot X_{kG3}}$$

$$X_{kG3} = x_d'' \cdot \frac{U_{nG}^2}{S_{nG}}$$

$$I_{k3G}'' = 400 \cdot \left[\sqrt{3} \cdot \left(0,1 \cdot \frac{0,4^2}{0,045} \right) \right]^{-1} \approx 650,29 \text{ A}$$

$$i_p = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k3G}'' = 1,64 \cdot \sqrt{2} \cdot 0,65 \approx 1,5 \text{ kA} \ll 10,13 \text{ kA}$$

Dobrane aparaty elektryczne do warunków zasilania z sieci elektroenergetycznej nie ulegną uszkodzeniu przy zasilaniu z generatora zespołu prądowłórczego.

a) dla zwarć jednofazowych:

» na zaciskach niskiego napięcia transformatora:

$$Z_{kTr} = U_k \cdot \frac{U_{n2Tr}^2}{S_{nTr}} = 0,045 \cdot \frac{0,42^2}{0,16} = 0,0496 \Omega$$

$$I_{k1} = \frac{0,8 \cdot U_0}{Z_{kTr}} = \frac{184}{0,0496} = 3709,68 \text{ A}$$

» na zaciskach generatora zespołu prądowłórczego:

$$Z_{k1G} = \frac{1}{3} \cdot \frac{U_n^2}{S_{nG}} = \frac{1}{3} \cdot \frac{0,4^2}{0,045} \approx 1,19 \Omega$$

$$I_{k1G} = \frac{0,8 \cdot U_0}{Z_{k1G}} = \frac{184}{1,19} = 154,62 \text{ A} \ll 3709,68 \text{ A}$$

Wyznaczone prądy zwarcia, przy zasilaniu z generatora zespołu prądowłórczego, uniemożliwiają spełnienie warunku samoczynnego wyłączenia, określonego w normie PN-HD 60364-4-41:2017-09 [9], przez co zostanie przyjęta ochrona przeciwporażeniowa przez II klasę ochronności oraz zastosowanie w obwodach odbiorczych wyłączników różnicowoprądowych.

Uwagi końcowe

- Ochrona przeciwporażeniowa – druga klasa ochronności, zgodnie z wymaganiami normy PN-HD 60364-4-41:2017-09 [9]. W obwodach odbiorczych poszczególnych instalacji poszczególnych budynków – wyłączniki różnicowoprądowe.
- Wszystkie złącza kablowe ZK-1A instalowane przy budynkach – w II klasie ochronności.
- Układy automatyki zrzutu obciążenia w przypadku przejścia zasilania przez zespół prądowłórczy stanowią integralną część projektów instalacji elektrycznych poszczególnych budynków, przez co zostały pominięte w artykule.
- Ochrona przepięciowa – dwustopniowa. Ogranicznik przepięć TYP I instalowany w Rnn stacji ICZ-E 160 kVA oraz ograniczniki TYP II instalowane w rozdzielnicach poszczególnych budynków.
- Po wykonaniu prac instalacyjnych należy przeprowadzić próby i pomiary pomontażowe, zgodnie z wymaganiami normy PN-HD 60364-6:2016-07 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 6: Sprawdzenie oraz normy N SEP-E 004:2022-08 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.
- Przed oddaniem do eksploatacji układu zasilania awaryjnego należy opracować instrukcję współpracy ruchowej ZP z siecią elektroenergetyczną, którą należy uzgodnić z OSD.
- Projekt oświetlenia terenu wraz z SON stanowi osobne opracowanie i zostanie opublikowany w „elektro.info” numer 1–2/2024.
- W numerze 3/2024 opublikujemy projekt sterowania bramy wjazdowej na teren kompleksu.

Centralne i rozproszone systemy zasilania awaryjnego UPS – który wybrać?

Zapewnienie nieprzerwanego dostępu do energii elektrycznej jest kluczowe dla sprawnego funkcjonowania wielu sektorów gospodarki – od przemysłu i IT, przez transport, aż po sektor publiczny i finansowy. Nagłe przerwy w dostawie energii mogą prowadzić do poważnych strat finansowych, a nawet zagrożeń dla bezpieczeństwa. Właśnie dlatego coraz więcej przedsiębiorstw decyduje się na wdrożenie systemów zasilania awaryjnego UPS (Uninterruptible Power Supply).

Podczas wyboru systemu UPS organizacje stają przed dylematem: zdecydować się na model scentralizowany czy rozproszony? Każde z tych rozwiązań ma swoje unikalne zalety i ograniczenia, a wybór odpowiedniego podejścia powinien być dostosowany do specyfiki infrastruktury oraz długoterminowych strategii przedsiębiorstwa. W artykule omówimy oba modele oraz przedstawimy odpowiednie rozwiązania oferowane przez markę EVER.

Rozproszone systemy zasilania UPS

W przypadku systemów rozproszonych, zasilacze UPS są instalowane bezpośrednio przy urządzeniach, które mają chronić. Najczęściej znajdują się one w szafach serwerowych lub w ich bezpośrednim sąsiedztwie. Tego rodzaju systemy są złożone z kilku mniejszych UPS-ów, które zabezpieczają poszczególne sekcje infrastruktury.

Jednym z kluczowych atutów systemów rozproszonych jest minimalizacja ryzyka globalnej awarii. Awaria pojedynczego urządzenia UPS wpływa jedynie na jeden serwer lub

określoną grupę urządzeń, zamiast paraliżować całą organizację. Takie rozwiązanie ułatwia również stopniową rozbudowę infrastruktury, ponieważ kolejne UPS-y mogą być dodawane w miarę wzrostu zapotrzebowania. Dla małych i średnich przedsiębiorstw jest to często bardziej ekonomiczne podejście, ponieważ początkowe koszty inwestycji są niższe niż w przypadku dużego, scentralizowanego systemu.

Jednak rozproszone systemy zasilania mają także swoje wady. Przede wszystkim zarządzanie wieloma jednostkami UPS jest bardziej skomplikowane i czasochłonne. Każde urządzenie wymaga osobnej konserwacji, monitorowania i serwisowania, co generuje dodatkowe koszty operacyjne. Ponadto, instalacja wielu mniejszych UPS-ów może powodować problemy związane z ograniczoną przestrzenią w szafach rack. Dodatkowym minusem jest niższa efektywność energetyczna w porównaniu do dużych systemów scentralizowanych – wiele małych jednostek generuje więcej ciepła i wymaga większej liczby akumulatorów. Co więcej, większość tego typu urządzeń wykorzystuje topologie off-line (VFD) lub line interactive (VI), które oferują ograniczoną ochronę przed zakłóceniami sieciowymi, co może wpływać na stabilność zasilania.

Scentralizowane systemy zasilania UPS

Alternatywą dla modelu rozproszonego są scentralizowane syste-



W modelu centralnym jedno (lub kilka) dużych urządzeń UPS zasilają całą infrastrukturę IT lub wybrane obszary organizacji

my UPS, które polegają na wykorzystaniu jednego lub kilku dużych urządzeń do zasilania całej infrastruktury IT lub określonych obszarów przedsiębiorstwa. Zasilacze te działają w topologii podwójnej konwersji (online – VFI), co zapewnia lepszą ochronę przed wszelkimi zakłóceniami w sieci elektroenergetycznej. Zazwyczaj są instalowane w osobnych pomieszczeniach serwerowych lub technicznych, gdzie ich działanie nie wpływa na przestrzeń przeznaczoną na inne urządzenia.

Jedną z największych zalet scentralizowanego systemu jest jego niezawodność – duże UPS-y oferują większą moc i możliwość redundancji (N+1), co oznacza, że w przypadku awarii jednej jednostki, druga przejmie jej funkcje. Dodatkowo, UPS-y tego typu zapewniają lepszą ochronę przed zakłóceniami, ponieważ pracują w trybie online, eliminując wszelkie anomalie napięciowe. System ten jest również bardziej efektywny pod względem zarządzania – administratorzy monitorują jedno urządzenie zamiast wielu rozproszonych jednostek.

Pomimo wielu zalet, scentralizowane systemy UPS mają również swoje ogranicze-

nia. Przede wszystkim wymagają one znacznie większej inwestycji początkowej, zarówno w zakup sprzętu, jak i w infrastrukturę chłodzenia oraz systemy dystrybucji energii. Dodatkowym ryzykiem jest awaria głównego UPS-a – jeśli nie zastosowano redundancji, cała infrastruktura może zostać pozbawiona zasilania. Warto również zwrócić uwagę na możliwość przewymiarowania systemu – wiele organizacji instaluje większe UPS-y, niż faktycznie potrzebuje, co prowadzi do niepotrzebnych strat energii i wyższych kosztów eksploatacji.

Który system wybrać?

Wybór między scentralizowanym a rozproszonym systemem UPS zależy od specyfiki danej organizacji.

System scentralizowany będzie odpowiednim rozwiązaniem, jeśli przedsiębiorstwo posiada dużą infrastrukturę IT wymagającą wysokiej niezawodności, chce zoptymalizować koszty eksploatacji oraz uprościć zarządzanie systemem zasilania. Sprawdzą się także w sytuacji, gdy firma dysponuje specjalnym pomieszczeniem serwerowym oraz zmagając się z problemami jakości napięcia w sieci.

Z kolei rozproszone systemy UPS lepiej sprawdzą się w przypadku małych i średnich przedsiębiorstw, które potrzebują elastycznego i skalowalnego rozwiązania. Jest to również korzystna opcja dla organizacji planujących stopniową rozbudowę infrastruktury oraz szukających urządzeń łatwych w montażu i wdrożeniu.

Rozwiązania EVER dla obu typów systemów

Firma EVER oferuje szeroki wybór urządzeń UPS, które sprawdzą się zarówno w scentralizowanych, jak i rozproszonych systemach zasilania awaryjnego.

Dla systemów scentralizowanych rekomendowane są m.in.

- » **POWERLINE GREEN 33 PRO** – trójfazowy UPS o wysokiej sprawności, idealny do dużych centrów danych i systemów przemysłowych,
 - » **POWERLINE RT PLUS** – kompaktowy i wydajny UPS online, który zapewnia stabilne zasilanie dla całej infrastruktury IT.
- Natomiast w przypadku systemów rozproszonych warto rozważyć:
- » **SINLINE RT XL** – urządzenie do montażu w szafie rack, idealne dla pojedynczych serwerów i urządzeń sieciowych,

» **SINLINE RT** – kompaktowy UPS dla mniejszych firm, chroniący pojedyncze stanowiska IT.

Podsumowanie

Nie ma jednego uniwersalnego rozwiązania – wybór odpowiedniego systemu UPS zależy od specyfiki działalności i jej potrzeb. Kluczowe jest dostosowanie technologii do wymagań organizacji, aby zapewnić maksymalną niezawodność i efektywność energetyczną. W celu wyboru optymalnego rozwiązania warto skonsultować się z ekspertami i zapoznać się z ofertą firmy EVER. Poznański producent oferuje bezpłatny dobór optymalnego rozwiązania.

Więcej: <https://ever.eu/doradztwo/>



EVER Sp. z o.o.
60-003 Poznań, Polska, ul. Wołczyńska 19
tel. 61 650 04 00, faks 61 651 09 27
ups@ever.eu
www.ever.eu

REKLAMA

Dlaczego warto prenumerować elektro.info?

- » 10 numerów w roku (numery łączone: 1/2, 7/8 – w cenie numeru pojedynczego)
- » Przesyłka na koszt wydawnictwa
- » Prenumerata w formie pdf do pobrania na nośnik zewnętrzny (laptop, tablet itp.)
- » Link do pobrania wersji pdf czasopisma otrzymujesz niezwłocznie po ukazaniu się danego numeru
- » Dostęp do wszystkich treści zamieszczonych na stronie internetowej www.elektro.info.pl otrzymujesz niezwłocznie po zaksięgowaniu wpłaty na konto

Prenumerata papierowa



EDUKACYJNA ROCZNA
10 numerów + roczny dostęp do wszystkich treści portalu (365 dni)
cena: 137,00 zł

PÓŁROCZNA
5 numerów + półroczny dostęp do wszystkich treści portalu (183 dni)
cena: 137,00 zł

ROCZNA
10 numerów + roczny dostęp do wszystkich treści portalu (365 dni)
cena: 229,00 zł

DWULETNI
20 numerów + dwuletni dostęp do wszystkich treści portalu (730 dni)
cena: 405,00 zł

Prenumerata PDF



ROCZNA
10 numerów + roczny dostęp do wszystkich treści portalu (365 dni)
cena: 206,00 zł

DWULETNI
20 numerów + dwuletni dostęp do wszystkich treści portalu (730 dni)
cena: 364,00 zł

Prenumerata papierowa + PDF



ROCZNA
10 numerów + roczny dostęp do wszystkich treści portalu (365 dni)
cena: 332,00 zł

DWULETNI
20 numerów + dwuletni dostęp do wszystkich treści portalu (730 dni)
cena: 587,00 zł

FORMULARZ ZAMÓWIENIA

Zamawiam:

» Prenumeratę papierową:

☐ edukacyjną – 137 zł ☐ półroczną – 137 zł
☐ roczną – 229 zł ☐ dwuletnią – 405 zł od numeru

» Prenumeratę PDF:

☐ roczną – 206 zł ☐ dwuletnią – 364 zł od numeru

» Prenumeratę papierową + PDF:

☐ roczną – 332 zł ☐ dwuletnią – 587 zł od numeru

Nazwa firmy

Ulica i numer

Kod pocztowy

Miejscowość

Osoba zamawiająca

Rodzaj działalności

NIP

Telefon kontaktowy

e-mail:

Wysyłka będzie realizowana po dokonaniu wpłaty na konto:
Volksbanken Bank Polska S.A., 09 2130 0004 2001 0616 6862 0001

Administratorem Państwa danych osobowych jest Grupa MEDIUM Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Sp.K., nr KRS: 0000537655, z siedzibą w 04-112 Warszawa, ul. Karłowicza 18, tel. +48 22 810-21-24, wydawca elektro.info. Wyrażam zgodę na przetwarzanie moich danych osobowych przez Grupę MEDIUM Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Sp.K. w celu zamówienia prenumeraty. Przystępuję do zaakceptowania moich danych, aktualizowania, poprawiania oraz całkowitego usunięcia ich, a także wniesienia sprzeciwu wobec ich przetwarzania. Podanie danych ma charakter dobrowolny. Dane są chronione zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/679 z dnia 27 kwietnia 2016 r.

Upoważniam GRUPĘ MEDIUM do wystawienia faktury VAT bez podpisu odbiorcy.
Data: Podpis:

mgr inż. Julian Wiatr

Uproszczony projekt zasilania awaryjnego budynku jednorodzinnego

Podstawa opracowania

1. Zlecenie inwestora.

2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (tekst jednolity: Dz.U. z 2022 roku, poz. 1225 z późniejszymi zmianami).

3. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz.U. nr 109/2010, poz. 719 z późniejszymi zmianami).

4. PN-HD 60364-4-41:2017-09 *Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym.*
5. PN-HD 60364-5-56:2019-01 *Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5-56: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Instalacje bezpieczeństwa.*

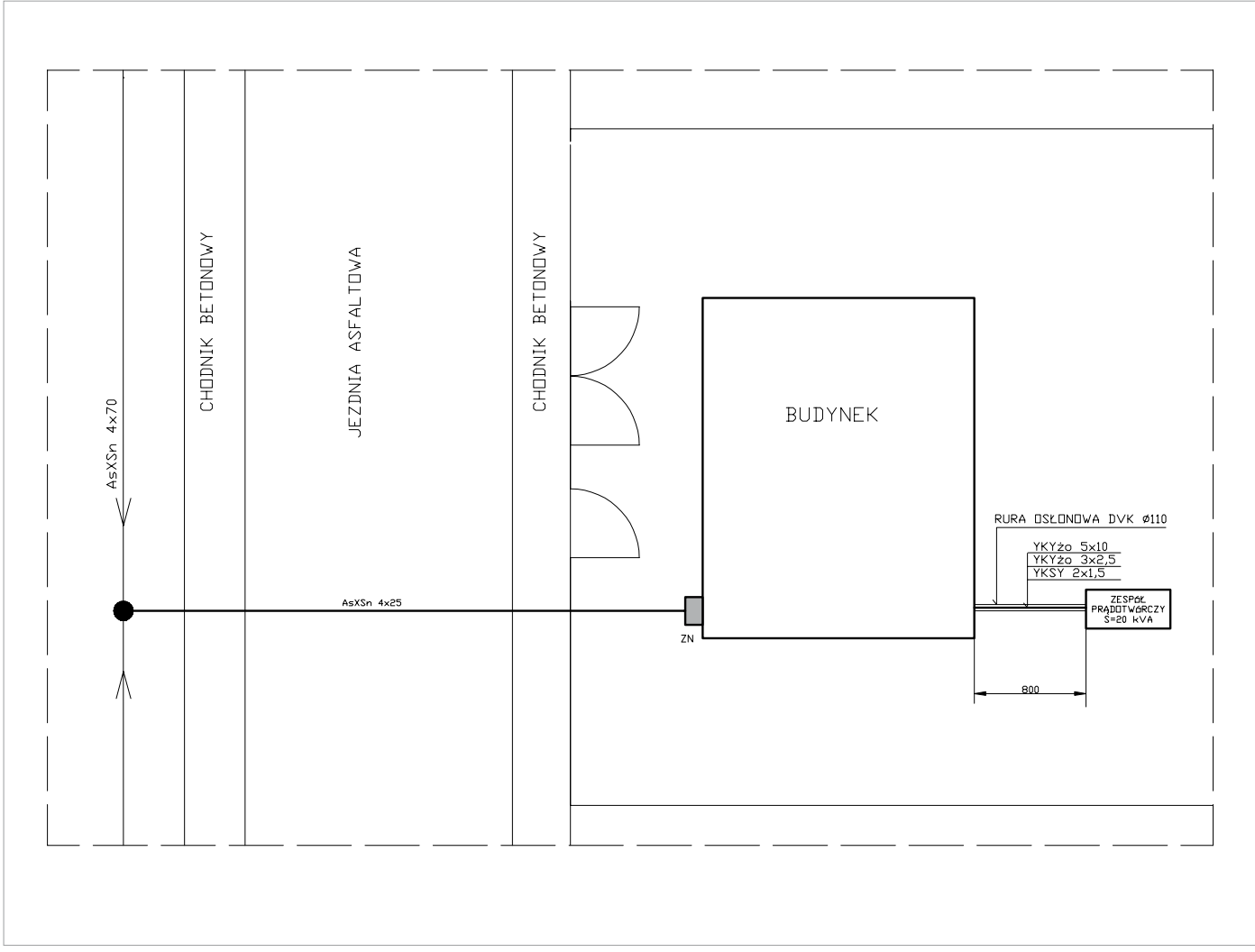
6. PN-IEC 60364-5-52:2011 *Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Obciążalność prądowa długotrwała przewodów.*

7. N SEP-E 004 *Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.*

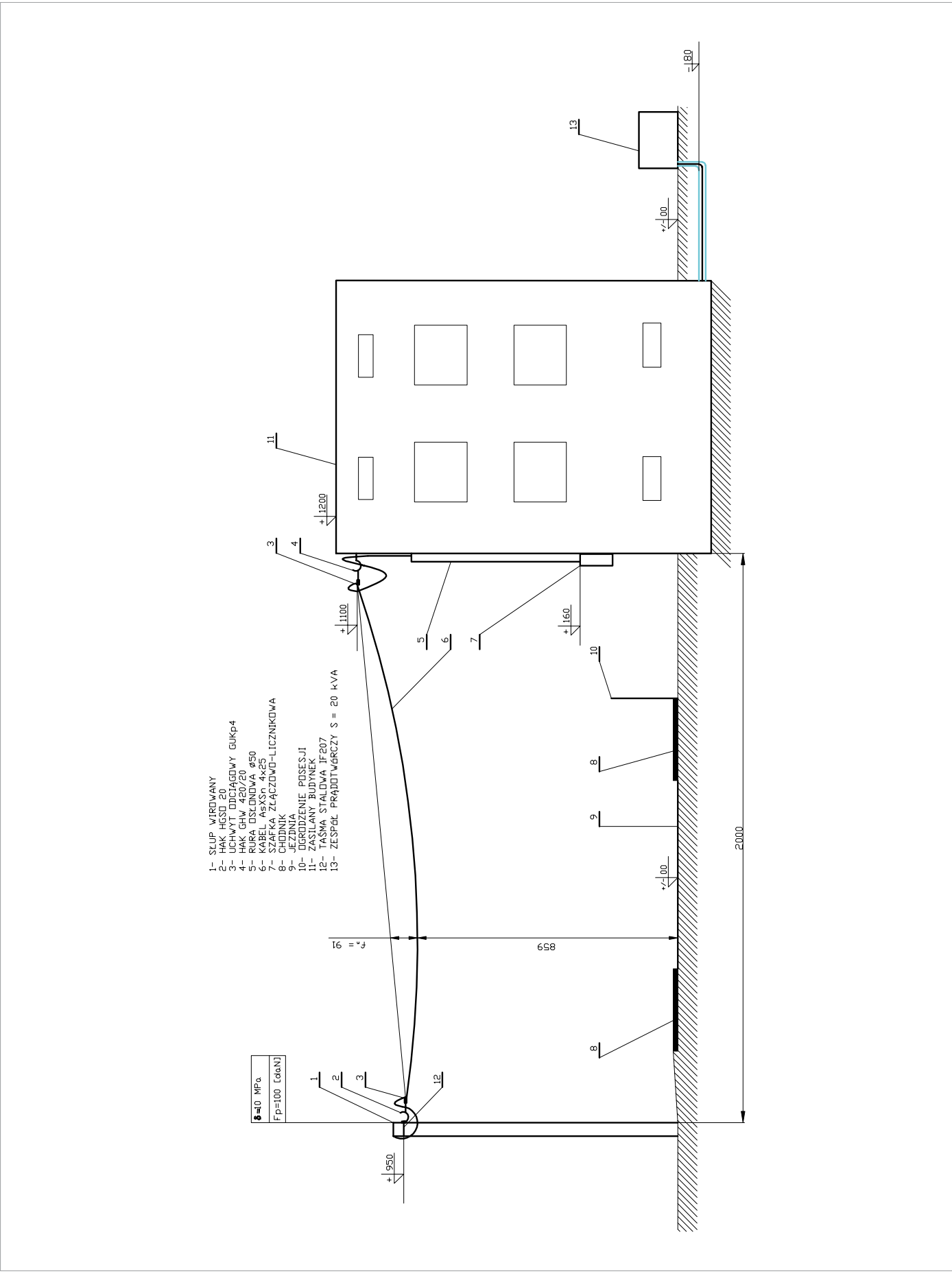
8. Uzgodnienie z rzeczoznawcą ds. zabezpieczeń ppoż. oraz uzgodnienie z rzeczoznawcą ds. bhp.

9. Projekt instalacji elektrycznych budynku oraz przyłącza do sieci elektroenergetycznej.

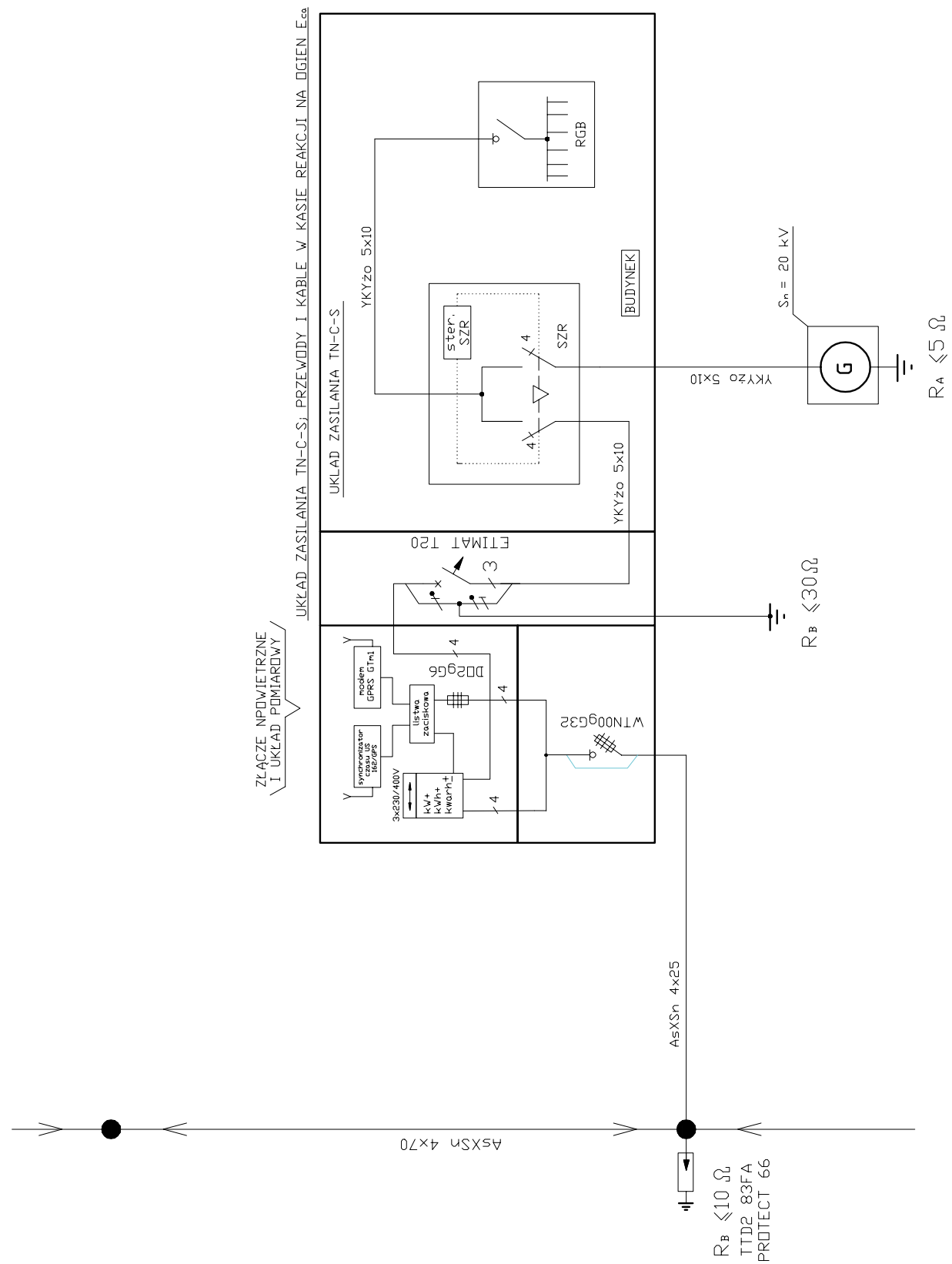
10. Wizja lokalna w budynku.



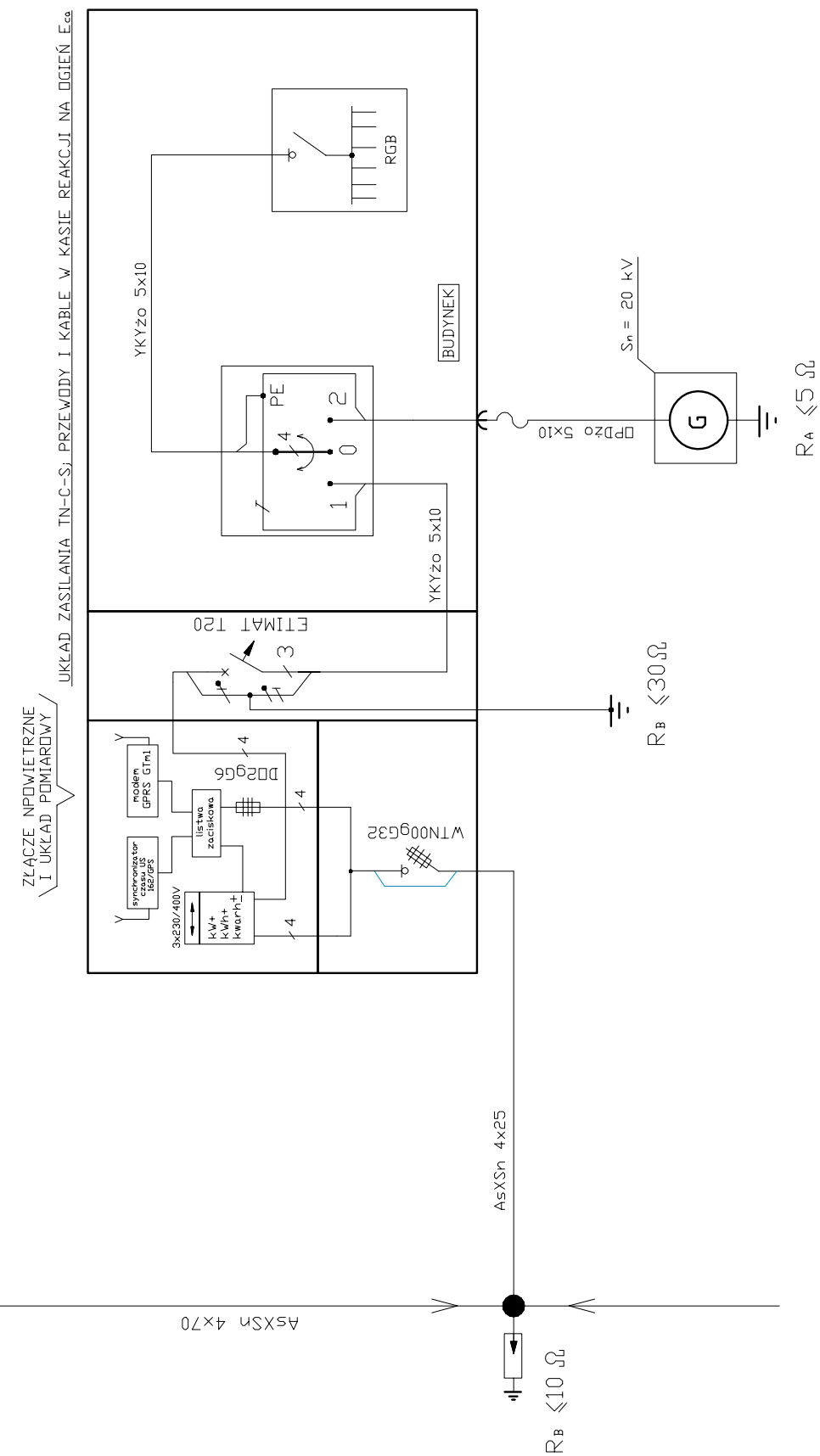
Rys. 1. Plan zasilania budynku rys. J. Wiatr



Rys. 2. Profil przyłącza do linii elektroenergetycznej rys. J. Wiatr

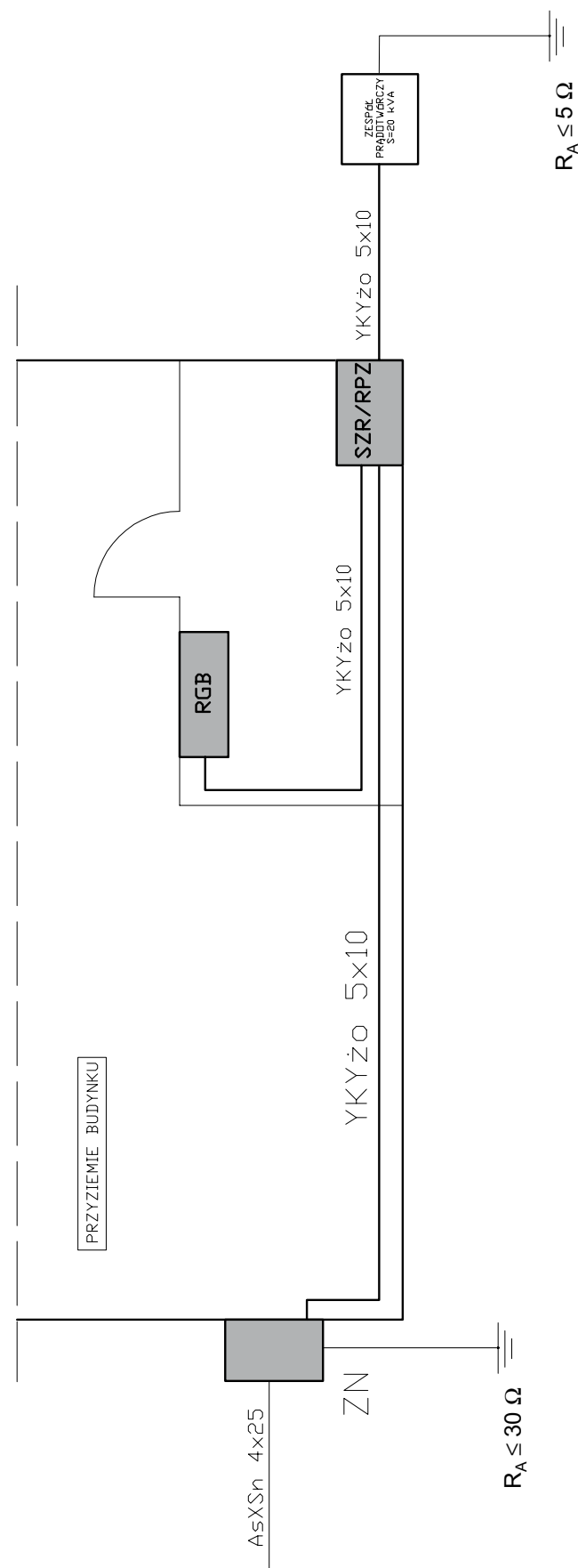


Rys. 3. Schemat zasilania budynku z automatyką SZR sieć–zespół prądowórczy rys. J. Wiatr

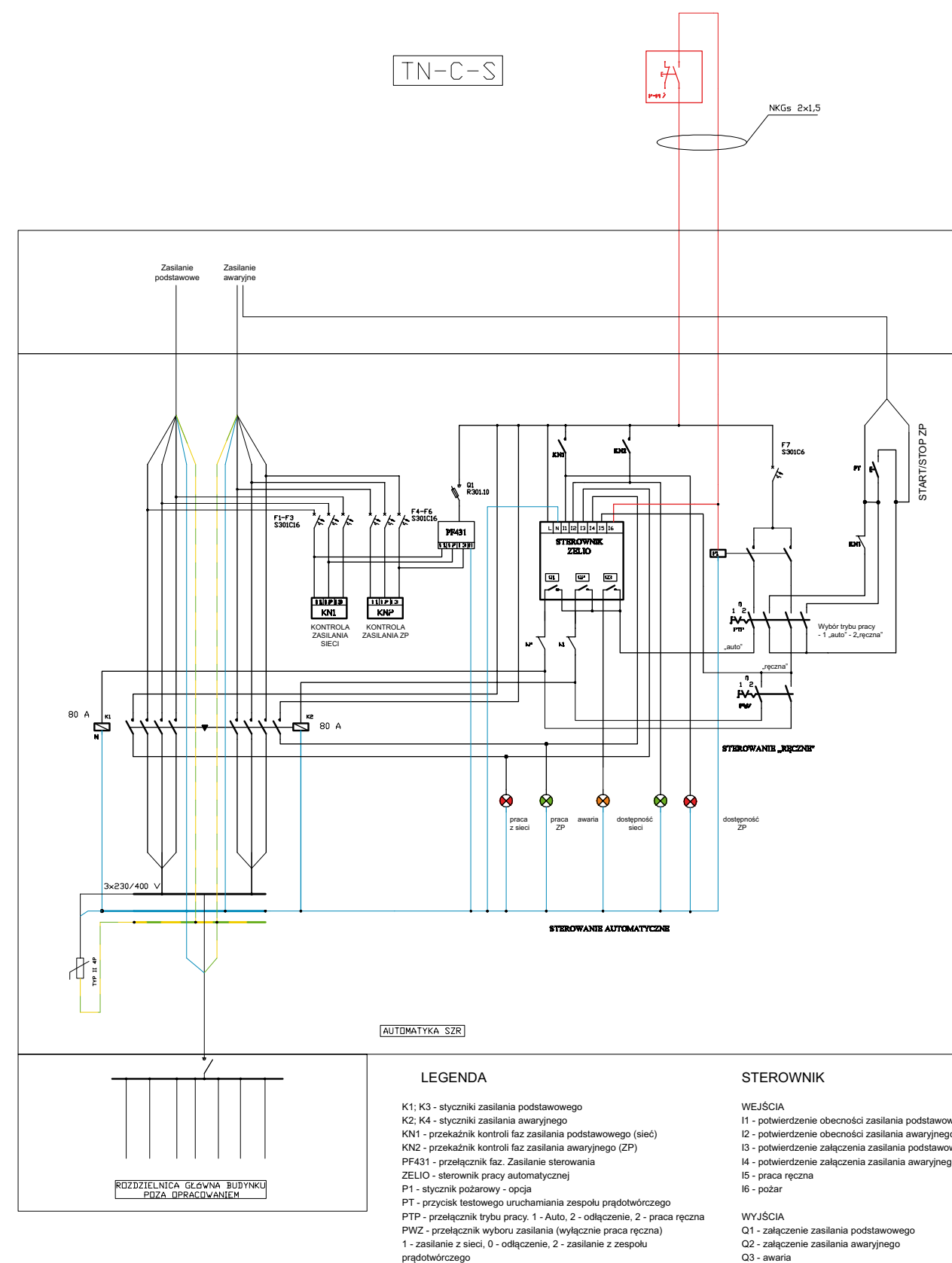


Rys. 3a. Schemat zasilania budynku z ręcznym przełącznikiem zasilania rys. J. Wiatr

Uwaga
Stosować przewody i kable w klasie reakcji na ogień E_{ca}.



Rys. 4. Plan instalacji zasilania w budynku rys. J. Wiatr



Rys. 5. Schemat ideowy SZR rys. J. Wiatr

11. Uzgodnienie z Operatorem Sieci Elektroenergetycznej układu współpracy zespołu prądowłórczego z siecią elektroenergetyczną.

Stan istniejący

Budynek jest posadowiony przy ulicy, wzdłuż której przebiega elektroenergetyczna linia napowietrzna nn, z której poprzez złącze napowietrzne (ZN) jest doprowadzona energia elektryczna do rozdzielnic głównej budynku (RGB). Budynek jest zasilany w układzie TN-C-S napięciem 3x230/400 V. Rozdział przewodu PEN na przewody PE oraz N jest zrealizowany w ZN, które tak jak RGB jest wykonane w drugiej klasie ochronności. Moc zapotrzebowana przez budynek wynosi 12 kW, przy rzeczywistym współczynniku mocy $\cos \varphi = 0,8$. Wszystkie obwody wyprowadzone z RGB zabezpieczone są wyłącznikami nadprądowymi oraz wyłącznikami różnicowoprądowymi o znamionowym prądzie różnicowym $I_{\Delta n} = 30$ mA. W okresie jesienno-zimowym odnotowywane są częste przerwy w dostawie energii. Plan lokalizacji budynku oraz elektroenergetycznej linii nn wraz z przyłączem zasilającym budynek przedstawia **rysunek 1**. Na **rysunku 2** został przedstawiony profil przyłącza do linii napowietrznej.

W budynku funkcjonuje hydrofornia wyposażona w silnik jednofazowy o mocy 1,1 kW; o współczynniku mocy $\cos \varphi = 0,9$; sprawności $\eta = 0,9$; współczynniku rozruchu $k_r = 3$. Maksymalny prąd zwarcia symetrycznego, określony w projekcie instalacji elektrycznych budynku, wynosi $I'_{k3} = 3,5$ kA.

Stan projektowany

W miejscu wskazanym na **rysunku 1**, na fundamencie stanowiącym opracowanie branży konstrukcyjnej, należy posadowić kontenerowy zespół prądowłórczy 3x400/230 V o mocy $S = 20$ kVA, wyposażony w układ samostartu i samozatrzymania, niewrażliwy na asymetrię obciążeń. Z tablicy przyłączy zespołu prądowłórczego należy wyprowadzić:

- » kabel wydawczy: YKYżo 5x10,
- » kabel potrzeb własnych: YKY 3x2,5,
- » kabel sterowniczy YKSY 2x1,5.

Kable należy układać w wykopie o głębokości 80 cm i prowadzić w rurze osłonowej $\phi 110$ produkcji AROT, wprowadzając do automatyki SZR sieć/zespół prądowłórczy, zainstalowany obok RGB. Układ automatyki SZR o prądzie znamionowym 80 A należy wyposażyć w blokadę mechaniczną uniemożliwiającą zasilanie odbiorników energii elektrycznej z dwóch źródeł jednocześnie lub wsteczne podanie napięcia do sieci elektroenergetycznej. Schemat układu zasilania budynku przedstawia **rysunek 3**, oraz **rysunek 3a** – jako opcja zasilania awaryjnego, z ręcznym przełączeniem źródeł zasilających. Plan instalacji zasilania budynku w przyziemiu przedstawia **rysunek 4**. Schemat automatyki SZR sieć-zespół prądowłórczy przedstawia **rysunek 5**. Zacisk punktu neutralnego uzwojenia zespołu prądowłórczego należy uziemić. Rezystancja uziemienia $R_B \leq 5 \Omega$.

Obliczenia

Prąd znamionowy silnika pompy hydroforowej:

$$I_{ns} = \frac{P_{ns}}{U_f \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{1100}{230 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 5,9 \text{ A}$$

Prąd rozruchu silnika pompy hydroforowej: $I_r = 3 \cdot 5,9 = 17,7$ A. Niezbędna moc pozorna dysponowana na jednej fazie zespołu prądowłórczego dla zapewnienia rozruchu silnika pompy hydroforu:

$$S_{G_{\min}} \geq \frac{I_r \cdot U_n}{\cos \varphi} = \frac{17,7 \cdot 230}{0,8} \geq 5089 \text{ VA}$$

Ponieważ został przyjęty trójfazowy zespół prądowłórczy o mocy $S = 20$ kVA, moc dysponowana na jednej fazie, z uwzględnieniem 20% rezerwy, wynosi:

$$S_{G_{\text{dysp.}}} = 1,2 \cdot \frac{S_{nG}}{3} = 1,2 \cdot \frac{20000}{3} = 8000 \text{ VA} > 5089 \text{ VA}$$

Stan ten pozwala na przyłączenie do fazy, z której zasilana będzie pompa hydroforu, odbiorników o łącznej mocy nieprzekraczającej 2,5 kVA.

Prąd maksymalny generatora zespołu prądowłórczego w warunkach ustalonych:

$$I_{G_{\max}} = 1,2 \cdot \frac{S_{nG}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = 1,2 \cdot \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 43,35 \text{ A} > I_r = 17,7 \text{ A}$$

Sprawdzenie przyjętego kabla wydawczego na długotrwałą obciążalność prądową i przeciążalność. Zabezpieczenie główne zespołu prądowłórczego posiada prąd znamionowy $I_n = 50$ A. Na taki prąd należy przyjąć układ automatyki SZR sieć-zespół prądowłórczy.

$$I_{G_{\max}} = 43,35 \leq I_n = 50 \leq I_z$$

$$I_z \geq \frac{k_2 \cdot I_n}{1,45} = \frac{1,45 \cdot 50}{1,45} = 50 \text{ A}$$

Zgodnie z normą PN-HD 60364-5-52:2011 *Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Obciążalność prądowa długotrwała przewodów*, przy sposobie ułożenia D2, z uwzględnieniem współczynników poprawkowych dla rezystywności gruntu [1 K-W/m] oraz obciążenia czwartej żyły, kabel YKYżo 5x10 posiada następującą długotrwałą obciążalność prądową:

$$I_z = 1,18 \cdot 0,91 \cdot 54 = 57,98 \text{ A} > 50 \text{ A}$$

Uwagi końcowe

- Ochrona przeciwporażeniowa – samoczynne wyłączenie zasilania.
- Budowę linii kablowych pomiędzy zespołem prądowłórczym a układem automatyki SZR sieć/zespół prądowłórczy należy realizować ściśle według wymagań normy N SEP-E 004 *Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa*.
- Podczas prac instalacyjnych należy zapewnić równomierne obciążenia poszczególnych faz zasilających.
- Budynek i zespół prądowłórczy będą posadowione na jednej działce – w związku z tym, zgodnie z wymaganiami Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki (Dz.U. z 2022 roku, poz. 1225), nie określa się minimalnej odległości pomiędzy nimi ze względu na ochronę przeciwpożarową.
- Po wykonaniu instalacji zespołu prądowłórczego należy wykonać próby i badania, zgodnie z wymaganiami normy PN-HD 60364-6:2016-07 *Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 6: Sprawdzanie*.

ZAUF AJ NAJLEPSZYM NIEZAWODNE ZASILANIE

SPRAWDŹ

www.gruparomi.pl



UPS-y 650 VA – 8 MVA

- ▀ Gwarantowana ciągłość zasilania
- ▀ Od projektu do realizacji
- ▀ BMS monitoringu stanu UPS-a
- ▀ Polskie menu ekranowe
- ▀ 24 h wsparcie serwisowe na terenie całej Polski

Zasilanie awaryjne

UPSy Line-Interactive, On-line – 1F, On-line – 3F



GRUPA ROMI

Ul. Słowikowskiego 85A, Hala H6
05-090 Raszyn

Tel. (22) 846 22 62
handlowy@gtups.pl
www.gruparomi.pl

ABB

PARTNER SERWISOWO-SPRZEDAŻOWY
biuro@gruparomi.pl

Nowy zasilacz UPS Armac Office On-line PF1 Dust-Free

Dobra energia i doskonałe parametry

Zasilacz awaryjny Armac Office On-line PF1 T/2000I/PF1/DF 8x IEC łączy topową specyfikację z atrakcyjną ceną. Dzięki topologii on-line, czasowi przełączenia 0 ms i idealnej pełnej sinusoidzie na wyjściu, urządzenie chroni wrażliwy sprzęt przed każdym skokiem napięcia. Współczynnik mocy 1.0 (Power Factor = 1) oznacza, że użytkownik zasilacza dostaje całą moc, którą wprowadza – bez zbędnych strat. Model ma sztywną metalową obudowę Tower – tak jak dwa pozostałe modele z tej serii (1 kVA i 3 kVA); dostępne są też wersje 1, 2 i 3 kVA rack.

I Design i użyteczność

Zasilacz ma solidną, metalową obudowę. Jest odporny na kurz i uszkodzenia. Serię Dust-free wyróżnia filtr przeciwkurzowy, który można łatwo wyjąć i czyścić. Ekspresowy demontaż panelu frontowego zapewnia dostęp do filtra, który można wyjąć, przetrzeć wilgotną ściereczką lub oczyścić odkurzaczem, i po wyschnięciu wsunąć z powrotem na miejsce. Cała operacja trwa tylko kilka minut, a regularne

SPECYFIKACJA TECHNICZNA

1. Topologia: On-line (Double Conversion) – zapewnia ciągły transfer mocy, bez przerw w zasilaniu.
2. Moc: 2000 VA/2000 W (Power Factor 1.0) – pełne wykorzystanie mocy skutecznej.
3. Wyjścia: 8x gniazda IEC C13.
4. Baterie: 6x12 V/9Ah AGM/VRLA; wbudowana funkcja automatycznego testu baterii (co 60 dni).
5. Czas podtrzymania: około 7 minut przy pełnym obciążeniu (**zależy od warunków i środowiska pracy**).
6. Komunikacja: porty USB, RS232; opcjonalnie SNMP (moduł SNMP dostępny w ofercie Armac). Zarządzanie przez oprogramowanie PowerManager II.
7. Funkcje dodatkowe: wymienny filtr przeciwkurzowy „Dust-Free”, inteligentne wentylatory z regulacją obrotów (PWM) – użytkownik sam ich nie reguluje, to obroty samoistnie dostosowują się do obciążenia, funkcja zimnego startu (możliwość uruchomienia bez zasilania z sieci, port EPO (Emergency Power Off)).

armac

ZASILANIE AWARYJNE UPS

**OFFICE ON-LINE PF1
2000VA LCD 8X IEC C13**

Akumulatory są sercem każdego zasilacza awaryjnego – i najdroższym elementem serwisowym. Dlatego Armac wyposażył PF1 Dust-free w inteligentne zarządzanie energią

czyszczenie filtra skutecznie zatrzymuje drobiny kurzu, tonera, papieru czy pyłu, które w przeciwnym razie osadzałyby się na radiatorach i skracaly żywotność podzespołów.

Armac Office On-line PF1 T/2000I/PF1/DF 8x IEC jest też wyposażony w ekran LCD, informujący o stanie pracy i parametrach zasilania. Oprogramowanie PowerManager II – z polskim interfejsem – umożliwia harmonogramowanie testów, zapis logów i wysyłkę alertów e-mail. Efekt to pełna kontrola nad zasilaniem, bez konieczności biegania do serwerowni.

Pełne bezpieczeństwo i niezawodność

Model ten cechuje bezprzerwowe przełączanie na zasilanie baterijne – czas transferu 0 ms oznacza, że gdy zasilanie sieciowe zanika, UPS po prostu przestaje ładować prostownik i w czasie < 1 ms kontynuuje zasilanie z bate-

rii, nie przerywając ani na chwilę pracy serwera, macierzy NAS czy routera. W praktyce oznacza to zero utraconych pakietów, brak potrzeby restartu maszyn wirtualnych i pewność, że transakcje e-commerce lub operacje finansowe zostaną zapisane do końca.

Warto podkreślić, że dzięki idealnej pełnej sinusoidzie na wyjściu, zasilacz chroni wrażliwy sprzęt przed każdym skokiem napięcia – to szczególnie ważne w przypadku urządzeń wrażliwych na wahania napięcia.

Akumulatory są sercem każdego zasilacza awaryjnego – i najdroższym elementem serwisowym. Dlatego Armac wyposażył PF1 Dust-free m.in. w system automatycznego autotestu co 60 dni – UPS symuluje zanik sieci, kontroluje pojemność baterii i zapisuje wynik do logu PowerManager II. Użytkownik otrzymuje alert dopiero wtedy, gdy parametry spadną poniżej ustalonego progu, co pozwala plano-

wać wymianę z wyprzedzeniem i unikać awarii w najmniej korzystnym momencie (np. w piątek o 18:00). Autotest baterii skutecznie przedłuża ich żywotność.

Nad poprawnym działaniem zasilania awaryjnego czuwa specjalnie wbudowany procesor, który kontroluje parametry samego urządzenia, jego poprawną pracę oraz zasilanie podłączonych sprzętów. Zastosowana w UPS-ie technologia zapewnia również automatyczne ładowanie baterii w trybie Stand-By oraz samoczynne uruchomienie po powrocie zasilania sieciowego. Co istotne, każdy system awaryjnego zasilania Armac został wyposażony w moduł zabezpieczający przed przeciążeniem. Gdy w czasie swojej normalnej pracy UPS jest przeciążony, urządzenie automatycznie zakończy w bezpieczny sposób zasilanie podpiętych do niego sprzętów. Rozwiązanie to wzmacnia bezpieczeństwo oraz komfort użytkowania zasilaczy awaryjnych Armac.

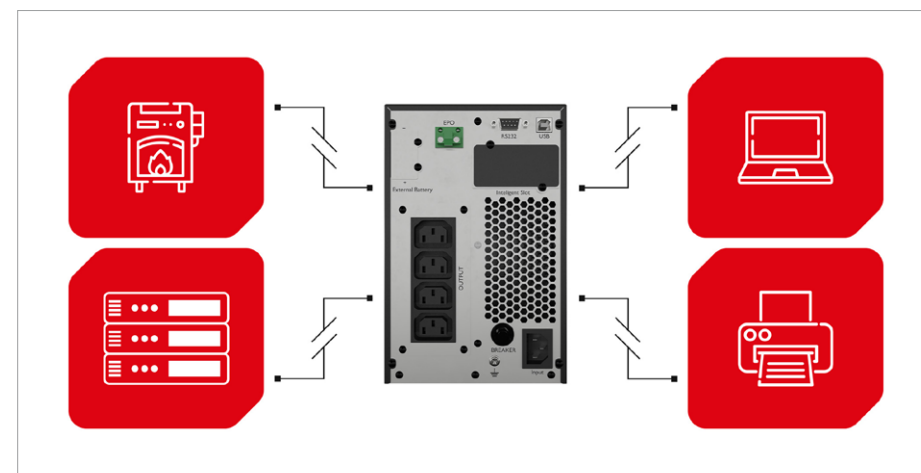
Armac Office On-line PF1 Dust-Free jest wyposażony w następujące zabezpieczenia: filtr przeciwzakłóceń, zabezpieczenia przeciwprzepięciowe, przeciwzwarceniowe, przeciążeniowe oraz chroniące przed nadmiernym rozładowaniem i przeładowaniem baterii. Co istotne, każdy system awaryjnego zasilania Armac został wyposażony w moduł zabezpieczający przed przeciążeniem. Gdy w czasie swojej normalnej pracy UPS jest przeciążony, urządzenie automatycznie zakończy w bezpieczny sposób zasilanie podpiętych do niego sprzętów.

Duża wydajność energetyczna i cicha praca

Dzięki współczynnikowi mocy 1.0 urządzenie cechuje wysoka efektywność energetyczna: praktycznie 100% prądu pobranego z sieci



Ze względu na charakter swojej pracy (pełna sinusoida podczas pracy w trybie baterii), zasilacza można używać z urządzeniami posiadającymi silnik elektryczny bądź grzałkę np. drukarki laserowe, skanery, bramy garażowe oraz wjazdowe, rolety elektryczne, piece centralnego ogrzewania



Nad poprawnym działaniem zasilania awaryjnego czuwa specjalnie wbudowany procesor, który kontroluje parametry samego urządzenia, jego poprawną pracę oraz zasilanie podłączonych sprzętów. Zastosowana w UPS-ie technologia zapewnia również automatyczne ładowanie baterii w trybie Stand-By oraz samoczynne uruchomienie po powrocie zasilania sieciowego

230 V wraca do urządzeń w postaci energii użytkowej. W realnych liczbach oznacza to pełne 2000 W mocy czynnej przy 2000 VA – bez „podatku” w postaci mocy biernej. W porównaniu z klasycznymi konstrukcjami PF 0,8 zyskuje się nawet 20% więcej zapasu, co pozwala dobrać mniejszy, tańszy model lub podpiąć dodatkowe stacje robocze bez ryzyka przeciążenia. Tak wysoka sprawność zmniejsza też wydatki na klimatyzację serwerowni i pomaga spełnić firmowe cele ESG oraz wymagania nowych unijnych dyrektyw efektywności energetycznej. Z kolei cicha praca zasilacza to zasługa inteligentnego sterowania wentylatorami PWM (regulacja obrotów w zależności od obciążenia) – ale trzeba pamiętać, że z racji topologii wentylatory pracują ciągle, a nie tylko w trybie baterijnym.

Obsługa i serwis

Sprzęt cechuje łatwa konserwacja: szybki dostęp do filtrów i baterii. Funkcja „zimnego star-

tu” umożliwia uruchomienie UPS-a bez podłączenia go do sieci. A Port EPO (Emergency Power Off) gwarantuje szybkie awaryjne odłączenie zasilania.

Zastosowania praktyczne

Zasilacz Armac Office On-line PF1 Dust-Free jest idealny do ochrony: serwerów i stacji roboczych, sprzętu o wysokim poborze mocy (np. drukarki laserowe, systemy POS), urządzeń sieciowych i magazynów danych. Zapewnia ciągłość działania w środowiskach wymagających niezawodności. Ze względu na charakter swojej pracy (pełna sinusoida podczas pracy w trybie baterii), zasilacza można używać z urządzeniami posiadającymi silnik elektryczny bądź grzałkę, takimi jak drukarki laserowe, skanery, bramy garażowe oraz wjazdowe, rolety elektryczne, piece centralnego ogrzewania. Nie trzeba też inwestować w drogie wyłączniki różnicowoprądowe – model ten może bez trudu współpracować z wyłącznikiem do 30 mA.

armac

www.armac-energy.eu

Dobór mocy źródeł zasilania awaryjnego i gwarantowanego

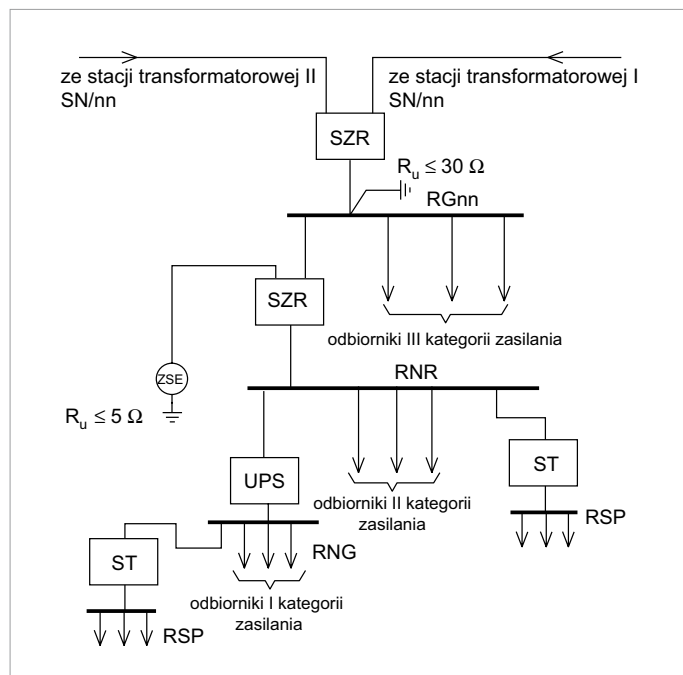
metodyka projektowania ochrony przeciwporażeniowej w instalacjach elektrycznych zasilanych z tych źródeł

W artykule zostały przedstawione podstawowe zasady doboru mocy zespołu prądowłórczego oraz zasilacza UPS, pracujących w układach zasilania budynków. Opisana została metodyka projektowania ochrony przeciwporażeniowej przez samoczynne wyłączenie oraz sterowanie napięciem dotykowym do wartości dopuszczalnej długotrwałe w instalacjach zasilanych z zespołu prądowłórczego oraz zasilacza UPS. Przedstawiona metodyka jest zgodna z wymaganiami normy PN-HD 60364-4-41:2009 *Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-41: Instalacje dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym*.

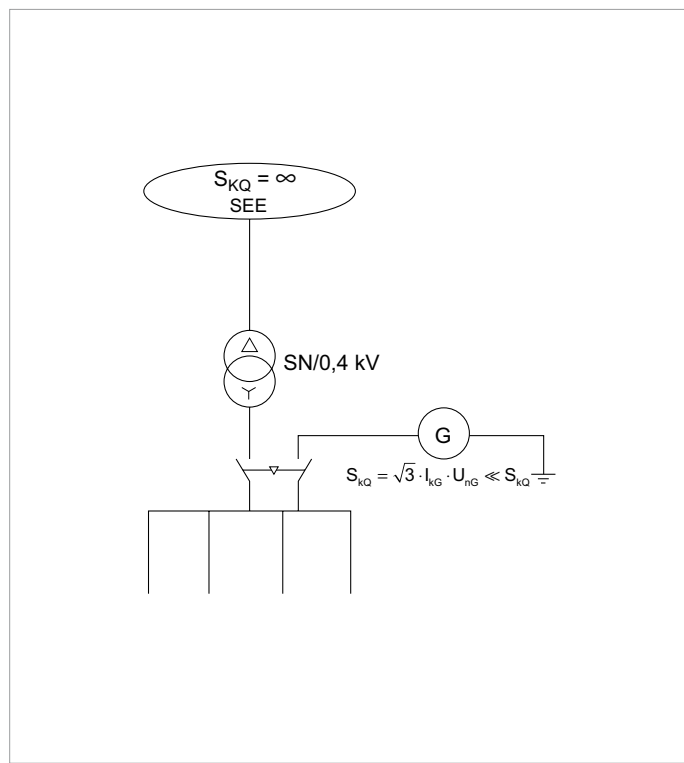
Wymagania dotyczące zasilania budynków zostały ogólnie sprecyzowane w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia

2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU z 2015 roku poz. 1422) [1]. Dokument ten skupia się głównie na szczególnych wymaganiach dotyczących instalacji stanowiących elementy wyposażenia budynków. Znacznie bardziej precyzyjnie wymagania dotyczące zasilania obiektów budowlanych zostały określone w Rozporządzeniu Ministra Łączności z 21 kwietnia 1995 roku w sprawie zasilania energią elektryczną obiektów budowlanych łączności (DzU nr 50/1995, poz. 271) [2]. Posługując się wymaganiami tego dokumentu oraz podziałem odbiorników elektrycznych na kategorie przyjęte w gospodarce energetycznej, można opracować uniwersalny układ zasilania budynku przedstawiony na **rysunku 1**.

Rozbudowany układ zasilania budynków wymagających wysokiej niezawodności dostawy energii elektrycznej jest podyktowany parametrami jakościowymi napięcia zasilającego zdefiniowanymi w normie PN-EN 50160:2010 *Parametry napięcia zasilającego w publicznych sieciach elektroenergetycznych* [7] oraz wymogami Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 roku w sprawie szczególnych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego (DzU nr 93/2007, poz. 623) [3]. Żaden z tych dokumentów nie gwarantuje zapewnienia wysokiej niezawodności dostaw energii z Systemu Elektroenergetycznego, przez co wymaga się instalowania w układzie zasilania dodatkowych źródeł porównujących niezawodność dostaw energii elektrycznej.



Rys. 1. Schemat blokowo-ideowy zasilania budynku, gdzie: **kategoria III** – odbiorniki, dla których długotrwała przerwa w dostawie energii elektrycznej nie spowoduje wystąpienia zagrożenia życia lub powstania dużych strat materialnych, **kategoria II** – dopuszcza się czas przerwy niezbędny na uruchomienie zespołu prądowłórczego, **kategoria I** – nie dopuszcza się żadnej przerwy w zasilaniu [11]



Rys. 2. Porównanie mocy zwarciovych SEE oraz zespołu prądowłórczego pracującego w układzie zasilania awaryjnego rys. J. Wiatr

Źródła zasilania awaryjnego i gwarantowanego a System Elektroenergetyczny

Jednym z najważniejszych parametrów opisujących źródło zasilania jest moc zwarciova:

$$S_{KQ} = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_k^* = \frac{c_{max} \cdot U_n^2}{Z_{KQ}} \quad (1)$$

gdzie:

U_n – napięcie nominalne, w [kV],

I_k^* – początkowy prąd zwarciovy, w [kA],

Z_{KQ} – impedancja źródła zasilania widziana z miejsca wystąpienia zwarcia, w [Ω],

c_{max} – współczynnik korekcyjny siły elektromotorycznej zasilającej obwód zwarciovy ($c=1$ dla $U=3 \times 230/400$ V; $c=1,05$ dla nn innej wartości niż $3 \times 230/400$ V; $c=1,1$ dla $U > 1$ kV).

Parametr ten nie posiada sensu fizycznego, ale pozwala na obliczenie pozostałych parametrów obwodu zwarciowego w dowolnym punkcie obwodu elektrycznego, które mają sens fizyczny. System Elektroenergetyczny ma moc zwarciova bardzo dużą (średnia wartość na szynach SN GPZ-tu wynosi: $S_{KQ} = 160\text{--}250$ MVA), ze względu na zasilanie go przez wiele generatorów pracujących na zamknięty układ, co symbolicznie przedstawia **rysunek 2**. Na tym samym rysunku został przedstawiony pojedynczy generator nn, pracujący w układzie zasilania awaryjnego. Z porównania obydwu źródeł wynika, że generator zespołu prądowłórczego ma moc zwarciova ograniczoną, której wartość zależy od mocy znamionowej zespołu prądowłórczego. Wartości mocy zwarciovych wybranych zespołów prądowłórczych przedstawia **tabela 1**.

Przedstawione wartości wskazują, że przy doborze mocy zespołu prądowłórczego lub innego źródła zasilania pracującego w układzie wyspowym, jaki powstaje w przypadku zasilania w stanie awaryjnym, należy uwzględnić zwiększone zapotrzebowanie mocy występujące przy rozruchu silników, zasilaniu odbiorników nieliniowych oraz innych podobnych obciążeń, których nie uwzględnia się przy zasilaniu z SEE. Stan ten jest podyktowany małą wartością mocy zwarciovej źródeł zasilania awaryjnego lub gwarantowanego.

Dobór mocy zespołu prądowłórczego

Za podstawę doboru mocy zespołu prądowłórczego należy przyjąć wartość mocy czynnej zapotrzebowanej oraz mocy biernej zapotrzebowanej przez odbiorniki, które mają zostać objęte systemem zasilania awaryjnego.

Moc zespołu prądowłórczego, w [kVA]	Moc zwarciova na zaciskach generatora, w [MVA]
100	0,3
200	0,6
500	1,5
1000	3,0
2000	6,0
6000	18,0

Tab. 1. Moce zwarciove wybranych zespołów prądowłórczych nn

Moc czynną zapotrzebowaną należy wyznaczyć z następującego wzoru:

$$P_z = \sum_{i=1}^n k_z \cdot P_i \quad (2)$$

gdzie:

P_z – moc czynna zapotrzebowana, w [kW],

k_z – współczynnik zapotrzebowania, w [-],

P_i – moc czynna i-tego odbiornika objętego systemem zasilania awaryjnego, w [kW].

Kolejnym krokiem jest obliczenie mocy biernej zapotrzebowanej, którą należy wyznaczyć w następujący sposób:

$$Q_z = \sum_{i=1}^n k_z \cdot \tan \varphi_i \cdot P_i = \sum_{i=1}^n k_z \cdot \sqrt{\frac{1}{\cos^2 \varphi_i} - 1} \cdot P_i \quad (3)$$

gdzie:

Q_z – moc bierna zapotrzebowana, w [kvar],

$\cos \varphi_i$ – współczynnik mocy i-tego odbiornika objętego systemem zasilania gwarantowanego, w [-].

Na podstawie obliczonej wartości mocy czynnej zapotrzebowanej oraz mocy biernej zapotrzebowanej należy obliczyć współczynnik mocy $\cos \varphi_z$:

$$\cos \varphi_z = \frac{P_z}{\sqrt{P_z^2 + Q_z^2}} \quad (4)$$

gdzie:

$\cos \varphi_z$ – współczynnik mocy obliczony na podstawie mocy czynnej zapotrzebowanej oraz mocy biernej zapotrzebowanej, w [-].

Kolejnym krokiem jest obliczenie minimalnej mocy czynnej, jaką musi dysponować generator zespołu prądowłórczego. Wyznaczenie mocy pozornej na podstawie mocy czynnej zapotrzebowanej oraz mocy biernej zapotrzebowanej ze wzoru:

$$S_g \geq \sqrt{P_z^2 + Q_z^2} \quad (5)$$

może prowadzić do błędnych wyników.

Ponieważ generator zespołu prądowłórczego musi pokryć zapotrzebowanie mocy czynnej P_z oraz mocy biernej 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 mocy czynnej generatora, czyli do pracy generatora przy znamionowym współczynniku mocy $\cos \varphi_{ng}$. W przypadku wytwarzania energii elektrycznej przy współczynniku $\cos \varphi_z < \cos \varphi_{ng}$ następuje zmniejszenie jego wykorzystania.

Względne obciążenie generatora mocą czynną można określić współczynnikiem wykorzystania, który należy obliczyć ze wzoru:

$$p = \frac{\cos \varphi_z}{\cos \varphi_{ng}} \quad (6)$$

Wymagana minimalna moc czynna zespołu prądowłórczego musi spełniać następującą nierówność:

$$P_{Gmin} \geq \frac{P_z}{p} \quad (7)$$

Obliczony ze wzoru (6) współczynnik wykorzystania p należy podstawić do wzoru (7). W przypadku gdy $p \geq 1$, do wzoru (7) należy wstawić wartość 1. Wartość współczynnika mocy $\cos \varphi_{ng}$ należy przyjąć zgodnie z DTR zespołu prądowłórczego.

W przypadku braku informacji w tym zakresie można przyjmować $\cos \varphi_{ng} = 0,8$. Moc pozorna zespołu prądowłórczego musi spełniać następującą nierówność:

$$S_{ng} \geq \frac{P_{Gmin}}{\cos \varphi_z} \quad (8)$$

gdzie:

P_{Gmin} – minimalna moc czynna, jaką musi pokryć generator zespołu prądowłórczego, w [kW].

Mała wartość współczynnika mocy $\cos \varphi_z$ powoduje zmniejszenie siły elektromotorycznej generatora wskutek rozmagnesowującego działania składowej biernej prądu obciążenia.

Jeżeli generator oddaje większą moc bierną niż znamionowa, ze względu na konieczność utrzymania napięcia znamionowego i nie przeciążanie wirnika należy zmniejszyć moc czynną obciążenia. W dopuszczalnych dla prądów wirnika granicach automatyka zespołu prądowłórczego reguluje wartość prądu wzbudzenia utrzymując na stałym poziomie wartość napięcia wyjściowego generatora. Zatem wytwarzanie energii elektrycznej przez generator zespołu prądowłórczego przy współczynniku mocy $\cos \varphi_z < \cos \varphi_{ng}$ skutkuje koniecznością zwiększenia jego mocy pozornej do wartości umożliwiającej pełne pokrycie mocy czynnej zapotrzebowanej P_z oraz mocy biernej zapotrzebowanej Q_z .

Wprowadzanie układów kompensacji mocy biernej (szczególnie indukcyjnej) jest niewskazane ze względu na charakter pracy źródła zasilającego i w konsekwencji może doprowadzić do przedwczesnego zniszczenia kondensatorów.

Natomiast gdy zespół prądowłórczy zasila odbiorniki nieliniowe, powstają zniekształcenia prądu pobieranego ze źródła. Zniekształcenia te powodują pojawianie się w sieci zasilającej oraz instalacji odbiorczej harmonicznych, interharmonicznych i subharmonicznych, które na ogół nie są w fazie z napięciem. Zjawisko wyższych harmonicznych powoduje, że oprócz mocy czynnej i biernej pojawia się moc deformacji V , co oznacza, że moc pozorna nie może być określona jako iloczyn prądu i napię-

cia podstawowej harmonicznej. Wartość mocy deformacji V zależy od stopnia odkształcenia przebiegów napięcia i prądów, czyli od zawartości wyższych harmonicznych, a w układach wielofazowych również od stopnia asymetrii. W przypadku obciążeń asymetrycznych współczynnik mocy $\cos \varphi$ nie jest jednakowy dla poszczególnych faz. W każdej fazie jego wartość może być różna i uzależniona od wartości mocy czynnej i biernej obciążającej fazę. Niepożądanym skutkiem niesymetrycznego obciążenia jest wzrost wartości napięcia ponad wartość znamionową w fazie najmniej obciążonej. Oszacowanie wartości mocy deformacji powodowanej niesymetrycznym obciążeniem jest dość trudne, zatem zgodnie z zaleceniami producentów zespołów prądowłórczych podczas projektowania układu zasilania awaryjnego należy zadbać, by przy zasilaniu odbiorników przez zespół prądowłórczy asymetria obciążenia nie przekraczała 20%.

Moc pozorną zapotrzebowaną przez odbiornik nieliniowy należy określić wzorem:

$$S^2 = P^2 + Q^2 + V^2 \quad (9)$$

Moc czynna przebiegu odkształconego jest sumą mocy czynnych harmonicznych napięcia i prądu o tej samej częstotliwości, czyli:

$$P = \sum_{k=1}^{\infty} U_k \cdot I_k \cdot \cos \varphi_k \quad (10)$$

Natomiast moc bierną przebiegu odkształconego obliczamy z powszechnie akceptowanego wzoru:

$$Q = \sum_{k=1}^{\infty} U_k \cdot I_k \cdot \sin \varphi_k \quad (11)$$

Natomiast, moc pozorna obwodu liniowego jest określona następującym wzorem:

$$S^2 = P^2 + Q^2 \quad (12)$$

W tym przypadku moc deformacji $V=0$.

Ilustrację graficzną mocy P, Q, V, S_1 i S przedstawia **rysunek 3**.

Rysunek 3. wyjaśnia również, że dla obwodów nieliniowych współczynnik mocy nie może zostać określony wzorem (13), który jest słuszny dla obwodów liniowych:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} \quad (13)$$

W obwodach nieliniowych współczynnik mocy jest definiowany jako (**rys. 3.**):

$$\cos \Psi = \frac{P}{S_1} = \frac{I_1}{I} \cdot \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \sqrt{\sum_{k=0}^{\infty} I_k^2}} \quad (14)$$

gdzie:

φ_k – przesunięcie fazowe pomiędzy napięciem i prądem dla harmonicznej rzędu k ,

$$\sin \varphi_k = \sqrt{1 - \cos^2 \varphi_k}$$

Prąd znamionowy urządzenia trójfazowego pobierającego prąd odkształcony należy wyrazić poniższym wzorem:

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \Psi} \quad (15)$$

Z równań (14) oraz (15) wynika, że przy ustalonej wartości prądu znamionowego I_n urządzenia i wzroście odkształcenia prądu rzeczy-

wiście przepływającego przez to urządzenie zmniejsza się moc znamionowa czynna, którą można je obciążyć.

Zatem odbiorniki nieliniowe pobierające prąd zniekształcony z generatora powodują zmniejszenie możliwości wykorzystania mocy czynnej generatora zespołu prądowłórczego W celu pokrycia mocy zapotrzebowanej przez te odbiorniki moc generatora musi ulec zwiększeniu.

Minimalną moc czynną generatora niezbędną do pokrycia mocy zapotrzebowanej przez te odbiorniki należy wyznaczyć ze wzoru:

$$P_{gmin} \geq \frac{P_z}{p \cdot W} \quad (16)$$

gdzie:

p – współczynnik wykorzystania określony wzorem (6), w [-],

P_z – moc czynna zapotrzebowana przez odbiorniki objęte systemem zasilania awaryjnego, w [kW],

P_{gmin} – wymagana minimalna moc czynna generatora zespołu prądowłórczego, w [kW],

$W \approx \left(\frac{100}{100 + THD_{1\%}} \right)^2$ – współczynnik zniekształcenia, w [-], w którym:

$THD_{1\%}$ – współczynnik odkształcenia prądu, w [-].

Natomiast moc zespołu prądowłórczego określamy zgodnie ze wzorem (8).

Wartość współczynnika $THD_{1\%}$ zawartości harmonicznych w odkształconym przebiegu prądu, należy wyznaczyć ze wzoru:

$$THD_{1\%} = \frac{\sqrt{\sum_{k=2}^{\infty} (I_k)^2}}{I_1} \cdot 100\% \quad (17)$$

gdzie:

I_k – wartość skuteczna k -tej harmonicznej prądu, w [A],

I_1 – wartość skuteczna harmonicznej podstawowej prądu, w [A],

k – rząd harmonicznej, w [-].

Przykładowe wartości współczynnika W , w zależności od wartości współczynnika $THD_{1\%}$, przedstawia **tabela 2**.

Wraz ze wzrostem współczynnika $THD_{1\%}$ maleje współczynnik zniekształceń W , a zatem moc generatora niezbędna do pokrycia mocy

zapotrzebowanej ulega zwiększeniu. Podobne problemy powstają przy zasilaniu silników elektrycznych, gdzie przy rozruchu jest pobierany kilkukrotnie większy prąd niż podczas pracy w stanie ustalonym. Skutkuje to znacznie większym poborem mocy, który musi być pokryty przez generator zespołu prądowłórczego. Charakterystykę rozruchu silnika indukcyjnego przedstawia **rysunek 4**.

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

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

gdzie:

I_n – prąd znamionowy silnika, w [A],

k_r – współczynnik rozruchu silnika, w [-],

$\cos \varphi_n$ – znamionowy współczynnik mocy silnika, w [-],

$\cos \varphi_r$ – współczynnik mocy silnika podczas rozruchu (0,1-0,4), w [-],

η – sprawność silnika, w [-].

Podobne postępowanie należy przyjąć przy zasilaniu grupy silników. Korzystnie jest w takim przypadku realizować rozruch sekwencyjny, a w przypadku silników o dużej mocy dodatkowo rozruch z wykorzystaniem przełącznika gwiazda/trójkąt. Nie należy stosować softstartu do rozruchu silników przy zasilaniu z generatora zespołu prądowłórczego. Układy softstartu są niekompatybilne z automatyką zespołu prądowłórczego przez co rozruch silnika z wykorzystaniem tych urządzeń będzie niemożliwy. Należy dobrać moc zespołu tak, by generator dysponował mocą niezbędną do wykonania rozruchu silnika, kiedy występuje zwiększony pobór mocy w stosunku do warunków powstających w stanie ustalonym.

I Dobór mocy zasilacza UPS

Podstawą doboru mocy zasilacza UPS jest moc czynna i bierna zapotrzebowana przez odbiorniki, które mogą być zasilane z dobieranego zasilacza UPS. Moc czynną zapotrzebowaną należy wyznaczyć ze wzoru (2), natomiast moc bierną zapotrzebowaną należy obliczyć ze wzoru (3). Kolejnym krokiem jest obliczenie minimalnej mocy pozornej na podstawie mocy czynnej zapotrzebowanej oraz mocy biernej zapotrzebowanej ze wzoru (18) (określona zgodnie z wzorem (18) moc pozorna dotyczy mocy

UPS-a, która jest podawana w katalogach producentów):

$$S_{nUPS} \geq \sqrt{P_z^2 + Q_z^2} \quad (18)$$

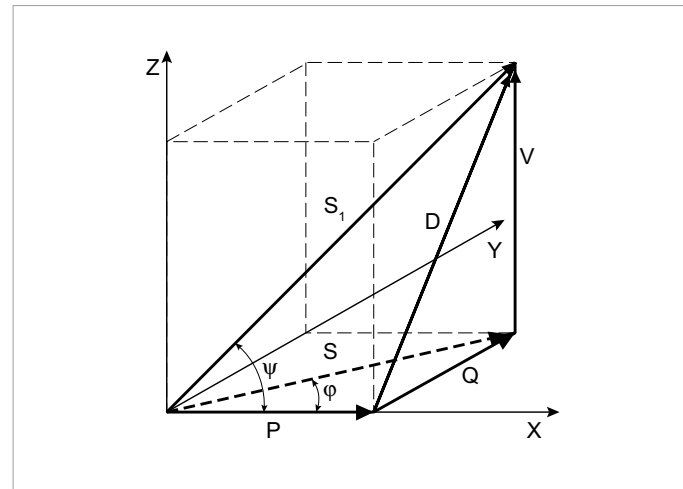
W przypadku gdy systemem zasilania gwarantowanego zostaną objęte silniki, zasilacz UPS musi zapewnić pokrycie zwiększonego zapotrzebowania mocy wynikającego z rozruchu zasilanych silników. W przypadku zasilania odbiorników nieliniowych wyznaczenie mocy czynnej zapotrzebowanej należy obliczyć z poniższego wzoru:

$$P_z = \sum_{i=1}^n k_z \cdot \frac{P_i}{W_i} \quad (19)$$

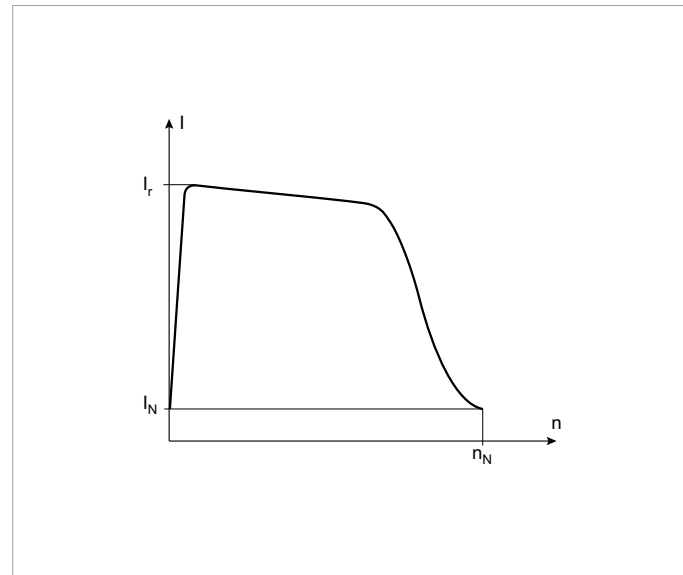
Uwzględnienie prądów rozruchowych oraz odkształconych przy doborze mocy zasilacza UPS jest niezbędne dla jego poprawnego funkcjonowania. UPS o zbyt małej mocy przeznaczony do zasilania odbiorników nieliniowych lub silników elektrycznych przy wzroście obciążenia automatycznie przejdzie na bypass zewnętrzny, co skutkowało będzie pozbawieniem układu zasilania funkcji napięcia gwarantowanego. Przy doborze zasilacza UPS należy również zwrócić uwagę na znamionowy współczynnik szczytu, który określa, ile może zostać przekroczona chwilowa wartość skutecznej tego prądu. W produkowanych obecnie zasilaczach UPS współczynnik szczytu wynosi na ogół 3. Jeżeli wartość współczynnika szczytu w przebiegu prądu pobieranego z UPS przekroczy wartość znamionowego współczynnika szczytu, to mogą wystąpić zakłócenia w pracy zasilacza łącznie z jego wyłączeniem.

UWAGA

Moc zasilacza UPS podawana w kartach katalogowych dotyczy wyjścia. Moc wejściowa zasilacza nie jest równa mocy wyjściowej. Zasilacz pobiera z sieci moc większą niż oddaje zasilanym odbiornikom. Podczas projektowania układów zasilania UPS należy uwzględnić ten problem. Dobierając moc zasilacza UPS na podstawie mocy czynnej zapotrzebowanej P_z należy przyjmować 25% rezerwy w celu skompensowania chwilowego wzrostu mocy lub ewentualnych błędów jej oszacowania.



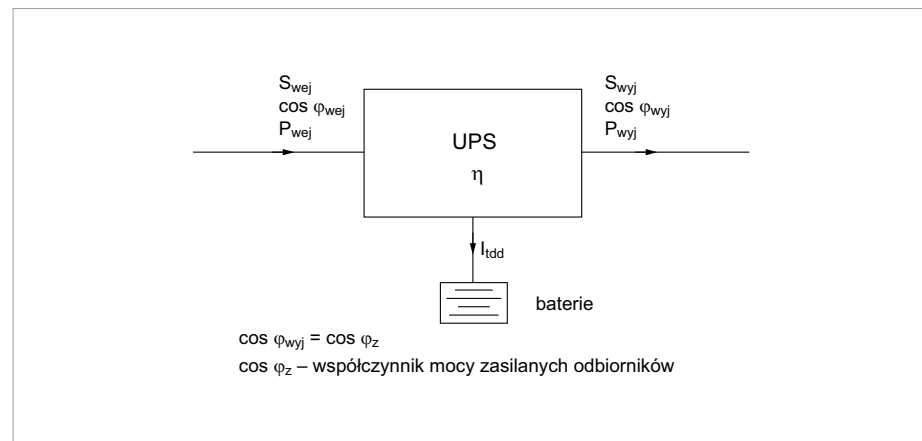
Rys. 3. Czworokąt mocy dla układu o odkształconych przebiegach napięcia i prądu, P – moc czynna, w [kW], Q – moc bierna, w [kvar], S – moc pozorna części liniowej obwodu, w [kVA], S_1 – moc pozorna obwodu nieliniowego, w [kVA], V – moc deformacji, w [kVA], D – moc dystorsji, definiowana jako $D^2 = Q^2 + V^2$ [17]



Rys. 4. Charakterystyka rozruchu silnika indukcyjnego klatkowego rys. J. Wiatr

THD _{1%}	3%	5%	8%	10%	15%	20%	30%	40%
W	0,95	0,91	0,86	0,83	0,76	0,70	0,60	0,51

Tab. 2. Wartości współczynnika zniekształcenia W , w zależności od wartości współczynnika $THD_{1\%}$



Rys. 5. Parametry zasilacza UPS niezbędne do oszacowania mocy przez niego zapotrzebowanej rys. J. Wiatr

Ponieważ zasilacz UPS musi pokryć zapotrzebowanie mocy czynnej P_Z oraz mocy biernej Q_Z , w przypadku gdy UPS konwertuje energię przy współczynniku mocy $\cos \varphi_Z < \cos \varphi_{nG}$, zmniejsza się zdolność wykorzystania mocy czynnej UPS ze względu na możliwości przełączeniowe układu półprzewodnikowego falownika.

Falownik zasilacza UPS zasilający odbiorniki ma ograniczenia wydajności mocy czynnej związanej z kształtowaniem przebiegu napięcia przy poborze prądu odbiorników zarówno o charakterze pojemnościowym, jak i indukcyjnym, czyli $\cos \varphi_{nUPS}$, zatem w przypadku wytwarzania energii elektrycznej przy współczynniku $\cos \varphi_Z < \cos \varphi_{nG}$ skutkuje zmniejszeniem jego wykorzystania.

Względne obciążenie zasilacza UPS mocą czynną można określić współczynnikiem wykorzystania, który należy obliczyć ze wzoru:

$$p = \frac{\cos \varphi_Z}{\cos \varphi_{nUPS}} \quad (20)$$

Wymagana minimalna moc czynna zasilacza UPS musi spełniać następującą nierówność:

$$P_{UPSmin} \geq \frac{P_Z}{p} \quad (21)$$

Obliczony ze wzoru (20) współczynnik wykorzystania p należy podstawić do wzoru (21). W przypadku gdy $p \geq 1$, do wzoru (22) należy wstawić wartość 1. Wartość współczynnika mocy $\cos \varphi_{nUPS}$ należy przyjąć zgodnie z DTR zasilacza UPS.

W przypadku braku informacji w tym zakresie można przyjmować $\cos \varphi_{nUPS} = 0,8$ dla zasilaczy UPS o konstrukcji transformatorowej lub $\cos \varphi_{nUPS} = 0,9$ dla zasilaczy beztransformatorowych z falownikiem IGBT. Moc pozorną zasilacza UPS musi spełniać następującą nierówność:

$$S_{nUPS} \geq \frac{P_{UPSmin}}{\cos \varphi_{nUPS}} \quad (22)$$

gdzie:

P_{UPSmin} – minimalna mocy czynna, jaką musi pokryć generator zespołu prądowłórczego, w [kW],

$\cos \varphi_{nUPS}$ – znamionowy współczynnik mocy zasilacza UPS, w [-] (wartość $\cos \varphi_{nUPS}$ należy przyjmować na podstawie DTR producenta UPS; w przypadku braku danych można przyjmować wartość 0,8).

Mała wartość współczynnika mocy $\cos \varphi_Z$ powoduje przeciążenie falownika, a w konsekwencji może doprowadzić do jego wyłączenia lub przełączenia zasilacza UPS na wewnętrzny tor obejściowy.

Jeżeli zasilacz UPS oddaje większą moc bierną niż znamionowa, ze względu na konieczność utrzymania napięcia znamionowego i nieprzeciążanie falownika należy zmniejszyć moc czynną obciążenia. Zatem wytwarzanie energii elektrycznej przez zasilacz UPS przy współczynniku mocy $\cos \varphi_Z < \cos \varphi_{nUPS}$ skutkuje koniecznością zwiększenia jego mocy do wartości umożliwiającej pełne pokrycie mocy czynnej zapotrzebowanej P_Z oraz mocy biernej zapotrzebowanej Q_Z .

Wprowadzanie układów kompensacji mocy biernej (szczególnie indukcyjnej) jest niewskazane ze względu na charakter pracy źródła zasilającego i w konsekwencji może doprowadzić do przedwczesnego zniszczenia kondensatorów. W przypadku gdy zasilacz służy do zasilania urządzeń z dużym prądem rozruchowym, za podstawę doboru mocy należy przyjmować prądy rozruchowe tych urządzeń, które nie mogą przekraczać wartości prądu znamionowego zasilacza UPS z uwzględnieniem jego chwilowego przeciążenia określonego w DTR producenta. W przypadku gdy zasilacz UPS

zasilą odbiorniki nieliniowe, powstają zniekształcenia prądu pobieranego ze źródła. Zniekształcenia te powodują pojawianie się w sieci zasilającej oraz instalacji odbiorczej harmonicznych, interharmonicznych i subharmonicznych, które na ogół nie są w fazie z napięciem. Zjawisko wyższych harmonicznych powoduje, że oprócz mocy czynnej i biernej pojawia się moc deformacji V , co oznacza, że moc pozorna nie może być określona jako iloczyn prądu i napięcia podstawowej harmonicznej. Wartość mocy deformacji V zależy od stopnia odkształcenia przebiegów napięcia i prądów, czyli od zawartości wyższych harmonicznych, a w układach wielofazowych również od stopnia asymetrii.

W przypadku obciążeń asymetrycznych współczynnik mocy $\cos \varphi$ nie jest jednakowy dla poszczególnych faz. W każdej fazie jego wartość może być różna i uzależniona od wartości mocy czynnej i biernej obciążającej fazę. Oszacowanie wartości mocy deformacji powodowanej niesymetrycznym obciążeniem jest dość trudne, jednak współczesne zasilacze UPS beztransformatorowe z falownikiem wykonanym w technologii IGBT są odporne na niesymetrię obciążenia wyjściowego.

Tandem UPS – zespół prądowłórczy

W celu uzyskania większej niezawodności do systemu zasilania gwarantowanego wprowadza się dodatkowe źródła zasilania awaryjnego, tj. zespół prądowłórczy. Taki układ daje bardzo duże bezpieczeństwo i pewność, że w razie awarii systemu zasilania podstawowego urządzenia o znaczeniu krytycznym będą zasilane bez przerw, co uchroni odbiorców od wielu, niejednokrotnie poważnych strat, a tym samym strat spowodowanych przerwami w dostawie energii elektrycznej.

Zasilacz UPS powinien być dobierany do oszacowanej mocy odbiorników. Należy pamiętać, by sumaryczna moc odbiorników nie przekraczała ani wyjściowej mocy czynnej, ani wyjściowej mocy pozornej zasilacza. Wskazane jest niewielkie przewymiarowanie zasilacza (10–20%), które stanowiłoby rezerwę na okresowy wzrost lub błędy w szacowaniu mocy odbiorników.

UPS przeznaczony do współpracy z zespołem prądowłórczym powinien stanowić barierę między odbiorami a zespołem. Chodzi o maksymalne wyeliminowanie wpływu na zespół odkształconych prądów pobieranych przez odbiory nieliniowe (np. urządzenia komputerowe). Powinien to być UPS, który nie wiąże kształtu prądu wejściowego z kształtem prądu pobieranego

przez odbiory. Podstawowe parametry zasilacza UPS, niezbędne do oszacowania mocy przez niego zapotrzebowanej, przedstawia **rysunek 5**.

Zespół prądowłórczy powinien bezpiecznie pokrywać zapotrzebowanie mocy wyjściowej zasilacza UPS i odbiorników kategorii II. Jego moc jest sumą mocy pobieranej przez UPS w stanie pełnego obciążenia i mocy odbiorników kategorii II.

$$P_G \geq \frac{P_{IIz}}{p \cdot \cos \varphi_{IIz}} + P_{wejiUPS} \quad (23)$$

gdzie:

$P_{wejiUPS}$ – moc wejściowa zasilacza UPS, w [kW],
 P_{IIz} – moc czynna odbiorników kategorii II, w [kW].

Moc wyjściową zasilacza UPS obliczamy korzystając z zależności:

$$P_{wejiUPS} = \frac{P_{UPSwy}}{\eta \cdot W} + \frac{P_B}{W} = \frac{P_{UPSwy}}{\eta \cdot W} + \frac{0,25 \cdot P_{UPSwy}}{W} \quad (24)$$

gdzie:

P_{UPSwy} – wyjściowa moc czynna dysponowana przez zasilacz UPS, w [kW],
 η – sprawność zasilacza UPS, w [-],

W – współczynnik przewymiarowania agregatu biorący pod uwagę między innymi odkształcenie prądu wejściowego zasilacza UPS,

P_B – dodatkowa moc wejściowa zasilacza związana z ładowaniem baterii (co najmniej 25% mocy znamionowej zasilacza), w [kW].

Jeżeli zasilacz UPS ma możliwość rozbudowy (zwiększenie mocy wyjściowej przewidziane w konstrukcji urządzenia), należy brać pod uwagę największą moc wyjściową zasilacza. Zalecane jest też stosowanie zasilaczy wyposażonych w specjalny interfejs do współpracy z zespołem prądowłórczym, pozwalający aktywnie ograniczyć prąd wejściowy przez zablokowanie funkcji ładowania baterii do chwili powrotu napięcia w sieci. Wówczas można zrezygnować z 25-procentowej nadwyżki mocy zespołu, niezbędnej do ewentualnego ładowania baterii. Do współpracy z zespołem prądowłórczym zaleca się stosowanie zasilaczy UPS wyposażonych w filtr redukujący zawartość harmonicznych w prądzie wyjściowym do poziomu około 10% (głębsza redukcja jest bezcelowa, nie wpływa znacząco na poprawę charakterystyki współpracy zasilacza z generatorem zespołu prądowłórczego, nie jest więc uzasadniona ekonomicznie). Nie powinno się stosować innych topologii zasilaczy niż online, gdyż

tylko taka gwarantuje, że poprawność współpracy zasilacza UPS z zespołem prądowłórczym nie zachwieje się w wyniku zmiany charakterystyki odbiorników.

Zalecane jest stosowanie zespołów prądowłórczych wyposażonych w elektroniczne regulatory prędkości obrotowej, z nowoczesnymi prądnicami przystosowanymi do nieliniowych obciążeń. Generalnie poleca się stosowanie urządzeń sprawdzonych we współpracy i zapewniających stabilność zasilania w każdych warunkach.

UWAGA

W przypadku zastosowania zespołu prądowłórczego wyposażonego w generator przystosowany do obciążeń nieliniowych, stopień przewymiarowania zespołu może być mniejszy, jednak powinien być uzgodniony z producentem lub dostawcą.



literatura do artykułu na
elektro.info.pl

REKLAMA

SPRAWDŹ NASZĄ OFERTĘ SZKOLENIOWĄ I WYBIERZ TEMAT DLA SIEBIE

elektro
info
20 lat

Dostępne szkolenia:

- Metodyka konstruowania przeciwpożarowego wyłącznika prądu
- Kompensacja mocy biernej. Podstawy teoretyczne i zastosowania praktyczne
- Ochrona odgromowa i przepięciowa obiektów budowlanych
- Ewakuacja ludzi z płonącego budynku i jej wspomaganie. Oświetlenie awaryjne i ewakuacyjne
- Zasilanie budynków w energię elektryczną w warunkach normalnych a zasilanie w czasie pożaru)
- Obliczanie zwarć symetrycznych oraz metodyka doboru aparatów, przewodów i urządzeń elektrycznych do spodziewanych warunków zwarciovych w instalacjach elektrycznych nn
- Podstawy projektowania przydomowych systemów fotowoltaicznych
- Dobór przewodów i kabli elektrycznych oraz ich zabezpieczeń

Uproszczony projekt automatyki SZR z wydzieloną rozdzielnicą zasilania awaryjnego

Podstawa opracowania

1. Zlecenie inwestora.
2. Dokumentacja elektryczna budynku.
3. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (DzU nr 109/2010, poz. 719).
4. Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 roku, w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (DzU z 2016 roku, poz. 1966).
5. Wizja lokalna w budynku.
6. N SEP-E-007:2017-09 *Instalacje elektryczne i teletechniczne w budynkach. Dobór kabli i innych przewodów ze względu na ich reakcję na ogień*.
7. PN-HD 60364-5-52:2011 *Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5-52: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Oprzewodowanie*.
8. PN-HD 60364-4-41:2009 *Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym*.
9. Uzgodnienie z rzeczoznawcą ds. zabezpieczeń ppoż. oraz uzgodnienie z rzeczoznawcą ds. bhp.
10. Katalogi producentów przewodów i kabli elektrycznych oraz producentów instalacyjnego osprzętu elektrycznego.

Stan istniejący

Projektowany jest układ zasilania budynku użyteczności publicznej. Moce zapotrzebowane oraz wymagana moc zespołu prądowórczego zostały określone w projekcie instalacji elektrycznych budynku. Układ zasilania stanowi stacja dwutransformatorowa, wyposażona w dwa transformatory o mocach 630 kVA oraz zespół prądowórczy o mocy 300 kVA. Podział zasilania poszczególnych odbiorników został określony w projekcie instalacji elektrycznych budynku.

Stan projektowany

Układ zasilania przedstawia **rysunek 1**. Transformatory zasilające budynki pracują w układzie rezerwy utajonej. W przypadku zaniku napięcia w jednej z linii zasilających, układ automatyki SZR po 5 sekundach rozłącza tor pozbawiony napięcia i załącza łącznik QG3, dzięki czemu

zasilanie wszystkich odbiorników przejmuje transformator pozostający pod napięciem. Powrót napięcia w wyłączonym torze zasilania powoduje rozłączenie łącznika QG3 i po 5 sekundach zwłoki załączenie transformatora wcześniej odłączonego.

Przy zasilaniu z Systemu Elektroenergetycznego łącznik QG4 pozostaje załączony, a łącznik QG5 rozłączony.

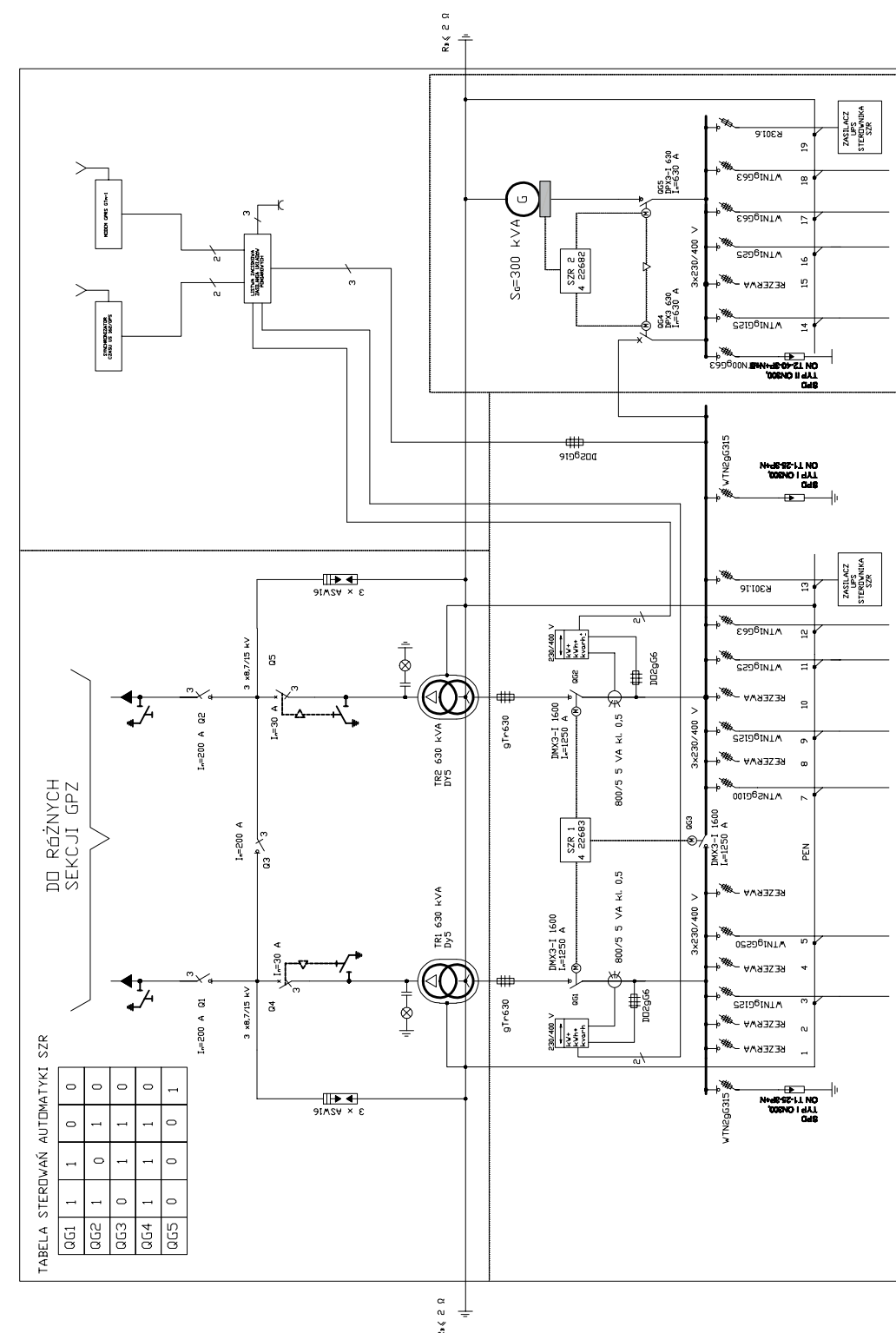
Zanik napięcia w obydwu torach zasilania z Systemu Elektroenergetycznego powoduje rozłączenie łączników QG1, QG2, QG3 oraz QG4. Po upływie 15 sekund zostaje podany z układu SZR 2 sygnał startu zespołu prądowórczego, a po jego uruchomieniu załączony łącznik QG5. Powrót napięcia w jednym z kierunków zasilania przyłączonych do Systemu Elektroenergetycznego powoduje załączenie łącznika w torze zasilania, w którym nastąpił powrót napięcia, rozłączenie łącznika QG5 i załączenie łącznika QG3 oraz po czasie 5 sekund, załączenie łącznika QG4. Powrót napięcia w obydwu torach zasilania podstawowego powoduje rozłączenie łącznika QG5 oraz QG3. Po upływie 5 sekund następuje załączenie łączników QG1, QG2 oraz QG4. Przejęcie zasilania odbiorników objętych zasilaniem awaryjnym przez źródła zasilania podstawowego gwarantuje pracę zespołu prądowórczego na biegu jałowym przez 3 minuty w celu wychłodzenia generatora.

Sterowanie łącznikami QG1, QG2 oraz QG3 realizuje sterownik SZR 1, natomiast sterowanie łącznikami QG4 oraz QG5 realizuje sterownik SZR 2. Schematy połączeń układu sterowników przedstawia **rysunek 2**, oraz **rysunek 3**. Diagram czasowy działania układu automatyki SZR przedstawia **rysunek 4**. Aparaty Q1, Q2 oraz Q3 pracują w układzie blokady elektrycznej. Aparaty Q4 i Q5 pracują w układzie blokady mechanicznej i elektrycznej.

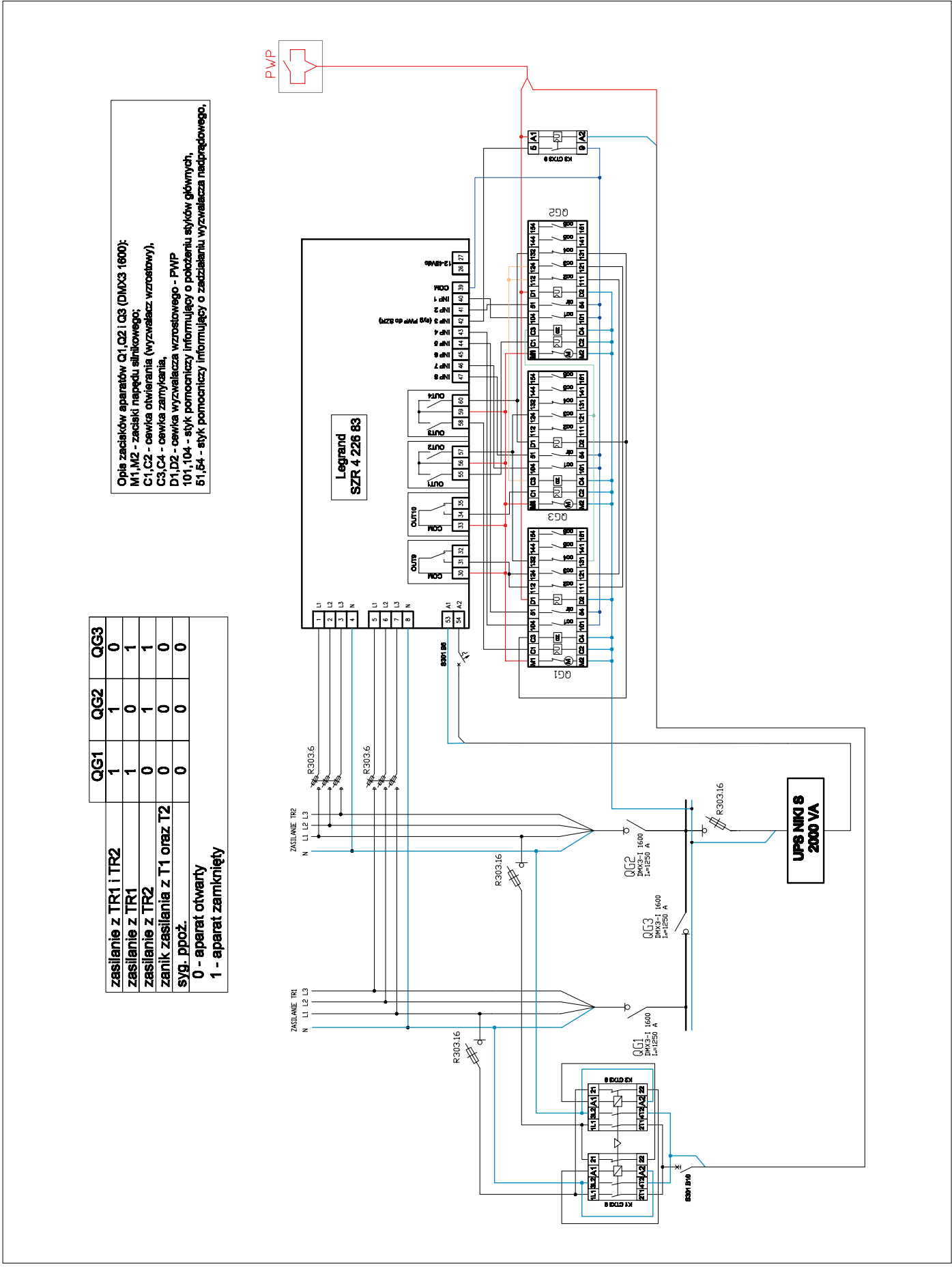
W porozumieniu ze Służbami Technicznymi Obiektu do zasilania układów SZR zastosowano zasilacze UPS. Czas utrzymania baterii min. 10 min przy 100% obciążeniu.

Uwagi końcowe

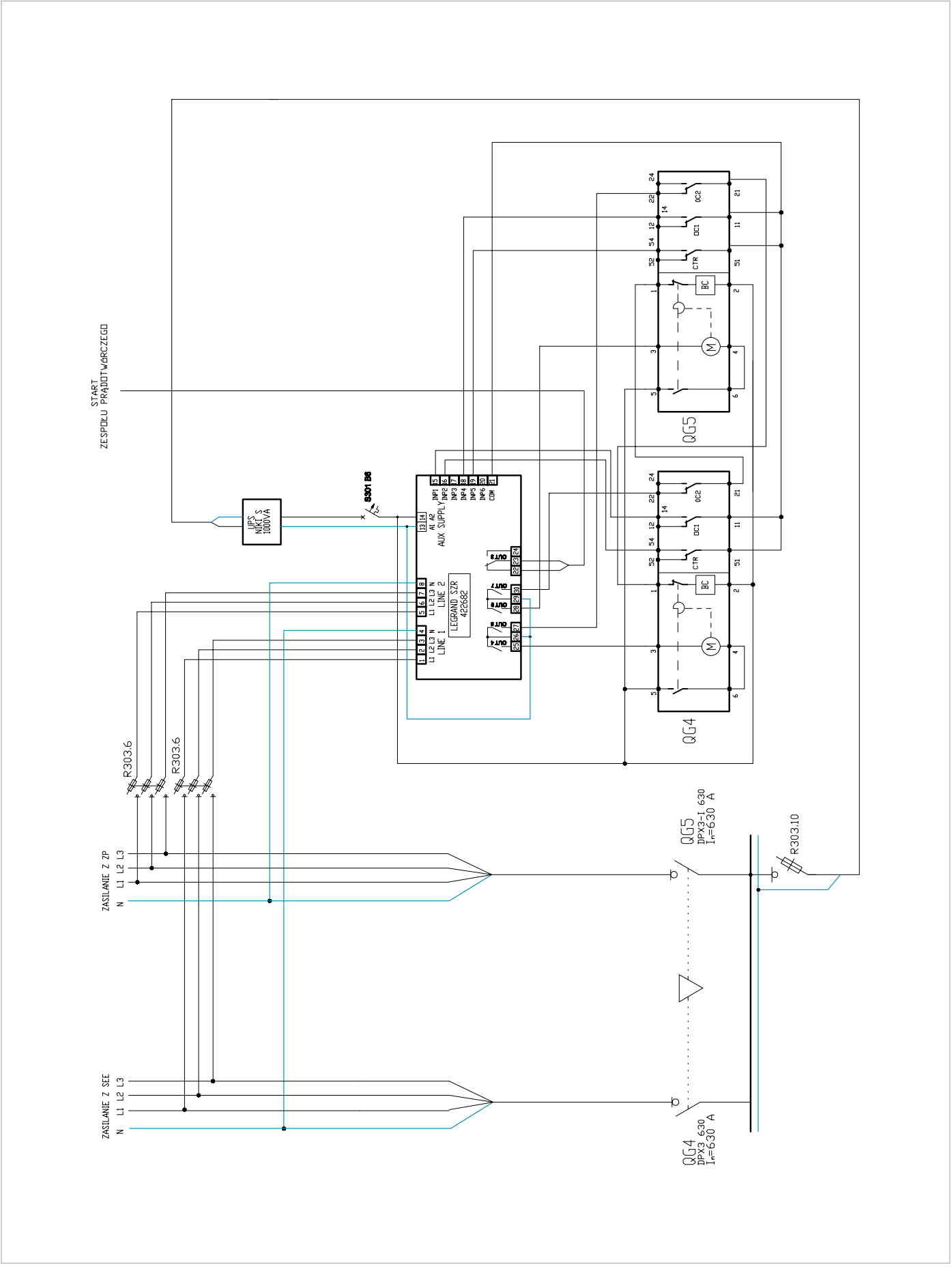
1. Ochrona przeciwporażeniowa przez samoczynne wyłączenie zgodnie z normą PN-HD 60364-4-41:2009.
2. Po wykonaniu instalacji należy przeprowadzić pomiary i procedury odbiorcze zgodnie z wymaganiami normy PN-HD 60364-6 oraz DTR producenta.



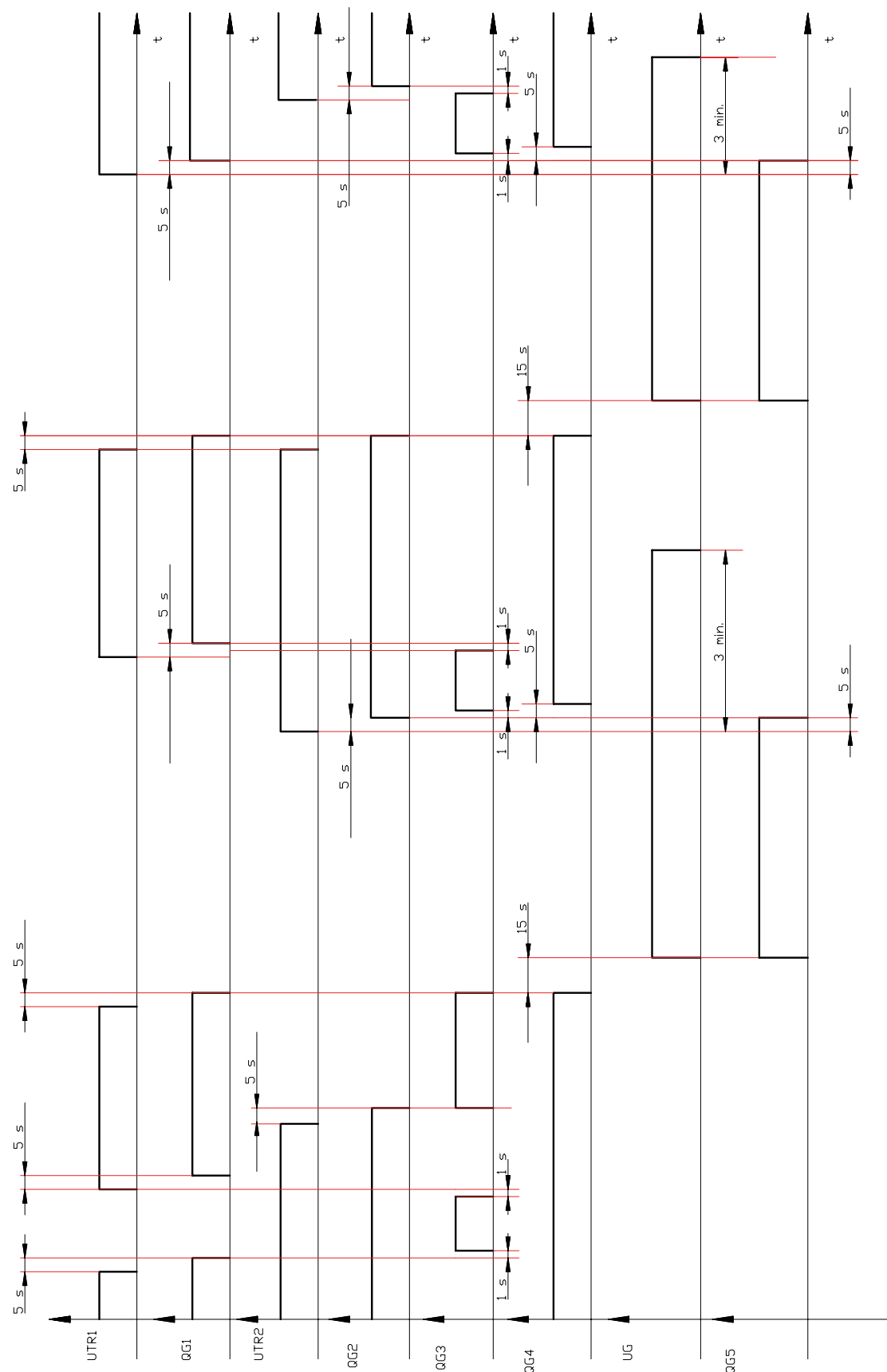
Rys. 1. Schemat stacji transformatorowej wraz z zespołem prądowórczym rys. J. Wiatr



Rys. 2. Schemat układu automatyki SZR sieć/sieć rys. J. Wiatr



Rys. 3. Schemat układu automatyki SZR sieć/zespół prądotwórczy rys. J. Wiatr



Rys. 4. Diagram czasowy automatyki SZR rys. J. Wiatr



SYSTEMY ZASILANIA GWARANTOWANEGO

Oferta produktowa firmy Riello Delta Power Sp. z o.o.

- zasilacze UPS Riello od 400 VA do 6.4 MVA mocy,
- agregaty prądowórcze od 9 kVA do 12 MVA mocy,
- zasilacze dynamiczne,
- łączniki statyczne,
- oprogramowanie i akcesoria

Riello Delta Power Sp. z o.o.

Siedziba WARSZAWA:

ul. Krasnowolska 82 R
02-849 Warszawa
tel. 22 37 91 700
faks 22 37 91 701
serwis: 22 37 91 720
e-mail: biuro.warszawa@deltapower.pl
serwis.warszawa@deltapower.pl

Filia GDYNIA:

ul. Olgierda 137
81-584 Gdynia
tel. 58 668 01 88, 89
faks 58 668 00 47
e-mail: biuro.gdynia@deltapower.pl
serwis.gdynia@deltapower.pl

W zakresie naszych usług znajdują Państwo:

- tworzenie koncepcji zasilania gwarantowanego obiektów,
- kompletne wielobranżowe projekty systemów zasilania,
- integrowanie systemów zasilania gwarantowanego,
- montaż systemów UPS oraz agregatów prądowórczych,
- zdalne nadzorowanie systemów zasilania rezerwowego,
- profesjonalny serwis,
- opieka posprzedażowa, umowy serwisowe, hot-line 24/7/365

Riello UPS Multi Power2 MP2 300 i MP2 600

Dwie nowe jednostki oferujące skalowalne i wysoce wydajne rozwiązania dla średnich i dużych centrów danych

Riello UPS, marka należąca do grupy Riello Elettronica oraz globalny lider w produkcji zasilaczy bezprzerwowych UPS rozszerzyła serię Multi Power2 o nowe modele MP2 300 i MP2 600, uzupełniając istniejący już model MP2 500. Nowe jednostki oferują odpowiednio do 300 kW oraz 600 kW mocy na szafę, z możliwością rozbudowy do 2400 kW dzięki pracy równoległej.

Nowe modele w znaczący sposób wzmacniają zalety modularnego rozwiązania Riello UPS, które zostało zaprojektowane z myślą o rosnących wymaganiach sektora IT. Multi Power2 łączy sprawdzoną niezawodność z zaawansowaną integracją i skalowalnością, zapewniając wiodącą na rynku sprawność sięgającą **98,1% w trybie ONLINE** z podwójną konwersją. To idealny wybór do wspierania strategii zrównoważonej dekarbonizacji – redukuje emisję CO₂ przy jednoczesnym utrzymaniu wysokiej wydajności dla środowisk o dużym zagęszczeniu obliczeniowym, takich jak średnie i duże centra danych oraz inne aplikacje krytyczne, gdzie ciągłość zasilania jest niezbędna.

Nowe moduły mocy 67 kW, nazwane „BLUE”, wykorzystują zaawansowaną technologię węglika krzemu (SiC), co znacząco ogranicza straty energii i generowanie ciepła. Przekłada się to na mniejsze zapotrzebowanie na chłodzenie,



Moduł mocy typu MP2 67 PM BLUE

nie, niższe koszty całkowite oraz ograniczenie emisji środowiskowych.

Modularne i elastyczne rozwiązanie

Multi Power2 to wysoce elastyczne, modularne rozwiązanie zasilania, które zapewnia ciągłość działania w każdych warunkach eksploatacyjnych. Zarówno pojedyncze moduły mocy, jak i cała architektura systemu UPS opierają się na innowacyjnej architekturze Smart Modular Architecture (SMA) firmy Riello UPS. Podejście to kładzie nacisk na głęboką integrację wszystkich komponentów UPS oraz strategię rozproszonego sterowania, eliminując ryzyko tzw. pojedynczego punktu awarii („single point of failure”).

Modularna konstrukcja umożliwia łatwą skalowalność, co pozwala przedsiębiorstwom na przyjęcie modelu „płać w miarę wzrostu” (ang. *pay-as-you-grow*), dostosowując się do rosnącego zapotrzebowania na moc i jednocześnie op-

tymalizując początkowe inwestycje oraz całkowity koszt posiadania (TCO).

Multi Power2 dostępny jest w trzech konfiguracjach:

- » **MP2 300:** do 5 modułów/300 kW,
 - » **MP2 500:** do 8 modułów/500 kW,
 - » **MP2 600:** do 9 modułów/600 kW, dostępny w wersji ze zintegrowanymi przełącznikami lub bez, z wentylacją przód-tył lub przód-góra
- Moduły są wyposażone w funkcjonalność hot-swap, umożliwiając dodawanie lub wymianę modułów bez konieczności przełączania obciążenia na bypass. Dodatkowo, mechaniczne rozdzielenie w konstrukcji modułowej oraz automatyczne systemy odłączenia zwiększają niezawodność systemu poprzez ograniczanie skutków potencjalnych usterek. Scentralizowany, wymienny bypass statyczny jest przystosowany do maksymalnej mocy obsługiwanej przez pojedynczą szafę, co zapewnia odporność jednostki na wysokie prądy zwarcia.

Multi Power2 jest wyjątkowo przyjazny dla użytkownika – posiada 10-calowy kolorowy ekran dotykowy prezentujący dane operacyjne i status dla każdego modułu osobno. Zinte-



Zasilacze UPS RIELLO serii Multi Power2

growany wskaźnik LED („status LED”) zapewnia szybki i czytelny podgląd bieżącego stanu systemu UPS. Technologia Riello UPS obejmuje również stały monitoring oraz funkcje konserwacji predykcyjnej, bazujące na warunkach eksploatacyjnych.

Riello Delta Power sp. z o.o. to wyspecjalizowany producent i dostawca kompleksowych rozwiązań z zakresu agregatów prądotwórczych oraz systemów zasilania gwarantowanego (UPS), działający na rynku od 1996 roku. Od 2015 roku spółka jest częścią włoskiej Grupy Riello Elettronica – renomowanego producenta zasilaczy bezprzerwowych.

Riello Delta Power oferuje nowoczesne systemy zasilania przeznaczone dla centrów danych, zastosowań medycznych, systemów bezpieczeństwa, przemysłu oraz infrastruktury krytycznej. Pełen zakres usług odzwierciedla potrzeby dynamicznie rozwijającego się rynku – od doradztwa technicznego, przez projektowanie i produkcję, aż po uruchomienie, serwis oraz kompleksowe wsparcie posprzedażowe.

Dzięki wieloletniemu doświadczeniu i udziałowi w realizacji wielu prestiżowych projektów, Riello Delta Power skutecznie dostarcza systemy niezawodnego zasilania gwarantowanego. Nasze zespoły specjalistów działają w wielu lokalizacjach w Polsce, zapewniając szybki czas reakcji i najwyższy poziom obsługi klienta.

WARTO WIEDZIEĆ

Najmocniejsze cechy Riello UPS Multi Power2 MP2 300/MP2 600

1. Modularność i skalowalność

- » Możliwość rozbudowy mocy do 2400 kW dzięki pracy równoległej.
- » Obsługa modelu „**pay-as-you-grow**” – elastyczne inwestowanie w moc zgodnie z rosnącym zapotrzebowaniem.
- » **Hot-swap** – możliwość dodawania i wymiany modułów bez przerywania pracy systemu.

2. Wysoka sprawność energetyczna

- » Do **98,1% sprawności** w trybie ONLINE (z podwójną konwersją).
- » Zastosowanie technologii **SiC (węgiel krzemu)** w modułach „BLUE” znacznie redukuje straty energii i emisję ciepła.
- » Znaczące oszczędności energetyczne i redukcja emisji CO₂ (np. do 22 ton rocznie na jednostkę MP2 600).

3. Bezpieczeństwo i niezawodność

- » Architektura **Smart Modular Architecture (SMA)**: pełna redundancja, rozproszona logika sterowania, brak pojedynczego punktu awarii.
- » Automatyczne systemy odłączenia i fizyczna separacja modułów zwiększają bezpieczeństwo eksploatacji.
- » Centralny, wymienny **bypass statyczny** o wysokiej odporności zwarcia.

4. Zoptymalizowane chłodzenie

- » Niższe generowanie ciepła – mniejsze wymagania chłodnicze – **niższe koszty eksploatacyjne** i mniejszy wpływ na środowisko.
- » Możliwość wyboru kierunku wentylacji: przód-tył lub przód-góra.

5. Nowoczesny interfejs i obsługa

- » Kolorowy **ekran dotykowy 10"** z informacjami dla każdego modułu.
- » Wskaźnik **status LED** do szybkiego podglądu stanu UPS.
- » Obsługa monitorowania stanu oraz **konserwacji predykcyjnej**.

6. Zrównoważony rozwój

- » Produkt wpisuje się w strategię **dekarbonizacji centrów danych**.
- » Niższy ślad węglowy bez kompromisu dla dostępności i niezawodności zasilania.

THE EVOLUTION OF MODULAR POWER



Multi Power2 300-600 kW.



Zasady oświetlania awaryjnego garaży

W czasie kiedy powstaje coraz więcej bloków mieszkalnych, biurów, sklepów czy innych wielkopowierzchniowych obiektów publicznych, garaże, garaże podziemne to elementy obiektów budowlanych lub samodzielne obiekty budowlane, z których ludzie korzystają coraz częściej.

Garaż, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (tekst jednolity Dz.U. z 2019 roku, poz. 1065 z późn. zm.) służy do przechowywania i bieżącej, niezawodowej obsługi samochodów osobowych. Jest to samodzielny obiekt budowlany lub część innego obiektu, będący garażem zamkniętym – z pełną obudową zewnętrzną i zamykanymi otworami, bądź garażem otwartym – bez ścian zewnętrznych albo ze ścianami niepełnymi lub ażurowymi.

Po zaparkowaniu samochodu użytkownicy kierują się do wyjścia, a w parkingach wielopoziomowych do wind lub klatek schodowych. Jeżeli taki garaż nie ma dostępu do światła dziennego, każda awaria oświetlenia podstawowego może doprowadzić do zagrożenia zdrowia i życia ludzi tam przebywających. W sytuacjach zaniku oświetlenia podstawowego ludzie powinni się ewakuować (lub być ewakuowani) w sposób skuteczny! By skutecznie ewakuować się z zagrożonej przestrzeni, musimy mieć zapewnione odpowiednie warunki ewakuacji.

Jednymi z wielu elementów skutecznej ewakuacji jest zapewnienie:

- » informacji o konieczności ewakuacji,
- » informacji o drogach **bezpiecznej** ewakuacji.

Zgodnie z informacjami przedstawionymi w magazynie „The Teacher” szacuje się,

że około 90% informacji zawdzięczamy zmysłowi wzroku, podczas gdy zmysły dotyku, węchu i smaku dostarczają nam pozostałych 10%. Choć niemożliwe jest przypisanie każdemu ze zmysłów konkretnej wartości liczbowej, umowny podział 90%–10% wskazuje na ogromną przewagę poznawczą przypisywaną zmysłowi wzroku.

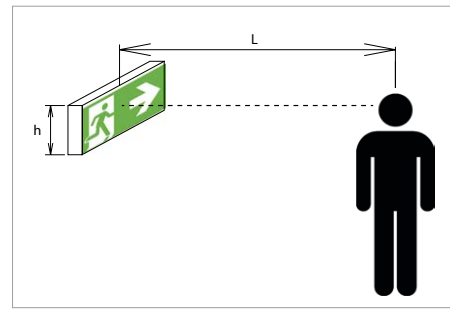
Oświetlenie awaryjne jest systemem działającym na zmysł wzroku – zmysł, który ma największy udział percepcji otoczenia. Dlatego oświetlenie awaryjne jest tak ważnym elementem wspomagającym ewakuację.

I Wymagania prawne

Na podstawie dostępnych aktów prawnych np. Ustawa – Prawo budowlane [1], Ustawa o ochronie przeciwpożarowej [3], Rozporządzenia w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów lub terenów [4]. Należy pamiętać, że art. 7 Prawa budowlanego [1] odwołuje się bezpośrednio do przepisów techniczno-budowlanych powołanych w formie rozporządzeń: warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać obiekty budowlane i ich usytuowanie oraz warunków technicznych użytkowania obiektów budowlanych. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [2] wprowadza wymagania, jakie należy spełnić podczas projektowania, a następnie podczas eksploatacji oświetlenia w garażach.

Spośród wielu wymagań dotyczących oświetlenia zostały wybrane zagadnienia dotyczące oświetlenia awaryjnego, traktujące wymogi stawiane oświetleniu jako jedną całość prowadzącą do powstania oświetlenia awaryjnego zgodnego z przepisami i ogólnie pojętą wiedzą inżynierską.

- » Określa się, że zanik napięcia może spowodować zagrożenie życia lub zdrowia ludzi, poważne zagrożenie środowiska lub znaczne straty materialne i takie obiekty należy wyposażać w samoczynnie załączające się oświetlenie awaryjne.
- » Do urządzeń przeciwpożarowych włącza się instalacje **oświetlenia ewakuacyjnego**.



Rys. 1. Ilustracja odległości widzenia rys. D. Kamiński

- » Wymaga się, by projektanci zapewnili zgodność dokumentacji z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej oraz uzgodnili projekt w zakresie ochrony przeciwpożarowej.
 - » Określa się obowiązek wykonania oświetlenia awaryjnego zgodnie z Polskimi Normami dotyczącymi wymagań w tym zakresie.
 - » Ocenę projektu dokonuje się w oparciu o **Polskie Normy**, a w przypadku ich braku na podstawie wymagań określonych w rozporządzeniu.
 - » Określa się, że wyroby służące zapewnieniu bezpieczeństwa mogą być stosowane wyłącznie po uprzednim uzyskaniu dopuszczenia do użytkowania.
 - » Określa się zakres stosowania oświetlenia awaryjnego, oświetlenia zapasowego oraz określa się czas ich działania.
- W Obwieszczeniu Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 8 kwietnia 2019 roku w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2019 roku, poz. 1065 z późn. zm.), załącznik 1 do wymogów określonych w § 181 ust. 7 przywołuje normy wraz z numerem i datą:
- » PN-EN 1838:2005 *Zastosowania oświetlenia. Oświetlenie awaryjne*¹⁾,
 - » PN-EN 50172:2005 *Systemy awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego*,
 - » PN-IEC 60364-5-56:2010 *Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5-56: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Instalacje bezpieczeństwa*.

¹⁾ W zbiorach PKN norma ta została zastąpiona normą PN-EN 1838:2013-11. Norma ta nie jest przywołana w Rozporządzeniu [2].

Normy te stanowią dokumenty przeznaczone do obowiązkowego stosowania.

Zgodnie z PN-EN 50172 wymagania dotyczą wszystkich miejsc pracy i nieruchomości typu publicznego. Nie dotyczą prywatnych nieruchomości mieszkalnych, jednak dotyczą ogólnodostępnych dróg w obrębie wielopiętrowych domów mieszkalnych, w tym garaży!

Oświetlenie awaryjne powinno się załączyć automatycznie i niezwłocznie po zaniku oświetlenia podstawowego. Powinno się załączyć nie tylko podczas awarii zasilania całego budynku, również podczas awarii lokalnej obwodu końcowego.

- Oświetlenie awaryjne ma następujące zadania:
- » oświetlić znaki drogi ewakuacyjnej,
- » wytworzyć takie natężenie oświetlenia na drogach ewakuacji, by przemieszczanie się w kierunku wyjść ewakuacyjnych było bezpieczne,
- » zapewnić odpowiednią widzialność sprzętu przeciwpożarowego,
- » umożliwić działanie związane ze środkami bezpieczeństwa.

Oświetlenie drogi ewakuacyjnej ma na celu umożliwienie bezpiecznego wyjścia osobom znajdującym się w obiekcie oraz zapewnienie możliwości szybkiego zlokalizowania i użycia sprzętu przeciwpożarowego.

Oświetlenie strefy otwartej (zapobiegającej panice) ma na celu zmniejszenie prawdopodobieństwa paniki i umożliwienie bezpiecznego ruchu osób w kierunku dróg ewakuacyjnych poprzez stworzenie odpowiednich warunków wizualnych w odnawianiu kierunków ewakuacji. Oświetlenie to jest stosowane w strefach o nieokreślonych drogach ewakuacyjnych, w halach lub obiektach o powierzchni podłogi większej niż 60 m², a w mniejszych – jeżeli istnieje dodatkowe zagrożenie ze względu na liczbę przebywających tam ludzi.

I Najważniejsze wymagania norm

Oświetlenie poszczególnych odcinków drogi powinno być realizowane za pomocą dwóch lub większej liczby opraw, tak by zapewnić niezawodność działania systemu podczas ewentualnej awarii jednej z opraw. Dlatego też w każdej strefie otwartej powinno się zastosować co najmniej dwie oprawy. Wymagania szczegółowe, ilościowe dotyczące oświetlenia awaryjnego wprowadza norma PN-EN 1838.

W garażach jako drogi ewakuacji często przyjmuje się wydzielone chodniki oraz przestrzenie przeznaczone na przejazd pojazdów. Wielkość i liczba dróg ewakuacji, rozmieszczenie chodni-

ków, rozmieszczenie klatek schodowych przeznaczonych do ewakuacji narzuca nam architektura obiektu. Wartości natężenia oświetlenia, równomierności czy oddawanie barw należy przyjąć z normy PN-EN 1838.

Norma ta określa również parametry, jakie mamy spełnić dla oświetlenia zapobiegającego panice – strefy otwartej. Wszystkie wymagania podane w normie PN-EN 1838 dotyczą wartości poniżej, w których nie dopuszcza się spadku danego parametru w okresie eksploatacji. Dlatego oświetlenie powinno być zaprojektowane wraz z systemem konserwacji.

System oświetlenia awaryjnego powinien być zaprojektowany bazując na najgorszych warunkach pracy opraw oświetleniowych, jak np. minimalny wyjściowy strumień świetlny, maksymalne zabrudzenie opraw, maksymalne olśnienie w trakcie czasu życia opraw. Obliczenia należy opierać wyłącznie na strumieniu świetlnym padającym bezpośrednio na powierzchnię, ignorując strumień świetlny odbity od powierzchni pomieszczenia.

Przy projektowaniu oświetlenia awaryjnego należy brać pod uwagę fakt różnej wydolności wzrokowej i możliwości adaptacji wzroku osób starszych.

Wymagania szczegółowe wspólne dla oświetlenia dróg ewakuacji i oświetlenia strefy otwartej

Dla zapewnienia dobrej widzialności celu ewakuacji należy oświetlać strefy przestrzeni, po których odbywa się ewakuacja. Znaki ewakuacyjne znajdujące się nad wszystkimi wyjściami oraz na drogach ewakuacji powinny być oświetlone, aby wskazać jednoznacznie trasę ucieczki do bezpiecznego miejsca. By zapewnić dobrą widzialność oprawy, nie powinny być montowane niżej niż 2 m nad podłogą, a dla ułatwienia widzenia znaki bezpieczeństwa nie powinny być montowane wyżej niż 20° ponad płaszczyznę poziomą wzroku z zachowaniem maksymalnych odległości widzenia znaku.

Jeżeli nie ma możliwości zobaczenia bezpośrednio wyjścia ewakuacyjnego, należy umieścić oświetlony znak lub serię oświetlonych znaków tak, by prowadzić w kierunku wyjścia ewakuacyjnego.

Zgodnie z PN-EN 60598-2-22 oprawy oświetlenia drogi ewakuacyjnej należy umieścić tak, by zapewnić odpowiednie natężenie oświetlenia w pobliżu każdego drzwi wyjścia ewakuacyjnego, w pobliżu każdego urządzenia poten-

cjalnie stanowiącego zagrożenie oraz każdego urządzenia bezpieczeństwa.

W szczególności oświetlenie awaryjne powinno być stosowane w pobliżu (czyli w odległości maksymalnie 2 m mierząc w płaszczyźnie poziomej):

- » każdego drzwi ewakuacyjnych,
- » schodów z uwzględnieniem bezpośredniego oświetlenia każdego stopnia,
- » każdej zmiany poziomów ewakuacji,
- » każdego zewnętrznie oświetlanego znaku bezpieczeństwa, które muszą być oświetlone w warunkach oświetlenia awaryjnego,
- » przy każdej zmianie kierunku, tak by oświetlić obydwa kierunki przed i po zmianie,
- » przy każdym skrzyżowaniu korytarzy, tak by oświetlić wszystkie kierunki,
- » przy każdym ostatecznym wyjściu ewakuacyjnym z budynku oraz na zewnątrz tego wyjścia wraz z drogą prowadzącą do Miejsca Bezpieczeństwa,
- » każdego punktu pierwszej pomocy, tak by uzyskać natężenie oświetlenia awaryjnego na poziomie 5 lx na pionowej płaszczyźnie skrzynki pierwszej pomocy (zgodnie z PN-EN 1838:2013-11) (patrz uwaga!),
- » każdego punktu umieszczenia sprzętu przeciwpożarowego i przycisku alarmowego, tak by uzyskać natężenie oświetlenia awaryjnego na poziomie 5 lx na płaszczyźnie pionowej przycisku alarmowego, sprzętu przeciwpożarowego (zgodnie z PN-EN 1838:2013-11) (patrz uwaga!),
- » każdego punktu wyposażenia ratunkowego, ewakuacyjnego dla niepełnosprawnych,
- » miejsc ewakuacji niepełnosprawnych i punktów przywoławczych. Również należy zapewnić oświetlenie awaryjne w pobliżu punktów przywoławczych zapewniających dwukierunkową komunikację, w toaletach dla niepełnosprawnych i w pobliżu ręcznych ostrzegaczy pożarowych.

I Uwaga do wymagań:

We wszystkich punktach, które definiują natężenie oświetlenia na płaszczyźnie pionowej na sprzęcie przeciwpożarowym, wymagania zostały przedstawione z PN-EN 1838:2013-11. Jednak zgodnie z normą PN-EN 1838:2005, która została wycofana przez PKN, a **powołana** w załączniku pierwszym do Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2019 roku, poz. 1065 z późn. zm.), występuje zapis, że jeżeli sprzęt przeciw-

pożarowy nie znajduje się na drodze ewakuacyjnej ani w strefie otwartej, należy je oświetlić tak, by natężenie oświetlenia na podłodze było nie mniejsze niż 5 lx w „w pobliżu”, czyli w „obrębie” 2 m, mierzone w poziomie podłogi, nie definiując natężenia wywołanego na powierzchni sprzętu.

Minimalny czas pracy oświetlenia drogi ewakuacji i strefy otwartej nie powinien być krótszy niż 1 godzina.

Oświetlenie drogi ewakuacji i strefy otwartej powinno być zapewnione na poziomie 50% wymaganego natężenia oświetlenia po 5 sekundach od uruchomienia, a maksymalnie po 60 sekundach powinno zapewnić 100%.

Wszystkie parametry projektu oświetlenia awaryjnego powinny być sprawdzone na drodze pomiarowej lub zweryfikowane z danymi katalogowymi.

I Oświetlenie dróg ewakuacji

Dla dróg ewakuacyjnych o szerokości do 2 m, poziome średnie natężenie oświetlenia na podłodze wzdłuż środkowej linii drogi ewakuacyjnej powinno być nie mniejsze niż 1 lx, a na centralnym pasie obejmującym nie mniej niż połowę szerokości drogi powinno stanowić co najmniej połowę podanej wartości przy zachowaniu równomierności U_d (stosunku minimalnego do maksymalnego natężenia oświetlenia wzdłuż centralnej linii drogi ewakuacyjnej) nie mniejszej niż 1:40. Ośnienie od opraw powinno być utrzymane na niskim poziomie poprzez ograniczenie światłości opraw w obrębie pola widzenia.

Szersze drogi ewakuacyjne należy traktować jako wielokrotność pojedynczych, dwumetrowych dróg ewakuacji z uwzględnieniem wszystkich wymogów dla każdej z dróg ewakuacyjnych lub mogą być oświetlane jak strefy otwarte.

By ograniczyć ośnienie wywołane dużymi kontrastami pomiędzy świeącymi częściami opraw a ich tłem, należy ograniczyć światłości opraw do wartości granicznych podanych w normie.

Ograniczenie ośnienia jest ważne ze względu na to, że ośnienie może spowodować zmniejszenie rozpoznawania przeszkód lub znaków.

Oświetlenie strefy otwartej – zapobiegające panice

Oświetlenie awaryjne strefy otwartej nie powinno być niższe niż 0,5 lx na poziomie

podłogi używanej podczas normalnej aktywności z wyjątkiem wyodrębnionego pasa obwodowego o szerokości 0,5 m przy zachowaniu równomierności U_d nie mniejszej niż 1:40. Ośnienie od opraw powinno być utrzymane na niskim poziomie poprzez ograniczenie światłości opraw w obrębie pola widzenia.

I Znaki bezpieczeństwa

By zapewnić dobrą widoczność i czytelność znaków, wszystkie znaki muszą być oświetlone z zewnątrz bądź od wewnątrz. Ważnym jest, by podczas pracy oświetlenia awaryjnego znak bezpieczeństwa był wystarczająco oświetlony, by był widoczny oraz by kolor bezpieczeństwa zielony pozostał zielony, a kontrastowy do niego kolor biały pozostawał biały w zakresie podanym w ISO 3864-4.

Ze względu na poprawność rozpoznawania barw znaków bezpieczeństwa wskaźnik oddawania barw R_a źródeł światła powinien być nie większy niż 40.

Minimalny czas oświetlenia znaków bezpieczeństwa nie powinien być krótszy niż 1 godzina i powinien osiągnąć luminancję na poziomie 50% wymaganej luminancji po czasie nie dłuższym jak 5 sekund i 100% po czasie nie dłuższym niż 60 sekund.

Znak bezpieczeństwa o tych samych wymiarach podświetlony wewnętrznie jest dostrzegalny z większej odległości niż znak oświetlony zewnętrznie. Odległość maksymalną, z jakiej można dostrzec znak, określa wzór:

$$L \text{ (odległość obserwacji)} = z \cdot h \text{ (wysokość znaku)}$$

z – jest zmienną zależną od sposobu oświetlenia znaku i przyjmuje wartość:

- 100 – dla znaków oświetlonych zewnątrz,
- 200 – dla znaków oświetlonych wewnątrz.

Zaleca się, by znak bezpieczeństwa ze względu na dobrą widzialność był montowany nie wyżej niż 20° powyżej poziomu wzroku.

I Wymagania a rzeczywistość

W mojej pracy zawodowej spotykam się z obliczeniami oświetlenia awaryjnego, w których projektant pominął wymóg projektowania z uwzględnieniem współczynnika utrzymania. Współczynnik utrzymania (MF) określa stopień obniżenia poziomu natężenia oświetlenia lub luminancji, po określonym czasie użytkowania urządzenia oświetleniowego, odniesiony do pozio-

mu natężenia oświetlenia lub luminancji dla urządzenia nowego.

Dla oświetlenia awaryjnego przyjmuje się, że wyznaczanie współczynnika utrzymania MF wiąże się z uwzględnieniem głównie trzech czynników: obniżania się strumienia świetlnego źródeł światła, starzenia się materiałów soczewek, kloszy (zmniejszenie przejrzystości) oraz zabrudzenia opraw. Przy dużym zapyleniu garaży, rzadkim czyszczeniu oraz długim czasie użytkowania strumień świetlny wychodzący z opraw może być na poziomie nawet 50% strumienia znamionowego nowej oprawy. Co za tym idzie, nieodpowiednio zaprojektowany system świetlny może podczas ewakuacji nie spełnić swojej roli.

Kolejną przypadłością niektórych projektów dla obiektów garażowych jest stosowanie wyłącznie oświetlenia dróg ewakuacyjnych i brak oświetlenia strefy otwartej. Jednak w tych przestrzeniach mogą występować przeszkody, które będąc nieoświetlone mogą powodować zagrożenie podczas ewakuacji. Pamiętajmy, że projektując oświetlenie awaryjne musimy je dostosować do elementów kubatury wynikającej z architektury obiektu budowlanego. Do obliczeń musimy przyjąć WSZYSTKIE przeszkody, jakie mogą stać na drodze światła. Wszystkie podciąg, przewody wentylacyjne, słupy konstrukcyjne, a w niektórych obiektach jest ich naprawdę dużo. W efekcie oprawy są mocowane na wysokości około 2,1 m. Należy pamiętać o krzywej rozsyłu światła danej oprawy i wysokości, na której jest zamontowana, aby uzyskać właściwą wartość natężenia oświetlenia.

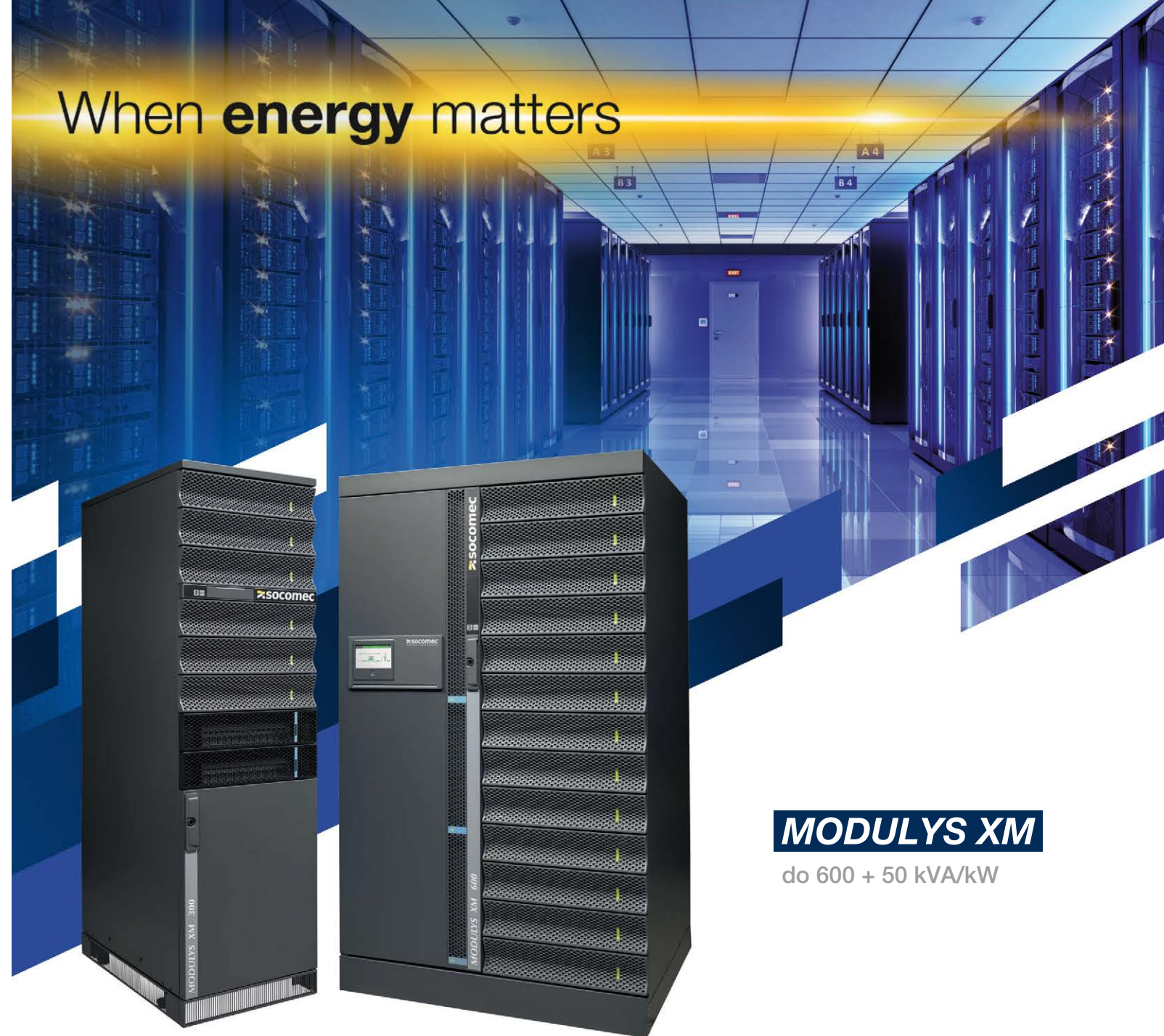
Spotykam się również z obliczeniami oświetlenia awaryjnego wykonanymi w taki sposób, jakby cały parking podziemny nie posiadał ani jednego słupa, ani jednego podciągu, a podczas realizacji światło z opraw montowanych na stropie zatrzymuje się na elementach konstrukcyjnych nie oświetlając odpowiednio przestrzeni ewakuacji. Wprowadzenie elementów konstrukcyjnych powoduje konieczność dołożenia kilku do kilkunastu sztuk opraw, by spełnić wymagania normatywne.

Ostatecznie celem oświetlenia ewakuacyjnego jest zapewnienie możliwości bezpiecznej ewakuacji.



literatura do artykułu na
elektro.info.pl

When energy matters



MODULYS XM

do 600 + 50 kVA/kW

Wyjątkowo niezawodny i skalowalny zasilacz UPS – zaprojektowany z myślą o trwałości

Skalowalny i niezawodny **MODULYS XM** to inteligentny i modułowy system, który został zaprojektowany z myślą o trwałości. Jego okres eksploatacji przekracza 20 lat, co potwierdza, że cel ten został osiągnięty.

- sprawność w trybie on-line 96,5%
- dostępny inteligentny tryb wysokiej sprawności Smart Conversion
- moduły mocy i bypass elektroniczny typu HOT-SWAP
- brak pojedynczego punktu awarii
- odporna magistrala komunikacji w pracy równoległej (konfiguracja pierścieniowa)
- automatyczne wyrównanie dowolnej wersji oprogramowania sprzętowego modułu bez interwencji operatora
- koncepcja Forever Young wydłużająca okres eksploatacji zasilacza UPS

Zastosowanie zasilaczy UPS i zespołów prądotwórczych w centrach przetwarzania danych

analiza niezawodności

Niejednokrotnie zastosowanie zasilania z dwóch niezależnych linii sieci elektroenergetycznej SN lub nn jest niewystarczające i należy instalować dodatkowe źródło energii w postaci zespołu prądotwórczego oraz zasilacze UPS. Obiekty wymagające zwiększonej niezawodności dostarczanego zasilania to: linie produkcyjne, centra handlowe, banki, centra przetwarzania danych, szpitale, metro, obiekty telekomunikacyjne oraz kompleksy biurowe w pełni sterowane przez układy inteligentnego budynku.

Tego typu obiekty wyposażone w urządzenia elektryczne, w tym IT o mocy rzędu kilkudziesięciu-kilkuset kVA, wymagają zastosowania specjalizowanych układów zapewniających zasilane odbiornikom, np. zasilaczy UPS, tandemów zasilacz UPS i zespół prądotwórczy lub dynamicznych układów zasilania wyposażonych w kinematyczny zasobnik energii. Rosnące zapotrzebowanie rynku w zakresie bezprzerwowych zasilaczy UPS dużych mocy i zespołów prądotwórczych pracujących w systemach o zwiększonej niezawodności powoduje, że producenci oferują urządzenia w zakresie mocy od 10 do 2000 kVA. [1, 2, 3].

I Niezawodność zasilania

Wszystkie urządzenia charakteryzują się współczynnikiem pewności pracy na poziomie zbliżonym do jedności. Istnieje wiele różnych miar niezawodności pracy urządzeń. Jedną z nich jest współczynnik MTBF (*Mean Time Between Failures*), który definiowany jest jako średni okres między awariami, czyli wartość oczekiwana czasu między uszkodzeniami elementów powodujących utratę zdolności do realizacji funkcji, do których został zbudowany. Jest on wyrażany w jednostkach czasu, np. godzinach [1, 4]. Natomiast średni czas naprawy urządzenia rozumiany jako wartość oczekiwana czasu między wystąpieniem awarii a chwilą ponownej zdolności do realizacji funkcji określa współczynnik MTTR (*Mean Time To Repair*). Najczęściej jest również wyrażany w jednostkach czasu, np. godzinach.



Fot. 1. Przykładowe rozwiązanie umieszczenia zespołu w pomieszczeniu fot. JT

Zasilacze UPS i zespoły prądotwórcze charakteryzują się najczęściej bardzo wysokim współczynnikiem MTBF. Jednak aby określić współczynnik MTBF w jednostkach względnych dla konkretnej instalacji urządzeń zasilania gwarantowanego i awaryjnego konieczna jest nie tylko bezwzględna wartość określona przez producenta ale również czas naprawy w rzeczywistych warunkach. Czas naprawy zależy bowiem od: czasu reakcji serwisu na awarię, czasu dojazdu do urządzenia, dostępności części zamiennych, czasu naprawy oraz czasu na wykonanie potrzebnych testów [1, 4].

Wartość MTBF dla urządzeń produkowanych przez różnych producentów jest różna. Można przyjąć, że dla pojedynczego urządzenia dobrej marki wartość MTBF wynosi 99,99790%. Jednak zmienia się wartość współczynnika MTBF dla grupy urządzeń pracujących równolegle z redundancją, w zależności od ich liczby w grupie. Wydawać by się mogło, że im większa liczba jednostek w zestawie, tym wartość MTBF większa. W tym przypadku awaria jednej jednostki UPS lub zespołu prądotwórczego nie powoduje przerwy w zasilaniu odbiorników. Tak jednak nie jest, ponieważ przy większej liczbie

jednostek UPS rozbudowany jest układ sterowania tymi jednostkami, który jest wspólny dla całego układu. Ponadto przy większej liczbie jednostek w układzie wzrasta prawdopodobieństwo awarii kolejnej jednostki w czasie, gdy jedna już uległa awarii i jest niesprawna. Nadmierne zwiększanie liczby jednostek w układzie może spowodować, że wypadkowa wartość MTBF dla układu będzie mniejsza niż wartość MTBF dla pojedynczej jednostki [1, 4].

Należy tu jednak zaznaczyć, że współczynniki MTBF podawane przez producentów UPS-ów lub zespołów prądotwórczych dotyczą jedynie tych urządzeń, bez uwzględnienia pozostałych elementów układu zasilania, takich jak: układy rozdzielnic przed i za, aparatury stosowanej w rozdzielnicach, automatyki rozdzielnic, połączeń kablowych itp. Na niezawodność zasilania odbiorników duży wpływ ma również struktura i aparatura zastosowana w układzie dystrybucji energii oraz w obwodach odbiorczych zasilania odbiorników. Z tego powodu dokładna analiza niezawodności całego układu jest często bardzo złożona i trudna do przeprowadzenia.

I Kasyfikacja data center

Klasyfikacja niezawodności dla obiektów typu data center zawiera istotne informacje związane z właściwym projektowaniem układów zasilania gwarantowanego. Klasy Tier zostały wprowadzone w celu podziału obiektów typu data center ze względu na ich fizyczną topologię infrastruktury, która wpływa na działanie systemów teleinformatycznych. Taki podział ułatwia określenie wydajności obiektów data center, ich dostępności, skali inwestycji oraz ich kosztów [5].

Istnieją dwa podziały na klasy, oba zawierają cztery poziomy Tier. Pierwszy podział wprowadził Uptime Institute (UI) pod koniec lat 90. ubiegłego wieku oznaczany od Tier I do Tier IV. Podział zawiera różne topologie centrów przetwarzania danych wraz z ich poziomami dostępności oraz okresami niedostępności. Drugi podział na klasy został wprowadzony w roku 2005 przez Telecommunications Industry Association (TIA-942) należącą do American National Standards Institute (ANSI) i stosuje oznaczenia od Tier 1 do Tier 4. Podział powstał w oparciu o m.in. informacje zawarte w publikacjach UI. Zawiera standardy dla obiektów typu data center, minimalne wymagania dotyczące infrastruktury, metody przechowywania plików i ich archiwizacji, opis kontroli dostępu do sieci, metody dystrybucji treści oraz zasady

zastosowania hostingu. Oba standardy, mimo iż są podobne do siebie ze względu na podział na klasy Tier, różnią się od siebie podejściem do zagadnienia projektowania obiektów typu data center. W standardzie TIA, aby osiągnąć pożądany poziom dostępności czyli w efekcie daną klasę Tier, należy spełnić wszystkie wymagania zawarte w opisie tej klasy. Niespełnienie któregoś z wymogów może uniemożliwić zakwalifikowanie do danego poziomu. W przypadku standardu UI istnieje pewna dowolność rozwiązań stosowanych w poszczególnych zagadnieniach klas Tier pod warunkiem otrzymania wymaganego poziomu dostępności dla danej klasy [5].

Warto zwrócić uwagę na fakt, że Uptime Institute jest niezależną firmą konsultingową specjalizującą się w tematyce obiektów data center o wysokiej dostępności i tworzy standardy przede wszystkim opisowe, analizujące rozwiązania stosowane w nich pod kątem potrzeb biznesowych. Są to opracowania raczej o charakterze strategii postępowania niż opisujące konkretne rozwiązania techniczne [5]. Podstawowy dokument odnoszący się do rozważanej tematyki to Tier Standard: Topology. Drugi dokument to Tier Standard: Operational Sustainability, który określa procedury jakie należy stosować, aby zapewnić odpowiednią trwałość i niezawodność operacyjną centrum przetwarzania danych odpowiedniej klasy Tier. Podkreślić należy, że obecnie UI certyfikuje projektantów i obsługę układów zasilania i chłodzenia [6].

Klasyfikacja Tier wg Uptime Institute wyróżnia 4 poziomy niezawodności zasilania data center [5]:

- » poziom Tier I – jeden obwód do dystrybucji zasilania i chłodzenia, brak elementów redundantnych,
- » poziom Tier II – jeden obwód do dystrybucji zasilania i chłodzenia, elementy redundantne,
- » poziom Tier III – wielokrotnione obwody dystrybucji zasilania i chłodzenia, elementy redundantne, ale tylko jeden obwód aktywny,
- » poziom Tier IV – wielokrotnione aktywne obwody dystrybucji zasilania i chłodzenia, elementy redundantne, odporne na błędy.

Współpraca zespołu prądotwórczego z UPS-em

Moc zespołu prądotwórczego należy dobrać do mocy zapotrzebowanej przez zasilane odbiorniki. Jej wartość należy osza-

cować drogą analityczną lub przeprowadzić pomiary tygodniowych obciążeń, na podstawie których można ustalić wartości szczytowych obciążeń danej sieci [2]. W przypadku zasilacza awaryjnego moc pobierana z sieci energetycznej jest większa od mocy znamionowej. Przy zastosowaniu zespołu prądotwórczego jego moc powinna być wyższa co najmniej o sprawność zasilacza UPS oraz o moc potrzebną na ładowanie baterii akumulatorów. W przypadku zasilaczy True On-Line sprawność waha się w granicach od 80 do 97%, w zależności od wielkości urządzenia, a moc potrzebna na ładowanie baterii akumulatorów może dochodzić do kilkunastu procent mocy zasilacza. W takim przypadku moc zespołu powinna być co najmniej równa mocy pobieranej przez UPS i powiększona o współczynnik przewymiarowania agregatu. Jest to konsekwencją zniekształceń THDi wprowadzanych do sieci przez zasilacz oraz zależy od charakteru obciążeń odbiorników [2, 3].

Uwzględnienie prądów rozruchowych oraz odkształceń przy doborze mocy zasilacza UPS jest niezbędne do jego poprawnego funkcjonowania. UPS o zbyt małej mocy przeznaczony do zasilania odbiorników nieliniowych lub silników elektrycznych przy wzroście obciążenia automatycznie przejdzie na by-pass zewnętrzny, co będzie skutkowało pozbawieniem układu zasilania funkcji napięcia gwarantowanego. Przy doborze zasilacza UPS należy również zwrócić uwagę na znamionowy współczynnik szczytu, który określa, ile może zostać przekroczona chwilowa wartość szczytowa prądu w stosunku do rzeczywistej wartości skutecznej tego prądu. W produkowanych obecnie zasilaczach UPS współczynnik szczytu wynosi na ogół 3:1. Jeżeli wartość współczynnika szczytu w przebiegu prądu pobieranego z UPS-a przekroczy wartość znamionowego współczynnika szczytu, to mogą wystąpić zakłócenia w pracy zasilacza, łącznie z jego wyłączeniem [1, 3].

I Warunki instalowania zespołu

Zespół prądotwórczy pracujący w układach zasilania awaryjnego może być instalowany w kontenerze ustawianym na fundamencie betonowym poza budynkiem lub w specjalnie do tego celu przygotowanym pomieszczeniu, powszechnie nazywanym agregatarnią. Zarówno w pierwszym, jak i w drugim przypadku, instalacja zespołu wymaga czerpni powietrza oraz odprowadzenia spalin i odpowiedniej wentylacji pomieszczenia. Problem ten powinien zo-

stać rozwiązany przez projektanta instalacji sanitarnych na podstawie wymagań określonych przez producenta zespołu. Zespół instalowany przez producenta w kontenerze stanowi kompletne urządzenie pod względem elektrycznym oraz sanitarnym. Natomiast w przypadku adaptowania pomieszczenia do celów instalacji zespołu prądotwórczego, należy spełnić wszelkie wymagania określone przez producenta [2]. Na **fotografii 1.** został przedstawiony przykład instalacji zespołu prądotwórczego w pomieszczeniu.

Instalacja odbiorcza powinna być przystosowana do zasilania rezerwowego z zespołu prądotwórczego. W tym celu obwody wymagające zasilania rezerwowego powinny być wydzielone. Dobierając parametry zespołu należy uwzględnić: rodzaj, moc i tryb pracy odbiorów, np. prądy rozruchowe silników, pobór mocy biernej, odkształcenie prądu oraz niesymetrię obciążenia [3].

Zespół prądotwórczy wraz z wyposażeniem zaleca się instalować w wydzielonym pomieszczeniu (**fol. 1**). Pomieszczenie to powinno być łatwo dostępne, dobrze wentylowane, suche i w razie potrzeby ogrzewane, aby temperatura wynosiła co najmniej kilka °C. Silnik spalinowy wymaga czepni i kanałów dolotowych świeżego powietrza, które zasysa, oraz przewodów odprowadzających spaliny oczyszczone w układzie wydechowym. Pomieszczenie, w którym zostanie zainstalowany zespół prądotwórczy, należy wyposażyć również w rozdzielnicę potrzeb własnych, oświetlenie, gniazda odbiorcze oraz instalację elektryczną sterowania wentylacją oraz innymi urządzeniami uwzględnionymi w projekcie w zależności od potrzeb [2].

Prądnica powinna być zabezpieczona przed przeciążeniami i skutkami zwarcia za pomocą układów zabezpieczających usytuowanych w jej pobliżu. Dopuszcza się umieszczenie urządzenia zabezpieczającego w najbliższej rozdzielniczy pod warunkiem, że odcinek przewodów między prądnicą a urządzeniem zabezpieczającym był odporny na zwarcia. Dla prądnicy o dużej mocy znamionowej stosuje się ponadto zabezpieczenie ziemnozwarciowe dobrane stosownie do zaleceń producenta.

Przełącznik zasilania rezerwowego i jego elementy napędowe powinny być należycie oznakowane. W polu linii zasilania podstawowego powinna być kontrolowana obecność napięcia. Jeśli zespół może być uruchamiany zdalnie lub samoczynnie, to w jego pobliżu należy przewidzieć możliwość wprowadzania bloka-

dy przed zdalnym lub samoczynnym uruchomieniem, na przykład podczas prac konserwacyjnych.

Zespoły spalinowo-elektryczne powinny być wyposażone w układ do normalnego zatrzymywania ręcznego lub automatycznego, który odcina dopływ paliwa (silnik wysokoprężny) lub wyłącza zapłon (silnik o zapłonie iskrowym). Urządzenie do awaryjnego zatrzymywania (ręcznego lub samoczynnego) jest wymagane w przypadku zespołów spalinowo-elektrycznych zdalnie sterowanych oraz zespołów w obudowie, do wnętrza której mają dostęp ludzie. W drugim przypadku przycisk do awaryjnego zatrzymywania powinien być umieszczony zarówno wewnątrz, jak i na zewnątrz obudowy.

Ręcznie sterowany układ do awaryjnego zatrzymywania jest wymagany, jeżeli można zatrzymać zespół prądotwórczy w czasie krótszym niż przy zastosowaniu układu do normalnego zatrzymywania. Dopuszcza się rezygnację z układu do awaryjnego zatrzymywania zespołów spalinowo-elektrycznych małej mocy [3].

Ze względu na występujące wibracje zespoły ruchome oraz stacjonarne należy przyłączać przewodami giętkimi o żyłach miedzianych, przeznaczonych do ciężkich warunków pracy z powłoką o zwiększonej grubości [3].

Przy przełączaniu przez układ SZR zasilania z sieci na zespół prądotwórczy lub z powrotem nie może dojść do równoległego łączenia obu źródeł. Grozi to bowiem zwrotnym zasilaniem sieci zewnętrznej lub niekontrolowanym podwyższeniem potencjału przewodu neutralnego N albo przewodu ochronno-neutralnego PEN względem ziemi. Przełącznik zasilania powinien być usytuowany w takim miejscu układu instalacji, aby odbiory wymagające zasilania rezerwowego mogły być odłączone zarówno od sieci zewnętrznej, jak i od zespołu zasilania rezerwowego [3].

I Układ chłodzenia i wentylacji

Silnik spalinowy, generator oraz układ wydechowy są źródłami ciepła mającymi wpływ na pracę i wydajność całego zespołu prądotwórczego. Wzrastająca temperatura w pomieszczeniu zespołu prądotwórczego stanowi zagrożenie dla zgromadzonego tam paliwa. Niekontrolowany wzrost temperatury ponad dopuszczalne wartości może spowodować samozapłon paliwa oraz uszkodzenie wyposażenia elektrycznego. W celu odprowadzenia nagrzanego powietrza i konieczności utrzy-

mywania w pomieszczeniu odpowiedniej temperatury, konieczna jest wentylacja nawiewno-wywiewna. Powietrze chłodzące zasysane jest przez wentylator zamocowany na chłodnicy. Przekroje czepni (wlotu) i wyrzutni (wylotu) muszą zapewniać swobodny przepływ powietrza do pomieszczenia i z pomieszczenia agregatorni. Orientacyjnie powierzchnia przekroju czepni oraz wyrzutni powinny być większe o 50% od powierzchni wlotu chłodnicy. W celu sprawnego wyrzucania nagrzanego powietrza, agregatornia powinna być wyposażona w wentylator wyciągowy. Czepnię i wyrzutnię należy chronić przed wpływami atmosferycznymi. W tym celu w otworach czepni i wyrzutni instalowane są żaluzje sterowane automatycznie. Podczas gdy zespół prądotwórczy nie pracuje, żaluzje są zamknięte. Zostają one automatycznie otwarte z chwilą uruchomienia zespołu [2].

Wraz z otwarciem żaluzji czepni i wyrzutni automatycznie muszą zostać uruchomione wentylatory nawiewne i wywiewne. W przypadku zespołów pracujących w trybie automatycznym, pomieszczenie agregatorni należy ogrzewać tak, aby utrzymywana była stała temperatura otoczenia wynosząca 10°C. Zaleca się instalowanie nagrzewnic elektrycznych wyposażonych w termostat, zasilanych z rozdzielniczy potrzeb własnych agregatorni, która jest zasilana z sieci elektroenergetycznej. Po uruchomieniu zespołu prądotwórczego układ automatyki samorozruchu oraz samozatrzymywania przełącza zasilanie agregatorni na zasilanie z zespołu prądotwórczego z jednoczesnym odłączeniem zasilania nagrzewnic [2].

I Podsumowanie

Artykuł nie jest gotową receptą na zasilanie gwarantowane. Zwraca on uwagę na pewne istotne problemy, które należy rozwiązać, aby zapewnić niezawodne zasilanie obiektu. Przy doborze zespołu prądotwórczego należy zwrócić również uwagę na rodzaj i moc zasilanych odbiorników, prąd znamionowy generatora oraz dopuszczalne przeciążenia. Ciekawym rozwiązaniem dla obiektów wymagających ciągłego zasilania jest zastosowanie dynamicznego systemu zasilania składającego się z zespołu prądotwórczego połączonego sprzęgłem z kinematycznym zasobnikiem energii.



literatura do artykułu na
elektro.info.pl



WIĘCEJ MOŻLIWOŚCI DLA TWOJEJ INFRASTRUKTURY

ILFE-4P-1GE-1S-90 × ILGE-4P-2S-90



Stabilna komunikacja dla wymagających instalacji

DIN rail

PoE / PoE++

Extend do 250 m

VLAN

Ochrona przeciwprzepięciowa

Socomec Remote Xpert

Zmieniamy zasady gry w serwisie zasilaczy UPS

Remote Xpert to innowacyjna technologia opracowana i opatentowana przez firmę Socomec, która umożliwia zdalne uruchamianie i konserwację zasilaczy UPS, zapewniając znaczne oszczędności czasu i kosztów zarówno dla instalatora, jak i użytkownika końcowego.

Dzięki kreatywności swojego zespołu badawczo-rozwojowego firma Socomec opatentowała innowacyjną technologię, która umożliwia technikom i inżynierom serwisu zdalne wykonywanie wszelkich operacji w zasilaczu UPS klienta bez konieczności wizyty serwisowej. Jest to rozwiązanie **Remote Xpert**, które poprzez wirtualne połączenie umożliwia doświadczonemu technikowi firmy Socomec zdalne przeprowadzanie testów, diagnostyki, resetowania alarmów, rekonfiguracji parametrów uruchomienia i innych czynności konserwacyjnych na zasilaczu UPS, z taką samą precyzją i niezawodnością, jak w przypadku interwencji na miejscu.

Zdalna diagnostyka i rozwiązywanie problemów

Dzięki technologii Remote Xpert możliwe jest zdalne przeprowadzanie kompleksowej diagnostyki zasilacza UPS. Umożliwia ona analizę historii urządzenia, precyzyjne wykrywanie ewentualnych usterek, a w wielu przypadkach zdalne rozwiązywanie problemów, eliminując potrzebę wysyłania technika na miejsce.

Gdy tylko pojawi się zgłoszenie serwisowe, technicy Socomec są gotowi natychmiast połączyć się z zasilaczem UPS poprzez bezpieczny dostęp zdalny. Umożliwia to przeprowadzenie kompleksowego przeglądu i precyzyjnej diagnostyki bezpośrednio na urządzeniu.



Czynności związane z rozwiązywaniem problemów (analiza i usuwanie usterek) odbywają się z taką samą skutecznością, jak w przypadku obecności technika na miejscu, ale przy znacznej oszczędności czasu. Klient zyskuje w ten sposób rekordowo krótki czas naprawy (MTTR). Co więcej, ta usługa zdalna przyczynia się do zmniejszenia emisji dwutlenku węgla w porównaniu z interwencją na miejscu, minimalizując tym samym negatywny wpływ na środowisko.

Procedura jest przystępna i bezpieczna. Została zaprojektowana tak, aby była maksymalnie prosta i intuicyjna, nawet dla osób, które na co dzień nie mają do czynienia z technologią. Gdy klient zgłasza potrzebę wsparcia, otrzymuje wiadomość z bezpośrednim linkiem do pobrania niezbędnej aplikacji mobilnej „eWire” ze sklepów Google Play lub App Store. Następnie, w umówionym z technikiem terminie, aplikacja na smartfonie krok po kroku prowadzi użytkownika przez cały proces łączenia, minimalizując ryzyko błędów.

Komunikacja z UPS-em odbywa się poprzez podłączenie adaptera USB (dołączonego do zestawu) bezpośrednio do zasilacza Socomec. Telefon użytkownika łączy się z tym adapterem przez Bluetooth, a następnie, wykorzystując

własne połączenie internetowe, nawiązuje bezpieczny kontakt z technikiem Socomec.

Od tego momentu serwis przejmuje kontrolę. Technik może zdalnie sprawdzić stan urządzenia, zdiagnozować problem i wykonać potrzebne działania naprawcze, tak jakby znajdował się na miejscu. Klient nie musi w tym czasie niczego konfigurować ani obsługiwać, ponieważ cały proces łączenia i działania odbywa się automatycznie, co zapewnia pełną wygodę i oszczędność czasu.

Po zakończeniu sesji zdalnej technik kończy połączenie, a klient fizycznie odłącza odbiornik USB.

W celu zapewnienia bezpieczeństwa, przed każdorazowym rozpoczęciem sesji zdalnej niezbędne jest podanie technikowi Socomec jednorazowego kodu OTP (One-Time Password). Kod ten jest generowany i wyświetlany w aplikacji mobilnej użytkownika. Zerwanie połączenia w trakcie prac nie stanowi zagrożenia. Żadna z wykonywanych czynności serwisowych nie powoduje ryzyka awarii zasilacza UPS.

Zdalne uruchomienie

Technologia Remote Xpert rozszerza swoje możliwości, oferując instalatorom i integratorom systemów funkcję zdalnego uruchamiania zasilaczy UPS z serii Masters o mocy od 10 do 40 kVA. Procedura ta gwarantuje instalatorowi znaczne przyspieszenie procesu uruchomienia, co przekłada się na oszczędność czasu, większą elastyczność i optymalizację harmonogramów pracy.

Zdalne uruchomienie umożliwia doświadczonym technikom firmy Socomec bezpieczny dostęp online do urządzeń UPS. Mogą oni wykonać wszystkie niezbędne czynności związane z pierwszym uruchomieniem urządzenia w dowolnym miejscu i czasie z zachowaniem identycznego poziomu jakości, bezpieczeństwa i niezawodności, jak w przypadku interwencji na miejscu. Potwierdzeniem prawidłowo wykonanej usługi jest raport z uruchomienia, wydawany klientowi bezpośrednio przez firmę Socomec.

Usługa zdalnego uruchomienia jest niezwykle praktyczna, szybka i efektywna. Proces wymaga instalacji zasilacza UPS przez użytkownika lub instalatora, przy wsparciu instrukcji zawartych w aplikacji „eWire” firmy Socomec. Po zakończeniu montażu, specjalista Socomec weryfikuje poprawność instalacji. Następnie, za pośrednictwem tej samej aplikacji, kontaktujemy się z klientem w celu zdalnego uruchomienia



nia urządzenia. Aplikacja eWire dostarcza precyzyjne instrukcje dotyczące nawiązania bezpiecznego, zdalnego połączenia z ekspertem Socomec, który uruchamia urządzenie mając do niego dostęp dokładnie tak, jakby znajdował się na miejscu.

Dzięki temu rozwiązaniu eliminujemy czas oczekiwania na interwencję serwisanta oraz wszelkie problemy logistyczne. Instalatorzy i integratorzy systemów zyskują pewność, że produkty Socomec zostaną uruchomione terminowo, zgodnie z wymaganiami ich klientów, z pełną gwarancją niezawodności producenta. Oprócz oszczędności czasu, nowe podejście zmniejsza również wpływ na środowisko w porównaniu z tradycyjną interwencją na miejscu.

„Connected Services”: kompleksowa oferta

Technologia **Remote Xpert** stanowi integralną część oferty Socomec „**Connected Services**”, która obejmuje również inne usługi zdalne:

- » **SoLink:** Usługa zdalnego monitorowania, która zapewnia stałe i bezpośrednie połączenie zasilacza UPS klienta z naszym zespołem ekspertów technicznych.
 - » **SoLive:** Aplikacja mobilna (na smartfon lub tablet) umożliwiająca stałe, zdalne monitorowanie zasilacza UPS, co ułatwia zarządzanie nieprzewidzianymi zdarzeniami i zapewnia pełną wiedzę na temat stanu zasilacza UPS w każdej chwili.
- Pełna oferta obejmująca Remote Xpert, SoLink i SoLive jest dostępna po podpisaniu dedykowanej umowy serwisowej z Socomec. Pakiet

ten znacząco podnosi jakość obsługi klienta, dostarczając kompleksowe, innowacyjne i w pełni bezpieczne rozwiązanie do zarządzania zasilaniem krytycznym.

Linki do filmów instruktażowych:

Zdalne uruchomienie:

https://www.youtube.com/watch?v=T3BRcY8_oLc&t=7s&ab_channel=SocomecGroup

eWire:

https://www.youtube.com/watch?v=P6thwkPDVnk&ab_channel=SocomecGroup

Remote Xpert – zdalne rozwiązywanie problemów:

https://www.youtube.com/watch?v=Y_7_eAdwOqQ&t=6s&ab_channel=SocomecGroup

socomec
Innovative Power Solutions

SOCOMECE Polska Sp. z o.o.
02-823 Warszawa, ul. Salsy 2
tel. 22 825 73 60
info.scp.pl@socomec.com
www.socomec.pl

Dobór zasilacza UPS do trudnych warunków eksploatacji

Zasilacze UPS to urządzenia energoelektroniczne zapewniające bezprzerwową pracę urządzeń wrażliwych na przerwy w zasilaniu, wahania napięcia oraz zakłócenia występujące w sieci zasilającej. Przy projektowaniu danego systemu należy uwzględnić typ zasilacza, biorąc pod uwagę jego niezawodność oraz sposób przyłączenia odbiorników i ich grup. W fazie przygotowania projektu należy wziąć pod uwagę znaczenie poszczególnych odbiorników i wymagany czas podtrzymania zasilania [1, 2]. Praca niektórych z nich może być zakończona bezpośrednio po zaniku zasilania podstawowego. Inne natomiast muszą pracować przez wiele godzin, aby zapewnić bezpieczeństwo obiektu o znaczeniu krytycznym.

Dodatkowo praca każdego UPS-a powinna być monitorowana [2, 3]. Czasem zdarza się, że zasilacze UPS muszą pracować w temperaturach od -20 do 40°C. Wówczas przy ujemnych temperaturach spada pojemność akumulatorów i konieczne jest zapewnienie ogrzewania, czego przykładem może być siłownia telekomunikacyjna. Natomiast zbyt wysoka temperatura ogranicza prąd oraz zmniejsza żywotność akumulatorów i konieczne jest zapewnienie wydajnej wentylacji. Innym przykładem zasilaczy, które muszą pracować w ekstremalnych warunkach, są zasilacze UPS stosowane w obiektach jądrowych, które oprócz wysokiej niezawodności muszą być również odporne na wstrząsy wywołane trzęsieniem ziemi lub wybuchem.

I Siłownia telekomunikacyjna

Siłownia telekomunikacyjna (STK) o napięciu znamionowym na wyjściu 48 Vdc stanowi źródło napięcia gwarantowanego przeznaczone do zasilania odbiorników stałoprądowych systemów telekomunikacyjnych. Podczas zwarcia zachowuje się jak źródło prądowe. Natomiast w czasie normalnej eksploatacji zapewnia dostawę mocy o stałej wartości wymaganej przez zasilane odbiorniki. Podstawowym elementem wyposażenia STK są zasilacze stałoprądowe gwarantujące dostawę mocy zapotrzebowanej przez zasilane odbiorniki oraz baterie akumulatorów stanowiące źródło energii umożliwiające pracę zasilanych odbiorników w przypadku przerwy w dostawie energii elektrycznej z sieci elektroenergetycznej [4].

STK jest zasilana z sieci elektroenergetycznej, w zależności od mocy zapotrzebowanej, napięciem 230 V lub 3x230/400 V. Układ zasilania STK

z sieci elektroenergetycznej należy projektować zgodnie z zasadami projektowania odbiorników przemiennoprądowych. Układ zasilania STK z sieci elektroenergetycznej stanowi końcowy element projektu układu systemu zasilania napięcia gwarantowanego odbiorników przyłączonych do wyjścia siłowni. Dobór STK należy rozpocząć od określenia mocy zapotrzebowanej przez odbiorniki stałoprądowe. Następnie na podstawie kart katalogowych producenta akumulatorów należy przyjąć typ oraz pojemność pojedynczego akumulatora. W kartach katalogowych producent akumulatorów podaje, oprócz podstawowych danych znamionowych i krzywej oddziaływania określającej graniczne napięcie rozładowania U_k przy określonym prądzie, również charakterystyki stałoprądowe oraz stałomocowe rozładowania. Więcej szczegółów dotyczących zasilania z siłowni telekomunikacyjnych znajdzie czytelnik w publikacji [4].

I Zasilanie obiektów jądrowych

Na podstawie art. 36c ust. 3 ustawy z dnia 29 listopada 2000 r. – Prawo atomowe (Dz.U. z 2012 r., poz. 264 i 908) wydane zostało Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 31 sierpnia 2012 r. w sprawie wymagań bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej, jakie ma uwzględniać projekt obiektu jądrowego (Dz.U. z 2012 r. poz. 1048) [5].

Rozdział 5 tego rozporządzenia dotyczy systemów zasilania elektrycznego obiektu jądrowego, gdzie podane są szczegółowe wymagania. § 93 pkt 1 i 2 mówią, że dla niezawodnego funkcjonowania systemów oraz elementów konstrukcji i wyposażenia obiektu jądrowego mających istotne znaczenie dla zapewnienia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiolo-

gicznej zapewnia się zasilanie elektryczne ze źródeł wewnętrznych obiektu jądrowego i z zewnętrznej sieci elektroenergetycznej. System zasilania elektrycznego ze źródeł wewnętrznych obiektu jądrowego, włączając system awaryjnego zasilania obiektu jądrowego oraz system zasilania elektrycznego z zewnętrznej sieci elektroenergetycznej obiektu jądrowego – w sytuacji, gdy którykolwiek z nich nie działa – dostarcza wystarczającą moc i ilość energii dla zapewnienia bezpieczeństwa jądrowego w stanach eksploatacyjnych, a także podczas i po rozpatrywanej awarii.

Natomiast § 94 stwierdza, że wewnętrzne źródła zasilania elektrycznego obiektu jądrowego, włączając baterie akumulatorów oraz elektryczną sieć rozdzielczą wewnątrz obiektu jądrowego, projektuje się tak, żeby miały one wystarczającą niezależność, zwielokrotnienie (redundancję) i możliwość testowania oraz żeby zapewnić wypełnienie ich funkcji bezpieczeństwa przy założeniu pojedynczego uszkodzenia. Dodatkowo § 95 stwierdza, że dostarczanie energii elektrycznej z zewnętrznej sieci elektroenergetycznej do sieci rozdzielczej wewnątrz obiektu jądrowego realizuje się za pomocą dwóch fizycznie niezależnych obwodów, zaprojektowanych i zlokalizowanych tak, żeby zminimalizować w praktycznie osiągalnym stopniu prawdopodobieństwo ich jednoczesnego

STRESZCZENIE

W artykule omówiono zastosowanie zasilaczy UPS w trudnych warunkach eksploatacji, takich jak siłownia telekomunikacyjna i obiekt jądrowy.
Słowa kluczowe: UPS, siłownia telekomunikacyjna, obiekt jądrowy.



Fot. 1. Przykład układu połączeń zewnętrznych baterii akumulatorów na stojaku fot. JT

uszkodzenia w stanach eksploatacyjnych oraz w warunkach rozpatrywanych awarii i w przewidywanych warunkach środowiskowych.

Dodatkowo § 96 mówi, że rozwiązania projektowe systemów zasilania elektrycznego obiektu jądrowego minimalizują prawdopodobieństwo, że w sytuacji utraty zasilania elektrycznego energią wytwarzaną przez jądrowy blok energetyczny, utraty zasilania z innych źródeł energii elektrycznej na terenie obiektu albo utraty zasilania z zewnętrznej sieci elektroenergetycznej nastąpi w wyniku tego zdarzenia lub jednocześnie z nim utrata zasilania elektrycznego z jakiegokolwiek z pozostałych źródeł zasilania elektrycznego. W § 97–99 podkreślono, że istotne dla zapewnienia bezpieczeństwa jądrowego obiektu jądrowego systemy zasilania elektrycznego projektuje się tak, żeby możliwe było prowadzenie ich okresowych kontroli i prób w celu sprawdzenia dyspozycyjności i wydajności tych systemów oraz stanu technicznego ich elementów. Jądrowy blok energetyczny projektuje się tak, żeby po odłączeniu od sieci przesyłowej był on zdolny do zrzuć obciążenia z dowolnego punktu pracy pomiędzy obciążeniem minimalnym a znamionowym oraz do stabilnego zasilania potrzeb własnych jądrowego bloku energetycznego przez co najmniej 2 godziny.

Źródła awaryjnego zasilania elektrycznego obiektu jądrowego oraz warunki zasilania systemów i elementów wyposażenia istotnych dla zapewnienia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej obiektu jądrowego, w szczególności liczbę zasilanych odbiorów i charakterystyki ich zasilania, takie jak: niezawodność, moc, czas trwania i ciągłość zasilania, dobiera się tak, żeby zapewnić niezawodne działanie po wystąpieniu przewidywanych

zdarzeń eksploatacyjnych systemów i elementów wyposażenia istotnych dla zapewnienia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej. Natomiast w razie utraty zasilania zewnętrznego prądem przemiennym wewnętrzne źródła zasilania elektrycznego obiektu jądrowego prądem przemiennym zapewniają zasilanie systemów i elementów wyposażenia istotnych dla zapewnienia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej przez co najmniej siedem dob w stanach eksploatacyjnych oraz podczas i po rozpatrywanych awariach. Bateria akumulatorów zasilających systemy i elementy wyposażenia wypełniające najważniejsze funkcje bezpieczeństwa mają pojemność wystarczającą na co najmniej 4 godziny pracy bez doładowania. W projekcie obiektu jądrowego przewiduje się alternatywne źródła zasilania obiektu prądem przemiennym do wykorzystania w razie niedyspozycyjności wewnętrznych źródeł zasilania, w szczególności przewoźne lub przenośne agregaty prądotwórcze lub kombinowane systemy awaryjnego zasilania elektrycznego obiektu jądrowego.

W § 100 zwrócono uwagę na zastosowanie kombinowanych systemów awaryjnego zasilania elektrycznego obiektu jądrowego, w szczególności z wykorzystaniem hydrozespołów, turbozespołów parowych lub gazowych, agregatów dieselskich lub baterii akumulatorów, które projektuje się tak, żeby:

- » posiadały niezawodność i rozwiązania spójne z wymaganiami ze strony systemów bezpieczeństwa, które mają być zasilane;
- » wykonywały swoje funkcje przy założeniu wystąpienia pojedynczego uszkodzenia. Zawsze jednak należy pamiętać, że rozwiązania przyjęte w projekcie obiektu jądrowego zapewniają możliwość testowania sprawności

POBIERZ BEZPŁATNE PORADNIKI

KABLE I PRZEWODY



OCHRONA ODGROMOWA I PRZECIWPRIĘCIOWA



OCHRONA PRZECIWPÓŻAROWA



Pobierz:

WWW.ELEKTRO.INFO.PL

funkcjonalnej systemów awaryjnego zasilania obiektu jądrowego energią elektryczną.

I Rozmieszczenie odbiorników

W zależności od rozmieszczenia odbiorników w obiekcie lub obiektach, należy rozważyć zastosowanie centralnego systemu zasilania z jednym lub kilkoma UPS-ami zasilającymi wszystkie odbiory lub zasilanie rozproszone, tzn. UPS-y o mniejszej mocy zasilają mniejsze grupy odbiorników, najczęściej w ich pobliżu. Optymalny wybór wynika z wymagań niezawodności układu zasilania, naturalnie wynikającego podziału na grupy, z kalkulacji kosztów systemu UPS-a i instalacji zasilającej, możliwości monitoringu i zarządzania [1, 2]. Należy pamiętać, że małe zasilacze UPS nie mają wielu funkcji i zaawansowanych rozwiązań technologicznych, takich jak zasilacze dużej mocy, stąd ich niezawodność może być znacznie obniżona [6].

I Podział na grupy

W projekcie systemu zasilania należy uwzględnić znaczenie odbiorników i ich wymagany czas podtrzymania. Jedne odbiory mogą być wyłączone po zaniku zasilania, inne powinny pracować jak najdłużej, a niektóre nie powinny być w ogóle zamknięte. Wyłączenie części odbiorników oszczędza energię zgromadzoną w bateriach, która może być użyta przez odbiory wymagające znacznie dłuższego czasu podtrzymania [1, 2]. Dlatego przy projektowaniu, konfiguracji zasilaczy UPS i doborze baterii należy uwzględnić czas podtrzymania poszczególnych grup odbiorników [6].

I Dobór mocy UPS-a

Moc znamionowa UPS-a jest mocą na wyjściu zasilacza, czyli jest to moc, jaką UPS jest w stanie dostarczyć do odbiorników. Moc pobierana przez UPS jest większa o wartości strat, moc potrzebną na doładowanie baterii akumulatorów i zniekształcenia w sieci zasilającej spowodowane przez UPS. Mając koncepcję układu zasilania gwarantowanego można przystąpić do doboru mocy poszczególnych zasilaczy UPS. Po wyliczeniu mocy zapotrzebowanej przez odbiory należy dobrać moc UPS-a. Ponieważ współczynnik mocy wyjściowej UPS-a jest różny dla różnych konstrukcji, należy uwzględnić zarówno moc pozorną, w [VA], jak i moc czynną, w [W]. Przy doborze mocy zaleca się uwzględnienie potrzeb na przyszłą rozbudowę odbiorników. Zwykle przewymiarowanie wynosi 20% mocy odbiorników. Niektóre zasilacze UPS mają możliwość zwiększenia mocy

poprzez aktualizację oprogramowania UPS-a, bez konieczności dokładania dodatkowych elementów systemu. Taka możliwość zapewnia rozbudowę systemu w przyszłości. Należy jednak dobrać kable i inne elementy obwodu zasilania na moc docelową [2, 3]. Dla UPS-ów średniej i dużej mocy moc odbiorników może być pokryta przez zasilacze UPS pracujące równolegle (sumacyjnie).

Dobór baterii akumulatorów do wymaganego czasu podtrzymania

Informacje o czasach podtrzymania można znaleźć w tabelach czasów podtrzymania zamieszczonych w specyfikacjach producenta lub wyliczyć na podstawie parametrów elektrycznych zasilacza UPS. UPS-y mają baterie akumulatorów wewnętrzne (znajdujące się we wspólnej obudowie z elektroniką UPS-a) lub baterie zewnętrzne. W UPS-ach małej mocy baterie zewnętrzne wykonane są w postaci modułów bateryjnych (najczęściej w obudowach dopasowanych do zasilaczy UPS). W większych jednostkach UPS baterie zewnętrzne umieszczane są w zamkniętych szafach fabrycznych lub na otwartych lub zamkniętych stojakach bateryjnych. Większość UPS-ów jednofazowych o małej mocy posiada baterie wewnętrzne, zapewniające pracę 5–10 minut przy pełnym obciążeniu [2, 3].

Należy zwrócić uwagę, że liczba zewnętrznych modułów bateryjnych jest ograniczona wydajnością ładowarki w zasilaczu UPS. Większe pojemności baterii wymagają dłuższego czasu ładowania, przez co UPS nie jest w krótkim czasie gotowy do podjęcia pracy po wcześniejszym rozładowaniu baterii [6].

UPS-y dużej mocy mają najczęściej ładowarki baterii o regulowanym prądzie ładowania. Funkcja ta daje możliwość szybkiego naładowania baterii, a z drugiej strony, może ograniczyć wartość prądu pobieranego z sieci zasilającej (co może okazać się przydatne przy limitach dostępnej mocy lub doborze zabezpieczeń) [2, 3].

Ze względów niezawodnościowych zaleca się stosowanie co najmniej dwóch gałęzi baterii akumulatorów (eliminacja pojedynczego punktu awarii). Niektórzy producenci baterii zalecają stosowanie nie więcej niż 4 gałęzi oraz wymagają stosowania takich samych typów baterii w każdej gałęzi [6].

I Podsumowanie

Dla odbiorników o mocy do około 100 kVA wymagających zasilania przy krótkich prze-

rwach rzędu kilkudziesięciu sekund ciekawym rozwiązaniem może być zastosowanie zasilacza UPS z superkondensatorami. Zestawy takie mogą również pracować wiele lat w szerokim zakresie zmian temperatury otoczenia od -40 do $+60$ °C [6]. Dla większych mocy rozwiązaniem mogą być zespoły prądotwórcze z kinamtycznymi zasobnikami energii.

Interesującymi rozwiązaniami w zasilaczach VFI są różne tryby „eco”, które zapewniają zwiększenie efektywności energetycznej przy jednoczesnym zapewnieniu niezawodności zasilania. W trybie tym odbiorniki są zasilane przez statyczny tor obejściowy z możliwością przełączenia na podwójną konwersję, w czasie < 2 ms w przypadku jakichkolwiek nieprawidłowości ze strony źródła zasilania. Przy pracy w trybie ekonomicznym, odbiorniki są najczęściej chronione przez zintegrowane zabezpieczenie przeciwprzepięciowe.

I Literatura

1. T. Sutkowski, Rezerwowo i bezprzerwowe zasilanie w energię elektryczną, COSiW SEP, Warszawa 2007.
2. J. Wiatr, M. Orzechowski, Podstawy zasilania budynków mieszkalnych, użyteczności publicznej i innych obiektów nieprzemysłowych w energię elektryczną, Poradnik projektanta elektryka, DW MEDIUM, Warszawa 2012.
3. J. Wiatr, M. Miegoń, Zasilanie budynków użyteczności publicznej oraz budynków mieszkalnych w energię elektryczną, niezbędny elektryk nr 4, Warszawa 2012.
4. J. Wiatr, Metodyka doboru mocy siłowni telekomunikacyjnej oraz przewodów zasilających, „elektro.info” 3/2021.
5. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 31 sierpnia 2012 r. w sprawie wymagań bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej, jakie ma uwzględniać projekt obiektu jądrowego (Dz.U. z 2012r poz.1048).
6. K. Kuczyński, Zasilacz UPS – na co zwrócić uwagę dokonując wyboru cz. 2., „elektro.info” 12/2013.

ABSTRACT

Selection of a UPS for Difficult Operating Conditions

The article discusses the use of a UPS in difficult operating conditions, such as telecommunications power plants and nuclear facilities.

Keywords: UPS, telecommunications power plant, nuclear facility.

ZASILACZE UPS O MOCY DO 800 kVA – NOWOŚCI EATON ELECTRIC

Dystrybutor	 Powering Business Worldwide Eaton Electric Sp. z o.o. Oddział Warszawa ul. Krakowiaków 34, 02-255 Warszawa, Polska e-mail: eatonupssupport@eaton.com https://www.eaton.com/pl/pl-pl/products/backup-power-ups-surge-it-power-distribution.html		
Producent	Eaton		
Oznaczenie katalogowe	Eaton 5P Gen2	Eaton 93T	Eaton Ellipse PRO
			
Parametry techniczne			
Technologia	Line-interactive	On-Line	Line-interactive
Znamionowa moc wyjściowa, w [kVA]	650/850/1150/1550 VA	15–80 kVA	650/850/1200/1600 VA
Znamionowe napięcie wyjściowe, w [V] (± regulacja napięcia, w [%])	200/208/220/230/240 V (+6/–10%)	380/400/415 V (+/–1%)	220/230/240 V (+15/–20%)
Częstotliwość napięcia wyjściowego, w [Hz], (± tolerancja, w [%])	50/60 Hz (+/–0,1 Hz)	50/60 Hz (+/–0,1 Hz)	50/60 Hz (+/–1 Hz)
Znamionowe napięcie wejściowe, w [V], (± tolerancja, w [%])	200–240 V (zakres 160–294 V, regulowany do 150–294 V)	380/400/415 V (zakres 201–478 V)	220/230/240 V (zakres 165–264 V, regulowany do 150–284 V)
Czas podtrzymania przy 80% obciążenia znamionowego bez dodatkowych stringów bateryjnych, w [min]	3–7 minut	baterie wewnętrzne: 7–10 minut	3–4 minuty
Współczynnik zawartości harmonicznych (THDu na wyjściu/THDi na wejściu), w [%]	–	<2%/<3%	–
Współczynnik szczytu (crest factor), w [-]	3:1	3:1	–
Dopuszczalne przeciążenie, w [%/min]	w trybie normalnym: 120%/30 min; 150%/5 min; >150%/10 s	110%/60 min; 125%/10 min; 150%/1 min; >151%/150 ms	w trybie normalnym: 120%/30 s; 165%/10 s
„Miękki” (soft) start/obejście (bypass) automatyczne/ręczne	–/–/opcjonalny	+/+/+	–/–/–
Praca równoległa	–	4 jednostki	–
Zabezpieczenie: zwarciove/przeciążeniowe/termiczne akumulatorów	+ / + / –	+ / + / –	+ / + / –
Stopień ochrony obudowy (kod IP)	IP20	IP20	IP20
Wbudowane porty komunikacyjne	USB, RS232, 3 wejścia przekąźnikowe, 2 sloty na karty komunikacyjne	USB, RS232, styki przekąźnikowe, mini listwa zaciskowa do zdalnego wł./wyl. lub zdalnego wyłączania zasilania, slot na kartę komunikacyjną	port USB
Wymiary zewnętrzne (wys.xszer.xgł.), w [mm]	w zależności od modelu, dostępne wersje tower lub rack 1U	1328×380×740 1575×380×740 1750×500×822	260×82×285 275×82×390
Masa całkowita, w [kg]	w zależności od modelu, od 7,9 do 18,7 kg	w zależności od modelu, od 230 do 768 kg (wraz z bateriami wewnętrznymi)	6,6/7,3/9,9/11,3
Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]	od 0 do 40	od 0 do 40	od 0 do 40
Informacje dodatkowe			
Uwagi techniczne	zasilacz UPS Eaton 5P Gen 2 wraz z cyberbezpieczną gigabitową kartą sieciową; funkcje zdalnego zarządzania pozwalają na bezpieczną konfigurację UPS i aktualizację firmware'u, a oprogramowanie Brightlayer Software Suite zapewnia pełną integrację ze środowiskami zwiertualizowanymi i usługami chmurowymi; baterie można wymieniać podczas pracy urządzenia, korzystając z intuicyjnego przewodnika na graficznym wyświetlaczu LCD; dostępny w obudowie rack 1U oraz tower	UPS Eaton 93T oferuje niższy całkowity koszt eksploatacji, maksymalną dostępność, odporność, niezawodność; nadaje się do zastosowań IT, takich jak małe centra danych, serwerownie oraz do zastosowań o znaczeniu krytycznym, takie jak instytucje publiczne i prywatne, sektor finansowy, opieka zdrowia, przemysł, cechuje się współczynnikiem mocy równym 1 (VA = W) i dostępnością modeli z bateriami wewnętrznymi w każdej wersji mocowej (od 15 do 80 kW)	UPS Eaton Ellipse PRO zapewnia zaawansowaną ochronę dla stacji roboczych, urządzeń sieciowych i peryferyjnych; wyświetlacz LCD dostarcza informacji o stanie pracy i wynikach pomiarów; funkcja EcoControl automatycznie dezaktywuje urządzenia peryferyjne, gdy gniazdo główne jest wyłączone – może zmniejszyć zużycie energii nawet do wartości 20%; automatyczna regulacja napięcia ustawicznie koryguje zmiany napięcia, czyli możliwa jest praca w czasie zapadów i podwyższenia napięcia bez wykorzystywania baterii akumulatorów; zawiera wysokiej jakości ogranicznik przepięć
Normy, atesty, certyfikaty, standardy, znaki jakości	CE/Raport CB (TUV)/cTUVus /UKCA/Ukr/Cm; EN IEC 62040-1:2019+A11:2021, sEN 62040-2:2006/AC:2006; EN IEC 63000:2018	CE, EN IEC 62040-1:2019+A11:2021, EN 62040-2:2006, EN IEC 63000:2018	CE/Raport CB (TUV)/cTUVus /UKCA/Ukr/Cm; EN IEC 62040-1:2019+A11:2021, EN 62040-2:2006, EN IEC 63000:2018, EN 61643-11:2012+A11:2018
Gwarancja, w [miesiącach]	36	24	36

Lokalizacja zespołów prądotwórczych ze względu na hałas i odprowadzanie ciepła

Zespoły prądotwórcze stanowią główny element systemu zasilania awaryjnego obiektów użyteczności publicznej typu szpitale, centra handlowe i banki oraz zakładów produkcyjnych. Niezawodna praca zespołu prądotwórczego jest uwarunkowana wieloma czynnikami, a przede wszystkim poprawną eksploatacją.

W związku z tym przed podjęciem decyzji o zakupie zespołu prądotwórczego należy uzgodnić z dostawcą sposób jego eksploatacji, a także miejsce instalacji. Aby korzystać z zasilania awaryjnego w postaci zespołu prądotwórczego, należy spełnić szereg wymagań – przyjrzymy się kilku z nich.

I Wymagania prawne

Podstawą rozpoczęcia prac projektowych w zakresie instalacji zespołu prądotwórczego jest dobór jego mocy. Przy projektowaniu instalacji zasilanej z generatora zespołu prądotwórczego lub zasilacza UPS bardzo istotnym problemem jest zachowanie warunków ochrony przeciwporażeniowej. Opis tych zagadnień wykracza poza ramy artykułu. Zainteresowani tymi problemami czytelnicy potrzebne informacje znajdą w „Poradniku projektanta elektryka”.

Projekt może opracować osoba mająca odpowiednie uprawnienia budowlane, będąca jednocześnie członkiem Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa. Projekt budowlany agregatorni, zgodnie z art. 12–16 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jednolity DzU z 2016 r., poz. 290 z późniejszymi zmianami), musi być wykonany przez osobę mającą odpowiednie kwalifikacje, w konkretnej specjalności – w szczególności elektrycznej.

Natomiast nadzorowanie prac musi być wykonywane przez osobę mającą uprawnienia do kierowania pracami budowlanymi w odpowiedniej specjalności.

STRESZCZENIE

W artykule omówiono kwestie emisji hałasu i odprowadzania ciepła podczas eksploatacji zespołów prądotwórczych

Układ wentylacji i dostarczania paliwa powinien być uzgodniony międzybranżowo przez specjalistów m.in. wentylacji, instalacji paliwowych i przeciwpożarowych.

Podstawę opracowania stanowią warunki zabudowy (w odniesieniu do obiektów użyteczności publicznej są to warunki lokalizacji inwestycji celu publicznego) wydane przez właściwy urząd administracji państwowej oraz warunki techniczne instalacji wydane przez przedsiębiorstwo energetyczne [2].

Pamiętać należy, że zgodnie z art. 7 ust. 1 Ustawy Prawa budowlanego (DzU z 2018 r. poz. 1202 z późniejszymi zmianami) [1], do przepisów techniczno-budowlanych zalicza się Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [2], którego należy bezwzględnie przestrzegać.

Zgodnie z § 181 ust. 1 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (tekst jednolity DzU z 2019 r. poz. 1065), „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 zasilac co najmniej z dwóch niezależnych, samoczynnie załączających się źródeł energii elektrycznej oraz wyposażać w samoczynnie załączające się oświetlenie awaryjne (zapasowe lub ewakuacyjne). W budynku wysokościowym jednym ze źródeł zasilania powinien być zespół prądotwórczy”.

Projekt należy opracować zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (tekst jednolity DzU z 2018 r.



Fot. 1. Układ sterowania zespołu prądotwórczego zabudowanego w kontenerze fot. JT

poz. 1935). Projekt budowlany po wykonaniu należy uzgodnić z rzeczoznawcą ds. zabezpieczeń ppoż. oraz z rzeczoznawcą ds. bhp. Opracowany projekt podlega uzgodnieniu i sprawdzeniu w zakresie zgodności z wydanymi warunkami technicznymi przyłączenia w przedsiębiorstwie energetycznym, które wydało warunki techniczne przyłączenia.

Kolejnym krokiem jest wystąpienie przez inwestora do właściwego terytorialnie Urzędu Nadzoru Budowlanego, w celu uzyskania pozwolenia na budowę. Instalacja i wykonanie wszelkich prac związanych z instalacją zespołu prądotwórczego może nastąpić po uprawomocnieniu się wydanego pozwolenia na budowę [2, 4].

I Warunki instalowania zespołu

Zespół prądotwórczy pracujący w układach zasilania awaryjnego może być instalowany w kontenerze ustawianym na fundamencie betonowym poza budynkiem lub w specjalnie do tego celu przygotowanym pomieszczeniu, powszechnie nazywanym agregatornią.

Zarówno w pierwszym, jak i w drugim przypadku instalacja zespołu wymaga czerpni powietrza oraz odprowadzenia spalin i odpowiedniej wentylacji pomieszczenia. Problem ten powinien zostać rozwiązany przez projektanta instalacji sanitarnych na podstawie wymagań określonych przez producenta zespołu. Szczególnie w przypadku zabudowy zespołu w pomieszczeniu należy zapewnić odpowiednią kubaturę pomieszczenia i wentylację uwzględniającą ciepło wydzielanego przez blok silnika. Również przy adaptowaniu pomieszczenia do celów instalacji zespołu prądotwórczego należy spełnić wszelkie wymagania określone przez producenta. Pomieszczenie to powinno być łatwo dostępne, dobrze wentylowane, suche i w razie potrzeby ogrzewane, aby minimalna temperatura przy braku pracy silnika napędowego zespołu wynosiła co najmniej 5°C. Natomiast w przypadku zespołu prądotwórczego instalowanego przez producenta w kontenerze mamy kompletne urządzenie pod względem elektrycznym oraz sanitarnym [2, 4].

Instalacja odbiorcza budynku objętego zasilaniem awaryjnym powinna być przystosowana do zasilania z zespołu prądotwórczego. W tym celu obwody objęte układem zasilania awaryjnego muszą spełniać warunki ochrony przeciwporażeniowej zarówno przy zasilaniu z sieci elektroenergetycznej, jak również przy zasilaniu z generatora zespołu prądotwórczego.

Dobierając parametry zespołu należy uwzględnić: rodzaj, moc i tryb pracy odbiorów, np. prądy rozruchowe silników, pobór mocy biernej, odkształcenie prądu oraz niesymetrię obciążenia [3, 4].

Pomieszczenie, w którym zostanie zainstalowany zespół prądotwórczy, należy wyposażać również w rozdzielnicę zasilania potrzeb własnych, oświetlenie, gniazda odbiorcze oraz instalację elektryczną sterowania wentylacją oraz innymi urządzeniami uwzględnionymi w projekcie w zależności od potrzeb [2, 6].

Układ automatyki SZR zespołu pracującego w układzie zasilania awaryjnego należy wyposażać w blokadę elektryczną i mechaniczną oraz odpowiednio oznakować. Blokadę tę mają uniemożliwić podanie napięcia z dwóch źródeł jednocześnie oraz uniemożliwić wsteczne podanie napięcia z generatora zespołu prądotwórczego do wyłączanej spod napięcia sieci elektroenergetycznej.

W polu linii zasilania podstawowego powinna być kontrolowana obecność napięcia. Jeśli zespół może być uruchamiany zdalnie lub samoczynnie, to w jego pobliżu należy przewidzieć możliwość wprowadzania blokady przed zdalnym lub samoczynnym uruchomieniem, na przykład podczas prac konserwacyjnych.

Zespoły prądotwórcze powinny być wyposażone w układ do normalnego zatrzymywania

ręcznego lub automatycznego, który odcina dopływ paliwa (silnik wysokoprężny) lub wyłącza zapłon (silnik o zapłonie iskrowym). Urządzenie do awaryjnego zatrzymywania (ręcznego lub samoczynnego) jest wymagane w przypadku zespołów spalinowo-elektrycznych zdalnie sterowanych oraz zespołów w obudowie, do wnętrza której mają dostęp ludzie. W drugim przypadku przycisk do awaryjnego zatrzymywania powinien być umieszczony zarówno wewnątrz, jak i na zewnątrz obudowy.

Ręcznie sterowany układ do awaryjnego zatrzymywania jest wymagany, jeżeli można zatrzymać zespół prądotwórczy w czasie krótszym niż przy zastosowaniu układu do normalnego zatrzymywania. Dopuszcza się rezygnację z układu do awaryjnego zatrzymywania zespołów spalinowo-elektrycznych małej mocy (0,8–12(20) kW) [3, 4].

Zespoły ruchome należy przyłączać przewodami giętkimi o żyłach miedzianych, o izolacji przeznaczonej do ciężkich warunków pracy o zwiększonej grubości, odpornej na działanie wody [3].

I Tłumienie drgań

Dla wielu zastosowań masywny fundament dla zespołu prądotwórczego nie jest konieczny. Agregaty z wbudowanymi izolatorami drgań mogą zredukować przekazywane drgania o 60–80%, a umieszczenie stalowych sprężynowych izolatorów pomiędzy generatorem wraz z silnikiem napędowym i ramą nośną konstrukcji zespołu może odizolować więcej, niż 95% drgań [4]. W zastosowaniach, w których wielkość przekazywania drgań do budynku jest bardzo ważna, może być wymagane mocowanie zespołu prądotwórczego na niezależnym fundamencie izolującym od drgań pozostałą część budynku.

Silnik i alternator zespołu prądotwórczego muszą być odizolowane od konstrukcji mocującej, na której są zamontowane. Niektóre zespoły prądotwórcze, szczególnie modele o mocy do około kilkuset kW, wykorzystują izolatory drgań z gumy, które są wstawiane do maszyny pomiędzy silnik/alternator i podstawę. Metalowa rama tych zespołów prądotwórczych zwykle może być przykręcana bezpośrednio do fundamentu, podłogi lub konstrukcji pośredniej [4, 6].

Zespoły prądotwórcze, które nie zawierają wbudowanych wibroizolatorów, powinny być zainstalowane za pomocą elementów izolujących drgania, takich jak: elastyczne podkładki antywibracyjne, wibroizolatory sprężynowe lub wibroizolatory powietrzne.

Elastyczne podkładki antywibracyjne mają różną tłumienność, a w przybliżeniu ich skuteczność przyjmuje się 75%. Zależnie od budowy, mogą one również mieć różną tłumienność w zależności od temperatury, ponieważ w niskich temperaturach gumowy czynnik izolujący jest znacznie mniej elastyczny, niż w temperaturach wyższych [4].

Dla zapewnienia skutecznej izolacji, wibroizolatory typu sprężynowego muszą być prawidłowo dobrane i zainstalowane. Masa zespołu prądotwórczego powinna dostatecznie ścisnąć izolator dla umożliwienia swobody ruchu, ale nie można dopuścić do tzw. „dobijania” wibroizolatora do podłoża podczas pracy. Uzyskuje się to poprzez dobieranie typu wibroizolatorów i ich liczby do masy zespołu prądotwórczego wraz z osprzętem [4].

I Układ chłodzenia i wentylacji

Silnik spalinowy, generator oraz układ wydechowy są źródłami ciepła mającymi wpływ na pracę i wydajność całego zespołu prądotwórczego. Wzrastająca temperatura w pomieszczeniu zespołu prądotwórczego stanowi zagrożenie dla zgromadzonego tam paliwa. Niekontrolowany wzrost temperatury ponad dopuszczalne wartości (dla oleju napędowego 55°C) może spowodować samozapłon paliwa oraz uszkodzenie wyposażenia elektrycznego. W celu odprowadzenia nagrzanego powietrza i utrzymywania w pomieszczeniu odpowiedniej temperatury, konieczna jest wentylacja nawiewno-wywiewna. Powietrze chłodzące zasysane jest przez wentylator zamontowany na chłodnicy. Przekroje czerpni (wlotu) i wyrzutni (wylotu) muszą zapewniać swobodny przepływ powietrza do pomieszczenia i z pomieszczenia agregatorni. Orientacyjnie powierzchnia przekroju czerpni oraz wyrzutni powinny być większe o 50% od powierzchni wlotu chłodnicy. W celu sprawnego wyrzucania nagrzanego powietrza, agregatornia powinna być wyposażona w wentylator wyciągowy. Czerpnię i wyrzutnię należy chronić przed wpływami atmosferycznymi. W tym celu w otworach czerpni i wyrzutni instalowane są żaluzje sterowane automatycznie. Podczas gdy zespół prądotwórczy nie pracuje, żaluzje są zamknięte. Zostają one automatycznie otwarte z chwilą uruchomienia zespołu [2, 5].

Wraz z otwarciem żaluzji czerpni i wyrzutni automatycznie muszą zostać uruchomione wentylatory nawiewne i wywiewne. W przypadku zespołów pracujących w trybie automatycznym, pomieszczenie agregatorni nale-

Lp.	Rodzaj Terenu	Dopuszczalny poziom hałasu w [dB]			
		Drogi lub linie kolejowe		Pozostałe obiekty i działalność będąca źródłem hałasu	
		L _{Aeq} D przedział czasu odniesienia równy 16 godzinom	L _{Aeq} N przedział czasu odniesienia równy 8 godzinom	L _{Aeq} D przedział czasu odniesienia równy 8 najmniej korzystnym godzinom dnia kolejno po sobie następującym	L _{Aeq} N przedział czasu odniesienia równy 1 najmniej korzystnej godzinie nocy
1	a) Strefa ochronna „A” uzdrowiska b) Tereny szpitali poza miastem	50	45	45	40
2	a) Tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej b) Tereny zabudowy związanej ze stałym lub czasowym pobytem dzieci i młodzieży c) Tereny domów opieki społecznej d) Tereny szpitali w miastach	61	56	50	40
3	a) Tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej i zamieszkania zbiorowego b) Tereny zabudowy zagrodowej c) Tereny rekreacyjno-wypoczynkowe d) Tereny mieszkaniowo-usługowe	65	56	55	45
4	Tereny w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. mieszkańców	68	60	55	45

Tab. 1. Dopuszczalne poziomy hałasu według rozporządzenia [6] w odniesieniu do jednej doby

ży ogrzewać tak, aby utrzymywana była stała temperatura otoczenia wynosząca powyżej 5°C, jednakże niezależnie od pory roku – nie więcej niż 30°C [5]. Zaleca się instalowanie nagrzewnic elektrycznych wyposażonych w termostat, zasilanych z rozdzielnic potrzeb własnych agregatorni, która jest zasilana z sieci elektroenergetycznej. Po uruchomieniu zespołu prądowłczego układ automatyki samorozruchu oraz samozatrzymania przełącza zasilanie agregatorni na zasilanie z zespołu prądowłczego z jednoczesnym odłączeniem zasilania nagrzewnic [2, 4].

I Dopuszczalny hałas

W przypadku zespołów prądowłczych posadowionych na fundamencie lub znajdujących się w pomieszczeniu agregatorni należy przeprowadzić analizę oddziaływania hałasu na obiekt oraz obiekty budowlane znajdujące się w pobliżu. Należy przewidzieć niezbędne środki ograniczające hałas w postaci tłumików drgań i w układzie wyrzutu spalin. Następnie najlepiej sprawdzić rzeczywiste poziomy hałasu poprzez wykonanie stosownych pomiarów.

22 stycznia 2014 r. ogłoszone zostało w Dzienniku Ustaw obwieszczenie Ministra Środowiska

ABSTRACT

Location of power generator due to noise and heat dissipation

The article discusses the problem of noise and heat dissipation during operation of power generator

z dnia 15 października 2013 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (DzU z 2014r. poz. 112).

W rozporządzeniu [6] określono obiekty i rodzaje działalności będące źródłem hałasu oraz dopuszczalne dla nich poziomy hałas.

W § 1. Rozporządzenia [6] określone zostały:

- 1) zróżnicowane dopuszczalne poziomy hałasu określone wskaźnikami hałasu L_{DWN} , L_N , L_{AeqD} i L_{AeqN} dla następujących rodzajów terenów przeznaczonych:
 - a) pod zabudowę mieszkaniową,
 - b) pod szpitale i domy opieki społecznej,
 - c) pod budynki związane ze stałym lub czasowym pobytem dzieci i młodzieży,
 - d) na cele uzdrowiskowe,
 - e) na cele rekreacyjno-wypoczynkowe,
 - f) na cele mieszkaniowo-usługowe;
- 2) poziomy hałasu z uwzględnieniem rodzaju obiektu lub działalności będącej źródłem hałasu;
- 3) okresy, do których odnoszą się poziomy hałasu, jako czas odniesienia.

Natomiast dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku są określone w załączniku do rozporządzenia [6]. Dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku powodowane przez poszczególne grupy źródeł hałasu, z wyłączeniem hałasu powstałego na skutek startu, lądowania i przelotu statków powietrznych oraz przez linie elektroenergetyczne, wyrażone wskaźnikami L_{AeqD} i L_{AeqN} , które to wskaźniki mają zastosowanie do

ustalania i kontroli warunków korzystania ze środowiska, w odniesieniu do jednej doby przedstawia **tabela 1.** [6].

I Podsumowanie

Poprawnie dobrane zespoły prądowłcze, które są zainstalowane przez producenta w kontenerze lub poprawnie zaprojektowanej agregatorni, spełniają większość wymagań stawianych układom zasilania awaryjnego stosowanych często w rozbudowanych układach zasilania budynków. Właściwy dobór parametrów zespołu prądowłczego zapewnia dobrą jakość dostarczanej energii elektrycznej. Z drugiej strony zespoły, zwłaszcza te o większych mocach znamionowych, mają również swoje wady. Głośna praca (średnio 65–80 dB), znaczne masy i duże rozmiary, odpowiedniej wielkości zbiornik paliwa, układ zasilania powietrzem i układ wydechowy, wszystko to powoduje, że urządzenia te powinny być instalowane w osobnych budynkach, z dala od budynków mieszkalnych bądź miejsc pracy ludzi tak aby spełnione były warunki ochrony ppoż i bhp [4, 5].

Artykuł nie jest gotową receptą na zasilanie awaryjne budynku przy zastosowaniu zespołu prądowłczego. Zwraca on uwagę na pewne istotne problemy, które należy rozwiązać aby zapewnić niezawodne zasilanie obiektu budowlanego.



literatura do artykułu na
elektro.info.pl

Doskonała technologia, efektywność i jakość



UPS modułowy Enertronic modular SE

- idealny dla informatyki i przemysłu
- samoprogramowalne moduły
- niskie koszty eksploatacji
- wysoka niezawodność
- zwrot energii do sieci

- sprawność do 99%
- kompensacja mocy biernej
- pełny pomiar pojemności baterii
- moc czynna do 1000 kW $\cos\phi=1$
- moduły wymienne podczas pracy

UPS ze zintegrowanym zasilaczem i interfejsem USB

Bezpieczne zasilanie krytycznych odbiorników prądu stałego, zwiększenie dostępności systemu, ograniczone miejsce w szafie i trudne warunki otoczenia stawiają projektantów systemów przed wieloma wyzwaniami.

Modele zasilaczy DC z serii **Trio Power** firmy Phoenix Contact oferują interesujące rozwiązania: zasilacz, moduł przełączający i ładowarka są połączone w jednym urządzeniu.

Zasilacz UPS jest stosowany wszędzie tam, gdzie mogą wystąpić wahania napięcia lub awarie zasilania. Ma to na celu zapobieganie awariom systemów produkcyjnych spowodowanym krótkotrwałymi przerwami w zasilaniu. W przypadku przedłużającej się awarii zasilacz UPS powinien umożliwić urządzeniom/systemowi sterowania na wprowadzone bezpiecznego stan systemu. Należy unikać niekontrolowanych awarii systemów sterowania, takich jak komputery przemysłowe, aby zapobiec utracie danych i innym uszkodzeniom.

I Struktura systemu UPS

System UPS dla odbiorników prądu stałego składa się zwykle z co najmniej trzech elementów.

Po pierwsze, istniejące napięcie sieciowe jest przekształcane na napięcie 24 VDC przez zasilacz. To napięcie musi być teraz buforowane. W tym celu stosuje się dedykowany zasilacz DC,

który łączy dwie funkcje: po pierwsze, działa jak przełącznik, który łączy się z zasilaniem zapewniającym przez podłączone urządzenie magazynującą energię w przypadku awarii sieci; po drugie, UPS zawiera kontroler ładowania, który ładuje podłączone urządzenie magazynujące energię podczas pracy z sieci. Trzeci element to urządzenie magazynujące energię.

Wymagana jest przestrzeń i nakłady na przewody

Ta sprawdzona, modułowa struktura ma zarówno zalety, jak i wady. Największą wadą jest duża ilość miejsca wymaganego na szynie DIN. Na przykład nowoczesny zasilacz 24 VDC 5 A ma całkowitą szerokość od około 35 do 50 mm. Następnie należy uwzględnić zasilacz DC dla tej samej klasy wydajności, która ma prawie identyczną szerokość. Powoduje to maksymalną szerokość całkowitą prawie 100 mm. Następnie mamy urządzenie do przechowywania energii, które zwykle zajmuje najwięcej miejsca. Na przykład, aby buforować 5 A przez około 20 minut, wymagane jest urządzenie magazynujące energię o nominalnej pojemności 3,4 Ah dla 24 VDC co oznacza całkowitą szerokość około 85 mm.

Innym aspektem, który projektanci powinni wziąć pod uwagę, jest wybór odpowiedniego zestawu zasilacza i UPS-a. W powyższym przykładzie wybrano zasilacz 5 A i UPS 5 A. Ale co

to właściwie oznacza? Zarówno UPS, jak i zasilacz mogą zapewnić maksymalny prąd wyjściowy 5 A. Czy to oznacza, że obciążenie 5 A może być podłączone i niezawodnie zasilane zarówno w trybie sieciowym, jak i baterijnym? Krótka odpowiedź dotycząca zasilania sieciowego brzmi „nie”.

Należy pamiętać o prądzie ładowania. UPS potrzebuje tego prądu oprócz prądu obciążenia w celu doładowania urządzenia magazynującego energię. Zakładając dodatkowy prąd ładowania 1,5 A, należy wybrać odpowiednio większy zasilacz. Z pewną rezerwą, np. aby zrekomensować straty w systemie, wymagałoby to zasilacza na poziomie 7 A. Jednak kolejnym najczęściej stosowanym rozmiarem jest zwykły model 10 A. Oznacza to, że wybrano zasilacz, który jest dwa razy mocniejszy aby zapewnić prąd obciążenia wynoszący zaledwie 5 A. Powoduje to wyższe koszty początkowe i zajmuje jeszcze więcej miejsca.

Jednak struktura modułowa ma zalety. Dzięki tej opcji łatwo jest odróżnić obciążenia krytyczne od niekrytycznych. Obciążenia krytyczne muszą nadal pracować po awarii zasilania głównego, na przykład sterownik. Natomiast obciążenia niekrytyczne nie muszą być podtrzymywane w przypadku awarii sieci. Dlatego niekrytyczne odbiory są podłączone bezpośrednio do wyjścia zasilacza, podczas gdy najważniejsze odbiory są podłączane najpierw do wyjścia UPS.



Rys. 3. Zasilacze TRIO UPS z wbudowanym zasilaczem



Rys. 4. Ogranicznik przepięć zwiększający bezpieczeństwo ciągłości zasilania

Praktyczny przykład dla kontrolera windy

W wielu zastosowaniach należy dostarczyć kompletną strukturę/rozwiązanie, na przykład szafę sterowniczą. To właśnie wtedy problem ograniczonej przestrzeni staje się naprawdę widoczny. Jednym z przykładów użycia zasilacza UPS jest dostawa kontrolera windy. Tutaj, w przypadku awarii sieci, operator lub nawet służby ratownicze muszą o niej zostać powiadomione za pomocą zdalnej sygnalizacji. Najważniejsze odbiorniki potrzebują zasilanie maksymalnie na poziomie 4 A, a wymagany czas buforowania przekracza 5 minut.

Do tego typu aplikacji Phoenix Contact oferuje praktyczne rozwiązania w postaci zasilaczy serii Trio Power drugiej generacji. Zasilacze te oferują szeroki zakres napięć wejściowych i zintegrowany UPS. Urządzenia te są szczególnie przydatne w aplikacjach w których przestrzeń jest ograniczona i wszystkie podłączone obciążenia muszą mieć zapewnione podtrzymanie.

W przypadku aplikacji windy wymagany jest prąd wyjściowy 4 A. Idealnym rozwiązaniem jest

tutaj Trio Power UPS 5 A, rozwiązanie ma 20% rezerwy na rozszerzenia które mogą pojawić się w późniejszym czasie. Kompaktowe urządzenie o szerokości zaledwie 60 mm zapewnia również maksymalny prąd ładowania wynoszący 1,5 A, oprócz zapewnienia prądu obciążenia. Użytkownik może być pewien, że urządzenie 5 A ma wystarczające rezerwy, aby naładować urządzenie magazynujące energię. Prąd ładowania nie wymaga dalszego rozpatrywania.

Aby osiągnąć wymagany czas buforowania, zasilacz UPS należy podłączyć do akumulatora o pojemności 1,3 Ah. Aktywne monitorowanie baterii można również łatwo wdrożyć za pomocą urządzeń UPS z serii Trio Power. Wyposażone są w styk sygnału alarmowego i wskaźnik LED, które są aktywowane na przykład w przypadku przekroczenia maksymalnego dopuszczalnego czasu ładowania co może oznaczać uszkodzenie akumulatora i jego konieczną wymianę. Oprócz oceny błędów za pomocą styków sygnałowych, poprzez port USB system można również monitorować przez podłączony komputer z darmowym oprogramowaniem UPS-Conf.

Rozwiązanie oszczędzające miejsce z użytecznymi funkcjami

Urządzenia UPS z serii Trio pokazują swoje zalety w ograniczonej przestrzeni. Połączony zasilacz i UPS nie tylko oszczędzają miejsce, ale także ułatwiają rozplanowanie innych urządzeń. Pomimo zwartej konstrukcji urządzenia zapewniają wysoki poziom wydajności i są dostosowane do wymagań wielu różnych aplikacji.

Najwyższa forma bezpieczeństwa

Szczególnie w przypadku ważnych obiektów które muszą działać warto pamiętać o przepięciach które są szczególnie groźne dla sprzętu elektronicznego. Dla zasilaczy dedykowanym rozwiązaniem do ich ochrony są ograniczniki przepięć: PLT-SEC-T3-230-FM-PT – 2907928. Dla osób zainteresowanych najwyższym bezpieczeństwem swoich aplikacji zapraszamy do poznania jak można zwiększyć niezawodność ciągłości pracy swoich urządzeń:

<https://blog.phoenixcontact.com/marketing-pl/jak-zwiekszy-bezpieczenstwo-ciaglosci-zasilania-maszyn-i-urzadzzen/>

PHOENIX CONTACT

Phoenix Contact Sp. z o.o.
ul. Bierutowska 57-59
Budynek nr 3/A
51-317 Wrocław
tel. 71 398 04 29
www.phoenixcontact.pl



Rys. 1. TRIO UPS z wbudowanym zasilaczem



Rys. 2. QUINT4 UPS z EtherNet/IP

Opis	TRIO-UPS-2G/1AC/24DC/5	TRIO-UPS-2G/1AC/24DC/10	TRIO-UPS-2G/3AC/24DC/20
Numer kat.	2907160	2907161	2906367
Wymiary	60 x 13 x 115 mm	68 x 130 x 160	88 x 130 x 160

mgr inż. Karol Kuczyński, mgr inż. Julian Wiatr

Ogólne wymagania dotyczące zasilania w energię elektryczną oraz stosowania nowoczesnych technologii informatycznych w służbie zdrowia

Zastosowanie nowoczesnych systemów informatycznych wspomagających aparaturę medyczną stosowaną do obrazowania wymusza zapewnienie niezawodność zasilania tych systemów. Obecnie diagnostyka medyczna coraz częściej wspierana jest poprzez sieci neuronowe i uczenie głębokie, które wspomagają identyfikację zmian chorobowych oraz wymagają dużej mocy obliczeniowej procesorów i układów graficznych.

Zasilanie szpitala wymaga projektowania układów o bardzo wysokich parametrach jakościowych dostaw energii elektrycznej. Układy zasilania szpitali wyposaża się w stacje transformatorowe zawierające układy automatyki SZR, które dodatkowo rezerwuje się zespołem prądowórczym o mocy zapewniającej pokrycie zapotrzebowania przez najważniejsze odbiorniki, gwarantujące funkcjonowanie szpitala w warunkach przerwy w dostawie energii elektrycznej z sieci elektroenergetycznej. W celu zapewnienia bezprzerwowej dostawy energii elektrycznej do odbiorników gwarantujących podtrzymanie życia, stanowiących wyposażenie bloku operacyjnego oraz OIOM, zasilanie jest realizowane w układzie, którego końcowym elementem jest zasilacz UPS.

Zasilanie obiektów służby zdrowia

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 26 czerwca 2012 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać pomieszczenia i urządzenia podmiotu wykonującego działalność leczniczą w § 41 stwierdza, że rezerwowym źródłem zaopatrzenia szpitala w energię elektryczną jest zespół prądowórczy

STRESZCZENIE

W artykule omówiono podstawowe wymagania dla zasilania obiektów medycznych. Istotnym jest zapewnienie odpowiedniego stopnia dostępności tego typu systemów zasilania i odpowiedni dobór układów zasilania w zależności od pełnionej funkcji.

Słowa kluczowe: zasilanie obiektów medycznych, zespół prądowórczy, UPS.

wyposażony w funkcję autostartu, zapewniający co najmniej 30% potrzeb mocy szczytowej, a także urządzenie zapewniające odpowiedni poziom bezprzerwowego podtrzymania zasilania. Należy przez to rozumieć, że wysoki poziom niezawodności zasilania szpitala w energię elektryczną jest warunkiem bezpieczeństwa wszystkich pacjentów, a w szczególności tych, którzy poddawani są operacjom i innym procedurom medycznym mającym wpływ na funkcje życiowe organizmu. Po nowelizacji Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 26 marca 2019 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać pomieszczenia i urządzenia podmiotu wykonującego działalność leczniczą (Dz.U. z dnia 29 marca 2019 r., poz. 595) tej samej treści jest § 42. Dodatkowo wymagane jest, aby systemy monitoringu w wymienionych pomieszczeniach wyposażony był w zasilanie rezerwowe pozwalając personelowi medycznemu monitorować stan pacjentów.

Zgodnie z [3, 4, 6] należy przyjąć następujący podział pomieszczeń medycznych:

a) grupa 0: należą do niej pomieszczenia medyczne, w których nie przewiduje się stosowania części aplikacyjnych aparatury elektromedycznej, a zanik zasilania nie powoduje zagrożenia życia. Są to pomieszczenia, w których pacjenci nie stykają się z urządzeniami elektromedycznymi. Urządzenia występujące w tej strefie mają własne wbudowane źródło zasilania w postaci ogniwa. Będą to gabinety ordynatorów, sale opatrunkowe, masaży, gimnastyki, hydroterapii, inhalacji czy też ogólnych badań otolaryngologicznych, okulistycznych, gabinety stomatologiczne itp.;



Układ sterowania zespołu prądowórczego o mocy 2,2 MVA fot. JT

b) grupa 1: należą do niej pomieszczenia medyczne, w których przewiduje się stosowanie elementów aparatury elektromedycznej zewnętrznie lub wewnętrznie do różnych części ciała, poza zastosowaniami dotyczącymi pomieszczeń grupy 2, a zanik zasilania również nie powoduje zagrożenia życia. W pomieszczeniach tych mogą być stosowane aparaty medyczne mające bezpośredni kontakt z ciałem pacjenta, również wprowadzane pod skórę oraz do naturalnych lub sztucznie wykonanych otworów ciała człowieka, pod warunkiem, że żadna z części nie może znajdować się w bezpośredniej bliskości serca. Będą to sale hydro- i fizykoterapii, radiologii (z wyłączeniem badań naczyniowych) dializy zewnątrzustrojowej, sale porodowe, chirurgii ambulatoryjnej, stomatologii (fotel pacjenta), wszelkiego rodzaju endoskopii itd.;

c) grupa 2: należą do niej pomieszczenia najwyższego ryzyka, a więc pomieszczeń, gdzie przewiduje się stosowanie części aplikacyjnych aparatury elektromedycznej przy zabiegach na sercu, w salach operacyjnych, intensywnej opieki medycznej i innych zabiegach, przy których

zanik zasilania może być przyczyną zagrożenia życia. Grupa ta obejmuje pomieszczenia, gdzie są lub mogą być stosowane aparaty elektromedyczne, których elementy mogą stykać się z sercem lub znajdować się w jego bezpośrednim sąsiedztwie. Będą to sale operacyjne i związane z nimi sale przygotowania pacjenta, sale intensywnej opieki medycznej (OIOM) i pooperacyjnej, rentgenowskich badań naczyniowych oraz częściowo endoskopii i sal porodowych z możliwością zastosowania aparatów elektromedycznych.

I Zasilanie obiektów medycznych

Istotne znaczenie dla bezpieczeństwa pacjentów ma zapewnienie ciągłości zasilania, w związku z tym w obiekcie służby zdrowia na etapie opracowywania koncepcji zasilania, należy dokonać podziału odbiorników na kategorie zasilania. Warunkiem zapewnienia wysokiej niezawodności jest doprowadzenie zasilania do budynku szpitala z dwóch różnych stacji transformatorowych zasilanych z różnych linii wysokiego napięcia. Takie rozwiązanie pozwala na uzyskanie właściwego rezerwowania zasilanych odbiorników przy zasilaniu z systemu elektroenergetycznego.

Przy głównym złączu budynku szpitala powinien być zainstalowany samoczynne załączanie rezerwy (SZR), z którego energia elektryczna powinna być doprowadzona do rozdzielni głównej szpitala, gdzie należy wydzielić obwody odbiorników zaliczonych do III kategorii zasilania, które nie muszą funkcjonować w czasie zaniku zasilania podstawowego oraz obwód zasilający kolejny SZR, przeznaczony do współpracy z zespołem prądowórczym, stanowiącym awaryjne źródło zasilania [1, 2].

Z drugiego SZR-a zasilanie należy doprowadzić do rozdzielni odbiorników II kategorii zasilania. Do odbiorników tej kategorii należy zaliczyć ogólne sale chorych, apteki, korytarze, windy, oświetlenie ogólne itp. Dla odbiorników zaliczonych do II kategorii dopuszcza się czas przerwy w zasilaniu do 60 sekund (tj. czas niezbędny dla dokonania samorozruchu zespołu prądowórczego i ustabilizowanie obrotów). W rozdzielni należy wydzielić obwód zasilający zasilacz UPS, przeznaczony do zasilania odbiorników I kategorii zasilania, dla których niedopuszczalna jest jakakolwiek przerwa w zasilaniu. Układ współpracy zespołu prądowórczego z zasilaczem UPS nazywa się tandemem. Dokonanie takiego podziału jest konieczne ze względu na warunki lo-

kalowe, jakimi dysponuje szpital oraz wysokie koszty zakupu, eksploatacji zespołu prądowórczego i zasilaczy UPS. Zakwalifikowanie sal operacyjnych, OIOM oraz laboratoriów do I kategorii zasilania jest uzasadnione tym, że pacjent podłączony do aparatury nie może być pozbawiany czynności podtrzymujących życie, a brak oświetlenia (nawet przez kilka sekund) podczas operacji odbywającej się w nocy może być tragiczny w skutkach dla pacjenta. Dlatego zasilanie tych pomieszczeń w sposób bezprzerwowy jest uzasadnione i możliwe do realizacji tylko z wykorzystaniem zasilacza UPS o mocy dostosowanej do zasilanych przez niego urządzeń [3].

I Ochrona przeciwporażeniowa

Pomieszczenia grupy 0 i 1 muszą spełniać wszystkie warunki normy PN-HD 60364-4-41 [7], prawa budowlanego, rozporządzeń wykonawczych oraz cech indywidualnych człowieka chorego i jego podatności na działanie prądu elektrycznego.

Wszystkie pomieszczenia muszą mieć podłogi o rezystancji $R_{\Sigma} \geq 50 \text{ k}\Omega$, a urządzenia w nich zainstalowane powinny posiadać ochronę przy uszkodzeniu. Instalacja odbiorcza musi być wykonana w systemie TN-S, mieć połącze-

Dlaczego warto prenumerować elektro.info?

- » 10 numerów w roku (numery łączone: 1/2, 7/8 – w cenie numeru pojedynczego)
- » Przesyłka na koszt wydawnictwa
- » Prenumerata w formie pdf do pobrania na nośnik zewnętrzny (laptop, tablet itp.)
- » Link do pobrania wersji pdf czasopisma otrzymujesz niezwłocznie po ukazaniu się danego numeru
- » Dostęp do wszystkich treści zamieszczonych na stronie internetowej www.elektro.info.pl otrzymujesz niezwłocznie po zaksięgowaniu wpłaty na konto

Prenumerata papierowa



EDUKACYJNA ROCZNA

10 numerów + roczny dostęp do wszystkich treści portalu (365 dni)

cena: 145,00 zł

PÓŁROCZNA

5 numerów + półroczny dostęp do wszystkich treści portalu (183 dni)

cena: 145,00 zł

ROCZNA

10 numerów + roczny dostęp do wszystkich treści portalu (365 dni)

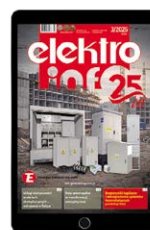
cena: 250,00 zł

DWULETNI

20 numerów + dwuletni dostęp do wszystkich treści portalu (730 dni)

cena: 425,00 zł

Prenumerata PDF



ROCZNA

10 numerów + roczny dostęp do wszystkich treści portalu (365 dni)

cena: 225,00 zł

DWULETNI

20 numerów + dwuletni dostęp do wszystkich treści portalu (730 dni)

cena: 382,00 zł

Prenumerata papierowa + PDF



ROCZNA

10 numerów + roczny dostęp do wszystkich treści portalu (365 dni)

cena: 362,00 zł

DWULETNI

20 numerów + dwuletni dostęp do wszystkich treści portalu (730 dni)

cena: 616,00 zł

FORMULARZ ZAMÓWIENIA

Zamawiam:

■ Prenumeratę papierową:

☐ edukacyjną – 145 zł ☐ półroczną – 145 zł

☐ roczną – 250 zł ☐ dwuletnią – 425 zł

od numeru

■ Prenumeratę PDF:

☐ roczną – 225 zł ☐ dwuletnią – 382 zł

od numeru

■ Prenumeratę papierową + PDF:

☐ roczną – 362 zł ☐ dwuletnią – 616 zł

od numeru

Nazwa firmy

Ulica i numer

Kod pocztowy

Miejscowość

Osoba zamawiająca

Rodzaj działalności

NIP

Telefon kontaktowy

e-mail:

Wysyłka będzie realizowana po dokonaniu wpłaty na konto:
Volksbank Polska S.A., 09 2130 0004 2001 0616 6862 0001

Administratorem Państwa danych osobowych jest Grupa MEDIUM Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Sp.K., nr KRS: 0000537655, z siedzibą w 04-112 Warszawa, ul. Karczewska 18, tel. +48 22 810-21-24, wydawca elektro.info. Wrażam zgodę na przetwarzanie moich danych osobowych przez Grupę MEDIUM Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Sp.K. w celu zamówienia prenumeraty. Przysługuje Pani/Panu prawo do wglądu do swoich danych, aktualizowania, poprawiania oraz całkowitego usunięcia ich, a także wniesienia sprzeciwu wobec ich przetwarzania. Podanie danych ma charakter dobrowolny. Dane są chronione zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/679 z dnia 27 kwietnia 2016 r.

Upoważniam GRUPĘ MEDIUM do wystawienia faktury VAT bez podpisu odbiorcy.
Data: Podpis:

nia wyrównawcze i być chroniona przed przeciążeniami i zwarciami, a także mieć ochronę przeciwprzepięciową [3].

Natomiast w pomieszczeniach grupy 2 instalacja odbiorcza oprócz skutecznej ochrony przeciwporażeniowej powinna gwarantować ciągłość zasilania. W pomieszczeniach tych nie dopuszczalne są jakiegokolwiek przerwy w zasilaniu wynikłe z przeciążeń lub zwarc.

Spośród pięciu dostępnych systemów zasilania (TN: TN-S, TN-C-S, TN-C oraz TT i IT) tylko system IT może podołać tym wymaganiom. Układ ten buduje się z wykorzystaniem jednofazowych transformatorów separacyjnych ze stałą kontrolą stanu izolacji. Każde pomieszczenie lub grupa pomieszczeń funkcjonalnie związanych ze sobą (np. sala operacyjna i pomieszczenia przygotowania pacjenta) powinny być zasilane z osobnego transformatora o mocy (3,15–10) kVA. W przypadku większych mocy zapotrzebowanych należy wykonać kilka sieci elektromedycznych zasilanych z osobnych transformatorów o mocach dobranych do potrzeb zasilanych odbiorników (zgodnie z normą PN-HD 60364-7-710:2012 [7] transformatory elektromedyczne nie mogą być łączone równolegle). Przykładowe rozwiązania układów zasilania zostały zamieszczone w publikacji [5, 6].

Układ zasilania IT

W odróżnieniu od układów TN, w których jeden przewód ma potencjał ziemi, a pozostałe są pod napięciem 230 V, układ IT charakteryzuje się odizolowanym punktem neutralnym [3].

W związku z tym różnica potencjałów pomiędzy przewodami a ziemią nie jest określona, a bezpośrednie doziemienie jednego z nich powoduje tylko wyrównanie potencjału z potencjałem ziemi, co sprowadza się do krótkotrwałego, niegroźnego w skutkach (przy niezbyt dużych pojemnościach sieci) przepływu przez człowieka prądu wyrównawczego.

System ten jednak jest tak długo bezpieczny, jak długo nie nastąpi pierwsze doziemienie, gdyż wówczas upodabnia się on swoją konfiguracją najczęściej do układu TT. Podczas zwarc podwójnych na obudowach chronionych odbiorników pojawia się pełne napięcie znamionowe.

Miejszem szczególnego zagrożenia są sale operacyjne i inne pomieszczenia szpitalne, w których wykonuje się zabiegi za pomocą aparatów elektromedycznych z pominięciem wierzchniej warstwy naskórka, a często bezpośrednio na sercu. Dlatego też w warunkach szpitalnych może dojść do mikroporażenia, przy

którym cały prąd rażeniowy przepływa przez mięsień sercowy. O ile więc w warunkach pozaszpitalnych granicą zagrożenia jest prąd 10 mA, to w salach operacyjnych ta granica przesuw się do wartości 10 μ A.

Należy pamiętać, że zwiększona podatność pacjentów na działanie prądu elektrycznego wynika między innymi z następujących czynników [3]:

- » brak możliwości reagowania na odczucie przepływu prądu (choroba, brak przytomności, działanie anestetyków, ograniczenie swobody ruchu),
- » zmniejszenie rezystancji naskórka (pocenie się, stres),
- » konieczność stałego podłączenia do aparatury podtrzymującej podstawowe funkcje życiowe.

Wszystko to prowadzi do konieczności zastosowania układu elektrycznego gwarantującego wysoki stopień bezpieczeństwa (szczególnie w pomieszczeniach drugiej grupy). Gniazda wtyczkowe i odbiorniki znajdujące się w zasięgu ręki muszą więc być zasilane przez transformatory separacyjne z kontrolą stanu izolacji (medyczne transformatory ochronne). Poszczególne obwody powinny mieć zabezpieczenie przed prądami zwarciovymi, a przypadkowe przeciążenia powinny być natychmiast sygnalizowane. Odporność na krótkotrwałe przeciążenie uzyskuje się przez stosowanie transformatorów separacyjnych o uzwojeniach z przewodami o zwiększonym przekroju [3].

Zasilanie systemów informatycznych w służbie zdrowia

Europejski Instytut Innowacji i Technologii (EIT Health) i firma konsultingowa McKinsey w marcu 2020r. przygotowały wspólnie raport dotyczący zastosowania sztucznej inteligencji i technologii informatycznych w ochronie zdrowia: „Transforming healthcare with AI – The impact on the workforce and organisations – Transformacja opieki zdrowotnej poprzez AI: wpływ na ludzi i organizacje”. Uczenie maszynowe jako część sztucznej inteligencji (AI) wymaga dużych zbiorów danych do ich analizy z użyciem sieci neuronowych i uczenia głębokiego. Sztuczna inteligencja ma wspomóc analizę danych obrazowych wykonywaną przez specjalistów we wczesnym wykrywaniu chorób. Jednocześnie należy pamiętać, że uczenie maszynowe (ang. machine learning) to nauka o algorytmach i systemach usprawniających swoje działanie oraz zwiększających trafność diagnozy wraz ze zdobywanym doświadczeniem [8]. Algorytmy

w uczeniu maszynowym nazywamy algorytmami uczącymi (ang. *learning algorithms*). W odróżnieniu od klasycznych algorytmów, które opisują konkretną sekwencję instrukcji, algorytmy uczące tworzą model zawierający listę instrukcji do wykonania na podstawie analizy przekazanych im danych uczących. Proces tworzenia wiedzy o rozwiązaniu nazywamy uczeniem, a jako wyniki procesu budujemy model danych [8]. Systemy informatyczne służące do przechowywania i analizy danych to serwery obliczeniowe wymagające odpowiednich układów zasilania i stopnia niezawodności. W kolejnym artykule przybliżymy wymagania dla zasilania takich serwerowni.

Literatura

1. J. Wiatr, M. Orzechowski, Podstawy zasilania budynków mieszkalnych, użyteczności publicznej i innych obiektów nieprzemysłowych w energię elektryczną, Poradnik projektanta elektryka, Grupa MEDIUM, Warszawa 2012.
2. J. Wiatr, M. Miegoń, Zasilanie budynków użyteczności publicznej oraz budynków mieszkalnych w energię elektryczną, niezbędnik elektryka nr 4, Warszawa 2012.
3. J. Wiatr, Zasilacze UPS w układach zasilania urządzeń elektromedycznych (część 1.), „elektro.info” 6/2018.
4. W. Dołęga, Zasilanie obiektów budowlanych służby zdrowia w energię elektryczną, „elektro.info” 4/2021.
5. K. Sałasiński, Bezpieczeństwo elektryczne w zakładach opieki zdrowotnej, COSiW SEP 2007.
6. PN-HD 60364-7-710:2012 E, Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 7-710: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Pomieszczenia medyczne.
7. Raport EIT Health and McKinsey „Transforming healthcare with AI – The impact on the workforce and organizations” marzec 2020.
8. P. Flach, Machine Learning: The Art and Science of Algorithms, Cambridge University Press, 2012.

ABSTRACT

General Requirements for Power Supply and the Use of Modern Technologies in Healthcare

The article discusses the basic requirements for power supply healthcare facilities. It is important to ensure the appropriate degree of availability of this type of power supply systems and proper selection power supply systems for these functions.

Keywords: power supply for medical facilities, genset, UPS.



Niezawodność czy elastyczność? Wybierz system UPS idealny do infrastruktury obiektu!

SYSTEM CENTRALNY

**Maksymalna niezawodność,
pełna ochrona, optymalne koszty!**

- Wyższa niezawodność i możliwość redundancji
- Lepsza ochrona przed zakłóceniami w sieci
- Niższe koszty eksploatacji w dużych infrastrukturach

SYSTEM ROZPROSZONY

**Elastyczność, bezpieczeństwo,
oszczędność**

- Minimalizacja ryzyka awarii globalnej
- Łatwa skalowalność i elastyczność wdrożenia
- Niższe koszty początkowe dla MŚP

Dwa systemy – jedno sprawdzone rozwiązanie: UPS EVER.
Zaoszczędź czas i zwróć się do Nas
Doradzimy BEZPŁATNIE.



61 6500 425
660 431 991

zapytanie@ever.eu
www.ever.eu

Zasilacze przeznaczone dla przemysłu i IT

W sieciach elektroenergetycznych coraz częściej pojawiają się harmoniczne, wahania amplitudy i częstotliwości oraz zapady i zaniki napięcia, które mają negatywny wpływ na wrażliwe układy sterowania linii produkcyjnych zakładów przemysłowych. Źródłami zaburzeń występujących w sieci elektroenergetycznej są przestarzałe maszyny dużych mocy, spawarki, zasilacze dużych mocy, zasilacze impulsowe i elektroniczne pozbawione filtrów oraz układy napędowe dużych mocy pozbawione układów łagodnego startu, a także przepięcia i procesy łączeniowe. Szacuje się, że godzinna awaria zasilania powoduje straty dla: giełdy nawet 10 500 000 €, transakcji bezgotówkowych 4 500 000 €, rezerwacji lotniczych 200 000 €, telefonii komórkowej 100 000 €.

Zasilacze UPS (ang. Uninterruptible Power Supply) mają za zadanie zapewnienie zasilania w sytuacjach awarii sieci zasilającej, co pozwala na ochronę przed utratą danych, uszkodzeniem sprzętu i kosztownymi przestojami linii produkcyjnych.

I Podział zasilaczy UPS

Zasilacze UPS dzielą się na dwa główne typy pod względem konstrukcji: transformatorowe (z wbudowanym transformatorem) i beztransformatorowe. Każdy z tych typów ma swoje unikalne cechy, które wpływają na ich zastosowanie.



Rys. 1. Przegląd oferowanych zasilaczy Line-interactive



Rys. 2. Przegląd jednofazowych zasilaczy UPS On-line (1F)



Rys. 3. Przegląd trójfazowych zasilaczy UPS On-line (3F)

Zasilacze UPS z transformatorem wykorzystują transformator, który pełni kluczową rolę w separacji obciążenia od sieci zasilającej. Transformator ten jest zazwyczaj sporych rozmiarów i masy. Do zalet zaliczyć można izolację galwaniczną, co zwiększa ochronę przed przepięciami i zakłóceniami elektromagnetycznymi. Transformatorowe zasilacze UPS lepiej radzą sobie z nagłymi przeciążeniami, co czyni je bardziej odpornymi w środowiskach o dużych zmianach obciążenia w trudnych warunkach przemysłowych.

Natomiast w zasilaczach beztransformatorowych, transformator izolacyjny jest zastąpiony przez bardziej zaawansowane układy energoelektroniczne np. tranzystory IGBT, co pozwala na redukcję rozmiarów i masy urządzenia. Brak transformatora umożliwia stworzenie bardziej kompaktowej budowy, co jest korzystne w środowiskach o ograniczonej przestrzeni np. zastosowania IT. Beztransformatorowe UPS-y oferują wyższą sprawność energetyczną dzięki mniejszym stratom energii, co prowadzi do niższych kosztów eksploatacji.

Wybór między zasilaczem UPS z transformatorem a beztransformatorem zależy od specyficznych wymagań aplikacji. Zasilacze trans-

formatorowe są idealne dla środowisk przemysłowych i aplikacji krytycznych, gdzie odporność na zakłócenia i niezawodność są priorytetowe. Beztransformatorowe zasilacze UPS są bardziej odpowiednie dla nowoczesnych biur i centrów danych, gdzie przestrzeń, efektywność energetyczna i cicha praca mają kluczowe znaczenie.

Wybór odpowiedniego typu UPS zależy od specyfiki zastosowania, a zrozumienie różnic między głównymi topologiami – VFD (Voltage Frequency Dependent), VI (Voltage Independent), i VFI (Voltage Frequency Independent) – jest kluczowe dla zapewnienia właściwej ochrony.

VFD (Voltage Frequency Dependent)

Zasilacze UPS w topologii VFD, często określana jest jako standby UPS, gdyż dostarczają energię bezpośrednio z sieci zasilającej, dopóki jej parametry mieszczą się w dopuszczalnych granicach. W przypadku przerwy lub znaczących zakłóceń napięcia, zasilacz automatycznie przełącza się na baterię. Jest to ekonomiczne rozwiązanie idealne dla domów i małych biur, gdzie sporadyczne przerwy w zasilaniu nie stanowią dużego zagrożenia.

I VI (Voltage Independent)

Zasilacz UPS typu VI, znana jako Line-interactive, oferuje bardziej zaawansowaną ochronę. Wyposażony w automatyczną regulację napięcia (AVR), stabilizuje napięcie wyjściowe podczas pracy z sieci, co pozwala na unikanie przełączania na baterię przy mniejszych zakłóceniach. Tego typu UPS jest często wybierany przez małe i średnie firmy, dla których stabilność zasilania jest ważniejsza niż krótkotrwałe oszczędności.

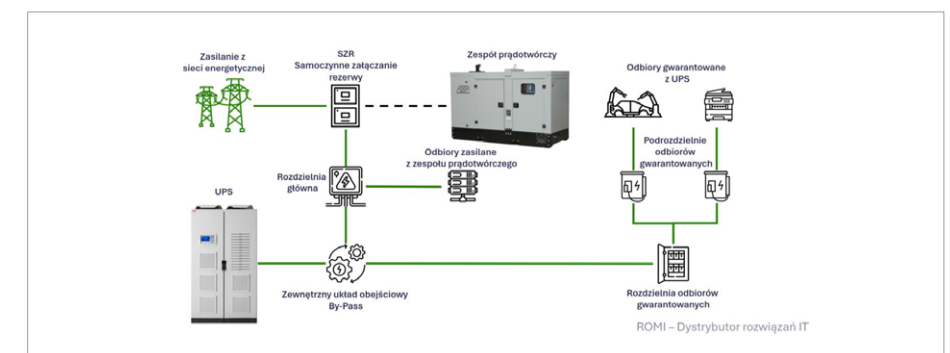
Topologia VFI (Voltage Frequency Independent)

Zasilacze UPS typu VFI, zwane on-line lub double-conversion UPS, zapewniają najwyższy poziom ochrony. Przekształcają one napięcie AC na DC, a następnie z powrotem na AC, całkowicie izolując urządzenia od zakłóceń sieciowych. Jest to kluczowe w środowiskach wymagających bezkompromisowej niezawodności, takich jak centra danych, szpitale czy zaawansowane aplikacje przemysłowe.

Oferujemy zasilacze UPS polskiej marki GT, które charakteryzują się innowacyjnymi rozwiązaniami. Rodzina zasilaczy obejmuje kilkadziesiąt modeli UPS-ów (line-interactive i true on-line) o mocy od 0,65 do 8000 kVA, które zaspokoją najbardziej zindywidualizowane potrzeby klien-

Funkcja	Off-Line	Line-Interactive	On-Line
Czy występuje zwłoka czasowa między zanikiem napięcia i przełączeniem na pracę z baterii?	TAK	TAK	NIE
Mikroprzerwy < 5 ms	PRZECHODZĄ NA ODBIORY	PRZECHODZĄ NA ODBIORY	NIE PRZECHODZĄ
Stabilizacja częstotliwości	NIE	NIE	TAK
Regulacja napięcia	NIE	TAK KOMPENSACJA WAHAŃ POPRAZ UKŁAD FADER/ BOOSTER	TAK
Eliminacja pików napięcia i przepięć	NIE	CZĘŚCIOWO	TAK
Eliminacja harmonicznych oraz zakłóceń RFI	NIE	NIE	TAK
Odporność na wahania mocy obciążenia	NIE	NIE	TAK

Tab. 1. Porównanie podstawowych funkcji zasilaczy UPS dla różnych topologii



Rys. 4. Schemat zasilania gwarantowanego

tów. Możemy pochwalić się sprzedażą ponad 8000 UPS-ów w 2020 roku.

Najbardziej zaawansowanymi rozwiązaniami są zasilacze UPS VFI-SSS-111, dla których zgodnie z IEC 62040-3 całkowite THDu $\leq 8\%$ i stabilizacja napięcia jest klasy 1. Przykładowo zasilacze UPS trójfazowe GE przekraczają wymagania Klasy 1 (najlepsze w swojej klasie) dla stabilizacji napięcia wyjściowego przy dynamicznych zmianach obciążenia: $\pm 2\%$ dla obciążenia 0-100% oraz $\pm 1,5\%$ dla obciążenia 0-50%.

Dla najbardziej wymagających klientów oferujemy również zasilacze UPS firmy ABB gdzie jakość ma swoją cenę. Firma ABB ze 130-letnią historią jest prekursorem rozwiązań modułowych zasilaczy awaryjnych (UPS), gdzie każdy moduł zasilacza jest oddzielnym autonomicznym zasilaczem UPS z własnym źródłem baterijnym. Systemy zasilania gwarantowanego oferowane przez ABB są niezaprzeczalnie najbardziej zaawansowanymi technologicznie produktami wykonanymi z największą starannością.

Wybór odpowiedniej topologii UPS wymaga dokładnej analizy potrzeb oraz ryzyka związanego z przestojami. Topologia VFI jest niezastąpiona tam, gdzie nawet najmniejsze zakłócenie może mieć poważne skutki. Właściwy dobór

UPS-a to inwestycja w bezpieczeństwo i niezawodność działania systemów. W celu zapewnienia maksymalnej niezawodności, także przez wiele godzin, proponujemy rozwiązania złożone z zespołu prądotwórczego oraz zasilacza UPS do których podłączone są odbiory wymagające odpowiedniego stopnia niezawodności zasilania.

Jako dystrybutor rozwiązań zasilania gwarantowanego z wieloletnim doświadczeniem zapewniamy dobór rozwiązania do wymagań klienta. Możemy zaoferować wykonanie zasilania gwarantowanego od projektu po wykonanie i zapewnienie serwisu przez całą dobę. Zapraszamy do zapoznania się z naszą ofertą i kontaktu z nami.



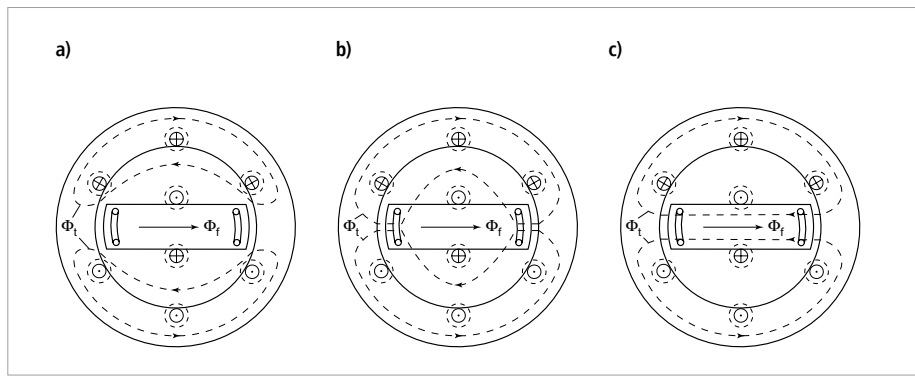
ROMI Sp. z o.o.
05-090 Raszyn
ul. Słowikowskiego 85A/Hala H6
tel. 22 846-22-62
biuro@gruparomi.pl
<https://gruparomi.pl/>

Dobór mocy źródeł zasilania awaryjnego i gwarantowanego

metodyka projektowania ochrony przeciwporażeniowej w instalacjach elektrycznych zasilanych z tych źródeł

Projektowanie ochrony przeciwporażeniowej w instalacji zasilanej z generatora zespołu prądotwórczego

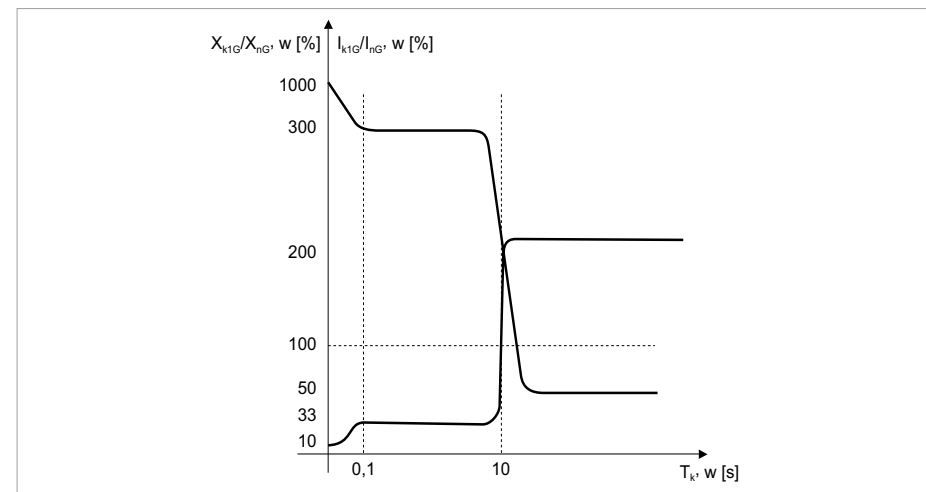
Zespół prądotwórczy w stosunku do Systemu Elektroenergetycznego jest źródłem „miękkim”, w którym impedancja obwodu zwarcio-owego ulega szybkim zmianom w czasie zwarcia (przyjmuje się, że system elektroenergetyczny charakteryzuje się stałą impedancją obwodu zwarcio-owego z uwagi na dużą wartość mocy zwarcio-owej, w upraszczających założeniach przyjmowaną jako nieskończoną). W chwili wystąpienia zwarcia ulega zmianie rozpyły strumieni magnetycznych w generatorze zespołu prądotwórczego. Rozpyły strumieni w generatorze podczas zwarcia przedstawia **rysunek 1**. W początkowej fazie zwarcia nazywanej stanem podprzejściowym, skutek działania klatki tłumiącej strumień główny wytwarzany przez prądy płynące w uzwojeniu stojana jest wypychany poza wirnik (**rys. 1a**). W stanie tym reaktancja generatora charakteryzuje się małą wartością, wynoszącą przeciętnie (10–15)% zna-



Rys. 1. Przebieg wypchanego poza wirnik strumienia stojana w czasie zwarcia: a) stan podprzejściowy, b) stan przejściowy, c) stan ustalony [11]

Moc transformatora lub generatora zespołu prądotwórczego, w [kVA]	Impedancja transformatora na jego zaciskach, w [Ω]	Reaktancja generatora na jego zaciskach przyjmowana do obliczania skuteczności samoczynnego wyłączenia (rezystancja uzwojeń stanowi zaledwie 0,03·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

Tab. 1. Zestawienie impedancji transformatora i generatora o tej samej mocy



Rys. 2. Unormowane charakterystyki: a) zmienności reaktancji zwarcio-owej generatora, b) zmienności prądu zwarcio-owego generatora, przy zwarciu na jego zaciskach, gdzie: X_{nG} – znamionowa reaktancja generatora (wartość w stanie statycznym), w [Ω], X_{k1G} – reaktancja generatora dla zwarcia jednofazowych, [Ω], I_{nG} – prąd znamionowy generatora, w [A], I_{k1G} – prąd zwarcia jednofazowego dla zwarcia na zaciskach generatora, w [A], T_k – czas trwania zwarcia, w [s] [11]

mionowej wartości reaktancji generatora w stanie statycznym. Stan ten trwa bardzo krótko ze względu na małą wartość elektromagnetycznej stałej czasowej T, wynoszącej dla generatorów nn średnio 0,01 s.

Działanie klatki tłumiącej ze względu na małą wartość jej rezystancji szybko ustaje, co skutkuje powolnym wchodzeniem strumienia głównego w wirnik (**rys. 1b**). Stan ten nazywany jest stanem przejściowym i charakteryzuje się wzrostem reaktancji generatora, która dla generatorów nn wynosi średnio (30–40)% wartości reaktancji znamionowej generatora. Generator w krótkim czasie przechodzi w stan ustalony zwarcia, co objawia się dalszym wzrostem reaktancji obwodu zwarcio-owego. W stanie ustalonym zwarcia strumień główny oraz strumień wzbudzenia zamykają się przez wir-

nik generatora (**rys. 1c**). Ponieważ kierunki tych strumieni są przeciwne, strumień wypadkowy ulega zmniejszeniu. Zjawisko to prowadzi do gwałtownego wzrostu reaktancji generatora, która dla generatorów nn wynosi (200–300)% wartości reaktancji znamionowej generatora. W zespołach prądotwórczych konstruowanych obecnie, instalowany jest regulator prądu wzbudzenia wyposażony w układ forsowania, który pozwala podczas zwarcia na utrzymanie określonej wartości reaktancji generatora przez czas nie dłuższy od 10 s, liczony od momentu zainicjowania zwarcia.

Na **rysunku 2**, przedstawiono uproszczone charakterystyki zmienności reaktancji zwarcio-owej w generatorze nowoczesnego zespołu prądotwórczego oraz zmienności prądu zwarcio-owego na jego zaciskach. Parametry obwodu zwarcio-owego ulegają szybkim zmianom, co powoduje trudności w uzyskaniu skutecznej ochrony przeciwporażeniowej w odległej instalacji odbiorczej realizowanej przez samoczynne wyłączenie. Dla porównania zachowania się generatora podczas zwarcia na **rysunku 3**, zostały przedstawione dwuuzwojeniowy jednofazowy transformator dla stanu pracy jałowej, stanu pracy normalnej oraz stanu zwarcia. Z rysunku tego wynika, że w przeciwieństwie do generatora transformator charakteryzuje się stałą drogą przepływu strumienia magnetycznego. Stan ten wskazuje na niezmiennosc parametrów zwarcio-owych transformatora. W nowoczesnych zespołach prądotwórczych, producent zapewnia (wskutek działania układów automatyki) utrzymanie prądu zwarcio-owego na zaciskach generatora o wartości 3·I_n przez 10 s (dłuższe utrzymywanie takiego stanu grozi zniszczeniem izolacji uzwojeń).

Dzięki temu do obliczeń skuteczności samoczynnego wyłączenia można przyjmować wartość reaktancji zwarcio-owej generatora X_{k1G} (na jego zaciskach) wyliczoną ze wzoru:

$$X_{k1G} = 0,33 \cdot X_{nG} = 0,33 \cdot \frac{U_{nG}^2}{S_{nG}} \quad (1)$$

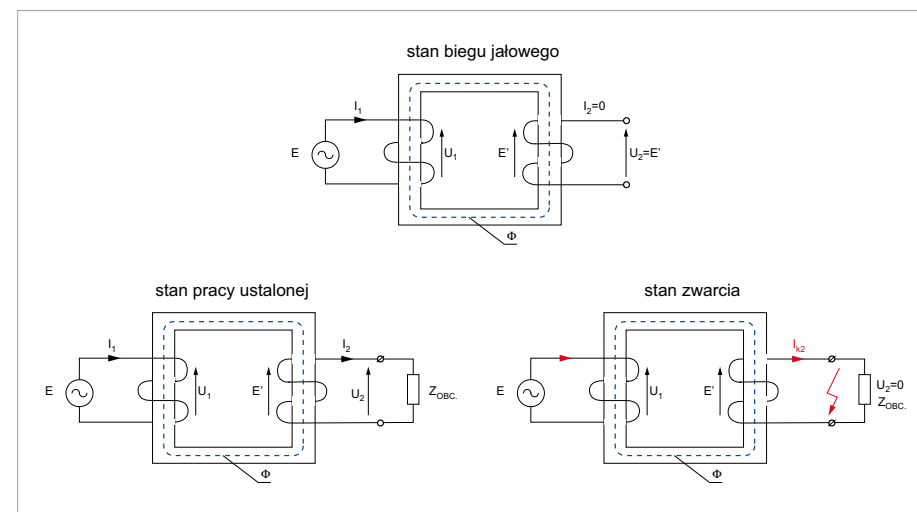
gdzie:

U_{nG} – napięcie znamionowe generatora zespołu prądotwórczego, w [kV],
S_{nG} – moc znamionowa generatora zespołu prądotwórczego, w [MVA].

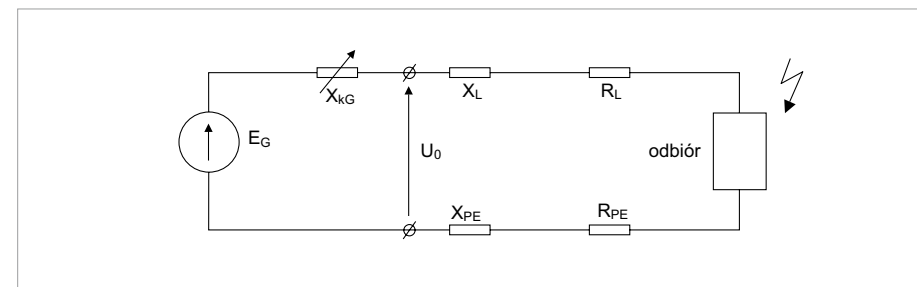
W ogólnym przypadku, przy założeniu:

$$I_k' = n \cdot I_{nG} \quad (2)$$

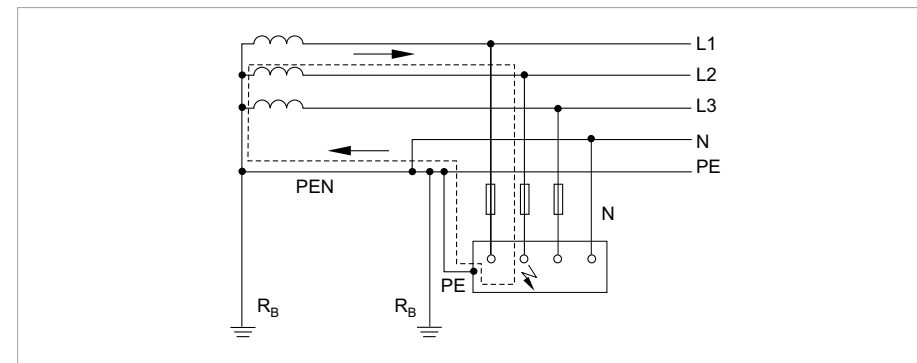
można zapisać wzór na reaktancję generatora dla zwarcia jednofazowych jako:



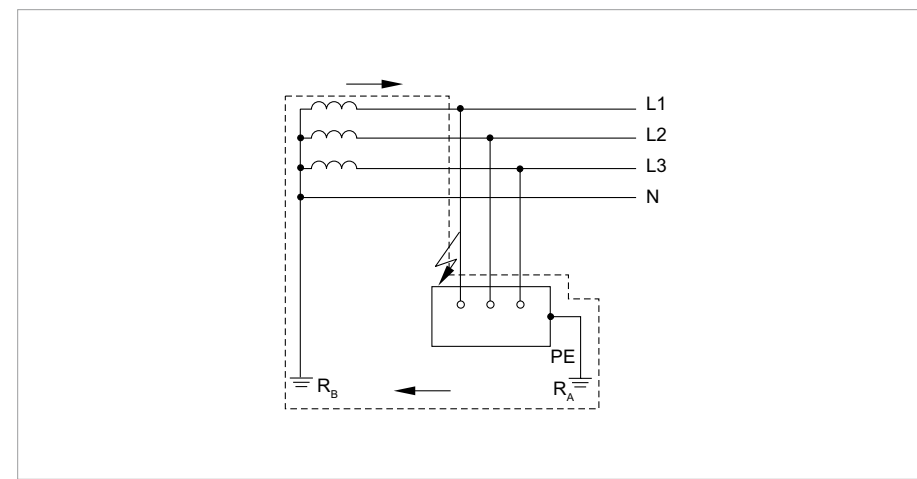
Rys. 3. Porównanie drogi strumienia magnetycznego w transformatorze jednofazowym dla różnych stanów pracy rys. J. Wiatr



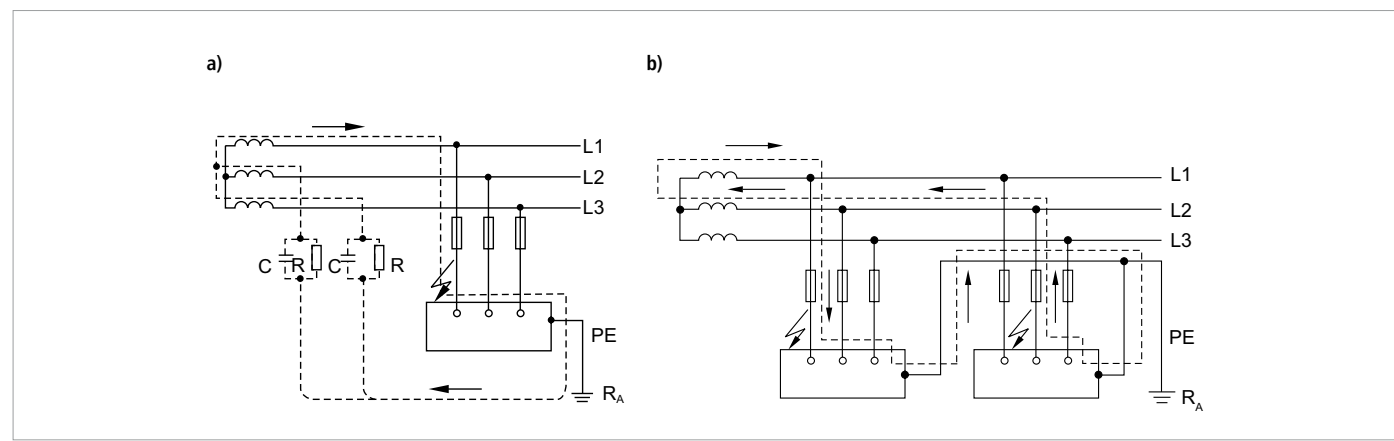
Rys. 4. Schemat jednofazowego obwodu zwarcia w instalacji zasilającej z zespołu prądotwórczego [11]



Rys. 5. Schemat układu zasilania TN-C-S z oznaczeniem obwodu zwarcia [11]



Rys. 6. Schemat układu zasilania TT [11]



Rys. 1. Przebieg wypchanego poza wirnik strumienia stojana w czasie zwarcia: a) stan podprzejściowy, b) stan przejściowy, c) stan ustalony [11]

Układ zasilania	Zakres napięcia zasilającego							
	50 V < U ₀ ≤ 120 V		120 V < U ₀ ≤ 230 V		230 V < U ₀ ≤ 400 V		U ₀ > 400 V	
	Dopuszczalny czas samoczynnego wyłączenia							
	[s]		[s]		[s]		[s]	
	ac	dc	ac	dc	ac	dc	ac	dc
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

Uwaga! Układ zasilania IT przy podwójnym zwarciu, w zależności od sposobu uziemienia zasilanych odbiorników (indywidualne, grupowe, zbiorowe), przechodzi w układ TT lub TN. Ocena tego stanu leży po stronie projektanta i w zależności od spodziewanego przejścia w układ TT lub TN należy przyjąć dopuszczalne czasy samoczynnego wyłączenia.

Tab. 2. Dopuszczalne czasy samoczynnego wyłączenia w układach zasilania TN oraz TT [5]

$$X_{k1G} = \frac{U_{nG}^2}{n \cdot S_{nG}} \quad (3)$$

gdzie:

n – krotność prądu znamionowego utrzymywaną podczas zwarcia na zaciskach generatora, podawana przez producenta ZP w DTR).

Dla porównania tych wartości w tabeli 1. zostały przedstawione impedancje wybranych transformatorów przyłączonych do Systemu Elektroenergetycznego oraz generatorów ze-

spółów prądowców. Przedstawiona w tabeli 1. reakcja generatorów po 10 sekundach od chwili powstania zwarcia ulega znacznemu zwiększeniu (rys. 2.).

Porównując dane przedstawione w tabeli 1. widać, jak duże rozbieżności występują w wartościach impedancji zwarcia obydwu źródeł.

Przez okres działania układu forsowania wzbudzenia (10 s od chwili zainicjowania zwarcia) stosunek impedancji transformatora do im-

pedancji generatora, zgodnie z tabelą 3., wyniesie:

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

Po upływie czasu działania układu forsowania wzbudzenia stosunek tych impedancji uzyskuje wartość: $Z_{kG}/Z_{kT} \approx 22$, przy której spełnienie warunku samoczynnego wyłączenia jest niemożliwe. Obwód zwarcia dla potrzeb ochrony przeciwporażeniowej przedstawia rysunek 4.

Spółród trzech układów sieci: TT, IT oraz TN (TN-C; TN-C-S i TN-S), przy zasilaniu obiektów budowlanych najbardziej nadaje się układ TN-S lub TN-C-S. Układ IT może być stosowany tylko w ograniczonym zakresie pod warunkiem, że drugie zwarcie przekształci go w układ TN i spełniony zostanie warunek samoczynnego wyłączenia w czasie podanym w tabeli 2.

Warunek samoczynnego wyłączenia w sieci TN, należy uznać za spełniony jeżeli:

$$I_{k1} = \frac{0,8 \cdot U_0}{Z_s} \geq I_a \quad (4)$$

$$Z_s = \sqrt{(X_{k1G} + X_L)^2 + (R_{kG} + R_L)^2} \quad (5)$$

gdzie:

Z_s – impedancja pętli zwarcia obejmującej źródło zasilania, przewód roboczy aż do punktu zwarcia i przewód ochronny między punktem zwarcia a źródłem, w [Ω],

I_a – prąd powodujący samoczynne zadziałanie urządzenia wyłączającego w czasie określonym przez normę PN-HD 60364-4-41 [5],

R_{kG} – rezystancja uzwojeń generatora, w [Ω]:

$$R_{kG} = 0,03 \cdot \frac{U_{nG}^2}{S_{nG}} \quad (6)$$

X_{k1G} – reakcja generatora dla zwarcia jednofazowych (wg wzoru 1), w [Ω].

Schemat układu zasilania TN z oznaczonym obwodem zwarcia przedstawia rysunek 5. W tym przypadku prąd zwarcia zamyka się w obwodzie wyznaczonym przez żyły przewodzące przewodów, w przeciwieństwie do układu zasilania TT (rys. 6.), gdzie obwód prądów zwarcia zamyka się przez rezystancję uziemienia R_A oraz R_B . Duże wartości rezystancji uziemienia w układzie zasilania TT powodują znaczne ograniczenie wartości prądów zwarcia, co skutkuje trudnościami w spełnieniu warunku samoczynnego wyłączenia dla zabezpieczeń o prądzie znamionowym większym od 16 A.

Przy zasilaniu z zespołu prądowców uzyskanie skutecznej ochrony przeciwporażeniowej przy zastosowaniu tylko urządzeń przetężeniowych może być nieskuteczne. Konieczne zatem wydaje się zastosowanie urządzeń różnicowoprądowych w instalacji odbiorczej. Do instalacji zasilającej gniazda przeznaczone do zasilania odbiorników ręcznych należy stosować wyłączniki różnicowoprądowe o znamionowym prądzie różnicowym nie większym od 30 mA.

W układzie TT w zależności od przyjętego aparatu zabezpieczającego obowiązują następujące warunki samoczynnego wyłączenia:

a) zabezpieczenie nadprądowe:

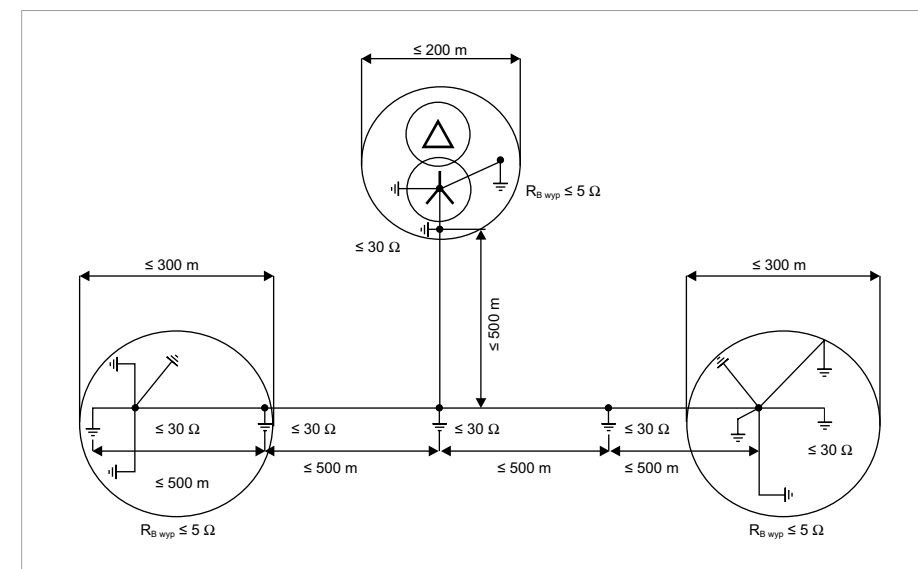
$$I_{k1} = \frac{0,8 \cdot U_0}{Z_{k1}} \geq I_a \quad (7)$$

b) zabezpieczenie wyłącznikiem różnicowoprądowym ($I_{\Delta n}$ – znamionowy prąd różnicowy wyłącznika różnicowoprądowego; U_L – dopuszczalne długotrwale napięcie dotykowe):

$$R_A \leq \frac{U_L}{I_{\Delta n}} \quad (8)$$

W przypadku układu zasilania IT, którego schemat przedstawia rysunek 7., obowiązują nieco odmienne wymagania, gdyż pojedyncze zwarcie jest niegroźne i powinno być zasygnalizowane przez UKSI (pominięty na rysunku 7.) w celu podjęcia natychmiastowych działań mających na celu niedopuszczenie do drugiego zwarcia. Pojawiające się drugie zwarcie przekształca układ zasilania w zależności od sposobu uziemienia w układ zasilania TN lub TT. W rozpatrywanym przypadku najkorzystniejszym jest przejście układu IT, przy drugim zwarcu w układ TN.

Wymaga to zbiorowego uziemienia wszystkich odbiorników zasilanych ze wspólnego źródła i oceny czasu samoczynnego wyłączenia właściwego dla układu zasilania TN. Sposoby



Rys. 9. Wymagania dotyczące uziemienia zespołu prądowców zgodnie z normą N SEP-E001 [6]

uziemienia odbiorników przy zasilaniu w układzie IT przedstawia rysunek 8.

Wymagania w zakresie samoczynnego wyłączenia przy podwójnym zwarciu zgodnie z normą [5] przedstawiają poniższe wzory:

a) układ zasilania z przewodem neutralnym:

$$I_k = \frac{U_0}{Z_s} \geq I_a \quad (9)$$

b) układ zasilania bez przewodu neutralnego:

$$I_k = \frac{U_0}{Z_s} \geq I_a \quad (10)$$

gdzie:

Z_s ; Z_s' – impedancja obwodu zwarcia dla zwarcia podwójnych, w [Ω],
 U_0 – napięcie pomiędzy przewodem fazowym a uziemionym przewodem ochronnym, w [V],
 U_n – napięcie międzyfazowe, w [V],
 I_a – prąd wyłączający zabezpieczenie w czasie dopuszczonym przez normę PN-HD 60364-4-41 [5].

Rezystancja uziemienia punktu neutralnego generatora stacjonarnego zespołu prądowców pracującego w układzie zasilania awaryjnego nie może być wyższa niż 5 Ω. Wymagania w tym zakresie precyzuje norma N SEP-E 001 Sieci elektroenergetyczne nn. Ochrona przeciwporażeniowa [6], a ich ilustrację graficzną przedstawia rysunek 9. (zgodnie z niemiecką normą DIN VDE 0100-5-55 [11] w warunkach polowych wymagana wartość uziemienia punktu neutralnego generatora nie może być większa od 50 Ω).

Wymagania określone w normie N SEP-E 001 [6], wynikają bezpośrednio z rysunku 9.

W celu niedopuszczenia do pojawienia się napięcia niebezpiecznego dla zasilanych odbiorników

w fazach nieobjętych zwarciem, rezystancja punktu neutralnego generatora nie może przekraczać 5 Ω. Wartość ta wynika z następującego rozumowania:

$$I_d = \frac{U_0}{R_B + R_E} \quad (11)$$

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

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

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

$$R_E = 10 \Omega$$

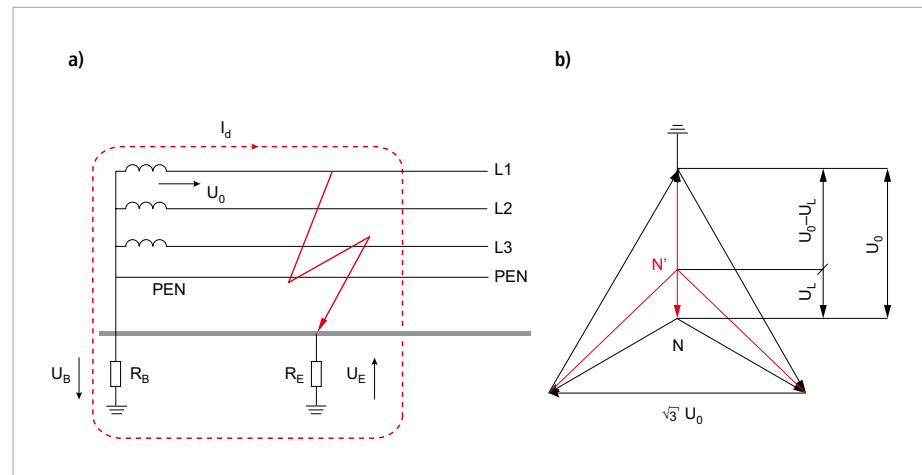
– wg standardów IEC
zatem: $R_B \leq 2,78 \Omega$

Przy nieprzekroczeniu wartości 50 V wektora napięcia punktu neutralnego w fazach nieuszkodzonych pojawi się napięcie o wartości nie większej od 260 V, co zabezpiecza zasilane odbiorniki przed uszkodzeniem:

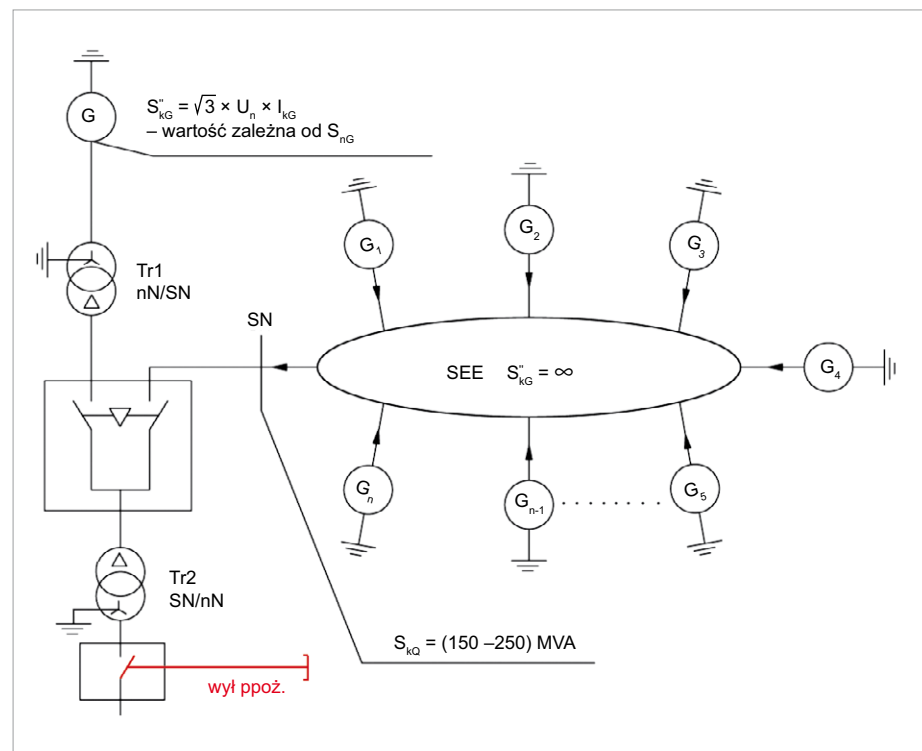
$$= \sqrt{\left(\frac{\sqrt{3} \cdot 230}{2}\right)^2 + (230 \cdot \cos 60^\circ + 50)^2} \approx 260 V \quad (12)$$

Wartość 5 Ω była właściwa do momentu obowiązywania napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwale o wartości 65 V oraz wartości $R_E = 12 \Omega$.

W 1991 roku nastąpiła zmiana wymagań w tym zakresie, która wprowadziła $U_L = 50 V$ oraz $R_E = 10 \Omega$. W jej wyniku właściwa wartość $R_B = 2,8 \Omega$. Norma w tym przypadku złagodziła ten wymóg, żądając, by wypadkowa rezystancja uziemienia wszystkich uziołów w zakresie wspólnego źródła nie przekraczała wartości 5 Ω.



Rys. 10. Obwód zwarcia przy doziemieniu przewodu fazowego z pominięciem przewodu PEN: a) obwód zwarcia, b) wykres wskazowy napięć rys. J. Wiatr



Rys. 11. Układ zasilania odbiorników nn, znajdujących się w znacznej odległości od ZP rys. J. Wiatr

W przypadku rezystywności gruntu $\rho \geq 500 \Omega \cdot \text{m}$, warunek uziemienia jest określony następującym wzorem [6]:

$$R = 5 \Omega \Rightarrow R \geq \frac{\rho_{\min}}{100} \quad (13)$$

W przypadku przyłączenia zespołu prądowłóczego poprzez transformator nn/SN, jak zostało przedstawione na rysunku 10., co występuje przy dużych odległościach od zasilanych odbiorników, wartości prądów zwarcia będą uzależnione od zmian impedancji generatora i należy je uwzględnić w obliczeniach.

Jednokreskowy schemat obwodu zwarcia w takim przypadku przedstawia rysunek 11.

Natomiast impedancję obwodu zwarcia należy określić za pomocą następującego wzoru:

$$Z = Z_{k1G} + 2 \cdot Z_{L1n} + Z_{kTn/SN} + Z_{LSN} + Z_{kTSN/nN} + 2 \cdot Z_{L2n} \quad (14)$$

Należy pamiętać, że zmiany impedancji generatora podczas zwarcia są śledzone nadążnie w zasilanym odbiorniku.

Ograniczenie impedancji źródła do niezmiennych wartości dolnych uzwojeń transformatora SN/nn przyjmowanej przy zasilaniu z Systemu Elektroenergetycznego prowadzi do błędów.

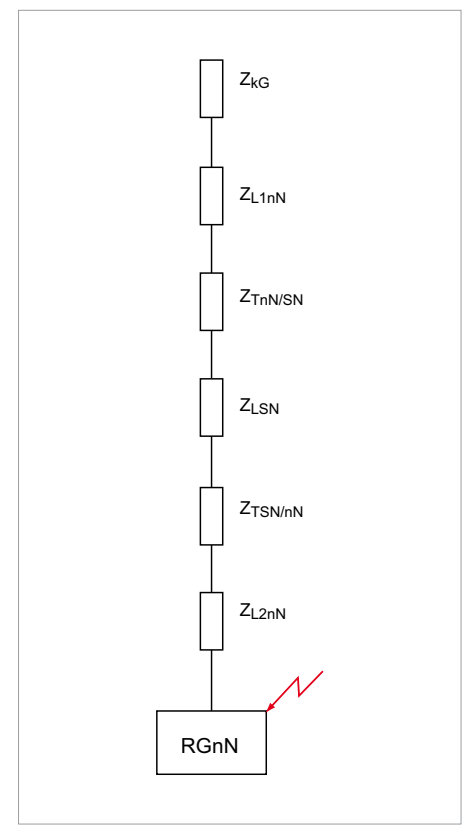
W tabeli 2. podane zostały dopuszczalne czasy samoczynnego wyłączenia dla układu

zasilania TN oraz układu zasilania TT, zgodne z wymaganiami normy [5].

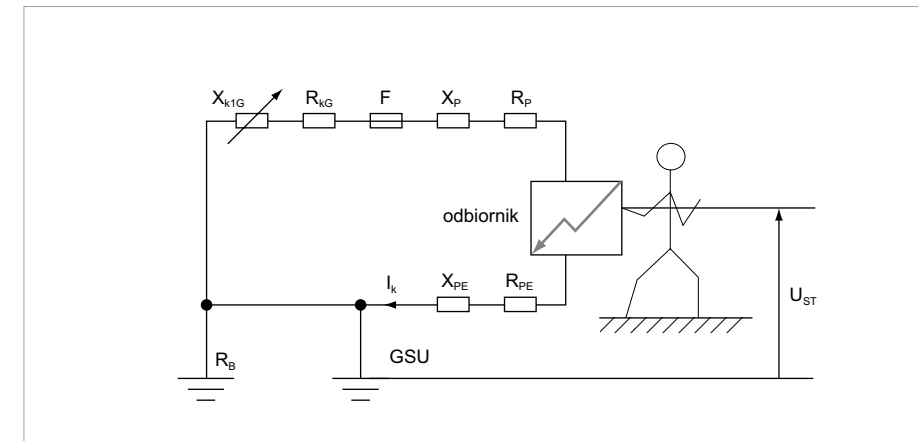
W przypadku gdy spełnienie warunku samoczynnego wyłączenia w instalacji zasilanej z zespołu prądowłóczego jest niemożliwe, należy przeprowadzić ocenę skuteczności ochrony przeciwporażeniowej przy uszkodzeniu (przed dotykem pośrednim) przez sprawdzenie, czy w czasie zwarcia doziemnego przy przepływie prądu zwarcia równego wartości prądu I_a wyłączającego zabezpieczenie w czasie dopuszczonym przez normę [5], na częściach przewodzących dostępnych wystąpi napięcie dotykowe U_{ST} o wartości nieprzekraczającej wartości napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwale U_L w danych warunkach środowiskowych ($U_{ST} \leq U_L$).

Obwód zwarcia w takim przypadku przedstawia rysunek 12., na którym widoczny jest przewód ochronny PE łączący chronione urządzenie z Główną Szyną Uziemiającą (GSU) budynku.

W takim przypadku, zgodnie z wymaganiami określonymi w PN-HD 60364-4-41 [5] uważa się, że ochrona jest skuteczna, jeżeli napięcie dotykowe U_{ST} jest mniejsze od napięcia dotykowego U_L dopuszczalnego długotrwale w danych warunkach środowiskowych. Przy upraszczającym



Rys. 12. Jednokreskowy schemat obwodu zwarcia dla układu zasilania awaryjnego z przyłączonym zespołem prądowłóczym do linii SN rys. J. Wiatr



Rys. 13. Napięcie dotykowe na obudowie uszkodzonego odbiornika przy zwarcu jednofazowym z ziemią, gdzie: I_k – prąd zwarcia, R_{kG} – rezystancja uzwojenia generatora, X_{k1G} – reaktancja generatora przyjmowana do obliczenia zwarcia jednofazowego, R_p – rezystancja przewodów zasilających odbiornik, X_p – reaktancja przewodów zasilających odbiornik, R_{PE} – rezystancja przewodu ochronnego, X_{PE} – reaktancja przewodu ochronnego, F – zabezpieczenie, GSU – główna szyna uziemiająca, R_B – rezystancja uziemienia generatora zespołu prądowłóczego [8]

założeniu ($Z_{PE} \approx R_{PE}$) oraz przyjęciu $I_k = I_a$, można zapisać następujący warunek:

$$U_{ST} = I_a \cdot R_{PE} = \frac{I}{\gamma \cdot S_{PE}} \leq U_L \quad (15)$$

gdzie:

I_a – prąd wyłączający urządzenia zabezpieczającego (w obwodzie zasilania zespołu prądowłóczego lub urządzenia odbiorczego) w czasie określonym w normie PN-HD 60364-4-41 [5], w [A],

R_{PE} – wartość rezystancji przewodu połączenia wyrównawczego miejscowego PE pomiędzy częściami przewodzącymi dostępnymi jednocześnie, w [Ω],

U_L – dopuszczalna długotrwale w danych warunkach środowiskowych wartość napięcia dotykowego, w [V],

l – długość przewodu ochronnego łączącego chronione urządzenie z GSU, w [m],

γ – konduktywność żyły przewodzącej, w [$\text{m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2)$].

Przekształcenia wzoru (15) pozwalają uzyskać wzór na wymagany przekrój przewodu ochronnego PE, łączącego chronione urządzenie z GSU:

$$S_{PE} \geq \frac{I_a \cdot l}{U_L \cdot \gamma} \quad (16)$$

w którym przepływający prąd zwarcia jednofazowego I_{k1} spowoduje:

» przy $I_{k1} \geq I_a$, samoczynne wyłączenie zasilania chronionego odbiornika,

» przy $I_{k1} < I_a$, pojawienie się napięcia dotykowego spełniającego warunek: $U_{ST} \leq U_L$.

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

wanie przy dowolnej wartości spodziewanego prądu zwarcia.

Zasady projektowania ochrony przeciwporażeniowej przy zasilaniu z UPS

W zasilaczu UPS przy zwarcu na jego wyjściu automatyka przekształtnika powoduje ograniczenie prądu zwarcia do wartości 2,5 I_n . Ograniczenie prądu zwarcia do takiej wartości jest podyktowane koniecznością ochrony elementów aktywnych przekształtnika. Może jednak to skutkować niemożliwością samoczynnego wyłączenia w czasie wymaganym przez normę PN-HD 60364-4-41:2009 [5].

Należy jednak pamiętać, że w tym przypadku zwarcie jednofazowe jest cyklicznie zasilane przez wszystkie trzy fazy wskutek działania automatyki przekształtnika. W takim przypadku zasadnym jest zabezpieczenie obwodów odbiorczych wyłącznikami różnicowoprądowymi o znamionowym prądzie różnicowym nie większym od 30 mA lub połączeniu chronionego odbiornika z GSU budynku przewodem PE o przekroju dobranym zgodnie z wzorem (16). W konsekwencji należy rozpatrywać dwa przypadki:

- » praca w warunkach normalnych, gdzie obowiązują opisane ograniczenia,
- » praca na bypasie, gdzie konieczna jest ocena samoczynnego wyłączenia na ogólnych zasadach.



XXV KONFERENCJA
NAUKOWO-TECHNICZNA
BEZPIECZEŃSTWO ELEKTRYCZNE
ELSAF 2025

oraz
XV SZKOŁA OCHRONY
PRZECIWPORAŻENIOWEJ

23-26.09.2025 r.

Szanowni Państwo,

Katedra Energoelektryki Politechniki Wrocławskiej zaprasza w dniach 23–26 września 2025 r. na jubileuszową XXV konferencję naukowo-techniczną „Bezpieczeństwo Elektryczne – ELSAF 2025” oraz towarzyszącą jej „XV Szkołę Ochrony Przeciwporażeniowej”. Podczas obrad konferencji poruszane będą następujące zagadnienia:

- bezpieczeństwo elektryczne w instalacjach zasilanych z odnawialnych źródeł energii oraz urządzeniach o specjalnym przeznaczeniu,
- bezpieczeństwo instalowania i użytkowania odnawialnych źródeł energii oraz magazynów energii,
- organizacja bezpiecznej pracy przy urządzeniach elektrycznych, w tym pracy pod napięciem,
- analiza zagrożeń związanych z magazynowaniem energii elektrycznej i ładowaniem pojazdów elektrycznych,
- środki ochrony przeciwporażeniowej i przeciwpożarowej, odgromowej i przepięciowej,
- wpływ pola elektromagnetycznego i elektryczności statycznej na organizmy żywe i środowisko.

W ramach Szkoły Ochrony Przeciwporażeniowej przewiduje się wykłady dla inżynierów i techników elektryków, które będą poruszały w sposób przystępny praktyczne aspekty ochrony przeciwporażeniowej, przeciwpożarowej oraz odgromowej.

Więcej informacji dostępnych jest na stronie internetowej <http://elsaf.pwr.wroc.pl>

W imieniu Komitetu Naukowo-Organizacyjnego
dr inż. Marek Jaworski
– sekretarz konferencji

mgr inż. Mirosław Miegóń

Zastosowanie zasilaczy UPS w układach zasilania urządzeń przeciwpożarowych

Źródła zasilania, jakie mogą być stosowane do zasilania urządzeń przeciwpożarowych, muszą spełniać wymagania prawne określone przez rozporządzenia Parlamentu Europejskiego, ustaw sejmowych i rozporządzeń rządowych. Zasilacze powinny przede wszystkim spełniać dyrektywy i przepisy prawne dla sprzętu elektrycznego instalowanego w budynkach i nie mogą w żaden sposób stanowić niebezpieczeństwa zarówno dla osób użytkujących budynek, jak i dla ekip ratunkowych i pożarowych.

Deklaracje zgodności CE muszą spełniać poniższe dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady Europy:

- » Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/35/UE z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do udostępniania na rynku sprzętu elektrycznego przewidzianego do stosowania w określonych granicach napięcia (dyrektywa niskonapięciowa),
- » Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/30/WE z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do kompatybilności elektromagnetycznej (dyrektywa EMC) oraz Komunikat Komisji w ramach wdrażania dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/30/UE w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do kompatybilności elektromagnetycznej (Publikacja tytułów i odniesień do norm zharmonizowanych na mocy prawodawstwa harmonizacyjnego Unii (2016/C 293/03),

STRESZCZENIE

Regulacje prawne na polskim rynku budowlanym związane z wykorzystaniem zasilaczy UPS w układach zasilania urządzeń przeciwpożarowych. Przegląd norm, ustawodawstwa UE oraz obowiązujących lokalnych ustaw i rozporządzeń.

Słowa kluczowe: zasilacze UPS, zasilanie urządzeń przeciwpożarowych.

» Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2011/65/UE z dnia 8 czerwca 2011 r. w sprawie ograniczenia stosowania niektórych niebezpiecznych substancji w sprzęcie elektrycznym i elektronicznym (Dyrektywa RoHS o ograniczeniu stosowania substancji szkodliwych).

Poza powyższymi podstawowymi dla urządzeń elektrycznych wytycznymi, grupa zasilaczy elektrycznych przeznaczonych do zasilania urządzeń przeciwpożarowych powinna spełniać wymagania nakreślone w powyższych dyrektywach, jeśli nie zostały one uwzględnione lub zdefiniowane w dokumencie: Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) NR 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r., ustanawiającym zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dyrektywę Rady 89/106/EWG

Wprowadzanie wyrobów budowlanych na polski rynek regulowane jest przez Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dyrektywę Rady 89/106/EWG oraz Ustawę z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych. Rozporządzenie 305/2011 obowiązuje w całości od 1 lipca 2013 r., a jego przepisy stosowane są bezpośrednio we wszystkich państwach członkowskich Unii Europejskiej. **Rozporządzenie określane jest skrótem CPR** (ang. *Construct Product Regulation*).

Rozporządzenie Parlamentu i Rady Europy 305/2011 dotyczy wyrobów budowlanych. **Celem rozporządzenia** zapisanym na wstępie w założeniach dokumentu: **mając na uwadze, co następuje:**

(1) Przepisy państw członkowskich wymagają, **by obiekty budowlane były projektowane i wykonywane w sposób niezagrażający bezpieczeństwu ludzi, zwierząt domowych ani mienia oraz niewywierający szkodliwego wpływu na środowisko.**

(10) Usunięcie przeszkód technicznych w dziedzinie budownictwa możliwe jest wy-

łącznie poprzez **ustanowienie zharmonizowanych specyfikacji technicznych służących do oceny właściwości użytkowych wyrobów budowlanych.**

(11) Te zharmonizowane **specyfikacje techniczne** powinny obejmować badania, obliczenia i inne środki **zdefiniowane w normach zharmonizowanych oraz w europejskich dokumentach oceny do celów oceny właściwości użytkowych w odniesieniu do zasadniczych charakterystyk wyrobów budowlanych.**

Artykuł 2 Definicje na użytek niniejszego rozporządzenia stosuje się następujące definicje:

1) „**wyrób budowlany**” oznacza każdy **wyrób lub zestaw** wyprodukowany i wprowadzony do obrotu **w celu trwałego wbudowania w obiektach budowlanych** lub ich częściach, którego właściwości wpływają na właściwości użytkowe obiektów budowlanych w stosunku do podstawowych wymagań dotyczących obiektów budowlanych;

Rozdział IV Zharmonizowane specyfikacje techniczne rozporządzenia definiuje, na jakiej podstawie i jakie parametry powinna zawierać specyfikacja techniczna wyrobów budowlanych.

p. 1 odwołuje się do załącznika I do dyrektywy 98/34/WE wymieniającego organa europejskie wydające normy. Są to: CEN – Europejski Komitet Normalizacyjny, CENELEC – Europejski Komitet Normalizacyjny Elektrotechniki, ETSI – Europejski Instytut Norm Telekomunikacyjnych.

3. Normy zharmonizowane określają metody i kryteria oceny właściwości użytkowych wyrobów budowlanych w odniesieniu do ich zasadniczych charakterystyk.

Artykuł 19 Europejski dokument oceny
1. W następstwie wniosku o wydanie europejskiej oceny technicznej, złożonego przez producenta, organizacja **JOT opracowuje i przyjmuje europejski dokument oceny dla każdego wyrobu budowlanego nieobjętego lub nie w pełni objętego normą zharmonizowaną,** którego właściwości użytkowe w odniesieniu do

Kod	Grupa wyrobów
10	Stale urządzenia gaśnicze (wyroby do wykrywania i sygnalizacji pożaru, stale urządzenia gaśnicze, wyroby do kontroli rozprzestrzeniania ognia i dymu oraz do tłumienia wybuchu)
31	Kable zasilania, sterujące i komunikacyjne
35	Wyroby do zatrzymywania ognia, uszczelniające i ochrony ogniowej, wyroby hamujące palność

Tab. 1. Załącznik IV – grupy wyrobów i wymagania dotyczące jednostek ds. oceny technicznej grupy tabela 1 – grupy wyrobów)

jego zasadniczych charakterystyk nie mogą być w pełni ocenione zgodnie z istniejącą normą zharmonizowaną, ponieważ między innymi:

- a) dany wyrób nie jest objęty zakresem żadnej istniejącej normy zharmonizowanej;
- b) w odniesieniu do co najmniej jednej zasadniczej charakterystyki tego wyrobu metoda oceny przewidziana w normie zharmonizowanej nie jest właściwa; lub
- c) norma zharmonizowana nie przewiduje żadnej metody oceny w odniesieniu do co najmniej jednej zasadniczej charakterystyki tego wyrobu.

Artykuł 21 Obowiązki JOT otrzymującej wniosek dotyczący europejskiej oceny technicznej:

1. JOT otrzymująca wniosek dotyczący europejskiej oceny technicznej informuje producenta, jeżeli dany wyrób budowlany jest w całości lub w części objęty zharmonizowaną specyfikacją techniczną w następujący sposób:

a) **jeżeli wyrób jest w pełni objęty normą zharmonizowaną**, JOT informuje producenta, że zgodnie z art. 19 ust. 1 **europejska ocena techniczna nie może być wydana dla tego wyrobu;**

b) **jeżeli wyrób jest w pełni objęty europejskim dokumentem oceny**, JOT informuje producenta, że ten **dokument będzie służył jako**

podstawa europejskiej oceny technicznej, która ma zostać wydana;

c) **jeżeli wyrób nie jest objęty lub nie jest w pełni objęty żadną zharmonizowaną specyfikacją techniczną, JOT stosuje procedury określone w załączniku II** lub ustanowione zgodnie z art. 19 ust. 3 (zmiana załącznika II).

Jednym z podstawowych wymagań dotyczących obiektów budowlanych w rozporządzeniu 305/2011 jest wymieniony w załączniku I:

Załącznik I Podstawowe wymagania dotyczące obiektów budowlanych

2. Bezpieczeństwo pożarowe

Obiekty budowlane muszą być zaprojektowane i wykonane w taki sposób, aby w przypadku wybuchu pożaru:

- a) nośność konstrukcji została zachowana przez określony czas;
- b) powstawanie i rozprzestrzenianie się ognia i dymu w obiektach budowlanych było ograniczone;
- c) rozprzestrzenianie się ognia na sąsiednie obiekty budowlane było ograniczone;
- d) osoby znajdujące się wewnątrz mogły opuścić obiekt budowlany lub być uratowane w inny sposób;
- e) uwzględnione było bezpieczeństwo ekip ratowniczych.

Wyroby budowlane zostały podzielone na grupy w załączniku IV (**tab. 1.**), a kolejne załączniki określają systemy oceny stałości wartości użytkowych wyrobów. Pośród grup znajdują się wyroby prefabrykowane z betonu, materiały termoizolacyjne, kominy, wyroby gipsowe, kruszywa, kleje budowlane; kable zasilania, sterujące i telekomunikacyjne; wyroby do zatrzymywania ognia, uszczelniające i ochrony ogniowej, wyroby hamujące palność.

W zestawieniu załącznika znajduje się także grupa związana z ochroną przeciwpożarową.

Zalecenia Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady Europy zostały uregulowane prawnie w Polsce poprzez Ustawę z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych.

W art. 1. p. 1. ustawa określa zasady wprowadzania do obrotu lub udostępniania na rynku krajowym wyrobów budowlanych, zasady kontroli wyrobów budowlanych wprowadzonych do obrotu lub udostępnianych na rynku oraz określa właściwość organów w zakresie wykonywania zadań administracyjnych i obowiązków wynikających z rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. ustanawiającego zharmonizo-

Lp.	Grupa wyrobów budowlanych	Zamierzone zastosowanie wyrobów budowlanych	Klasy	Krajowy system oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych
10	Stale urządzenia przeciwpożarowe (wyroby do wykrywania i sygnalizacji pożaru, wyroby do kontroli rozprzestrzeniania ciepła i dymu oraz tłumienia wybuchu, systemy ewakuacyjne)	Do zastosowania w obiektach budowlanych	–	1
	Systemy sygnalizacji pożarowej – elementy składowe: ..., źródła zasilania, ...			
	Systemy tłumienia i gaszenia pożaru – elementy składowe: ... urządzenia sterujące i sygnalizujące, źródła zasilania, ...			
	Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła – elementy składowe: ..., źródła zasilania, ...			
	Systemy ewakuacyjne – elementy składowe: ..., źródła zasilania, ...			

¹⁾ Obowiązek sporządzenia krajowej deklaracji właściwości użytkowych dotyczy wyrobów budowlanych nieobjętych art. 5 ust. 1 oraz art. 5 ust. 3 ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych, co oznacza, że wyroby budowlane objęte normami zharmonizowanymi lub zgodne z wydanymi dla nich europejskimi ocenami technicznymi, które wprowadzane są do obrotu lub udostępniane na rynku krajowym zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. ustanawiającym zharmonizowane warunki wprowadzenia do obrotu wyrobów budowlanych i uchylającym dyrektywę Rady 89/106/EWG (Dz. Urz. UE L 88 z 04.04.2011, str. 5, Dz. Urz. UE L 103 z 12.04.2013, str. 10, Dz. Urz. UE L 157 z 27.05.2014, str. 76 i Dz. Urz. UE L 159 z 28.05.2014, str. 41), zwanym dalej „rozporządzeniem Nr 305/2011”, oraz wyroby budowlane wprowadzone do obrotu na tzw. „zasadzie wzajemnego uznawania” nie są objęte zakresem niniejszego załącznika.

Tab. 2. Grupy wyrobów budowlanych objęte obowiązkiem sporządzania krajowej deklaracji właściwości użytkowych oraz wymagane dla tych grup krajowe systemy oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych ¹⁾

Urządzenia do uruchamiania urządzeń przeciwpożarowych, wykorzystywanych przez jednostki ochrony przeciwpożarowej		
Lp.	Nazwa wyrobu	Techniczny dokument odniesienia
12	2) Zasilacze urządzeń przeciwpożarowych	Wymagania techniczno-użytkowe

Tab. 3. Załącznik nr 1 WYKAZ WYROBÓW

wane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych.

Art. 1. P. 2 Do akredytacji, autoryzacji i notyfikacji jednostek uczestniczących w procesie oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych stosuje się odpowiednio przepisy rozdziału 4 i 5 ustawy z dnia 13 kwietnia 2016 r. o systemach oceny zgodności i nadzoru rynku (DzU poz. 542 i 1228).

Ustawa z dnia 13 kwietnia 2016 r. o systemach oceny zgodności i nadzoru rynku (DzU 20016 poz. 542) wprowadza wymagania dotyczące wprowadzenia wyrobów budowlanych.

Rozdział 2 Ocena zgodności wyrobów określa, jakie wymagania muszą spełniać produkty wprowadzone na rynek.

Art. 5. Wyroby wprowadzane do obrotu lub oddawane do użytku muszą spełniać wymagania.

Art. 6. Oznakowanie CE, a w przypadku przyrządów pomiarowych także dodatkowe oznakowanie metrologiczne, umieszcza się na wyrobie podlegającym obowiązkowi oceny zgodności po przeprowadzeniu tej oceny i potwierdzeniu zgodności wyrobu z wymaganiami, a przed wprowadzeniem wyrobu do obrotu lub oddaniem go do użytku.

Art. 7. 1. Obowiązkowej ocenie zgodności przed wprowadzeniem do obrotu lub oddaniem do użytku podlegają wyroby, dla których określono wymagania w bezpośrednio stosowanym unijnym prawodawstwie harmonizacyjnym lub przepisach wdrażających unijne prawodawstwo harmonizacyjne, w tym w przepisach wydanych na podstawie art. 12.

Art. 12. Minister kierujący działem administracji rządowej właściwym ze względu na przedmiot oceny zgodności określi, w drodze rozporządzenia:

- 1) wymagania dla wyrobów podlegających ocenie zgodności określonych w dyrektywach nowego podejścia, Dziennik Ustaw – 6 – Poz. 542
- 2) procedury oceny zgodności,
- 3) zakres dokumentacji technicznej wyrobów,
- 4) sposób oznakowania wyrobów,
- 5) elementy deklaracji zgodności,
- 6) dodatkowe warunki udzielania autoryzacji jednostkom oceniającym zgodność, jeśli takie

warunki są określone w dyrektywach nowego podejścia – biorąc pod uwagę rodzaje wyrobów oraz stopień stwarzanych przez nie zagrożeń, a także inne wymagania zawarte w dyrektywach nowego podejścia.

USTAWA z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (tj. DzU z 2019 r. poz. 266.)

Art. 5.
1. Wyrób budowlany objęty normą zharmonizowaną lub zgodny z wydaną dla niego europejską oceną techniczną, może być wprowadzony do obrotu lub udostępniany na rynku krajowym wyłącznie zgodnie z rozporządzeniem Nr 305/2011. Wzór oznakowania CE określa załącznik II do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) Nr 765/2008 z dnia 9 lipca 2008 r. ustanawiającego wymagania w zakresie akredytacji i nadzoru rynku odnoszące się do warunków wprowadzania produktów do obrotu i uchylającego rozporządzenie (EWG) nr 339/93 (Dz. Urz. UE L 218 z 13.08.2008, s. 30).

3. Wyrób budowlany nieobjęty zakresem przedmiotowym zharmonizowanych specyfikacji technicznych, o których mowa w art. 2 pkt 10 rozporządzenia Nr 305/2011 (aut. art.2 pkt 10. 'harmonised technical specifications' means harmonised standards and European Assessment Documents), może być udostępniany na rynku krajowym, jeżeli został legalnie wprowadzony do obrotu w innym państwie członkowskim Unii Europejskiej lub w państwie członkowskim Europejskiego Porozumienia o Wolnym Handlu (EFTA) – stronie umowy o Europejskim Obszarze Gospodarczym oraz w Turcji, a jego właściwości użytkowe umożliwiają spełnienie podstawowych wymagań przez obiekty budowlane zaprojektowane i budowane w sposób określony w przepisach techniczno-budowlanych oraz zgodnie z zasadami wiedzy technicznej. Wraz z wyrobem budowlanym udostępnianym na rynku krajowym dostarcza się informacje o jego właściwościach użytkowych oznaczonych zgodnie z przepisami państwa, w którym wyrób budowlany został wprowadzony do obrotu, instrukcje stosowania, instrukcje obsługi oraz informacje dotyczące zagrożenia dla zdrowia i bezpieczeństwa,

jakie ten wyrób stwarza podczas stosowania i użytkowania.

ROZPORZĄDZENIE MINISTRA INWESTYCJI I ROZWOJU^{*)} z dnia 13 czerwca 2018 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (DzU poz. 1966). Rozporządzenie zmienia listę wyrobów oraz przesunę datę obowiązków posiadania krajowej deklaracji właściwości użytkowych wyrobów budowlanych.

§ 14. Producent wyrobu budowlanego wymienionego w załączniku nr 1 do rozporządzenia, który zgodnie z przepisami obowiązującymi do dnia 31 grudnia 2016 r. nie był objęty obowiązkiem znakowania znakiem budowlanym, nie jest obowiązany do dnia 30 czerwca 2019 r. sporządzać krajowej deklaracji przy wprowadzaniu do obrotu lub udostępnianiu na rynku krajowym tego wyrobu budowlanego^{*)}.

Załącznik do rozporządzenia Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 13 czerwca 2018 r. (poz. 1233)

Krajowy system oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych 1 (**tab. 2.):**

- 1) Działania producenta:
 - a) zakładowa kontrola produkcji,
 - b) badanie próbek w zakładzie produkcyjnym zgodnie z ustalonym planem.
- 2) Ocena i weryfikacja przeprowadzona przez jednostkę certyfikującą:
 - a) ocena właściwości użytkowych wyrobu na podstawie próbek, obliczeń i dokumentacji wyrobu,
 - b) wstępna inspekcja zakładu produkcyjnego i zakładowej kontroli produkcji,
 - c) wydanie krajowego certyfikatu stałości wartości użytkowych,
 - d) kontynuacja nadzoru, oceny i ewaluacji zakładowej kontroli produkcji.

^{*)} W dniu oddania do druku funkcjonował projekt rozporządzenia zmieniającego dzień 30 czerwca 2019 roku na dzień 31 grudnia 2020 roku.

PN-EN 12101-10:2007 Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła. Część 10: Zasilacze

Dotyczy wymagań i metody badań podstawowego i rezerwowego, elektrycznego i pneumatycznego zasilacza stosowanego w systemach kontroli rozprzestrzeniania się dymu i ciepła w obiektach budowlanych. Jako rezerwowe źródła zasilania poza siecią energetyczną (może być więcej źródeł podstawowych, niewyłączony UPS) dopuszcza się baterie akumulatorów lub zespoły prądotwórcze.

Norma nie przewiduje stosowania innych urządzeń, jednak w przypadku ograniczeń środowiskowych (zanieczyszczenie powietrza lub hałas) alternatywnym rozwiązaniem mogłyby być magazyny energii, coraz częściej wykorzystywane w obiektach budowlanych, pozwalające ograniczyć szczyty poboru mocy i wykorzystywać energię ze źródeł alternatywnych lub tańszych tariff energetycznych).

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 (DzU Nr 143/2007, poz. 1002 z późniejszymi zmianami)

§1. Rozporządzenie określa:

1) wykaz wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, wprowadzanych do użytkowania w jednostkach ochrony przeciwpożarowej oraz wykorzystywanych przez te jednostki do alarmowania o pożarze lub innym zagrożeniu oraz do prowadzenia działań ratowniczych, a także wyrobów stanowiących podręczny sprzęt gaśniczy, zwanych dalej „wyrobami”, które mogą być **stosowane wyłącznie po uprzednim uzyskaniu dopuszczenia do użytkowania;**

„Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 27 kwietnia 2010 zmieniające rozporządzenie w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania.”

Zmienia wykaz wyrobów objętych rozporządzeniem oraz ich wymagania techniczno-użytkowe. Dopuszczenie do użytkowania wydaje jednostka dopuszczająca. Wyroby wyprodukowane i dopuszczone do obrotu w innych kra-

jach otrzymują dopuszczenie po potwierdzeniu przez jednostkę dopuszczającą, że wyrób zapewnia bezpieczeństwo publiczne lub ochronę zdrowia i życia oraz mienia na poziomie nie niższym, niż zostało to określone w załączniku do rozporządzenia (**tab. 3.).**

Zasilacze urządzeń przeciwpożarowych stosowane w systemach sygnalizacji alarmu pożarowego powinny spełniać wymagania normy PN-EN 54-4.

Zasilacze urządzeń przeciwpożarowych stosowane w dźwiękowych systemach ostrzegawczych powinny spełniać wymagania normy PN-EN 54-4 z wyłączeniem długości czasu pracy awaryjnej.

Zasilacze urządzeń przeciwpożarowych stosowane w systemach wentylacji pożarowej powinny spełniać wymagania normy PN-EN 12101-10.

Spełnienie wymagań powinno być potwierdzone stosownym dokumentem.

W rozporządzeniu szczególną uwagę zwraca się na sygnalizację wysokiej rezystancji wewnętrznej baterii i przyłączonych do niej elementów obwodu (zgodnie z EN-54-4) oraz na wykonywanie badań funkcjonalnych dla dolnej granicy napięcia publicznej sieci zasilającej –15% (zgodnie z EN-12101-10).

Zasilacze UPS stosowane w centralnych systemach zasilania

Zasilacze UPS stosowane w centralnych systemach zasilania dla niezależnego zasilania urządzeń bezpieczeństwa w budynku powinny spełniać normę PN-EN 50171:2007 Centralne układy zasilania. Norma obejmuje systemy zasilnia podłączone na stałe do sieci zasilające AC nie przekraczającej 1000 V i które używają baterii akumulatorów jako alternatywnego źródła zasilania. Centralne systemy zasilania przeznaczone są do awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego w przypadku awarii podstawowego systemu zasilania i do zasilania wymaganych urządzeń bezpieczeństwa jak np.:

- » obwodów elektrycznych instalacji automatycznego gaszenia pożarów,
- » systemów powiadamiania i sygnalizacji instalacji bezpieczeństwa,
- » urządzeń oddymiających,
- » systemów ostrzegania przed tlenkiem węgla,
- » specyficznych instalacji bezpieczeństwa wymaganych dla specyficznych budynków, np. obszary podwyższonego ryzyka.

Gdy UPS jest wykorzystywany do powyższych systemów, bezpieczeństwa musi spełniać wymagania normy EN 62040-1 i w odpowiednich częściach i wymagań normy EN 50171:2001.

Z normy wyłączone są zasilacze przeciwpożarowych systemów alarmowych objętych normą EN 54. Odnośnie rozporządzenia ministrów wykluczają zastosowanie zasilaczy UPS, które nie spełniają norm wymaganych dla zasilaczy stosowanych w systemach wentylacji pożarowej EN-12101-10.

Centralne systemy zasilania dzielą się na dwie grupy związane z trybem zasilania: przełączające i bezprzerwowe. Pierwsze posiadają dopuszczalną przerwę w zasilaniu do 0,5 sekundy, dla drugich czas z natury wynosi 0 sekund.

Wymagania dotyczące zasilaczy centralnych:

- » napięcie znamionowe sieci publicznej,
- » tolerancja częstotliwości 50 Hz +/-2%,
- » wilgotność względna 85%, bez kondensacji,
- » praca do 1000 m n.p.m.,
- » ochrona baterii przed głębokim rozładowaniem.

Dodatkowe wymagania:

Wytrzymałość konstrukcji obudowy: Test wytrzymałości na nacisk, IP20, odporność obudowy na ciepło i płomień, test w temperaturze 850°C^{*)}, wszystkie połączenia pomiędzy elementami i komponentami zasilacza muszą być odpowiednio oznakowane. Szafa baterijna powinna spełniać wymagania normy PN-EN 50272-2.

Prostowniki i ładowarki baterii:

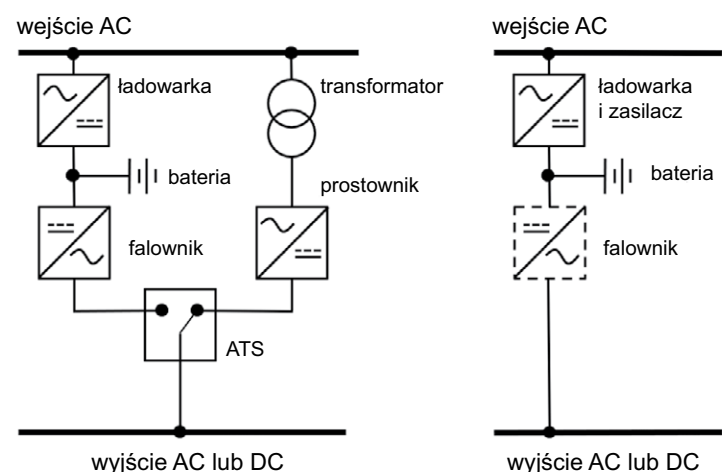
Powinny spełniać wymagania norm EN 60146-1-1 oraz EN 50272-2. Ładowarki powinny naładować automatycznie rozładowane baterie dla zapewnienia minimum 80% czasu podtrzymania w ciągu 12 godzin.

W czasie trybu pracy, gdzie odbiornik jest zasilany z prostownika, sumaryczny prąd pobierany na zasilanie odbiorników i prąd ładowania powinien wynosić co najmniej 110%, a napięcie nie może przekraczać maksymalnej wartości nominalnej odbiorników. Temperaturowa kompensacja napięcia ładowania powinna być zapewniona, jeżeli jest wymagana przez producenta baterii akumulatorów. Baterie akumulatorów powinny być naładowane w ciągu 36 godzin przy minimalnym dopuszczalnym napięciu znamionowym wejściowym. Zwarcie na wyjściu ładowarki nie może powodować żadnych uszkodzeń urządzenia. Zgodność z powyższymi wymaganiami powinna być potwierdzona testami.

Przełączniki i aparaty zabezpieczające

Przełączniki automatyczne i przełączające urządzenia elektroniczne powinny spełniać normy EN 60947-4-1 i EN 50272-2 i ich działań

^{*)} Takich wymagań nie przewiduje norma PN-EN 54-14 oraz PN-EN 12101-10. Zasilacze bada się w temperaturze nie większej niż 70°C.



Rys. 1. Centralny system zasilania przełączający i centralny system bezprzerwowo rys. J. Wiatr

nie odpowiednie do kategorii odbiorców. Czasy przełączania powinny odpowiadać wymaganiom normy EN 1838. Wyłączniki wejściowe powinny spełniać normy EN 60898 oraz EN 60947-2.

Falowniki centralne:

Powinny spełniać następujące wymagania:

- » kompatybilność z zasilanymi urządzeniami, szczególnie w odniesieniu do częstotliwości, kształtu napięcia, mocy i współczynnika mocy obciążenia,
 - » zakres regulacji napięcia $\pm 6\%$ napięcia nominalnego w zakresie obciążenia 20–100% w okresie znamionowego czasu rozładowania. Przy skokowej zmianie obciążenia napięcie wyjściowe może się zmieniać w zakresie $\pm 10\%$ w czasie do 5 s,
 - » falowniki powinny zasilac odbiorniki mocą 120% przez znamionowy czas podtrzymania oraz umożliwiać załączenie zasilania systemu przy pełnym obciążeniu w czasie jak dla trybu przy zaniku zasilania określonego w normie EN 1838,
 - » falowniki powinny posiadać ochronę zapobiegającą uszkodzeniu komponentów, inną niż bezpieczniki lub aparaty zabezpieczające, spowodowaną odwróceniem biegunów baterii akumulatorów.
- Zgodność z powyższymi wymaganiami powinna być potwierdzona testami.
- Falownik powinien spowodować zadziałanie bezpiecznika lub wyłącznika podłączonego na jego wyjściu o maksymalnej deklarowanej wartości, jednocześnie nie powodując zadziałania zabezpieczeń wewnętrznych lub uszkodzenie falownika, po czym falownik po-

winien powrócić do pracy przy pełnym napięciu w ciągu 5 s.

Monitorowanie i testowanie urządzenia:

Kontrola napięcia ładowania, przerwy obwodu ładowania, awaria ładowarki, tryb pracy, ostrzeżenie na 10 minut przed głębokim rozładowaniem, zadziałanie ochrony przed głębokim rozładowaniem. Jeżeli zainstalowano w systemie, monitorowane powinny być układy pomiaru izolacji (wskaźnik upływności), awarii systemu wentylacji dla szafy baterijnej lub opcji baterii. Zdalny panel monitorujący wskazujący poprzez styki beznapięciowe:

- » praca systemu,
- » zasilanie z baterii,
- » zakłócenia pracy systemu jako alarm zbiorowy.

Pomiary wartości napięć i prądów DC powinny być wykonywane w klasie dokładności 1,5, natomiast dla napięć i prądów AC – w klasie 2,5.

Wytrzymałość dielektryczna:

Urządzenie powinno przetestowane napięciem 2U + 1000 V przez 1 minutę, po naładowaniu baterii i pracy przy pełnym obciążeniu przez 1 godzinę.

Urządzenie zasilające powinno być odpowiednio oznakowane, a następujące informacje widoczne po instalacji: producent, typ, numer seryjny, parametry napięcia wejściowego, prąd znamionowy zabezpieczenia wejściowego, parametry wyjściowe: znamionowe wartości napięcia, prądu, mocy, napięcie minimalne po czasie podtrzymania, czas podtrzymania przy obciążeniu znamionowym, temperatura znamionowa pracy baterii, typ baterii i ilość ogniw.

Centralny falownik powinien być oznakowany i zawierać dodatkowe informacje dotyczące wyjścia: zakres współczynnika mocy, opis kształtu przebiegu napięcia, jeśli nie sinusoidalny, zakłócenia harmoniczne i jeśli dotyczy maksymalny prąd składowych okresowych wejściowego prądu baterii. Centralne systemy zasilania powinny być testowane w obiekcie po zainstalowaniu, tylko małe systemy mogą posiadać testy typu.

Zasilacze UPS mogą być stosowane natomiast do zasilania pozostałych urządzeń wykorzystywanych dla bezpieczeństwa ludzi i mienia oraz wykorzystywane przez ekipy ratownicze i pożarowe. Obowiązek sporządzenia krajowej deklaracji właściwości użytkowych dotyczy wyrobów budowlanych nieobjętych art. 5 ust. 1 oraz art. 5 ust. 3 ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych, co oznacza, że zasilacze UPS objęte normami zharmonizowanymi mogą być wykorzystane w powyższym zakresie.

W indywidualnych, uzasadnionych przypadkach, zasilacze UPS mogą być stosowane w zakresie ochrony przeciwpożarowej. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów umożliwia takie rozwiązanie w §1.2 W przypadkach szczególnie uzasadnionych uwarunkowaniami lokalnymi, wskazanymi w ekspertyzie technicznej rzeczoznawcy do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych, dopuszcza się, w uzgodnieniu z właściwym miejscowo komendantem wojewódzkiego Państwowej Straży Pożarnej, stosowanie rozwiązań zamiennych, zapewniających nie pogorszenie warunków ochrony przeciwpożarowej obiektu.



literatura do artykułu na
elektro.info.pl

ABSTRACT

Application of UPS in the power supply systems of fire-fighting equipment
Legal regulations on the Polish construction market related to the application of UPS in the supply systems of fire-fighting equipment. Review of the standards, the EU legislation and the applicable local laws and regulations.

armac

SERIA PFI DUST-FREE: ENERGIA BEZ PRZERWY, BIZNES BEZ RYZYKA



ON-LINE



WSPÓŁCZYNNIK
MOCY PF=1



JEDNOFAZOWY
230V



OPROGRAMOWANIE
MONITURUJĄCE



WYŁĄCZENIE
AWARYJNE



SLOT NA KARTĘ
ROZSZERZEŃ

DOWIEDZ SIĘ WIĘCEJ NA: **WWW.ARMAC-ENERGY.EU**

www.armac-energy.eu

armac

Benning Power Electronics Sp. z o.o.

05-503 Głusków, Korczunkowa 30
tel. 22 757 84 53 , 22 757 36 68-70, faks 22 757 84 52
biuro@benning.biz, www.benning.pl



EVER Sp. z o.o.

60-003 Poznań, ul. Wołczyńska 19
tel. 61 650 04 00, faks 61 651 09 27
ups@ever.eu
www.ever.eu



Eaton Electric Sp. z o.o.

Oddział Warszawa
02-255 Warszawa, ul. Krakowiaków 34
e-mail: eatonupssupport@eaton.com
<https://www.eaton.com/pl/pl-pl/products/backup-power-ups-surge-it-power-distribution.html>



Impakt S.A.

62-050 Mosina, ul. Stanisława Lema 16
tel. 61 10 10 230, 61 898 32 23
faks 61 10 10 230 w. 215
www.impakt.com.pl



Phoenix Contact Sp. z o.o.

51-317 Wrocław, ul. Bierutowska 57-59
Budynek nr 3/A
tel. 71 398 04 29
www.phoenixcontact.pl



Riello Delta Power sp. z o.o.

02-849 Warszawa, ul. Krasnowolska 82R
tel. 22 379 17 00
biuro.warszawa@deltapower.pl
www.riello-deltapower.pl



GRUPA ROMI

05-090 Raszyn
ul. Słowikowskiego 85A, Hala H6
tel. 22 846 22 62
biuro@gruparomi.pl
<http://gruparomi.pl>



SOCOMEK Polska Sp. z o.o.

02-823 Warszawa, ul. Salsy 2
tel. 22 825 73 60
info.scp.pl@socomec.com
www.socomec.pl



Redakcja elektro.info

04-112 Warszawa, ul. Karczewska 18
tel. 22 810 65 61, faks 22 810 27 42
redakcja@elektro.info.pl
www.elektro.info.pl

