



LAUREAT MEDALI SEP

Nakład 9,5 tys. egz.
Cena 29 zł (w tym 8% VAT)

ISSN 1642-8722 indeks 373761
www.elektro.info.pl

7-8/2026

(246)

elektro info 25 LAT



NOWOŚĆ!

Rozłączniki
bezpiecznikowe
FSD

emiter®

**Źródła zasilania awaryjnego
i gwarantowanego
w układach zasilania
obiektów budowlanych**

s. 52

**Modelowanie
i ocena wydajności
produkcji elektrowni
fotowoltaicznej**

s. 82

**Jak zaprojektować
ochronę odgromową
i przeciwprzepięciową
stacji ładowania?**

s. 92

TRANSFORMATOR ŻYWICZNY W OBUDOWIE NA HALI

ICZ-E

– nowoczesne rozwiązania do hal przemysłowych

To rozwiązanie przedstawia innowacyjną koncepcję wykorzystania transformatora żywicznego w specyficznych warunkach przemysłowych, które oferują szereg korzyści zarówno w aspekcie kosztów, jak i efektywności energetycznej. Poniżej prezentujemy szczegóły i korzyści wynikające z tego rozwiązania:

Główne cechy innowacyjnego rozwiązania:

1. Transformator żywiczny:

- Moc do **3150 kVA**, z możliwością dostosowania do większych mocy na specjalne zamówienie
- Napięcie do **36 kV**, co sprawia, że jest odpowiedni do różnych zastosowań przemysłowych

2. Elastyczność montażu:

- **posadowienie na posadzce hali**
- **na ścianie hali, specjalna konstrukcja wsporcza**
- **na dachu hali – wzmocnienie dachu**
- **Wejście kabla SN:** możliwość montażu kabla od góry lub dołu, co zapewnia elastyczność przy projektowaniu układu instalacji elektrycznych
- **Wyjście kabli nn:** opcja prowadzenia kabli niskiego napięcia zarówno od góry, jak i od dołu
- Możliwość zabudowy **szynoprzewodu** oraz **rozdzielniczy nn**

○ dowolnej konfiguracji, co umożliwia dostosowanie układu instalacji do specyficznych potrzeb produkcji

○ Wymiary dostosowane do wymiarów bram na hali

○ Mały ciężar

3. Chłodzenie i odzysk ciepła:

- Transformator żywiczny pracuje w temperaturze **około 145°C**, a jego chłodzenie odbywa się za pomocą **powietrza z otoczenia**
- Możliwość **dogrzewania hali** ciepłem odzyskanym z transformatora, co przekłada się na dodatkowe oszczędności energetyczne i poprawę efektywności energetycznej całego zakładu
- Spełnia wymagania Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie
- Obudowa metalowa pochłania pole elektromagnetyczne
- Ściany z wypełnieniem z wełny mineralnej pochłaniają hałas

Korzyści:

1. Obniżenie kosztów budowy:

- Dzięki zastosowaniu specjalistycznej obudowy transformatora żywicznego oraz optymalnemu rozmieszczeniu kabli, możliwe jest **zmniejszenie ilości kosztownych kabli niskiego napięcia**, co obniża koszty budowy instalacji

2. Zmniejszenie kosztów eksploatacji:

- Dzięki efektywnemu odzyskiwaniu ciepła z transformatora, można **zredukować straty ciepła** oraz wykorzystać je do **dogrzewania hali produkcyjnej**, co pozwala na zmniejszenie zużycia energii potrzebnej do ogrzewania obiektu
- Ponadto transformator w obudowie żywicznej redukuje straty ciepłne, co prowadzi do **wyższej efektywności energetycznej**
- **Niższe koszty serwisowe** – brak konieczności wymiany oleju i filtrów
- **Dłuższa żywotność** dzięki odporności na przeciążenia i stabilnej pracy w wysokich temperaturach

3. Ochrona i wytrzymałość:

- **Specjalistyczna, niepalna obudowa** transformatora zapewnia **odporność na uderzenia mechaniczne**, co gwarantuje bezpieczeństwo pracy urządzenia w trudnych warunkach przemysłowych

- Dodatkowo, obudowa zapewnia skuteczne **odprowadzanie ciepła**, co poprawia trwałość i niezawodność urządzenia

4. Odporność na trudne warunki środowiskowe:

- Transformatory żywiczne są hermetycznie zalane żywicą epoksydową, co chroni uzwojenia przed wilgocią, pyłem, agresywnymi oparami chemicznymi i zanieczyszczeniami, dzięki temu sprawdzają się w: kopalniach, hutach, zakładach chemicznych, środowiskach morskich

5. Bezpieczeństwo i niezawodność:

- Brak łatwopalnego oleju izolacyjnego (w przeciwieństwie do transformatorów olejowych) zmniejsza ryzyko pożaru, co jest kluczowe w strefach zagrożenia wybuchem

6. Ekologia:

- Brak ryzyka wycieku oleju, co jest istotne w zgodności z normami środowiskowymi (np. RoHS, REACH)

Podsumowanie:

Innowacyjne rozwiązanie z zastosowaniem transformatora żywicznego w specjalistycznej obudowie to opcja, która nie tylko zapewnia niezawodność i bezpieczeństwo, ale także pozwala na obniżenie kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych. Dzięki efektywnemu odzyskiwaniu ciepła oraz elastyczności montażu, jest to rozwiązanie, które może znacząco wpłynąć na efektywność energetyczną oraz rentowność procesów produkcyjnych.

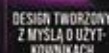


Elektrobud P.S.A.
ul. Nowopolna 10, 67-400 Wschowa
tel. 65 547 66 00, faks 65 547 66 09
wschowa@elektrobud.pl
www.elektrobud.pl





WYJĄTKOWE PRODUKTY W ŚWIECIE PÓWTARZALNYCH ROZWIĄZAŃ SIECIOWYCH



ZASILACZE AWARYJNE 800 - 10000 VA

NOWE KONFIGURACJE

- Tower i Rack 19"
- USB / RS232 / SNMP / EPO
- Zewnętrzne moduły bateryjne
- Technologia ONLINE i Interactive





GENERATORY
EL-SVG



FILTRY
AKTYWNE
EL-APF



BATERIE
KOMPENSACYJNE



POMIARY
PARAMETRÓW
SIECI

PŁAĆ MNIEJ ZA ENERGIE

KOMPENSACJA, KTÓRA ZARABIA NA SIEBIE

Eliminujemy opłaty za energię bierną,
poprawiamy *jakość energii*
i zwiększamy *niezawodność* instalacji



ZAPRASZAMY DO WSPÓŁPRACY INSTALATORÓW I PROJEKTANTÓW

Oferujemy sprawdzone rozwiązania, fachowe
doradztwo oraz wsparcie techniczne
na każdym etapie inwestycji



REALNE OSZCZĘDNOŚCI

Eliminacja opłat za energię bierną
i niższe rachunki za prąd



SZYBKI ZWROT INWESTYCJI

Inwestycja zwraca się już
po kilkunastu miesiącach *



WIĘKSZA NIEZAWODNOŚĆ

Stabilne napięcie i ochrona urządzeń
- mniej awarii, dłuższa żywotność



LEPSZA JAKOŚĆ ENERGII

Poprawa współczynnika mocy
i parametrów sieci



SPOTKAJMY SIĘ NA



ENERGETAB®

2026

15-17 WRZEŚNIA 2026

Największe targi branży elektrotechnicznej
i energetycznej w Polsce

📍 HALA B • STOISKO **9**

* w zależności od profilu obciążenia i rodzaju instalacji



**SPRAWDZONE
ROZWIĄZANIA**
najwyższej jakości



**FACHOWE
DORADZTWO**
dopasowane do potrzeb



**WSPARCIE
TECHNICZNE**
na każdym etapie



**TERMINOWE
DOSTAWY**
i elastyczność



KOMPLETNY SYSTEM MONTAŻU INSTALACJI RAWLPLUG

Narzędzia. Mocowania. Bezpieczeństwo.



ELEKTRONARZĘDZIA STWORZONE DLA PROFESJONALISTÓW

Wydajność montażu zależy od narzędzi. Dlatego system Rawlplug obejmuje także profesjonalne elektronarzędzia zaprojektowane z myślą o codziennej pracy instalatorów i wykonawców.

- Platforma elektronarzędzi akumulatorowych 18 V
- Elektronarzędzia sieciowe
- Sprzęt do codziennej pracy na budowie
- Wysoka trwałość i odporność na intensywną, codzienną eksploatację
- Pełna kompatybilność z systemami montażowymi Rawlplug

MONTAŻ KABLI W KILKA SEKUND

Szybkie mocowanie instalacji bez wiercenia

Nowy osadzak akumulatorowy Rawlplug umożliwia błyskawiczne mocowanie uchwytów oraz tras kablowych do betonu i stali. Brak pyłu, brak kołków i znacząco krótszy czas montażu sprawiają, że jest to rozwiązanie idealne dla nowoczesnych ekip elektroinstalacyjnych.

- **Wysokie tempo pracy:** nawet 3 strzały w 2 sekundy
- **Wydajność:** do 900 strzałów na jednym ładowaniu
- **Dwa modele dla różnych zastosowań:**
 - R-PCN18-27: gwoździe od 15 do 27 mm, moc 90 J
 - R-PCN18-40: gwoździe od 15 do 40 mm, moc 100 J
- **Akumulator litowo-jonowy**, kompatybilny z platformą Rawlplug 18 V
- **Kompletne rozwiązanie:** osadzak + gwoździe + taśmy montażowe + uchwyty
- **Uchwyty metalowe Rawlplug posiadają certyfikat CNBOP** do zastosowań w instalacjach przeciwpożarowych



SYSTEMY MONTAŻU

SPRAWDZONE ZAMOCOWANIA DO KAŻDEGO ZADANIA

Kotki uniwersalne, wkręty do betonu i kotwy

Niezależnie od rodzaju podłoża, Rawlplug oferuje rozwiązania do lekkich, średnich i ciężkich obciążeń spotykanych podczas realizacji instalacji elektrycznych.

Kotki uniwersalne

- **4ALL** – uniwersalny kotek rozporowy do wszystkich typów podłoży. Specjalnie zaprojektowana koszulka zapewnia maksymalną powierzchnię styku po skręceniu w podłożach z pustkami oraz płytach gipsowo-kartonowych.
- **UNO** – Innowacyjny kształt umożliwia skuteczne mocowanie we wszystkich typach podłoży, także w cienkich ścianach i płytach G-K. Dzięki odwrotnemu rozporowi sprawdza się również w wyrobionych i skruszonych otworach.

Wkręty do betonu - R-HLX

- Możliwość instalacji w pobliżu krawędzi betonu i w niewielkich odległościach od sąsiadujących wkrętów
- Szybki i łatwy montaż, również w betonie zbrojonym.
- Szeroki wybór rodzajów tłów

Kotwy mechaniczne i chemiczne

Do wsporników, konstrukcji nośnych oraz ciężkich elementów instalacyjnych.

SPOTKAJMY SIĘ NA TARGACH ENERGETAB 2026

Zobacz systemy montażu instalacji Rawlplug na żywo

Podczas targów Energetab 2026 eksperci Rawlplug zaprezentują najnowsze rozwiązania dla elektroinstalatorów i wykonawców instalacji.

Co pokażemy?

- osadzaki akumulatorowe
- systemy mocowań tras kablowych
- elektronarzędzia
- zamocowania dla instalacji elektrycznych

Odwiedź nasze stoisko i przetestuj rozwiązania Rawlplug w praktyce.

Hala B, stoisko B41



INSTALACJI RAWLPLUG

» Od redakcji	8
» Nowości	10
» Z branży	12
» Oświetlenie przemysłowe pod presją bezpieczeństwa – wywiad z Arturem Kaczorowskim	18
» Z kart historii – Guglielmo Marconi	102
» „elektro.info” poleca	103
» Doskonalenie zawodowe	104
» Katalog firm	105
» Po godzinach	110

PROJEKT

» Uproszczony projekt zasilania pompy hydroforu w budynku letniskowym Julian Wiatr	20
--	----

RYNEK ENERGII

» Jednostkowa wysokość premii gwarantowanej dla wytwórców energii elektrycznej w roku 2026 Przemysław Gogojewicz	28
» Wykorzystanie magazynów energii w obiektach przemysłowych i usługowych Andrzej Książkiewicz	prezentacja 31
» Testowanie instalacji fotowoltaicznych – kompleksowe podejście pomiarowe z rozwiązaniami Megger	prezentacja 32

INSTALACJE ELEKTROENERGETYCZNE

» Nowe źródła, nowe wymagania: rozdzielnice SN w projektach OZE i magazynów energii Anna Kuziemska	34
» Kontrolowanie zużycia energii w budynkach mieszkalnych, przemysłowych i biurach, a także systemach fotowoltaicznych oraz kempingach i marinach Jakub Szałęga	prezentacja 38
» Zestawienie rozdzielnic SN – podstawowe parametry	40
» Złączki TOPJOB® S w nowoczesnych w instalacjach elektrycznych WAGO Elwag	prezentacja 46
» Nowoczesne podejście do bezpieczeństwa w sieciach nN – rozłączniki bezpiecznikowe FSD ZUP Emitter	prezentacja 50

SYSTEMY GWARANTOWANEGO ZASILANIA

» Źródła zasilania awaryjnego i gwarantowanego w układach zasilania obiektów budowlanych (część 2.). Dobór mocy źródeł i ochrona przeciwporażeniowa Julian Wiatr	52
--	----

W NUMERZE 7-8/2026

Numer dostępny jako:



PAPIER PLIK PDF E-WYDANIE



Odwiedź nas w sieci

www.elektro.info.pl
www.facebook.com/elektroinfopl
www.linkedin.com



» Trendy w rozwoju zasilania obiektów Data Center (część 4.). Zasady projektowania – wymagania niezawodnościowe i ciągłości zasilania oraz struktura systemu zasilania od przyłącza do odbiornika krytycznego Mariusz Kordeczka, Paweł Piotrowski	64
---	----

KABLE I PRZEWODY

» Ochrona przeciwpożarowa kanałów i tuneli kablowych (część 2.) Julian Wiatr, Kazimierz Herlender	70
» Precyzyjna lokalizacja doziemień przy wykorzystaniu Ramki A od Sonel	prezentacja 79

FOTOWOLTAIKA

» Modelowanie i ocena wydajności produkcji elektrowni fotowoltaicznej na przykładzie lokalizacji w południowo-wschodniej Polsce Jakub Wilk, Sławomir Bielecki	82
» Zestawienie ograniczników przepięć do instalacji fotowoltaicznych po stronie DC	87

OCHRONA ODGROMOWA I PRZECIWPRIEPĘCIOWA

» Jak prawidłowo zaprojektować ochronę odgromową i przeciwprzepięciową stacji ładowania? (część 2.). Zasady ogólne Jarosław Wiater, Marcin Nowak, Mariusz Wasilewski, Dariusz Cendlewski	92
» Nowe zapisy w arkuszu normy PN-EN IEC 62305-1:2025 dotyczące podstawowych zasad ogólnych tworzenia ochrony odgromowej (część 2.). Podstawowe kryteria ochrony obiektów Krzysztof Wincencik	96



elektro.info.pl

Anna Sergel
asergel@medium.media.pl
tel. 22 512 60 84
tel. kom. 662 169 335



kursy.elektro.info.pl

Paulina Kijak
pkijak@medium.media.pl
szkolenia@elektro.info.pl
tel. 22 512 60 78, tel. kom. 531 474 969



ENERGIA POD KONTROLĄ



Inteligentne liczniki energii Seria 7M



Idealne rozwiązanie do monitorowania zużycia energii
w budynkach komercyjnych, mieszkalnych i przemysłowych.

Łatwe i szybkie programowanie za pomocą aplikacji Finder Toolbox.

Odczyt parametrów licznika nawet po zaniku zasilania, dzięki technologii NFC.



Finder Toolbox

FINDER Polska Sp. z o.o.
ul. Logistyczna 27
62-080 Sady
finder.pl@findernet.com



findernet.com



LAUREAT
MEDALU SEP IM. MICHAŁA
DOLIWO-DOBROWOLSKIEGO



LAUREAT
MEDALU 100-LECIA SEP



LAUREAT MEDALU
ODDZIAŁU POZNAŃSKIEGO SEP
IM. PROF. JÓZEFA WĘGLARZA

WYDAWCA elektro.info
GRUPA MEDIUM Sp. z o.o. Sp. k.
04-112 Warszawa, ul. Karczewska 18
tel. 22 810 65 61, faks 22 468 84 76
redakcja@elektro.info.pl
www.elektro.info.pl

REDAKCJA

Redaktor naczelny JULIAN WIATR
jwiatr@elektro.info.pl
Sekretarz redakcji ANNA KUZIEMSKA
akuziemska@elektro.info.pl (redaktor językowy)

AGNIESZKA ROSZKOWSKA (redaktor)

RADA NAUKOWA CZASOPISMA

mgr inż. DARIUSZ DUPLICKI SPE Oddział Warszawa
dr inż. prof. uczelni KAZIMIERZ HERLENDER Politechnika Wrocławska
dr hab. inż. prof. uczelni PAWEŁ PIOTROWSKI Politechnika Warszawska
mł. bryg. dr inż. SZYMON PTAK Akademia Pożarnicza w Warszawie
dr inż. RADOŚLAW SZCZERBOWSKI Politechnika Poznańska
dr inż. JAROSŁAW WIATER Politechnika Białostocka
dr inż. MARTA ŻUREK Sieć Badawcza Łukasiewicz,
Instytut Technologii Eksploatacji w Radomiu
mgr inż. MARCIN ORZECZOWSKI
dr inż. KAROL KUCZYŃSKI

REKLAMA I MARKETING

tel./faks 22 810 28 14
Dyrektor ds. marketingu i reklamy JOANNA GRABEK
jgrabek@medium.media.pl
tel. 0 600 050 380
Specjalista ds. reklamy w „elektro.info” EDYTA KOSKO
ekosko@medium.media.pl
tel. 22 512 60 57, 0 602 277 820
KOLPORTAŻ I PRENUMERATA
tel./faks 22 810 21 24

Dyrektor ds. rozwoju MICHAŁ GRODZKI
mgrodzki@medium.media.pl
Kierownik ds. logistyki ANETA CARTAILLER
acartailler@medium.media.pl
Specjalista ds. dystrybucji i prenumeraty ANNA SERGEL
asergel@medium.media.pl
Specjalista ds. szkoleń „elektro.info” PAULINA KIJAK
pkijak@medium.media.pl, szkolenia@elektro.info.pl

ADMINISTRACJA

Księgowość MARIA KRÓLAK
mkrolak@medium.media.pl
HR DANUTA CIECIERSKA
dciecierska@medium.media.pl

SKŁAD I ŁAMANIE

Studio graficzne Grupy MEDIUM

DRUK

Drukarnia Paper&Tinta
Redakcja zastrzega prawo do adiacji tekstów. Nie zwraca tekstów niezamówionych.
Za treść ogłoszeń redakcja ponosi odpowiedzialność w granicach wskazanych w ust. 2
art. 42 ustawy Prawo prasowe oraz ma prawo odmówić publikacji bez podania przyczyn.
ICI Journals Master List database for 2022: 48.71. Lista recenzentów merytorycznych
dostępna jest na stronie www.elektro.info.pl. Wersja pierwotna czasopisma – papierowa.



jest członkiem Izby Wydawców Prasy – ISSN 1642-8722



Drodzy Czytelnicy

Witam Państwa w wakacyjnym numerze „elektro.info”, który wydajemy w okresie letniego wypoczynku. Za nami okres bardzo intensywnej pracy związanej z obsługą konferencji oraz różnych szkoleń prowadzonych przez naszą redakcję. W czerwcu uczestniczyliśmy w VIII Konferencji „Energooszczędne Napędy Przekształtnikowe w Przemysle” w Kamieniu Śląskim oraz w III Konferencji PTPiREE „Ochrona przed porażeniem i przepięciami w sieciach elektroenergetycznych” w Kołobrzegu. W drugiej dekadzie czerwca wzięliśmy udział w obchodach jubileuszu X-lecia firmy Finder Polska Sp. z o.o. – relację z tego wydarzenia zamieszczamy na **stronie 12**. Bieżący numer jest sygnałem ukończenia 25 lat funkcjonowania „elektro.info” na rynku wydawniczym oraz 25 lat mojej pracy w redakcji „elektro.info”. Obchody jubileuszu 25-lecia odbędą się podczas Konferencji „Ochrona przeciwpożarowa w instalacjach elektrycznych budynków zasilanych z odnawialnych źródeł energii”, którą organizujemy wspólnie z Akademią Pożarniczą w dniach 5–6 listopada w murach Akademii Pożarniczej w Warszawie. Do udziału w konferencji zapraszam już dziś. Bogaty program merytoryczny konferencji zainteresuje wszystkich zajmujących się problematyką OZE oraz ochrony przeciwpożarowej.

Numer wakacyjny poświęciliśmy w głównej mierze instalacjom elektrycznym oraz ochronie odgromowej i przeciwpożarowej. Treść merytoryczną numeru rozpoczyna druga część artykułu mojego autorstwa, poświęconego źródłom zasilania awaryjnego i gwarantowanego. Tym razem zostały opisane wymagania stawiane doborowi mocy źródeł oraz projektowania ochrony przeciwporażeniowej w instalacjach elektrycznych zasilanych z tych źródeł (**s. 52**). Paweł Piotrowski, pracownik naukowy Politechniki Warszawskiej, wraz z Mariuszem Kordeczką kontynuują opis trendów w rozwoju zasilania obiektów Data Center (**s. 64**). Natomiast Sławomir Bielecki, pracownik naukowy Politechniki Warszawskiej, wraz z Jakubem Wilkiem opisali modelowanie i ocenę wydajności produkcji elektrowni fotowoltaicznej w wybranej krajowej lokalizacji (**s. 82**). Krzysztof Wincencik kontynuuje opis zmian w zakresie wymagań dotyczących ochrony odgromowej, zgodnie normą PN-EN IEC 62305-1:2025 *Ochrona odgromowa. Część 1: Zasady ogólne* (**s. 96**). Natomiast Jarosław Wiater, pracownik naukowo-dydaktyczny Politechniki Białostockiej, opisał zasady poprawnego projektowania ochrony odgromowej i przepięciowej stacji ładowania samochodów elektrycznych (**s. 92**). Publikujemy również drugą część artykułu mojego autorstwa, poświęconego ochronie odgromowej tuneli i kanałów kablowych oraz zagrożeniu stwarzanemu przez palące się kable i przewody elektryczne (**s. 70**). Radca prawny Przemysław Gogojewicz opisał zasady określania jednostkowej wysokości premii gwarantowanej dla wytwórców energii elektrycznej (**s. 28**). Treść merytoryczną numeru dopełnia projekt zasilania pompy hydroforowej w budynku lotniskowym, opracowany przeze mnie (**s. 20**). Uzupełnienie treści numeru stanowi artykuł przygotowany przez Annę Kuziemską, w którym opisane zostały nowe źródła oraz wymagania dla rozdzielnic SN w projektach OZE oraz magazynów energii (**s. 34**). Bieżący numer „elektro.info” jest numerem łączonym (wakacyjnym), przez co kolejne spotkanie z Państwem nastąpi w numerze wrześniowym, który będzie towarzyszył Targom ENERGETAB 2026, zaplanowanym w dniach 15–17 września 2026 r. w Białym Białej. Będziemy do Państwa dyspozycji na **stoisku K7**. W imieniu całego zespołu redakcyjnego życzę wszystkim naszym Czytelnikom miłego wypoczynku wakacyjnego i zapraszam do lektury bieżącego numeru.

Julian Wiatr

Szkolenia, uprawnienia, przyszłość



SPE wspiera energetykę od 30 lat

Stowarzyszenie Polskich Energetyków

jest dobrowolnym, samorządnym, trwałym zrzeszeniem naukowo-technicznym, mającym na celu rozwijanie i propagowanie inicjatyw, postaw i działań, sprzyjających rozwojowi energetyki polskiej, racjonalnemu użytkowaniu paliw stałych, płynnych, gazowych i energii elektrycznej i cieplnej oraz wspieranie organizacyjne i rzeczowe osób fizycznych i prawnych, które podejmują takie działania.

Organizujemy konferencje o tematyce związanej z promocją i wdrażaniem najlepszych technologii energetycznych.

Jesteśmy partnerami w programach społecznych związanych z nauką i promocją najlepszych rozwiązań energetycznych. Aktualnie naszym partnerem jest Branżowe Centrum Umiejętności w Nisku.

Dbamy o niezależność wydawanych przez nas opinii i nie poddajemy się chwilowym trendom o zabarwieniu lobbingu politycznego.

Stowarzyszenie Polskich Energetyków SPE prowadzi szkolenia, egzaminy, wydaje świadectwa kwalifikacyjne na wszystkie kategorie uprawnień energetycznych na terenie całego kraju. Prowadzimy również szkolenia BHP.

Nasze motto skierowane do osób chcących z nami współpracować w ramach Stowarzyszenia Polskich Energetyków to:

„Działalność w SPE jest dowodem dojrzałości zawodowej i wyrazem chęci pełnego uczestnictwa w życiu społecznym”.

Jesteśmy z wami i działamy w środowisku energetycznym już 30 lat.

Stowarzyszenie Polskich Energetyków
Zarząd Główny w Radomiu

ul. Żeromskiego 84a, 26-600 Radom
tel.: (048) 381-51-82, 381- 52-31
e-mail: radom@spe.org.pl
<https://www.spe.org.pl/>



BRANŻOWE
CENTRUM
UMIEJĘTNOŚĆ
W NISKU
ENERGETYKA

ETI

**SWITCH TO
A SAFE FUTURE**



REKLAMA

nowości

KOMPENSATORY DYNAMICZNE LKD PRO FIRMY LOPI

LKD PRO to nowoczesne urządzenia typu SVG, przeznaczone do szybkiej, bezstopniowej kompensacji mocy biernej indukcyjnej i pojemnościowej. Rozwiązanie pozwala ograniczać opłaty za energię bierną, poprawiać parametry pracy sieci oraz redukować straty w instalacji elektrycznej. W odróżnieniu od klasycznych baterii kondensatorów i dławików, kompensatory LKD PRO reagują dynamicznie na zmiany obciążenia, dzięki czemu sprawdzają się także tam, gdzie występują odbiory szybkozmiennne, niesymetria faz lub zniekształcenia harmoniczne. Urządzenia oferują kompensację mocy biernej w każdej fazie niezależnie, symetryzując obciążenia oraz filtrację wyższych harmonicznych do 25. harmonicznej. Dzięki zastosowaniu technologii MOSFET SiC kompensatory charakteryzują się wysoką skutecznością działania, niskimi stratami własnymi oraz krótkim czasem regulacji poniżej 20 ms. Producent podaje skuteczność kompensacji na poziomie $\geq 99,5\%$ oraz zakres współczynnika mocy PF od -1 do 1 .

Seria LKD PRO obejmuje urządzenia o mocach od ± 5 kVar do ± 50 kVar, co pozwala dopasować rozwiązanie zarówno do małych i średnich obiektów, jak i bardziej wymagających instalacji przemysłowych. Kompensatory mogą pracować m.in. w zakładach przemysłowych, biurach, magazynach, szpitalach, serwerowniach, instalacjach z oświetleniem LED, systemach UPS, sieciach z fotowoltaiką oraz przy stacjach ładowania pojazdów elektrycznych.



NÓŻ TAJIMA DRIVER CUTTER Z OSTRZEM ŁAMANYM 18 MM

W pracy fachowca liczy się nie tylko ostryść narzędzia, ale też jego funkcjonalność. Nóż Tajima Driver Cutter to rozwiązanie, które łączy klasyczny nóż z chowanym ostrzem łamanym 18 mm z dodatkową funkcją praktycznego płaskiego ostrza. Dzięki temu jedno narzędzie sprawdza się zarówno podczas precyzyjnego cięcia, jak i przy drobnych pracach montażowych czy serwisowych. Solidna konstrukcja noża zapewnia trwałość i pewność użytkowania nawet przy intensywnej eksploatacji. Ostrze 18 mm pozwala na sprawne cięcie



kartonu, folii, wykładzin czy innych materiałów używanych podczas montażu i prac wykończeniowych. Dodatkowe płaskie ostrze umieszczone na końcu szyny prowadzącej zwiększa funkcjonalność narzędzia i może służyć m.in. jako płaski wkrętak, a także przy podważaniu czy wykonywaniu szybkich prac pomocniczych bez potrzeby sięgania po inne narzędzie. Ergonomiczny kształt rękojeści poprawia komfort pracy i pewność chwytu, co ma znaczenie szczególnie wtedy, gdy liczy się precyzja i bezpieczeństwo. To rozwiązanie, które pozwala pracować szybciej, wygodniej i z mniejszą liczbą przestojów wynikających z konieczności ciągłej zmiany narzędzi. Dla jeszcze większej wygody pracy warto uzupełnić zestaw o praktyczny uchwyt na pasek Tajima DC50SFC, który pozwala mieć nóż zawsze pod ręką i szybciej sięgać po niego w trakcie pracy. Nóż Tajima Driver Cutter to praktyczny wybór dla osób, które cenią trwałość, wygodę i wielozadaniowość. W ofercie sklepu internetowego z narzędziami ręcznymi profitechnik.pl znajdziesz także inne rozwiązania marki Tajima, które dobrze sprawdzają się w codziennej pracy fachowca.

LXN

**IP41, IP44
obudowy
stojące**



www.etipolam.com.pl

PRE Edward Biel od lat specjalizuje się w produkcji stacji transformatorowych SN/nN, rozdzielnic elektrycznych SN/nN, stacji ładowania pojazdów oraz wielu innych rozwiązań dostosowanych do potrzeb branży energetycznej, przemysłowej, infrastruktury publicznej oraz budownictwa. W naszej ofercie znajdują Państwo szeroki wybór produktów i rozwiązań technicznych, obejmujących zarówno standardowe rozwiązania, jak i te realizowane na indywidualne zamówienie, aby sprostać rosnącym wymaganiom Klientów.

Prowadzimy prefabrykację rozdzielnic i szaf sterowniczych w różnych systemach, korzystając z doświadczenia i współpracy z renomowanymi producentami. Oferujemy również kompleksowe usługi w zakresie projektowania, wykonawstwa oraz montażu, zapewniając wysoką jakość i niezawodność realizowanych rozwiązań. Stale stawiamy na ciągłe doskonalenie, innowacyjność oraz indywidualne podejście do każdego projektu, aby sprostać oczekiwaniom i budować długotrwałe relacje oparte na zaufaniu.

W NASZEJ OFERCIE M.IN.

- ▶ Przeciwpowozarowy wylacznik pradu: zestaw PRE – PWP
- ▶ Rozdzielnice Wnętrzowe nN – RWT
- ▶ Rozdzielnice Słupowe nN – RST
- ▶ Tablice Licznikowe TLP
- ▶ Stacje SN transformatorowe betonowe i metalowe
- ▶ Złącza kablowe SN
- ▶ Rozdzielnice SN – RSS w izolacji powietrznej i z polem wylacznikowym
- ▶ Rozdzielnice Budowlane RB
- ▶ Rozdzielnice modułowe TROX i TROY
- ▶ Obudowy do IP 66
- ▶ Obudowy ognioochronne FIREBOX
- ▶ Obudowy REM 2
- ▶ Stacje ładowania pojazdów: EVB - AC i DC do 450 kW



Więcej informacji oraz katalogi produktowe dostępne są na naszej stronie
www.prebiel.pl



KONTAKT

biuro@prebiel.pl

+48 12 280 71 92

Piekary 363 – k/Krakowa, 32-060 Liszki

PSE PODPISAŁY UMOWĘ NA ROZBUDOWĘ STACJI GDAŃSK BŁONIA 400/110 KV

Polskie Sieci Elektroenergetyczne 29 czerwca 2026 r. podpisały z konsorcjum SPIE Energy Poland S.A. oraz ELFEKO S.A. umowę na rozbudowę i modernizację stacji elektroenergetycznej Gdańsk Błonia 400/110 kV. Wartość umowy to ponad 402 mln zł. Wykorzystane zostaną także umowy w ramach dostaw inwestorskich.

– Dzięki realizacji projektu możliwe będzie terminowe przyłączenie nowego bloku gazowo-parowego elektrowni w Gdańsku, a więc źródła wytwórczego mającego szczególne znaczenie dla bezpieczeństwa energetycznego Polski. Ponadto nowa stacja stworzy warunki dla skutecznej elektryfikacji ciepłownictwa w Trójmieście – mówi Grzegorz Onichimowski, prezes PSE.

W ramach kontraktu wyłoniony w przetargu wykonawca zmodernizuje i rozbuduje wybudowaną w połowie lat 70. stację. Przebudowane zostaną m.in. rozdzielnie 400 kV i 110 kV, zainstalowane zostaną dwa nowe autotransformatory o mocy 450 MVA, które zastąpią istniejące jednostki o mocach 250 MVA. Powstanie także nowy budynek potrzeb własnych, wartownia i budynek magazynowo-garażowy, a istniejąca nastawnia zostanie zmodernizowana. Wy-

konawca zdemontuje także stare zabudowania i niewykorzystywane już urządzenia stacyjne. Kluczowe elementy stacji, w tym autotransformatory i dławiki, będą dostarczone w ramach dostaw inwestorskich, których łączna wartość dla tego projektu wyniesie 190 mln zł.

PSE uzyskały wszystkie kluczowe decyzje administracyjne, w tym decyzję środowiskową, pozwolenie wodnoprawne, decyzję lokalizacyjną oraz pozwolenie na budowę. Całość prac objętych kontraktem zostanie zrealizowana do listopada 2030 roku – zaznaczył Włodzimierz Mucha, wiceprezes zarządu PSE odpowiedzialny za obszar inwestycji.

– Jako SPIE Energy Poland S.A. przystępuje do realizacji projektu, który ma bezpośredni wpływ na transformację energetyczną kraju oraz wzmacnianie bezpieczeństwa energetycznego Polski. Szczególnie cieszy nas, że jako firma zakorzeniona w regionie możemy wnieść realny local content – zarówno poprzez wykorzystanie miejscowych zasobów, jak i zaangażowanie naszych pracowników, którzy będą realizować to strategiczne zadanie dla krajowego systemu elektroenergetycznego – podkreślił Leszek Goli, prezes zarządu SPIE Energy Poland S.A.

– Dla ELFEKO udział w tym przedsięwzięciu jest potwierdzeniem kompetencji, które od lat rozwijamy przy realizacji strategicznych inwestycji dla sektora elektroenergetycznego. Wnosimy do projektu doświadczenie zdobyte przy budowie i modernizacji obiektów najwyższych napięć oraz wiedzę i doświadczenie naszego zespołu, który będzie odpowiadał za sprawną realizację tego zadania. Jesteśmy dumni, że możemy uczestniczyć w tworzeniu infrastruktury, która będzie wspierać bezpieczeństwo pracy krajowego systemu elektroenergetycznego przez kolejne dekady – powiedział Kazimierz Piwko, wiceprezes zarządu ELFEKO S.A.

Rozbudowa i modernizacja stacji Gdańsk Błonia to kolejny projekt realizowany dla PSE przez lokalne firmy Spie Energy Poland S.A. z siedzibą w Gdańsku i ELFEKO S.A. z siedzibą w Gdyni.

Po jego zakończeniu stacja wraz z przyłączonymi do niej liniami najwyższych napięć staną się jednymi z kluczowych elementów infrastruktury przesyłowej, niezbędnej do zapewnienia stabilnych dostaw energii do centralnej i północnej Polski.

Źródło: PSE

10 LAT FINDER POLSKA – JUBILEUSZ PEŁEN EMOCJI, MUZYKI I INSPIRUJĄCYCH SPOTKAŃ

Eleganckie wnętrza Pałacu Jaśminowego w podpoznańskim Batorowie stały się miejscem wyjątkowego spotkania z okazji 10-lecia działalności oddziału Finder Polska. Gospodarz wydarzenia, prezes i założyciel oddziału Robert Soliński, powitał licznie zgromadzonych klientów, partnerów biznesowych, przedstawicieli mediów branżowych oraz pracowników, dziękując im za zaufanie, zaangażowanie i wspólnie budowany sukces.

– Z wielkim sercem chciałbym podziękować za cały wkład każdego z Was i wysiłek, który każdego dnia wspólnie podejmujemy – mówił

podczas swojego wystąpienia Robert Soliński, podkreślając, że jubileusz jest przede wszystkim świętem ludzi, którzy przez ostatnią dekadę współtworzyli historię Finder Polska.

To był magiczny wieczór, pełen emocji, atrakcji i niespodzianek. Na scenie goście mogli zobaczyć bezkonkurencyjnego Cezarego Pazurę, który nie tylko zapewnił gościom rozrywkę w trakcie swojego występu, rozbawiając ich do łez, ale również znalazł czas, żeby z każdym z nich zamienić choć dwa słowa, pozując do wspólnego zdjęcia. Niemałe wrażenie wywołał również spektakularny pokaz iluzji w wyko-



Prezes Finder Polska Robert Soliński wraz z żoną, Alicją Solińską, Pełnomocnik Prezesa, powitali gości w pięknych wnętrzach Pałacu Jaśminowego



Zarząd Finder Polska wraz z pracownikami



Zaproszeni goście spędzali czas, próbując swego szczęścia w kasynie

naniu niezawodnego Magic of Y, a tuż po nim całą publiczność porwał do tańca energetyczny koncert zespołu Sound'n'Grace. Całość z charakterystycznym wdziękiem i profesjonalizmem poprowadził Tomasz Wolny.

Organizatorzy zadbał także o liczne strefy atrakcji. Goście mogli delektować się wyśmienitą kawą, autorskimi koktajlami, zdobyć wiedzę na temat wysublimowanych rodzajów whiskey, skosztować lodów tajskich, a także spróbo-

X3-NEO-LV

WEJDŹ DO GRY - INSTALUJ SOLAX

NOWOŚĆ

**JEDYNE OGRZEWANE
BATERIE LV W POLSCE**

SOLAX LV U POLSKICH DYSTRYBUTORÓW
pl.solaxpower.com/where-to-buy.html



Uroczystość uświetnił swoim występem niezawodny Cezary Pazura

wać swoich sił w kasynie. Wyjątkową atmosferę podkreślił efektowny pokaz cichych fajerwerków, który stał się symbolicznym zwieńczeniem części artystycznej wieczoru.

Integralnym elementem jubileuszu była również wystawa produktowa Finder Polska, prezentująca najnowsze rozwiązania i szerokie portfolio firmy. Była to doskonała okazja do rozmów z ekspertami oraz poznania kierunków dalszego rozwoju marki.

Przed wszystkim spotkanie było jednak okazją do podsumowania pewnego etapu działal-



Symboliczne zdmuchnięcie świec na jubileuszowym torcie było jednym z najbardziej wzruszających momentów wieczoru. Na zdjęciu: Robert Soliński z małżonką

ności oddziału oraz podziękowania wszystkim, którzy przez lata współtworzyli sukces Finder Polska. Wśród zaproszonych znaleźli się wieloletni klienci firmy, partnerzy biznesowi, przedstawiciele mediów branżowych, a także wszyscy pracownicy oddziału. Goście również wykorzystali ten moment jako okazję do złożenia gratulacji i podziękowania za dotychczasową współpracę.

Jak podkreślił Robert Soliński, jubileusz nie jest zwieńczeniem działalności, lecz początkiem kolejnego etapu.



Licznie zgromadzeni goście z zainteresowaniem uczestniczyli w oficjalnej części jubileuszowego wieczoru

– Jestem świadomy tego, że firma nie stoi w miejscu. Cały czas inwestujemy i szukamy nowych rozwiązań – zaznaczył.

Pierwsze dziesięć lat działalności Finder Polska to historia konsekwentnie budowanych relacji, dynamicznego rozwoju i odważnego partnerstwa w przyszłość. Jubileuszowy bankiet był nie tylko okazją do świętowania dotychczasowych osiągnięć, ale także zapowiedzią kolejnych ambitnych planów i wyzwań.

Oprac. red.,
fot. Finder Polska

POWSTANĄ PIERWSZE W POLSCE WYTYCZNE DOTYCZĄCE BEZPIECZEŃSTWA WIELKOSKALOWYCH MAGAZYNÓW ENERGII

Bezpieczeństwo wielkoskalowych magazynów energii staje się jednym z kluczowych wyzwań transformacji energetycznej. Choć inwestycji w instalacje BESS szybko przybywa, w Polsce wciąż brakuje kompleksowych wytycznych dotyczących ich projektowania, zabezpieczeń przeciwpożarowych i bezpiecznej eksploatacji. Lukę tę ma wypełnić wspólne opracowanie przygotowane przez CNBOP-PIB oraz PSME.

Dynamiczny rozwój magazynów energii staje się jednym z filarów transformacji energetycznej, ale jednocześnie stawia przed inwestorami, projektantami, służbami ratowniczymi i administracją publiczną zupełnie nowe wyzwania związane z bezpieczeństwem. Wraz z rosnącą liczbą instalacji bateryjnych (BESS) coraz większego znaczenia nabiera nie tylko ochrona przeciwpożarowa, ale kompleksowe zarządzanie ryzykiem – począwszy od wyboru technologii i lokalizacji inwestycji, przez projektowanie oraz zabezpieczenia techniczne, aż po eksploatację i przygotowanie do prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych. Ekspertki od lat podkreślają, że w przypadku nowoczesnych magazynów energii same przepisy nie są już wystarczają-

ce. Równie istotne stają się zasady wiedzy technicznej oparte na badaniach naukowych, doświadczeniach eksploatacyjnych oraz analizie rzeczywistych zagrożeń.

Kompleksowe opracowanie

Takie podejście od kilku lat rozwijane jest również w Europie. W wielu państwach bezpieczeństwo instalacji BESS opiera się na wytycznych technicznych, normach oraz dobrych praktykach opracowywanych przez wyspecjalizowane instytuty badawcze i organizacje branżowe. Dokumenty te uzupełniają obowiązujące przepisy i pomagają projektantom, inwestorom oraz służbom odpowiedzialnym za bezpieczeństwo podejmować decyzje uwzględniające specyfikę poszczególnych technologii magazynowania energii. W Polsce do tej pory brakowało kompleksowego opracowania, które w sposób systemowy odnosiłoby się do bezpieczeństwa pożarowego wielkoskalowych i przemysłowych magazynów energii.

Lukę tę ma wypełnić dokument „Wytyczne w zakresie bezpieczeństwa pożarowego magazynów energii wielkoskalowych i przemysłowych”, który wspólnie przygotują Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowy Instytut Badawczy oraz Pol-

skie Stowarzyszenie Magazynowania Energii. Celem opracowania będzie stworzenie spójnych rekomendacji obejmujących cały cykl życia instalacji BESS – od wymagań formalno-prawnych i projektowych, poprzez analizę ryzyka, dobór zabezpieczeń oraz ocenę zgodności stosowanych rozwiązań, aż po zasady bezpiecznej eksploatacji i prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych.

Przygotowywane wytyczne będą uwzględniały aktualne przepisy krajowe i europejskie, wyniki badań naukowych, doświadczenia eksploatacyjne oraz najlepsze praktyki stosowane na rynkach zagranicznych. Dokument będzie odnosił się między innymi do klasyfikacji technologii BESS, charakterystyki stosowanych chemii ogni, systemów zarządzania bateriami (BMS), wymagań dotyczących dokumentacji technicznej i certyfikacji, zasad lokalizacji magazynów energii, projektowania zabezpieczeń przeciwpożarowych oraz identyfikacji zagrożeń wynikających z użytkowania instalacji. Istotnym elementem opracowania będzie również określenie warunków zapewniających skuteczne i bezpieczne prowadzenie działań ratowniczo-gaśniczych oraz wskazanie rekomendacji dla nowych i istniejących obiektów.

39. MIĘDZYNARODOWE ENERGETYCZNE TARGI BIELSKIE

**Zapraszamy serdecznie
na stoisko w hali B, stanowisko nr 24**

15–17.09.2026

Bielsko-Biała



Transformatory żywiczne

160–6000 kVA do 36 kV



Transformatory olejowe

40–7000 kVA do 36 kV



**Mefta Green Transfo
Energy Poland sp. z o.o.**

Żwirki i Wigury 52
43-190 Mikołów, Poland

tel. 32 77 28 222
poland@green-transfo.com



**PRODUKOWANE
W POLSCE**

Zaufanie buduje się poprzez bezpieczeństwo

Autorzy dokumentu zakładają, że będzie on opierał się nie tylko na analizie dostępnej wiedzy, ale również na wynikach badań i doświadczeń prowadzonych przez ekspertów. W uzasadnionych przypadkach partnerzy przewidują możliwość realizacji dodatkowych badań oraz eksperymentów, które pozwolą zweryfikować proponowane rozwiązania techniczne i opracować rekomendacje oparte na rzetelnych danych naukowych.

Podstawą rozpoczęcia wspólnych prac było podpisane pod koniec czerwca 2026 r. w Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpowodziowej – Państwowym Instytucie Badawczym porozumienie o współpracy pomiędzy CNBOP-PIB a Polskim Stowarzyszeniem Magazynowania Energii. Dokument podpisali Dyrektor CNBOP-PIB st. bryg. dr hab. inż. Paweł Janik oraz Prezes PSME Barbara Adamska.

– Magazyny energii stają się jednym z kluczowych elementów nowoczesnego systemu elektroenergetycznego. Wraz z dynamicznym wzrostem liczby inwestycji równie szybko muszą rozwijać się standardy bezpieczeństwa. Naszym celem jest stworzenie praktycznych wytycznych, które będą wspierały projektantów, inwestorów, producentów, służby ratownicze i administrację publiczną w podejmowaniu właściwych decyzji na każdym etapie realizacji i eksploatacji instalacji BESS. Chcemy, aby był to dokument oparty na wiedzy naukowej, wynikach badań oraz doświadczeniach ekspertów z różnych dziedzin. Współpraca z CNBOP-PIB daje gwarancję, że powstaną rekomendacje odpowiadające zarówno potrzebom dynamicznie rozwijającego się rynku, jak i najwyższym standardom bezpieczeń-

stwa. Transformacja energetyczna nie będzie możliwa bez zaufania do technologii magazynowania energii, a zaufanie buduje się przede wszystkim poprzez bezpieczeństwo – podkreśliła Barbara Adamska, Prezes Polskiego Stowarzyszenia Magazynowania Energii.

Praktyczne narzędzie

Jeszcze tego samego dnia odbyło się inauguracyjne posiedzenie zespołu roboczego, podczas którego przedstawiono założenia merytoryczne opracowania, jego strukturę oraz harmonogram dalszych prac. Do udziału w projekcie zaproszono ekspertów posiadających wieloletnie doświadczenie w obszarze ochrony przeciwpożarowej, projektowania, certyfikacji, badań oraz eksploatacji instalacji magazynowania energii.

– Dynamiczny rozwój magazynów energii sprawia, że rośnie potrzeba opracowania zasad i rekomendacji dotyczących ich bezpiecznego projektowania, użytkowania oraz ochrony przeciwpożarowej. W CNBOP-PIB dysponujemy doświadczonego zespołem ekspertów, zapleczem badawczym oraz wieloletnim doświadczeniem w prowadzeniu badań, ocenie rozwiązań technicznych i tworzeniu wytycznych z zakresu bezpieczeństwa pożarowego. Równie ważna jest wiedza płynąca z praktyki i doświadczeń branży, dlatego cieszę się, że możemy wspólnie z ekspertami PSME przygotować dokument, który będzie rzetelnym i użytecznym źródłem wiedzy dla wszystkich osób i podmiotów odpowiedzialnych za bezpieczeństwo instalacji magazynowania energii – mówi st. bryg. dr hab. inż. Paweł Janik, Dyrektor CNBOP-PIB.

Partnerzy planują zakończenie prac nad dokumentem do końca 2026 r. Wytyczne będą

wspólnym opracowaniem CNBOP-PIB i PSME, sygnowanym przez obie instytucje. Po zakończeniu procesu opiniowania mają stać się praktycznym narzędziem wspierającym projektantów, inwestorów, producentów, wykonawców, rzeczoznawców do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych, administrację publiczną oraz służby ratownicze.

Intencją autorów jest, aby opracowanie stało się jednym z najważniejszych dokumentów porządkujących zasady bezpiecznego rozwoju rynku magazynowania energii w Polsce. W sytuacji, gdy krajowy sektor BESS wchodzi w fazę wielkoskalowych inwestycji, wspólne wytyczne mają nie tylko zwiększyć poziom bezpieczeństwa użytkowników i infrastruktury, lecz także ujednolicić podejście do oceny ryzyka oraz projektowania instalacji, tworząc pomost pomiędzy obowiązującymi przepisami a dynamicznie rozwijającą się wiedzą techniczną i praktyką inżynierską.

Polskie Stowarzyszenie Magazynowania Energii PSME to wiodąca organizacja branży magazynowania energii i przemysłu baterijnego w Polsce. Skupia firmy i inne podmioty działające w sektorze magazynowania energii oraz baterijnym: producentów, integratorów, deweloperów, inwestorów, firmy wykonawcze, EPC, firmy recyklingowe oraz jednostki badawcze i naukowe. Uczestniczy w pracach legislacyjnych oraz w kształtowaniu działań pozalegisacyjnych, prowadzi działalność edukacyjno-informacyjną oraz promuje standardy bezpieczeństwa użytkowania magazynów energii, z uwzględnieniem bezpieczeństwa prawnego, technicznego i ekonomicznego.

Źródło: PSME

CPK SZUKA WYKONAWCY INFRASTRUKTURY ENERGETYCZNEJ NOWEGO LOTNISKA

Centralny Port Komunikacyjny szuka wykonawcy m.in. infrastruktury energetycznej nowego lotniska – poinformowała w spółka. Uruchomiła tym samym postępowanie zakupowe w formule dialogu konkurencyjnego.

„Wybudowana infrastruktura zapewni ciągłość oraz niezawodność zasilania m.in. dla systemów nawigacyjnych, oświetlenia, terminali oraz infrastruktury niezbędnej do bezpiecznego funkcjonowania portu lotniczego. Wniośki o dopuszczenie do dialogu można składać do 5 sierpnia. Do procedury dopuszczonych zostanie pięć firm” – poinformowała spółka. Do-

dała, że system zasilania ma tworzyć spójną całość umożliwiającą dowolne kształtowanie kierunków zasilania zarówno z krajowej sieci elektroenergetycznej, jak i z lokalnych źródeł zasilania awaryjnego i odnawialnych źródeł energii.

Wykonawca będzie musiał zbudować infrastrukturę zasilającą inwestycję Port Polska, w tym budynki Rozdzielczych Punktów Zasilających, Głównego Punktu Odbiorczego, budynki stacji agregatów prądotwórczych oraz linii kablowych łączących lotnisko z krajową siecią elektroenergetyczną.

Zamówienie podstawowe ma objąć: budowę czterech stacji elektroenergetycznych RPZ

zasilających sieci średniego napięcia na terenie lotniska, wraz z liniami kablowymi o napięciu 110 kV przyłączanymi do sieci elektroenergetycznych należących do: PSE oraz PGE. Obejmuje też budowę stacji GPO-C, do której planuje się przyłączenie magazynów energii elektrycznej oraz instalacji fotowoltaicznych.

Spółka CPK należy w 100 proc. do Skarbu Państwa; odpowiada za przygotowanie inwestycji Port Polska, w ramach której ma powstać m.in. system Kolei Dużych Prędkości. W ramach programu ma też powstać centralne lotnisko zlokalizowane między Warszawą i Łodzią.

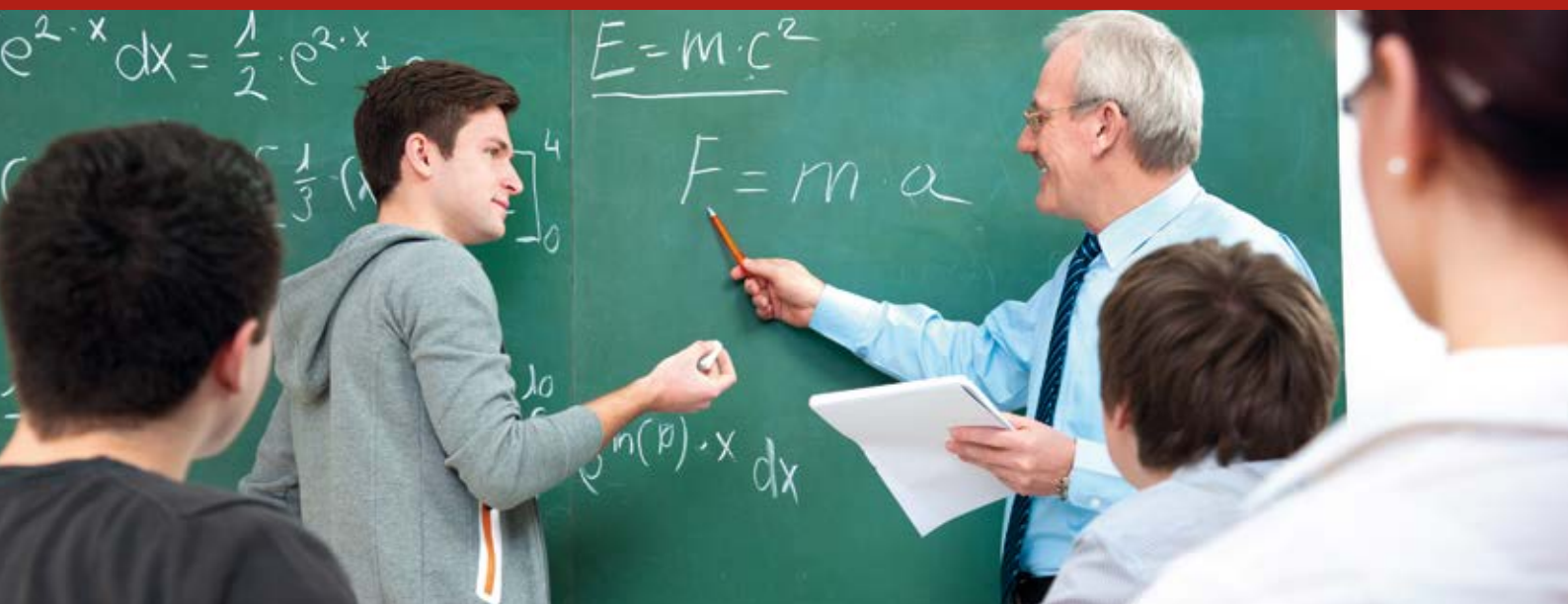
Źródło: PAP



Politechnika Wrocławska

Chcesz się dokształcić? Chcesz wiedzieć więcej?

STUDIA PODYPLOMOWE, KURSY DOKSZTAŁCAJĄCE I SZKOLENIA KOMERCYJNE



Dział Kształcenia

Sekcja Studiów Poddyplomowych i Mikropoświadczeń zaprasza

na studia poddyplomowe, kursy i szkolenia, m.in.:

- Architektura wnętrz
- Bezpieczeństwo i higiena pracy
- Certyfikacja i audyt energetyczny budynków
- Data Science - Analiza danych od podstaw
- Energetyka jądrowa
- Mechatronika przemysłowa
- Nowoczesne technologie i dydaktyka w budownictwie - przygotowanie do nauczania zawodów technik budownictwa oraz murarz- tynkarz
- Ochrona przeciwporażeniowa i przeciwpożarowa w instalacjach elektrycznych
- Praktyczny e-marketing
- Procesy spajania, projektowanie i wytwarzanie struktur spawanych
- Projektowanie instalacji i urządzeń elektrycznych wspomagane komputerowo
- Psychologia komunikacji marketingowej i zachowań konsumenckich
- Psychologia w biznesie
- Systemy sterowania w energetyce (PLC, DCS)
- Urbanistyka i planowanie przestrzenne
- Zarządzanie projektami
- Zarządzanie ryzykiem i ciągłością działania organizacji

Szczegóły na stronie cku.pwr.edu.pl



OŚWIETLENIE PRZEMYSŁOWE POD PRESJĄ BEZPIECZEŃSTWA

O wyzwaniach nowoczesnego oświetlenia rozmawiamy z Arturem Kaczorowskim, Dyrektorem Zarządzającym Trevos Poland

Rosnące wymagania dotyczące efektywności energetycznej, bezpieczeństwa pracy oraz niezawodności instalacji sprawiają, że oświetlenie przemysłowe staje się jednym z kluczowych elementów nowoczesnych zakładów produkcyjnych i centrów logistycznych. Szczęólnego znaczenia nabierają dziś również rozwiązania przeznaczone do stref zagrożonych wybuchem. O wyzwaniach związanych z doбором oświetlenia przemysłowego, specyfice wymagań w strefach zagrożonych wybuchem oraz planach rozwoju firmy w Polsce rozmawiamy z Arturem Kaczorowskim, Dyrektorem Zarządzającym Trevos Poland.



Artur Kaczorowski

Panie Arturze, Trevos Poland jest obecny w Polsce stosunkowo od niedawna. Jakie są główne obszary działalności firmy?

Trevos Poland to część europejskiego producenta opraw oświetleniowych z ponad 30-letnim doświadczeniem. Nasza produkcja znajduje się w Czechach, a od 2024 roku intensywnie rozwijamy działalność na rynku polskim. Specjalizujemy się przede wszystkim w oświetleniu przemysłowym, magazynowym, logistycznym oraz rozwiązaniach przeznaczonych do stref zagrożonych wybuchem.

Naszym celem nie jest sprzedaż samej oprawy. Chcemy rozwiązywać konkretne problemy klientów związane z bezpieczeństwem, trwałością oraz kosztami eksploatacji instalacji oświetleniowych.

Z jakimi problemami najczęściej zgłaszają się dziś inwestorzy i projektanci?

To zależy od branż. W logistyce i magazynach dominują wymagania związane z efektywnością energetyczną. W przemyśle ciężkim najczęściej rozmawiamy o trwałości i odporności opraw.

W ostatnich miesiącach bardzo wyraźnie obserwujemy natomiast wzrost zapytań dotyczących stref zagrożonych wybuchem. Wiele firm szuka obecnie alternatywnych rozwiązań dla produktów, które przez lata były standardem na rynku.

Mówi Pan o rynku opraw przeciwwybuchowych?

Tak. Przez wiele lat bardzo silną pozycję wypracowała firma Polam-Rem, a później Remontowa Lighting. Dziś wielu inwestorów, projektantów oraz wykonawców stoi przed wyzwaniem związanym z modernizacją istniejących instalacji oraz doбором nowych rozwiązań. Największym problemem nie jest nawet sam produkt. Kluczowe stają się dostępność, wsparcie techniczne oraz możliwość szybkiej realizacji inwestycji. Dlatego od początku rozwijaliśmy współpracę z największymi dystrybutorami w Polsce, dzięki czemu nasze rozwiązania są dostępne lokalnie i mogą być szybko dostarczane na inwestycje.

Czy Ex jest dziś jednym z głównych kierunków rozwoju Trevos Poland?

Zdecydowanie tak. Co ciekawe, bardzo często pierwsza rozmowa z klientem zaczyna się właśnie od opraw przeciwwybuchowych. Dzięki temu później otwierają się możliwości współpracy również w innych obszarach inwestycji. Ex stał się dla nas bardzo ważnym segmentem rynku, choć oczywiście nie jedynym.



Inwestycje oświetleniowe realizowane w strefach zagrożonych wybuchem należą do najbardziej wymagających pod względem bezpieczeństwa i zgodności z normami przedmiotowymi i przepisami techniczno-prawnymi

Potwierdzeniem podejścia Trevos Poland do bezpieczeństwa są także certyfikacje i dopuszczenia, które uzyskały oferowane przez nas rozwiązania. Oprawy przeciwwybuchowe spełniają wymagania dyrektywy ATEX i posiadają niezbędne certyfikaty dopuszczające je do pracy w strefach zagrożonych wybuchem.

Jednocześnie, rozwijając ofertę na rynku polskim, zadaliśmy również o spełnienie krajowych wymagań związanych z ochroną przeciwpożarową. Nasze oprawy awaryjne przeszły rygorystyczny proces badań bezpieczeństwa i uzyskały dopuszczenie CNBOP, co dla wielu inwestorów oraz projektantów stanowi istotne potwierdzenie jakości i zgodności z obowiązującymi przepisami.

Warto podkreślić, że inwestycje oświetleniowe realizowane w strefach zagrożonych wybuchem należą do najbardziej wymagających pod względem bezpieczeństwa i zgodności z normami przedmiotowymi i przepisami techniczno-prawnymi. Klienci oczekują nie tylko certyfikowanego produktu, lecz także wsparcia w zakresie doboru odpowiednich rozwiązań dla konkretnych stref oraz warunków pracy. Dlatego dużą wagę przykładamy do doradztwa technicznego i współpracy z projektantami już na etapie przygotowania inwestycji.

Jakie inne wyzwania podejmujecie dla klientów przemysłowych?

Przemysł jest bardzo wymagający. Nie istnieje jedno uniwersalne rozwiązanie. Przykładowo w chłodniach występują bardzo niskie temperatury pracy, w hutach i odlewniach – wysokie temperatury otoczenia, w przemyśle chemicznym wymagana jest odporność materiałowa, w przemyśle spożywczym obowiązują wymagania higieniczne, a w logistyce najważniejsza jest efektywność energetyczna. Dlatego dobór opraw zawsze rozpoczynamy od analizy środowiska pracy.

Jak już wspominałem, coraz częściej uczestniczymy w inwestycjach na etapie projektowania. Dzięki temu możemy wspólnie z projektantem lub inwestorem dobrać rozwiązanie optymalne zarówno pod względem technicznym, jak i ekonomicznym. W wielu przypadkach pozwala to uniknąć przewymiarowania instalacji lub zastosowania opraw niedostosowanych do rzeczywistych warunków pracy.

Czy może Pan podać przykłady Waszych realizacji?

Oczywiście. W Polsce nasze rozwiązania pracują już m.in. w Bridgestone, Steico, Stellantis, dawniej Fiat Tychy, zakładach przemysłu



Potwierdzeniem podejścia Trevos Poland do bezpieczeństwa są także certyfikacje i dopuszczenia, które uzyskały oferowane przez nas rozwiązania

drzewnego, magazynach logistycznych oraz obiektach produkcyjnych. Jednym z ciekawszych przykładów była realizacja dla Bridgestone, gdzie zastosowaliśmy rozwiązania odporne na agresywne środowisko chemiczne oraz wykonanie SR, zwiększające odporność komponentów LED na działanie związków siarki. Takie detale często decydują o wieloletniej, bezawaryjnej pracy instalacji.

W praktyce każda branża wymaga indywidualnego podejścia. Inne rozwiązania projektujemy dla zakładów przemysłu spożywczego, gdzie kluczowe są kwestie higieniczne i łatwość utrzymania czystości, inne dla magazynów wysokiego składowania, gdzie liczy się precyzyjne kierowanie światła oraz efektywność energetyczna. Dzięki szerokiemu portfolio jesteśmy w stanie dobierać produkty odpowiadające konkretnym warunkom pracy i wymaganiom inwestora.

Na co inwestor powinien dziś zwrócić uwagę przy wyborze oświetlenia przemysłowego?

Na trzy rzeczy: po pierwsze – bezpieczeństwo, po drugie – dostępność, a po trzecie – partnera, który będzie wspierał inwestycję również za kilka lat. Sama cena oprawy bardzo często okazuje się najmniej istotnym elementem całej inwestycji. Coraz częściej zwraca się również uwagę na parametry, które nie są istotne na pierwszy rzut oka. Mowa m.in. o odporności materiałowej, jakości zastosowanych komponentów LED, możliwościach serwisowych czy dostępności produktu w kolejnych latach. W przypadku obiektów przemysłowych i logistycznych instalacja oświetleniowa projektowana jest często na kilkanaście, a nawet kilkadziesiąt lat eks-

ploatacji. Dlatego warto analizować nie tylko koszt zakupu, lecz także całkowity koszt użytkowania, obejmujący zużycie energii, koszty konserwacji oraz ewentualnych przestojów związanych z awariami.

W ostatnich latach wiele mówi się o skracaniu łańcuchów dostaw i europejskiej produkcji. Czy dla klientów przemysłowych ma to znaczenie?

Zdecydowanie tak. Jeszcze kilka lat temu głównym kryterium wyboru była cena zakupu. Dziś coraz częściej rozmawiamy o bezpieczeństwie dostaw, dostępności części zamiennych oraz wsparciu technicznym.

Produkcja w Czechach zapewnia nam dużą przewagę pod względem elastyczności i terminowości realizacji projektów. Klienci wiedzą również, że za produktem stoi europejski producent działający od ponad 30 lat, posiadający własne zaplecze badawczo-rozwojowe oraz laboratoria testowe. To buduje zaufanie, szczególnie w przypadku inwestycji przemysłowych planowanych na długi czas.

Jakie są plany Trevos Poland na najbliższe lata?

Chcemy dalej rozwijać współpracę z projektantami, wykonawcami oraz dystrybutorami. Polski rynek przemysłowy rozwija się bardzo dynamicznie i widzimy ogromny potencjał nie tylko w obszarze nowych inwestycji, lecz także w modernizacji istniejących obiektów. Naszym celem jest dostarczanie sprawdzonych, europejskich rozwiązań oświetleniowych, które realnie pomagają klientom budować bezpieczne i nowoczesne zakłady produkcyjne.

Więcej informacji: www.trevos.eu

Uproszczony projekt zasilania pompy hydroforu w budynku letniskowym

Instalacja silnika indukcyjnego trójfazowego o mocy większej od 5,5 kW wymaga układu rozruchowego, którego celem jest zmniejszenie poboru prądu ze źródła zasilania. Spośród dostępnych metod rozruchu silników indukcyjnych klatkowych najprostszym i zarazem najbardziej niezawodnym w eksploatacji jest układ gwiazda/trójkąt. Rozruch silnika odbywa się przy załączeniu uzwojeń w gwiazdę, a po uzyskaniu obrotów nominalnych następuje automatyczne przełączenie uzwojeń do konfiguracji trójkąta. Wadą tego rozwiązania jest trzykrotnie mniejsza moc silnika przy uzwojeniu w gwiazdę oraz duży impuls prądowy powstający podczas przełączania uzwojeń w układ trójkąta.

Podstawa opracowania

1. Projekt instalacji elektrycznych budynku.
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [Dz.U. z 2022 roku poz. 1225 z późniejszymi zmianami – traci ważność z dniem 21 września 2026 roku].
3. DTR producenta zestawu hydroforowego.
4. N SEP-E 002 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Instalacje elektryczne w obiektach mieszkalnych. Podstawy planowania.
5. PN-HD 60364-5-52: 2011 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5-52. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Oprzewodowanie.
6. PN-HD 60364-4-41:2017 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-41. Instalacje dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym.
7. PN-HD 60364-5-54: 2011 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5-54. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Układy uziemiające i przewody ochronne.
8. Katalogi producentów osprzętu elektrycznego.
9. Katalogi producentów kabli i przewodów elektrycznych.

Stan istniejący

Energia elektryczna jest doprowadzona do rozdzielnic głównej budynku (RGB), w której pozostawiono rezerwę umożliwiającą wyprowadzenie pojedynczego obwodu.

Spodziewany spadek napięcia – obliczony dla złącza kablowego budynku, przy uwzględnieniu pełnego obciążenia budynku – wynosi 4% < ΔU_{dop} = 5%. Spadek napięcia liczony od złącza do RGB wynosi 1%.

W pomieszczeniu hydroforni zainstalowano zestaw hydroforowy wyposażony w silnik elektryczny indukcyjny trójfazowy o następujących parametrach: U_n = 3×230/400 V; η = 0,8; cos φ = 0,8; I_r/I_n = 6; P_n = 7,5 kW. Parametry zwarcia w rozdzielnic głównej budynku (RGB):

- » dla zwarć jednofazowych: Z_{k1} = 0,25 Ω,
- » dla zwarć trójfazowych: Z_{k3} = 0,15 Ω.

Opis techniczny

Z RGB należy wyprowadzić obwód zasilania rozdzielnic hydroforni (RH), wykonany przewodem YDYżo 5×6. Z RH należy wyprowadzić następujące przewody: OWYżo 4×2,5, OWYżo 3×2,5 oraz OWY 2×1,5 – służące do zasilania oraz sterowania silnika hydroforu. Przewody należy prowadzić w nieprzewodzących rurach osłonowych układanych w masie posadzki i wprowadzić do skrzynki zaciskowej silnika zestawu hydroforowego. Ponadto z RH należy wyprowadzić obwody:

- » zasilania gniazd jednofazowych, wykonany przewodem YDYżo 3×2,5
- » zasilania gniazda trójfazowego, wykonany przewodem YDYżo 5×2,5
- » oświetlenia, wykonany przewodem zgodnie z opisem zamieszczonym na rysunku 2.

Plan projektowanej instalacji hydroforni przedstawia rysunek 1. Schemat ideowy rozdzielnic RH przedstawia rysunek 2. Na rysunku 3. został przedstawiony schemat zasilania oraz sterowania silnikiem napędowym zestawu hydroforowego. Schemat montażowy RH przedstawia rysunek 4. Natomiast na rysunku 5. został przedstawiony przekrój wyłącznika ciśnieniowego z oznaczonymi elementami regulacji zakresu ciśnienia wyłączenia oraz załączenia silnika.

Uwaga! Woda jest zasysana ze studni głębinowej, wykonanej zgodnie z projektem instalacji sanitarnych, pominiętym w opracowaniu.

Obliczenia

1. Bilans mocy oraz dobór przewodu zasilającego RH oraz jego zabezpieczenia

$$P_i = P_H + P_o + P_G = 7500 + 288 + 1000 = 8788 \text{ W}$$

$$I_b = \frac{P_i}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{8788}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 15,88$$

$$1,25 \cdot I_b = 19,85 \text{ A} \leq I_n = 25 \text{ A} \leq I_z$$

$$I_z \geq \frac{k_2 \cdot I_n}{1,45} = \frac{1,6 \cdot 25}{1,45} = 27,6 \text{ A}$$

Zgodnie z powyższymi obliczeniami, przy sposobie ułożenia A2, warunki spełnia przewód YDYżo 5×6, dla którego długotrwała obciążalność prądowa, zgodnie z normą PN-HD 60364-5-52:2011, wynosi:

$$I_z = 1,06 \cdot 0,91 \cdot 29 = 27,96 \text{ A} > 27,6 \text{ A}$$

Uwaga! Pozostałe przewody projektowanej instalacji oraz ich zabezpieczenia zostały zdefiniowane na rysunkach.

2. Dobór parametrów zabezpieczeń automatyki hydroforu

$$I_b = \frac{P_H}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{7500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8 \cdot 0,8} = 16,94 \text{ A}$$

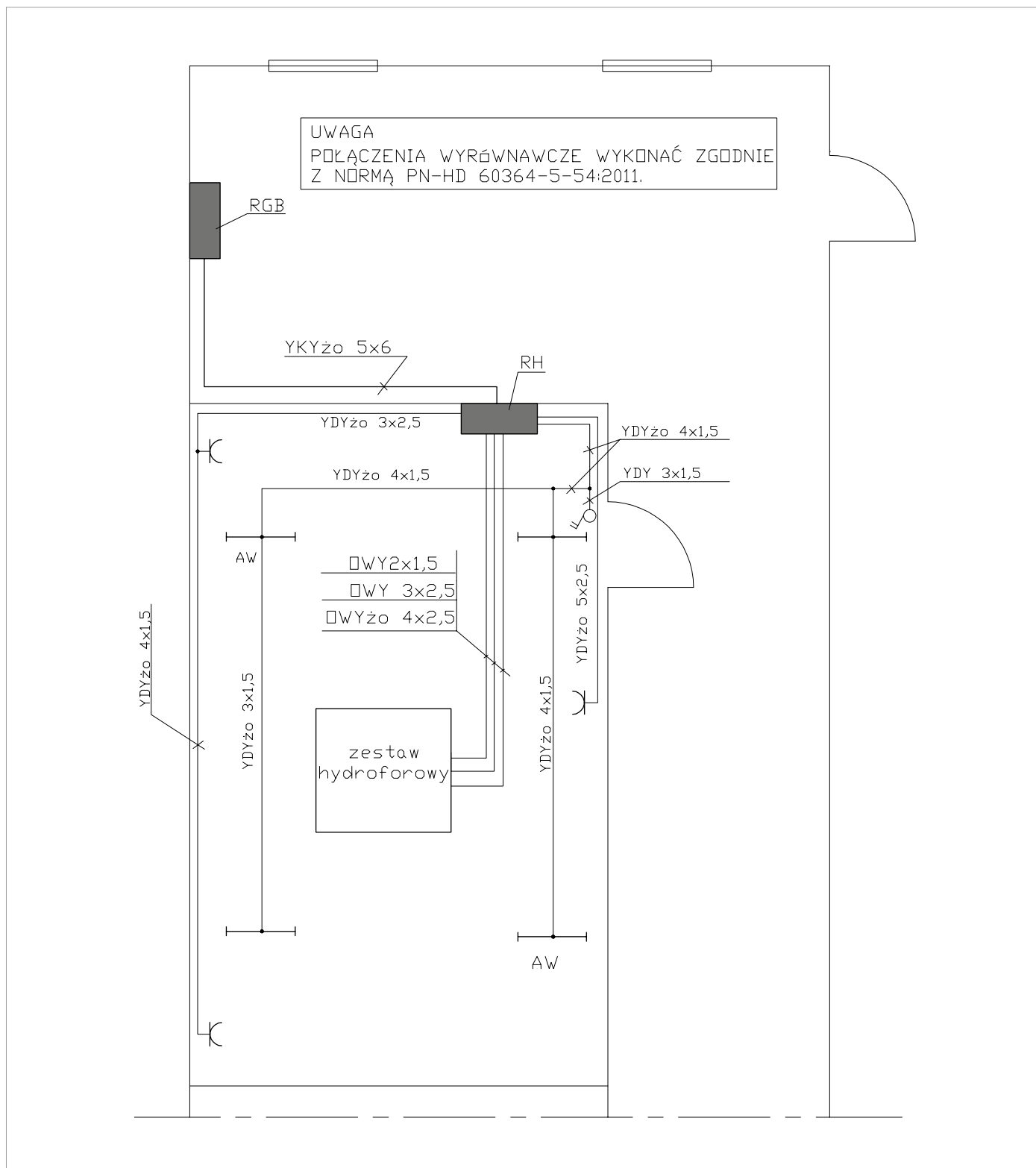
$$I_v = 1,05 \cdot \frac{I_b}{\sqrt{3}} = 1,05 \cdot \frac{16,94}{\sqrt{3}} = 10,3 \text{ A}$$

gdzie:

P_H – moc czynna silnika hydroforu, w [W],
 P_o – moc czynna źródeł światła, w [W],
 P_G – moc czynna zapotrzebowana przez gniazda odbiorcze, w [W],
 $\cos\varphi_n$ – znamionowy współczynnik mocy silnika, w [-],
 η – sprawność silnika, w [-],
 I_o – nastawa prądu przekaźnika termobimetalowego, w [A],
 I_B – spodziewany prąd obciążenia, w [A],

I_2 – wymagana dopuszczalna długotrwała obciążalność prądowa przewodu, w [A],
 k_2 – współczynnik niedopasowania charakterystyki przewodu i zabezpieczenia, w [-].

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń należy dobrać styczniki o prądzie znamionowym $I_n = 40$ A oraz przekaźnik termobimetalowy o nastawie $I_o = 10,3$ A.

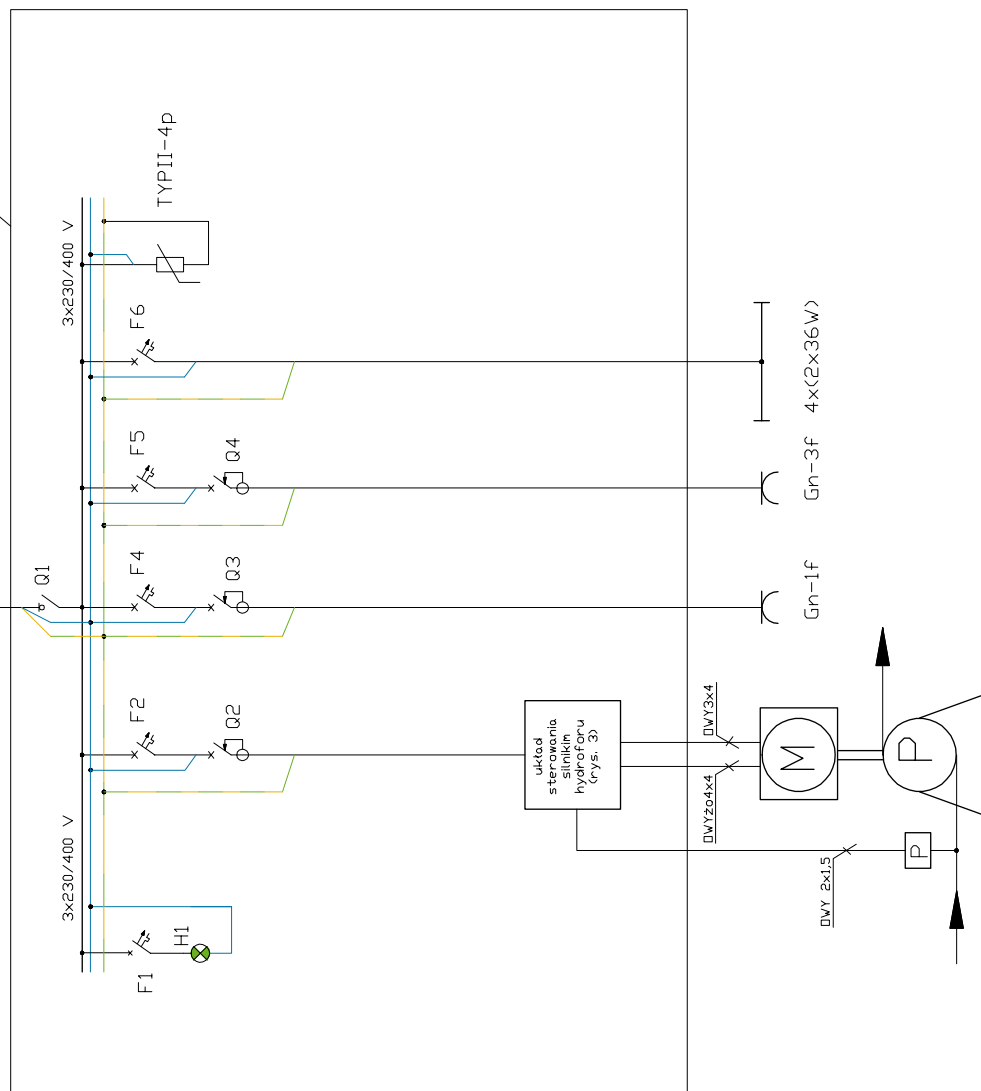


Rys. 1. Plan projektowanej instalacji rys. J. Wiatr

RH-W II KLASIE OCHRONNOŚCI

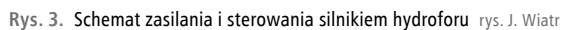
RGB

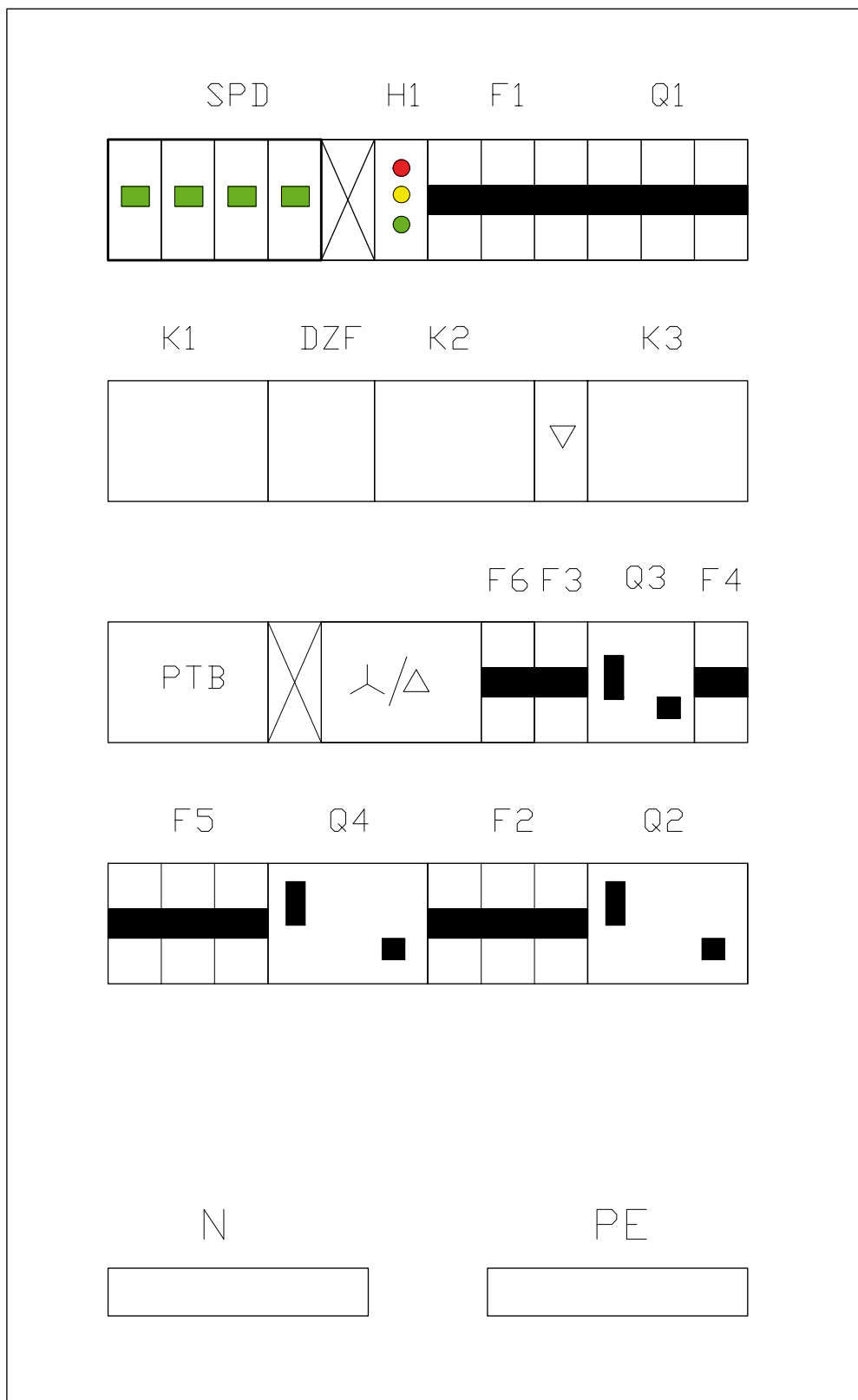
3x230/400 V
R303.50



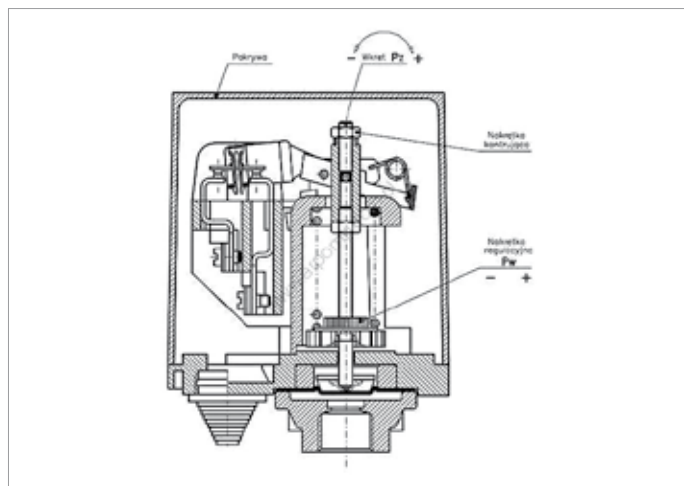
- Q1-FR103-40 A
- Q2-RCD 30mA/40 A-4p
- Q3-RCD 30 mA/25 A-2p
- Q4-RCD 30 mA/40 A-4p
- F1-3xS301C0.5
- F2-S303C20
- F3-S301B16
- F4-S303C16
- F5-S303C16
- F6-S302C4
- DZF-CKF-B
- H1-LK-713

Rys. 2. Schemat ideowy rozdzielnic hydrotermicznej rys. J. Wiatr





Rys. 4. Uproszczony schemat montażowy rozdzielnic RH rys. J. Wiatr



Rys. 5. Przekrój awyłącznika ciśnieniowego z oznaczonymi elementami regulacji ciśnienia załączenia i wyłączenia silnika pompy: PW – nastawa ciśnienia wyłączenia; PZ – nastawa ciśnienia załączenia

» dobór przewodu oraz zabezpieczenia:

$$I_b = 16,94 \text{ A} \leq I_n = 20 \text{ A} \leq I_z$$

$$I_z \geq \frac{k_2 \cdot I_n}{1,45} = \frac{1,45 \cdot 20}{1,45} = 20 \text{ A}$$

$$I_r = k_r \cdot I_b = 6 \cdot 16,94 = 101,64 \text{ A}$$

$$I_{rv} = \frac{I_r}{3} = \frac{101,64}{3} = 33,88 \text{ A}$$

$$I_4 = k_4 \cdot I_n = 5 \cdot 20 = 100 \text{ A} > I_{rv} = 33,80 \text{ A}$$

Należy dobrać przewód OWYżo 4x2,5, który przy sposobie ułożenia B2 ma następującą obciążalność prądową:

$$I_z = 1,06 \cdot 20 = 21,2 \text{ A} > 20 \text{ A}$$

gdzie:

I_b – spodziewane obciążenie pojedynczego obwodu, w [A],

I_4 – prąd niezadziałania zabezpieczenia, w [A],

k_4 – współczynnik prądu znamionowego określający granice niezadziałania zabezpieczenia, w [-],

k_r – współczynnik rozruchu silnika, w [-],

I_z – wymagana dopuszczalna obciążalność prądowa przewodów, w [A],

I_{rv} – prąd rozruchu silnika przy połączeniu uzwojeń w gwiazdę, w [A].

3. Sprawdzenie dobranych przewodów z warunku spadku napięcia

$$\Delta U = \frac{P_i \cdot l \cdot 100\%}{\gamma \cdot S \cdot U^2} = \frac{8788 \cdot 10 \cdot 100\%}{55 \cdot 6 \cdot 400^2} + \frac{7500 \cdot 6 \cdot 100\%}{55 \cdot 3,5 \cdot 400^2} = 0,38\% < \Delta U_{dop} = 3\%$$

gdzie:

S – przekrój przewodu, w [mm²],

U – napięcie, w [V],

γ – konduktywność przewodu, w [m/(Ω·mm²)],

l – odległości pomiędzy punktami przyłączenia, w [m],

P_i – moc czynna obciążenia w punkcie przyłączenia, w [kW].

4. Sprawdzenie warunku samoczynnego wyłączenia

» obwód hydroforu:

$$Z_{k1} \approx 0,25 + 2 \cdot \frac{l_i}{\gamma \cdot S_i} = 0,25 + 2 \cdot \left(\frac{10}{55 \cdot 6} + \frac{4}{55 \cdot 2,5} \right) = 0,37 \Omega$$

$$I_{k1} \approx \frac{0,8 \cdot U_0}{Z_{k1}} = \frac{0,8 \cdot 230}{0,37} = 497,29 \text{ A} \gg I_a = 160 \text{ A}$$

gdzie:

S_i – przekrój i-tego odcinka przewodu, w [mm²],

U_0 – napięcie pomiędzy przewodem fazowym a uziemionym przewodem PE, w [V]

γ – konduktywność przewodu, w [m/(Ω·mm²)],

l_i – odległości i-tego odcinka obwodu, w [m],

Z – impedancja, w [Ω],

I_{k1} – prąd zwarcia jednofazowego, w [A].

Uwaga! Przeprowadzone obliczenia pozwalają na wyciągnięcie wniosku, że w pozostałych obwodach projektowanej instalacji warunek samoczynnego wyłączenia zostanie zachowany.

5. Spodziewany prąd zwarcia symetrycznego:

$$Z_{k3} \approx 0,15 + \frac{l}{\gamma \cdot S} = 0,15 + \frac{10}{55 \cdot 6} = 0,18 \Omega$$

$$I_{k3} \approx \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k3}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 0,18} = 1284,52 \text{ A}$$

Zgodnie z tabelą selektywności zamieszczoną w katalogach producentów zabezpieczeń, wyłącznik instalacyjny S303C20 w kaskadzie z bezpiecznikiem topikowym DO2gG25 do prądu $I_k = 0,55 \text{ kA}$ zachowuje pełną selektywność działania podczas zwarc. Zatem warunek selektywności nie jest spełniony. W celu zachowania warunku wybiórczości projektowanej instalacji należy zwiększyć zabezpieczenie RH do wartości 50 A przez przyjęcie bezpiecznika DO2gG50, który w kaskadzie z wyłącznikiem nadprądowym S3...C16 zachowuje pełną wybiórczość działania do prądu zwarcowego o wartości 1,8 kA. Zgodnie z tabelami producentów zabezpieczeń, przy przyjętym ostatecznie zabezpieczeniu rozdzielnic RH, wybiórczość zostanie zachowana w pozostałych obwodach projektowanej instalacji.

Ponieważ rozdzielnica RH wykonana jest w II klasie ochronności, ochrona przeciwporażeniowa jest zachowana. Rolę zabezpieczeń przeciążeniowych w tym przypadku pełnią zabezpieczenia obwodowe, zainstalowane w rozdzielnicach RH. Zabezpieczenie wykonane bezpiecznikiem DO2gG50 zainstalowanym w RGB pełni w tym przypadku rolę zabezpieczenia zwarcowego, gwarantującego samoczynne wyłączenie podczas zwarc jednofazowych w czasie nie dłuższym od 5 s. Przyjęcie takiego rozwiązania jest zgodne z wymaganiami normy PN-HD 60364-4-41:2017.

Uwagi końcowe

1. Ochrona przeciwporażeniowa przy uszkodzeniu – samoczynne wyłączenie w układzie zasilania TN-S.
2. Uzupełniająca ochrona przeciwporażeniowa – wysokoczułe wyłączniki różnicowoprądowe oraz połączenia wyrównawcze.
3. Wszystkie wyłączniki nadprądowe o odporności zwarcowej $I_{cs} = 6 \text{ kA}$.
4. Nastawy przełącznika gwiazda/trójkąt: czas rozruchu $t_1 = 5 \text{ s}$; czas przełączania $t_2 = 150 \text{ ms}$.
5. Wszystkie przewody projektowanej instalacji muszą mieć następującą klasę reakcji na ogień: D_{ca}-s2, d1, a3.
6. Do gniazda jednofazowego należy przyłączyć elektryczny grzejnik konwektorowy o mocy 1000 W, wyposażony w termostat z ustawionym oknem (2–10)°C w celu niedopuszczenia do obniżenia temperatury poniżej 0°C – dla ochrony instalacji wodociągowej przed zamarznięciem w okresie zimowym – wykonany w II klasie ochronności.
7. Po wykonaniu instalacji należy wykonać badania i próby odbiorcze – zgodnie z wymaganiami normy PN-HD 60364-6.

ENERGIA POD PEŁNĄ KONTROLĄ

Jak skutecznie zarządzać OZE, magazynem energii oraz budować efektywny system energetyczny

Farma fotowoltaiczna jest dziś często punktem wyjścia do inwestycji w odnawialne źródła energii. Po uruchomieniu szybko okazuje się jednak, że sama produkcja energii nie przesądza jeszcze o efektywności przedsięwzięcia. Źródło musi bezpiecznie współpracować z siecią, reagować na warunki w punkcie przyłączenia, uwzględniać profil odbioru i możliwości magazynowania energii. Coraz większe znaczenie ma więc nie tylko moc zainstalowana, lecz także **zdolność do zarządzania całym układem**.

Ta zasada dotyczy nie tylko farm PV. Podobne wyzwania występują w instalacjach wiatrowych, biogazowniach, zakładach przemysłowych z własnym źródłem energii, a także w klastrach i spółdzielniach energetycznych. W każdym z tych przypadków **celem jest budowa aktywnego systemu energetycznego**: takiego, który mierzy, analizuje, reaguje i optymalizuje pracę źródeł, odbiorów oraz magazynów energii.

Bezpieczne przyłączenie i kontrola pracy źródła

Podstawą jest właściwie zaprojektowana warstwa zabezpieczeń, pomiarów i telemechaniki.

W obiektach generacji rozproszonej przyłączonych do sieci przez transformator SN/nN ważny jest jednocześnie nadzór nad stroną średniego i niskiego napięcia, kontrola parametrów sieci oraz możliwość szybkiego reagowania na zakłócenia.

Przykładem rozwiązania przeznaczonego do takich zastosowań jest BELplus OZE - cyfrowy przekaźnik zabezpieczeniowy, który łączy funkcje ochrony rozdzielnic, sterownika polowego, rejestracji zakłóceń i automatyki stacyjnej. Pozwala również na dwutorową komunikację z systemami SCADA operatora i właściciela obiektu. Dzięki temu zabezpieczenia nie są wyłącznie elementem „na wypadek awarii”, lecz stają się częścią systemu nadzoru nad pracą źródła.

Kolejnym krokiem jest aktywne sterowanie generacją. W przypadku farmy PV, ale również turbiny wiatrowej, biogazowni czy układu z kilkoma źródłami, kluczowa jest możliwość regulacji parametrów pracy w punkcie przyłączenia. Sterownik SPV RM pełni funkcję regulatora parku energii i strażnika mocy. Może regulować moc czynną i bierną, rozdzielać nastawy pomiędzy źródła oraz realizować scenariusze „zero eksport”, ograniczające oddawanie energii do sieci. Łączy przy tym funkcje telemechaniki, koncentratora danych i modułu komunikacyjnego.



Magazyn energii jako źródło elastyczności

Magazyn energii coraz rzadziej jest postrzegany wyłącznie jako rezerwowe źródło zasilania. W połączeniu z OZE może **przejmować nadwyżki produkcji, wspierać odbiory w okresach zwiększonego zapotrzebowania i umożliwiać przesunięcie wykorzystania lub sprzedaży energii w czasie**. Dla wytwórcy oznacza to większą swobodę w zarządzaniu energią z farmy PV lub wiatrowej, a dla zakładu przemysłowego - możliwość ograniczania szczytów poboru, zwiększania autokonsumpcji oraz wzmacniania ciągłości zasilania.

Sama obecność baterii nie gwarantuje jednak efektywności. O rezultatach decyduje sposób jej doboru, integracji z instalacją i algorytm pracy. Magazyn powinien realizować cele techniczne - takie jak stabilizacja parametrów pracy układu - oraz ekonomiczne, związane z kosztami energii i sposobem wykorzystania generacji OZE. Dlatego niezbędne staje się połączenie urządzeń wykonawczych z systemem, który podejmuje decyzje na podstawie bieżących danych.

Efektywne sterowanie zaczyna się od wiarygodnego pomiaru.

Dwukierunkowe dane o energii pobieranej i oddawanej do sieci pozwalają ocenić autokonsumpcję, zidentyfikować momenty nadwyżek oraz kontrolować pracę źródła i magazynu. Licznik REMIZ 3 może pełnić w takim układzie rolę elementu pomiarowego, który dostarcza danych zarówno dla rozliczeń, jak i systemów zarządzania energią.

Dane pomiarowe zyskują wartość dopiero wtedy, gdy można je zestawić z informacjami o kosztach, zużyciu i stanie urządzeń. System 4GRID zapewnia **automatyczny odczyt i bezpieczne przechowywanie danych** z liczników, natomiast OMNITORUS wspiera **analizę zużycia energii oraz innych mediów, kontrolę kosztów i wykrywanie nieprawidłowości**. W praktyce pozwala to przejść od prostego odczytu wskazań do zarządzania opartego na danych.

System EKTIN z modułem EMS – główny element systemu energetycznego

Rolę integratora całego układu pełni system EKTIN z modułem EMS. Łączy on źródła OZE, magazyny energii, odbiory sterowalne i niesterowalne, a także dane pomiarowe, pogodowe, taryfowe i rynkowe. Dzięki temu może nie tylko wizualizować pracę infrastruktury, ale także wyznaczać harmonogramy działania urządzeń oraz automatycznie sterować przepływami energii.

W zależności od potrzeb inwestora priorytetem może być:

- maksymalizacja autokonsumpcji,
- ograniczenie eksportu energii,
- optymalizacja pracy baterii,
- redukcja kosztów zakupu energii
- zapewnienie zasilania wydzielonego obszaru.

System może wykorzystywać harmonogramy taryfowe, produkcyjne i pogodowe, a w bardziej rozbudowanych scenariuszach także dane historyczne oraz algorytmy predykcyjne. Takie podejście sprawdza się zarówno w pojedynczym zakładzie, jak i w mikrosieciach, klastrach energii czy rozproszonej infrastrukturze miejskiej.

Od pojedynczej instalacji do systemu

Przyszłość OZE nie polega wyłącznie na budowie kolejnych megawatów mocy. Coraz ważniejsze jest tworzenie instalacji, które są gotowe na zmienność generacji, wymagania sieciowe i zmieniające się warunki ekonomiczne. Farma PV może być początkiem tej drogi, ale pełną wartość osiąga dopiero jako część dobrze zintegrowanego systemu: z zabezpieczeniami, pomiarem, automatyką, magazynem energii i inteligentnym zarządzaniem.

Grupa Apator rozwija kompleksowe rozwiązania w tym zakresie - od zabezpieczeń i sterowania źródłem, przez opomiarowanie i komunikację, po magazynowanie energii oraz systemy nadzoru i optymalizacji. Dzięki temu inwestor może spojrzeć na OZE nie jak na oddzielną instalację, lecz jak na aktywny zasób energetyczny, który wspiera bezpieczeństwo, efektywność i generuje oczekiwane zyski.



Jednostkowa wysokość premii gwarantowanej dla wytwórców energii elektrycznej w roku 2026

Premia gwarantowana to stałe wsparcie finansowe dla wytwórców energii elektrycznej z wysokosprawnej kogeneracji (jednoczesnej produkcji energii elektrycznej i ciepła). Przysługuje ona w trybie ciągłym, bez konieczności uczestnictwa w aukcjach, głównie dla małych (do 1 MW), istniejących lub zmodernizowanych jednostek kogeneracyjnych.

Premia gwarantowana jest formą wsparcia dla wytwórców energii elektrycznej z wysokosprawnych kogeneracji (CHP), przeznaczona głównie dla małych instalacji o łącznej mocy zainstalowanej mniejszej niż 1 MW.

Jest to też dopłata do każdej wyprodukowanej i sprzedanej megawatogodziny, co ją wyróżnia od aukcyjnego systemu premii. Wysokość dopłaty do każdej wyprodukowanej i sprzedanej megawatogodziny (MWh) jest regulowana corocznym rozporządzeniem i zależy od typu instalacji oraz używanego paliwa.

Wytwórcy, którzy są uprawnieni do wsparcia w formie premii gwarantowanej

Wytwarzający energię elektryczną z wysokosprawnych kogeneracji mogą uzyskać wsparcie w:

- 1) zmodernizowanych jednostkach kogeneracji o mocy elektrycznej nie mniejszej niż 1 MW i mniejszej niż 50 MW,
- 2) istniejących jednostkach kogeneracji o mocy elektrycznej nie mniejszej niż 1 MW i mniejszej niż 50 MW,
- 3) nowych małych jednostkach kogeneracji, znacznie zmodernizowanych małych jednostkach kogeneracji, istniejących małych jednostkach kogeneracji czy zmodernizowanych małych jednostkach kogeneracji, wchodzących w skład źródła o łącznej mocy elektrycznej mniejszej niż 1 MW.

Przykład praktyczny

Pytanie

Jakie są okresy wsparcia dla wytwórców energii elektrycznej z wysokosprawnych kogeneracji?

Odpowiedź

Maksymalny okres wsparcia dla jednostek wytwarzających energię elektryczną z wysokosprawnych kogeneracji – nie dłużej jednak niż do dnia 31.12.2036 r. – wynosi:

- 1) pięć lat, przy czym okres ten jest liczony od pierwszego dnia po dniu dopuszczenia do systemu premii gwarantowanych czy wytworzenia, czy wprowadzenia do sieci i sprzedaży energii elektrycznej w tych jednostkach po zakończeniu modernizacji – w przypadkach ponoszenia kosztów dotyczących inwestycji, modernizacji nie mniejszych niż 25 proc., ale nie większych niż 33%
- 2) sześć lat, przy czym okres ten liczy się od pierwszego dnia po dniu dopuszczenia do systemu premii gwarantowanych czy wytworzenia, czy wprowadzenia do sieci i sprzedaży energii elektrycznej w tych jednostkach po zakończeniu modernizacji, – w przypadkach ponoszenia kosztów inwestycyjnych modernizacji większych niż 33%, ale nie większych niż 40%
- 3) siedem lat, przy czym okres ten liczy się od pierwszego dnia po dopuszczeniu do systemu premii gwarantowanych, wytworzenia czy wprowadzenia do sieci i sprzedaży energii elektrycznej w tych jednostkach po zakończeniu modernizacji, – w przypadkach poniesienia kosztów inwestycyjnych modernizacji większych niż 40%, ale nie większych niż 50%.

Okres wsparcia produkcji energii elektrycznej z wysokosprawnych kogeneracji dla jednostek

Maksymalny okres wsparcia wytwórców energii elektrycznej z wysokosprawnych kogeneracji dla jednostek wynosi piętnaście lat, przy czym okres ten liczy się od pierwszego dnia wytworzenia energii elektrycznej z wysokospraw-

nych kogeneracji, potwierdzonych wydaniem świadectwem pochodzenia z kogeneracji – **nie dłużej niż do dnia 31.12.2035 r.**

Maksymalny okres wsparcia dla wytwórców energii elektrycznej z wysokosprawnych kogeneracji dla jednostek wynosi piętnaście lat, przy czym okres ten jest liczony od pierwszego dnia:

- 1) po dopuszczeniu do systemu premii gwarantowanej czy wytworzeniu energii elektrycznej w tych jednostkach po uzyskaniu czy zmianie koncesji na wytwarzanie energii elektrycznej, czy po uzyskaniu, czy zmianie wpisów do rejestru wytwórców energii w małej instalacji, czy też po uzyskaniu, czy zmianie wpisu do rejestru wytwórcy biogazu rolniczego

– **w przypadkach nowej małej jednostki kogeneracji, nie dłużej niż do dnia 31.12.2048 r.;**

- 2) po dopuszczeniu do systemu premii gwarantowanej, wytworzenia energii elektrycznej w tych jednostkach po uzyskaniu czy zmianach koncesji na wytwarzanie energii elektrycznej, czy po uzyskaniu, czy zmianie wpisów do rejestru wytwórcy energii w małych instalacjach, czy po uzyskaniu, czy zmianach wpisów do rejestru wytwórców biogazu rolniczego, po zakończeniu modernizacji,

– **w przypadkach znacznie zmodernizowanych małych jednostek kogeneracji, nie dłużej niż do 31.12.2048 r.;**

- 3) wytwarzania energii elektrycznej w wysokosprawnych kogeneracjach potwierdzonych wydaniem świadectwem pochodzenia z kogeneracji – **w przypadkach istniejących małych jednostek kogeneracji, nie dłużej niż do 31.12.2035 r.**

Zakończenie modernizacji to dzień uzyskania pozwolenia na użytkowanie zmodernizo-

wanych jednostek kogeneracji, jeżeli ich uzyskanie jest wymagane przepisami:

– Ustawy o promowaniu energii elektrycznej z wysokosprawnej kogeneracji (Dz.U. z 2025 r. poz. 602 ze zm.)

– Rozporządzenia Ministra Energii w sprawie maksymalnej ilości i wartości energii elektrycznej z wysokosprawnej kogeneracji objętej wsparciem oraz jednostkowych wysokości premii gwarantowanej w roku 2026 (tj. Dz.U. z 2025 r. poz. 1505 ze zm.)

I Przykład praktyczny

Pytanie

Jaki jest okres wsparcia dla wytwórców energii elektrycznej z wysokosprawnych kogeneracji w przypadku zmodernizowanych małych jednostek kogeneracji?

Odpowiedź

Maksymalny okres, który dotyczy wsparcia dla energii elektrycznej z wysokosprawnych kogeneracji w przypadku zmodernizowanych małych jednostek kogeneracji, to:

1) pięć lat, przy czym okres ten jest liczony od pierwszego dnia po dopuszczeniu do systemu premii gwarantowanych czy wytworzeniu energii elektrycznej w tych jednostkach, po zakończeniu modernizacji, w przypadkach ponoszenia kosztów na inwestycje, modernizacje, które nie są mniejsze niż 25%, ale nie większe niż 33%

2) sześć lat, przy czym okres ten jest liczony od pierwszego dnia po dopuszczeniu do systemu premii gwarantowanych czy wytworzeniu energii elektrycznej w tych jednostkach, po końcu modernizacji, w przypadkach ponoszenia kosztów inwestycyjnych modernizacji, które są większe niż 33%, ale nie większe niż 40%.

3) siedem lat, przy czym okres ten liczy się od pierwszego dnia po dopuszczeniu do systemu premii gwarantowanych, wytworzenia energii elektrycznej z tych jednostek po zakończeniu modernizacji – w przypadkach poniesienia kosztów inwestycyjnych modernizacji większych niż 40%, ale nie większych niż 50%.

– nie dłużej jednak niż do dnia 31.12.2036 r.

Maksymalny okres wsparcia:

» dla wytwórców energii elektrycznej z wysokosprawnych kogeneracji w przypadku jednostek opalanych metanem

Maksymalny okres wsparcia dla odbiorców energii elektrycznej z wysokosprawnej kogeneracji dla jednostek, które są opalane metanem, który jest uwalniany i ujmowany przy dołowych robotach górniczych, czy likwidacji

wanych/zlikwidowanych kopalniach węgla kamiennego, wynosi:

1) pięć lat, przy czym okres ten jest liczony od pierwszego dnia po dopuszczeniu do systemu premii gwarantowanych, wytworzeń energii elektrycznej w tych jednostkach po końcu modernizacji

– w przypadkach ponoszenia kosztów na modernizacje, które nie są mniejsze niż 25%, ale nie większe niż 33%

2) sześć lat, przy czym okres ten jest liczony od pierwszego dnia po dopuszczeniu do systemu premii gwarantowanych, wytwarzania energii elektrycznej w tych jednostkach po końcu modernizacji

– w przypadkach ponoszenia kosztów na inwestycje, modernizacje większych niż 33%, ale nie większych niż 40%

3) siedem lat, przy czym okres ten jest liczony od pierwszego dnia po dopuszczeniu do systemu premii gwarantowanych, wytworzeń energii elektrycznej w tych jednostkach po końcu modernizacji

– w przypadkach poniesienia kosztów na inwestycje, modernizacje większych niż 40%, ale nie większych niż 50%

– nie dłużej jednak niż do dnia 31.12.2036 r.

» dla wytwórców energii elektrycznej z wysokosprawnej kogeneracji dla jednostek, które są opalane metanem, który jest uwalniany i ujmowany przy dołowych robotach górniczych czy likwidowanych/zlikwidowanych kopalniach węgla kamiennego wynosi piętnaście lat; okres ten liczy się od pierwszego dnia wytworzenia energii elektrycznej z wysokosprawnych kogeneracji, które zostały potwierdzone świadectwem pochodzenia z kogeneracji, nie dłużej jednak niż do dnia 31.12.2035 r.

» – dla wytwórców energii elektrycznej z wysokosprawnej kogeneracji wytworzonej w:

1) nowych jednostkach kogeneracji o mocy zainstalowanej elektrycznej nie mniejszej niż 50 MW czy znacznie zmodernizowanych jednostkach kogeneracji o mocy zainstalowanej elektrycznej nie mniejszej niż 50 MW,

2) zmodernizowanych jednostkach kogeneracji o mocy zainstalowanej elektrycznej nie mniejszej niż 50 MW,

3) istniejących jednostkach kogeneracji o mocy zainstalowanej elektrycznej nie mniejszej niż 50 MW.

I Obowiązki informacyjne

Realizując obowiązki, które wynikają z ustawy o promowaniu energii elektrycznej z wyso-

elektro
inf

POBIERZ BEZPŁATNE PORADNIKI

KABLE I PRZEWODY



OCHRONA ODGROMOWA I PRZECIWPRZEPięCIOWA



OCHRONA PRZECIWPOŻAROWA



Pobierz:

WWW.ELEKTRO.INFO.PL

kosprawnej kogeneracji, wyróżnić należy rodzaje jednostek kogeneracji, w odniesieniu do których wytwarzający są zobowiązani do pełniać obowiązków informacyjnych i sprawozdawczych. Są to:

- » zmodernizowane jednostki kogeneracji o mocy zainstalowanej elektrycznej nie mniejszej niż 1 MW i mniejszej niż 50 MW;
- » nowe małe jednostki kogeneracji o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej mniejszej niż 1 MW;
- » znacznie zmodernizowane małe jednostki kogeneracji o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej mniejszej niż 1 MW;
- » zmodernizowane małe jednostki kogeneracji o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej mniejszej niż 1 MW.

Wysokość premii gwarantowanej

W 2026 r. jednostkowa wysokość premii gwarantowanej dla znacznie zmodernizowanych małych jednostek kogeneracji:

1) opalanych paliwami gazowymi – w przypadkach ponoszenia kosztów inwestycyjnych modernizacji większych niż:

- a) 50%, ale nie większych niż 60% jak na porównywalne nowe jednostki kogeneracji, wynosi 97,66 zł/MWh,
- b) 60%, ale nie większych niż 70% jak na porównywalne nowe jednostki kogeneracji, wynosi 109,15 zł/MWh,
- c) 70%, ale nie większych niż 80% jak na porównywalne nowe jednostki kogeneracji, wynosi 120,64 zł/MWh,
- d) 80%, ale nie większych niż 90% jak na porównywalne nowe jednostki kogeneracji, wynosi 132,13 zł/MWh,
- e) 90%, ale nie większych niż 100% jak na porównywalne nowe jednostki kogeneracji, wynosi 143,62 zł/MWh;

2) opalanych biomasą – w przypadkach ponoszenia kosztów inwestycyjnych modernizacji większych niż:

- a) 50%, ale nie większych niż 60% jak na porównywalne nowe jednostki kogeneracji, wynosi 0 zł/MWh,
- b) 60%, ale nie większych niż 70% jak na porównywalne nowe jednostki kogeneracji, wynosi 0 zł/MWh,
- c) 70%, ale nie większych niż 80% jak na porównywalne nowe jednostki kogeneracji, wynosi 0 zł/MWh,
- d) 80%, ale nie większych niż 90% jak na porównywalne nowe jednostki kogeneracji, wynosi 0 zł/MWh,

- e) 90%, ale nie większych niż 100% jak na porównywalne nowe jednostki kogeneracji, wynosi 0 zł/MWh;

3) innych, z wyłączeniem paliw węglowych – w przypadkach ponoszenia kosztów na inwestycje i modernizacje większych niż:

- a) 50%, ale nie większych niż 60% jak na porównywalne nowe jednostki kogeneracji, wynosi 27,00 zł/MWh,
- b) 60%, ale nie większych niż 70% jak na porównywalne nowe jednostki kogeneracji, wynosi 30,60 zł/MWh,
- c) 70%, ale nie większych niż 80% jak na porównywalne nowe jednostki kogeneracji, wynosi 34,19 zł/MWh,
- d) 80%, ale nie większych niż 90% jak na porównywalne nowe jednostki kogeneracji, wynosi 39,59 zł/MWh,
- e) 90%, ale nie większych niż 100% jak na porównywalne nowe jednostki kogeneracji, wynosi 44,99 zł/MWh.

UWAGA!

Maksymalna ilość energii elektrycznej z wysokosprawnej kogeneracji, której sprzedaż może zostać objęta premią kogeneracyjną indywidualną, to w 2026 roku

36 000 000 MWh.

Maksymalna wartość premii kogeneracyjnej indywidualnej, wynikająca z ilości energii, to w 2026 roku

8 902 673 445 zł.

W 2026 r. jednostkowa wysokość premii gwarantowanej dla zmodernizowanych jednostek kogeneracji o mocy zainstalowanej elektrycznej nie mniejszej niż 1 MW i mniejszej niż 50 MW:

- 1) opalanych paliwami gazowymi – to 274,77 zł/MWh;
- 2) opalanych biomasą – to 326,40 zł/MWh;
- 3) innych, z wyłączeniem paliw węglowych – to 238,22 zł/MWh.

W 2026 r. jednostkowa wysokość premii gwarantowanej dla istniejącej jednostki kogeneracji o mocy zainstalowanej elektrycznej nie mniejszej niż 1 MW i mniejszej niż 50 MW:

- 1) opalanej paliwami gazowymi – wynosi 69,65 zł/MWh;
- 2) opalanej biomasą – wynosi 0 zł/MWh;
- 3) opalanej paliwem innym niż wymienione w pkt 1 i 2, z wyłączeniem paliw węglowych – wynosi 23,36 zł/MWh.

UWAGA!

W 2026 r. wysokość premii gwarantowanej dla istniejących małych jednostek kogeneracji:

- 1) opalanych paliwami gazowymi – wynosi 31,06 zł/MWh;
- 2) opalanych biomasą – wynosi 0 zł/MWh;
- 3) innych, z wyłączeniem paliw węglowych – wynosi 0 zł/MWh.

Podsumowanie

Przy określaniu maksymalnej ilości energii elektrycznej z wysokosprawnej kogeneracji oraz maksymalnej wartości premii kogeneracyjnej oraz premii kogeneracyjnej indywidualnej, a także maksymalnej mocy zainstalowanej elektrycznej, o których mowa w ust. 1, minister właściwy do spraw energii bierze pod uwagę:

- 1) politykę energetyczną państwa;
- 2) potrzebę ochrony środowiska, w tym przeciwdziałanie zanieczyszczeniu powietrza;
- 3) potrzebę efektywnego wykorzystania energii pierwotnej podczas jednoczesnego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła użytkowego w jednostkach kogeneracji;
- 4) istotne parametry techniczne i ekonomiczne funkcjonowania jednostek kogeneracji;
- 5) koszty operacyjne oraz dodatkowe koszty inwestycyjne ponoszone w okresie eksploatacji, w którym jednostka kogeneracji korzysta z systemu wsparcia;
- 6) koszty inwestycyjne ponoszone w okresie przygotowania projektu i budowy jednostki kogeneracji wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną;
- 7) założenia dotyczące technicznych warunków pracy jednostki kogeneracji, w tym sprawności wytwarzania energii elektrycznej, współczynniki wykorzystania dostępnej mocy elektrycznej, współczynniki zużycia wytworzonej energii elektrycznej na pokrycie potrzeb własnych oraz na pokrycie strat powstających przed wprowadzeniem energii elektrycznej do sieci;
- 8) koszty kapitału własnego wytwórcy energii elektrycznej z wysokosprawnej kogeneracji.

Podstawa prawna

- 1. Ustawa o promowaniu energii elektrycznej z wysokosprawnej kogeneracji (Dz.U. z 2025 r. poz. 602 ze zm.).
- 2. Rozporządzenie Ministra Energii w sprawie maksymalnej ilości i wartości energii elektrycznej z wysokosprawnej kogeneracji objętej wsparciem oraz jednostkowych wysokości premii gwarantowanej w roku 2026 (t.j. Dz.U. z 2025 r. poz. 1505 ze zm.).

Wykorzystanie magazynów energii w obiektach przemysłowych i usługowych

Bateryjne magazyny energii stanowią efektywne rozwiązanie problemu niezgodności profili generacji i zużycia w obiektach przemysłowych i usługowych. Zwiększają wykorzystanie energii z instalacji fotowoltaicznych do maksymalnego stopnia, ograniczają moc szczytową, istotnie redukują koszty oraz poprawiają stabilność zasilania, bezpieczeństwo i ciągłość produkcji oraz możliwość pracy w trybie zasilania awaryjnego. Dostępne są jako zewnętrzne rozdzielnice lub kontenery dla większych mocy.

Wysokie ceny energii, dynamiczny rozwój odnawialnych źródeł energii oraz konieczność optymalizacji kosztów stawiają przed przedsiębiorstwami nowe wyzwania w zakresie efektywnego zarządzania energią. Niezgodność profili generacji i zużycia energii stanowi jeden z kluczowych problemów, z którym muszą się zmierzyć obiekty przemysłowe i usługowe. Instalacje fotowoltaiczne, choć coraz powszechniejsze, charakteryzują się stochastyczną generacją energii – uzależnioną od warunków pogodowych i pory dnia. Tymczasem szczytowe zapotrzebowanie na moc w większości zakładów przypada na godziny poranne i popołudniowe, gdy produkcja z ogniw fotowoltaicznych jest znikoma lub zerowa. Ta rozbieżność prowadzi do sytuacji, w której nadwyżki energii z godzin popołudniowych są albo marnowane, albo sprzedawane po niekorzystnych cenach, zaś niedobory w szczytach obciążenia wymuszają

zakup energii po podwyższonych stawkach oraz generują dodatkowe opłaty za przekroczenie mocy umownej.

Rozwiązaniem tego problemu są bateryjne magazyny energii, które działają jako bufor. W godzinach nadwyżek z instalacji fotowoltaicznej (11:00–15:00) magazyn ładuje się, gromadząc energię, która następnie jest uwalniana w okresach niedoborów (7:00–11:00, 14:00–18:00), pokrywając zapotrzebowanie bez konieczności poboru z sieci dystrybucyjnej. Dla odbiorców pracujących w systemach wielotaryfowych ładowanie może być uzupełniane w godzinach pozaszczytowych lub nocnych, gdy koszt energii elektrycznej jest niższy. Samo ładowanie z instalacji fotowoltaicznej może nie wystarczyć do pełnego naładowania magazynu energii, a tym samym pełnego wykorzystania jego pojemności.

Przykładem sprawdzonego rozwiązania dla średnich i dużych przedsiębiorstw jest magazyn energii 125 kW/261 kWh. Wyposażony w baterie LiFePO₄, charakteryzuje się długą żywotnością (do 5000 cykli przy 80% pojemności końcowej), chłodzeniem cieczowym zapewniającym optymalną temperaturę pracy ogniw oraz zintegrowanym systemem przeciwpożarowym. Sprawność konwersji na poziomie $\geq 99\%$ gwarantuje minimalne straty energii. System doskonale sprawdza się w redukcji mocy szczytowej, arbitrażu taryfowym (ładowanie w taryfie nocnej, rozładowanie w szczytowej) oraz integracji z instalacją fotowoltaiczną, zwiększając autokonsumpcję nawet do 90%.

Wdrożenie bateryjnych magazynów energii przynosi przedsiębiorstwom szereg wymiernych korzyści. Przede wszystkim ogranicza ilość zakupionej energii elektrycznej. Dodatkowo zwiększa wykorzystanie mocy z własnej instalacji fotowoltaicznej, podnosząc stopień autokonsumpcji i poprawiając opłacalność inwestycji w OZE. Rozwiązania są dostępne jako zewnętrzne urządzenia – kompaktowe



Fot. 1. Magazyn energii 125 kW/261 kWh – kompaktowe rozwiązanie do zastosowań przemysłowych

we rozdzielnice (125 kW) lub kontenery ASTAT BESS by Elsta, co ułatwia integrację z istniejącą infrastrukturą.

Magazyny energii to nie tylko oszczędności, ale także stabilność zasilania i ciągłość produkcji. Umożliwiają utrzymanie poboru mocy na poziomie mocy umownej bez konieczności ograniczania procesów technologicznych, a także mogą zapewniać zasilanie awaryjne w razie przerw w dostawie energii.

Firma Astat oferuje kompleksowe wsparcie – od doboru optymalnego modelu magazynu, przez jego uruchomienie, po serwis. Rozwiązania Astat, takie jak modułowy magazyn energii ASTAT BESS by Elsta, są projektowane z myślą o niezawodności, bezpieczeństwie i maksymalnej efektywności w warunkach przemysłowych.

ASTAT

ASTAT Sp. z o.o.

60-451 Poznań, ul. Dąbrowskiego 441

tel. 61 848 88 71, faks 61 848 82 76

info@astat.pl

www.astat.pl



Fot. 2. Modułowy magazyn energii ASTAT BESS by Elsta

Testowanie instalacji fotowoltaicznych – kompleksowe podejście pomiarowe z rozwiązaniami Megger

Dynamiczny rozwój instalacji fotowoltaicznych (PV) w sektorach prosumenckim, komercyjnym i przemysłowym stawia nowe wymagania w zakresie weryfikacji ich bezpieczeństwa oraz wydajności. Zgodnie z normami PN-EN 62446^{*)} oraz PN-HD 60364-6^{**)}, instalacje PV wymagają badań odbiorczych i okresowych kontroli obejmujących zarówno pomiary elektryczne, jak i ocenę parametrów pracy. W tym kontekście istotną rolę odgrywają wyspecjalizowane rozwiązania pomiarowe, takie jak oferowane przez firmę Megger.

Portfolio Megger dla instalacji PV obejmuje zarówno kompaktowe mierniki do szybkiej weryfikacji, jak i zaawansowane systemy diagnostyczne. Przykładem jest miernik PVM210, przeznaczony do podstawowych pomiarów parametrów instalacji PV, takich jak napięcie obwodu otwartego (U_{oc}) oraz prąd zwarcia (I_{sc}). Urządzenie umożliwia szybką ocenę poprawności działania stringów oraz identyfikację podstawowych błędów instalacyjnych.

W przypadku bardziej zaawansowanej diagnostyki kluczową rolę odgrywa zestaw PVK330, umożliwiający pomiar charakterystyki prądowo-napięciowej $I=f(U)$. Analiza krzywej $I-V$ pozwala na ocenę rzeczywistej wydajności modu-



^{*)} PN-EN 62446 Systemy fotowoltaiczne (PV). Wymagania dotyczące badań i utrzymania.

^{**)} PN-HD 60364-6 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 6: Sprawdzenie.

Przyrządy Megger umożliwiają cyfrową rejestrację wyników oraz ich eksport do oprogramowania raportowego, co ułatwia tworzenie dokumentacji zgodnej z normą PN-EN 6244



Megger oferuje mierniki instalacji wielofunkcyjne, które umożliwiają kompleksową ocenę układu zasilania falownika oraz skuteczności ochrony przeciwporażeniowej

łów i stringów oraz identyfikację problemów takich jak zacienienie, degradacja ogniw, uszkodzenia połączeń czy niedopasowanie komponentów. PVK330 współpracuje z czujnikami natężenia promieniowania i temperatury, co umożliwia przeliczenie wyników pomiarów do warunków STC i ich właściwą interpretację.

Istotnym elementem badań instalacji PV jest również pomiar rezystancji izolacji po stronie DC, realizowany przy użyciu mierników serii MIT. Urządzenia te umożliwiają wykonywanie pomiarów napięciem do 1000 V lub 1500 VDC, zgodnie z wymaganiami normatywnymi, przy jednoczesnym zapewnieniu wysokiego poziomu bezpieczeństwa operatora. Funkcje takie jak automatyczna detekcja napięcia, zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją oraz stabilność



Zastosowanie urządzeń takich jak PVM210, PVK330 oraz mierniki serii MIT umożliwia kompleksowe podejście do testowania instalacji fotowoltaicznych

pomiaru w obecności zakłóceń czynią je odpowiednimi do pracy w środowisku PV.

Weryfikacja instalacji nie ogranicza się jednak wyłącznie do strony DC. Po stronie AC konieczne jest przeprowadzenie pomiarów impedancji pętli zwarcia, testów wyłączników różnicowoprądowych oraz ciągłości przewodów ochronnych. W tym zakresie Megger oferuje mierniki instalacji wielofunkcyjne, które umożliwiają kompleksową ocenę układu zasilania falownika oraz skuteczności ochrony przeciwporażeniowej.

Specyfika instalacji PV – wysoka zmienność warunków pracy, obecność napięcia nawet przy odłączonym falowniku oraz duże rozproszenie systemów – wymaga stosowania przyrządów o wysokiej kategorii bezpieczeństwa i odporności na warunki środowiskowe. Rozwiązania Megger zostały zaprojektowane z uwzględnieniem tych wyzwań – oferując zarówno odpowiednie zabezpieczenia, jak i funkcje wspierające użytkownika w trakcie pomiarów terenowych.

Coraz większe znaczenie w eksploatacji instalacji PV ma również zarządzanie danymi pomiarowymi.

Przyrządy Megger umożliwiają cyfrową rejestrację wyników oraz ich eksport do oprogramowania raportowego, co ułatwia tworzenie dokumentacji zgodnej z normą PN-EN 62446. Pozwala to na efektywne zarządzanie informacją w całym cyklu życia instalacji – od odbioru, przez eksploatację, aż po diagnostykę i serwis.

Zastosowanie urządzeń takich jak PVM210, PVK330 oraz mierniki serii MIT umożliwia kompleksowe podejście do testowania instalacji fotowoltaicznych – od szybkiej weryfikacji parametrów podstawowych po zaawansowaną analizę wydajności. W efekcie użytkownik otrzymuje spójny zestaw narzędzi pozwalający na rzetelną ocenę stanu technicznego instalacji oraz optymalizację jej pracy.

Megger

Megger Sp. z o.o.
05-500 Stara Iwiczna
ul. Słoneczna 42a
www.megger.com

REKLAMA

Dlaczego warto prenumerować elektro.info?

- » 10 numerów w roku (numery łączące: 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

DWULETNIA

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

DWULETNIA

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

DWULETNIA

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. 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. Przesłuję Panu/Pani 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:

Nowe źródła, nowe wymagania: rozdzielnice SN w projektach OZE i magazynów energii

Dynamiczny rozwój odnawialnych źródeł energii, magazynów energii oraz nowych przyłączy przemysłowych zmienia sposób projektowania infrastruktury elektroenergetycznej średniego napięcia. Rozdzielnica SN nie jest już wyłącznie elementem klasycznej stacji transformatorowej – coraz częściej staje się węzłem, który musi obsłużyć dwukierunkowy przepływ energii, współpracę z automatyką zabezpieczeniową, systemami telemechaniki, układami pomiarowymi, magazynami energii oraz rozproszonymi źródłami wytwórczymi.

W projektach fotowoltaicznych, wiatrowych, biogazowych, przemysłowych i magazynowych rozdzielnic SN odpowiada za bezpieczne wprowadzenie energii do sieci, sekcjonowanie obwodów, ochronę urządzeń, pomiar, sterowanie oraz możliwość szybkiego odłączenia źródła w sytuacjach awaryjnych. W praktyce oznacza to rosnące wymagania wobec jej parametrów technicznych, wyposażenia i integracji z systemami nadrzędnymi.

Szczególnie istotne stają się rozdzielnice SN w projektach OZE przyłączanych do sieci dystrybucyjnej. Farmy fotowoltaiczne i wiatrowe wymagają nie tylko transformacji napięcia,



Rosnąca moc OZE przyłączanych do sieci wymaga elastycznej infrastruktury średniego napięcia, automatyki i nowoczesnych układów rozdzielniczych. Źródło: Enea-Operator

Enea Operator: sieć wiejska gotowa na więcej OZE

Enea Operator realizuje projekt „Budowa i przebudowa sieci dystrybucyjnej energii elektrycznej ENEA Operator sp. z o.o. w celu zwiększenia potencjału przyłączania OZE na obszarach wiejskich”. Inwestycja jest finansowana ze środków Krajowego Planu Odbudowy i Zwiększania Odporności, a jej skala dobrze pokazuje, jak duże znaczenie dla transformacji energetycznej ma modernizacja infrastruktury dystrybucyjnej. Koszt całkowity projektu wynosi ponad 1,88 mld zł, a wartość wsparcia przekracza 1,14 mld zł. Umowę o dofinansowanie projektu ze środków KPO podpisano z Narodowym Funduszem Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej 19 grudnia 2025 r. Celem inwestycji jest poprawa warunków pracy sieci elektroenergetycznej oraz zwiększenie potencjału przyłączania i współpracy z siecią odnawialnych źródeł energii na terenach wiejskich.

Projekt ma umożliwić rozwój nowoczesnej, dwukierunkowej sieci elektroenergetycznej, zdolnej do odbioru energii z rozproszonej generacji, przy jednoczesnym zapewnieniu stabilnych dostaw energii elektrycznej odbiorcom. Realizacja projektu obejmie obszar działania spółki Enea Operator w województwach: zachodniopomorskim, lubuskim, wielkopolskim, kujawsko-pomorskim, pomorskim i dolnośląskim.

Zakres prac podzielono na trzy główne obszary. Pierwszy dotyczy budowy i przebudowy infrastruktury wysokiego napięcia, w tym sieci WN, wymiany transformatorów mocy w stacjach WN/SN oraz modernizacji układów automatycznej regulacji napięcia. Drugi obejmuje budowę i przebudowę sieci średniego i niskiego napięcia, w tym zmianę struktury sieci z nadpowietrznej na kablową, skracanie obwodów

nn, zagęszczanie stacji w celu poprawy warunków napięciowych, wymianę transformatorów SN/nn oraz modernizację stacji SN, w tym stacji bilansujących, słupowych i wnetrzowych. Trzecim filarem projektu jest cyfryzacja i automatyzacja sieci elektroenergetycznej na obszarach wiejskich. Enea Operator przewiduje m.in. zakup i instalację urządzeń LZO oraz wdrożenie rozwiązań IT wspierających funkcjonowanie inteligentnej sieci elektroenergetycznej.

Z punktu widzenia rynku rozdzielnic SN projekt Enei Operator jest ważnym sygnałem: dalszy rozwój OZE nie będzie możliwy bez inwestycji w stacje, układy rozdzielnicze, automatykę, zabezpieczenia, pomiary i telemechanikę. To właśnie na poziomie średniego napięcia lokalne źródła wytwórcze spotykają się z siecią dystrybucyjną, a rozdzielnice SN stają się jednym z kluczowych elementów nowoczesnej, dwukierunkowej infrastruktury energetycznej.

MAGAZYN ENERGII

INWESTYCJA, KTÓRA NIESIE KORZYŚCI!

Magazyny energii ASTAT BESS by Elsta to rozwiązania przeznaczone dla konsumentów i producentów energii elektrycznej, mające na celu stabilizację dziennych wahań obciążenia sieci oraz redukcję kosztów związanych ze zużyciem energii.



ASTAT

CO NAS WYRÓŻNIA?



Indywidualne podejście

Każda inwestycja jest unikalna.



Polska produkcja

Znajomość krajowych przepisów, norm i mechanizmów wsparcia, szybka reakcja serwisowa.



Innowacje i rozwój

Współpraca z ekspertami i ośrodkami badawczymi.



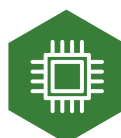
Najwyższa jakość

Staramy się przekraczać oczekiwania klientów.



Bezpieczeństwo

Niezawodność instalacji i troska o użytkowników.



Nowoczesne technologie

Wykorzystujemy autorskie rozwiązania Elsta.



Zrównoważony rozwój

Dbamy o środowisko dla przyszłych pokoleń.



Wieloletnie doświadczenie

Ponad 30 lat na rynku, setki zrealizowanych projektów i dostaw.



Zobacz produkt

 oferty.eijee@astat.pl

 www.astat.pl

XI EDYCJA KONFERENCJA JEE Jakość Energii Elektrycznej

KONFERENCJA JAKOŚĆ ENERGII ELEKTRYCZNEJ

14-16 października 2026 r.

Pałac w Wąsowie, ul. Parkowa 1, 64-314 Wąsowo

ZAKRES TEMATYCZNY



STABILNOŚĆ I STEROWALNOŚĆ SIECI:

napięcie, moc bierna i magazyny energii w warunkach transformacji



ZAKŁÓCENIA W PRAKTYCE:

EMC, supraharmoniczne i metody ograniczania w instalacjach elektroenergetycznych i przemysłowych

PRELEGENCI Z*

- Akademia Górniczo-Hutnicza
- Politechnika Białostocka
- Politechnika Bydgoska
- Politechnika Warszawska
- Politechnika Poznańska
- Politechnika Łódzka
- Politechnika Wrocławska
- Enea Operator Sp. z o.o.
- Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Technologii Eksploatacji
- Firma Elsta
- Firma EnerSim
- Firma Irseo

* Organizatorzy zastrzegają sobie prawo do wprowadzenia zmian w liście Prelegentów.



ASTAT

ORGANIZATOR



WSPÓŁORGANIZATOR



WIELKOPOLSKA
OKRĘGOWA
IZBA
INŻYNIERÓW
ELEKTRYCZNYCH

PATRONAT HONOROWY



PROMOCJA!

Zgłoś większą liczbę uczestników i zapłać mniej!
Więcej informacji na naszej stronie.

KONTAKT Z ORGANIZATOREM

- ☎ 61 840 47 08
- ✉ szkolenia@astat.pl
- 🌐 www.astat.pl/szkolenia

ale również układów zabezpieczeń, pomiaru energii, komunikacji z operatorem oraz rozwiązań umożliwiających zdalne sterowanie. Coraz częściej projektanci muszą uwzględniać również ograniczenia sieciowe, możliwość redukcji mocy, wymagania dotyczące jakości energii oraz współpracę źródeł z magazynami energii.

Magazyny energii dodatkowo komplikują układ pracy, ponieważ mogą występować zarówno jako odbiornik, jak i źródło. W okresach nadwyżek energii pobierają moc z sieci lub instalacji OZE, a w momentach zwiększonego zapotrzebowania oddają ją do systemu. Taki sposób pracy wymaga odpowiednio dobranych pól rozdzielczych, zabezpieczeń kierunkowych, układów pomiarowych, automatyki oraz komunikacji. Rozdzielnica SN musi być przygotowana na zmienny charakter przepływów i pracę w warunkach, które jeszcze kilka lat temu nie były typowe dla wielu lokalnych sieci.

W podobnym kierunku zmieniają się przyłączenia przemysłowe. Zakłady produkcyjne,



Rozbudowa i modernizowanie sieci dystrybucyjnych to kluczowe działania dla zapewnienia pewnych i stabilnych dostaw energii elektrycznej o właściwych parametrach. Pod koniec 2025 roku białostocki Oddział Spółki zakończył modernizację stacji 110/15 kV Polanka w Czarnej Białostockiej. Koszt inwestycji to ponad 18 mln zł. Źródło: PGE Dystrybucja

centra logistyczne, obiekty przetwórcze, huty, zakłady chemiczne czy duże odbiorniki technologiczne coraz częściej łączą pobór energii z własną generacją, instalacją PV, kogeneracją lub magazynem energii. Rozdzielnica SN

w takim obiekcie musi zapewniać nie tylko niezawodność zasilania, ale także elastyczne zarządzanie energią, selektywność zabezpieczeń, możliwość rozbudowy oraz integrację z systemami automatyki zakładowej.

Energa-Operator: mniej przerw, więcej mocy i cyfrowa sieć

Energa-Operator przedstawiła nową wizję rozwoju do 2028 r., której główne założenia koncentrują się na poprawie jakości zasilania, zwiększeniu możliwości przyłączeniowych, rozwoju magazynów energii oraz cyfryzacji sieci dystrybucyjnej. Hasło „Mniej przerw, więcej mocy” dobrze oddaje kierunek zmian: sieć ma być bardziej odporna, elastyczna i przygotowana na rosnącą liczbę źródeł OZE, dużych odbiorców oraz nowe technologie energetyczne.

Jednym z najważniejszych celów spółki jest skrócenie czasu przerw w dostawach energii elektrycznej o ponad 30%. Do 2028 r. wskaźnik SAIDI, czyli średni czas trwania nieplanowanych przerw w dostawach energii na odbiorcę, ma spaść poniżej 100 minut. Osiągnięciu tego celu mają służyć m.in. inwestycje w kablownienie 980 km linii SN na terenach leśnych i zadrzewionych, izolowanie ponad 2200 km linii napowietrznych nn, automatyzacja sieci, budowa prawie 280 nowych powiązań, skracanie 24 najdłuższych ciągów SN, budowa i modernizacja 60 stacji WN oraz wymiana 262 wyeksploatowanych stacji SN.

Wizja rozwoju spółki Energa-Operator mocno akcentuje także przyłączanie nowych mocy. Do sieci spółki przyłączone są już odnawialne źródła energii o łącznej mocy przekraczającej 10 GW. Operator wskazuje, że zarządza mocą wytwórców OZE ponad trzykrotnie większą niż potrzeby odbiorców na swoim obszarze działania. Dlatego jednym z kluczowych wyzwań staje się lepsze wykorzystanie nadwyżek energii poprzez wzrost zużycia, rozwój magazynowania oraz zwiększanie elastyczności systemu.

Do 2028 r. moc magazynów energii przyłączonych do sieci Energa-Operator ma wzrosnąć do 1406 MW, moc odbiorcza o 4458 MW, a moc przyłączeniowa transportu elektrycznego o 152 MW. Spółka zapowiada także nowe procedury przyłączeniowe, określane jako Komercyjne 2.0 i 3.0, które mają umożliwić elastyczne umowy dla magazynów energii oraz źródeł niezależnych od warunków pogodowych.

Dla rynku rozdzielnic SN to bardzo ważny kierunek. Wzrost liczby przyłączeń OZE, magazynów energii, dużych odbiorców i infrastruktury elektromobilności oznacza większe wymagania wobec stacji, pól rozdzielczych, zabezpieczeń, automatyki i telemechaniki. Rozdzielnice SN muszą być gotowe nie tylko do klasycznego rozdziału energii, ale również do obsługi zmiennych i dwukierunkowych przepływów, zdalnego nadzoru oraz szybkiego reagowania na zakłócenia w pracy sieci. Istotnym elementem strategii Energa-Operator jest również cyfryzacja. Spółka rozwija zaawansowane narzędzia analityczne, big data i sztuczną inteligencję, aby lepiej zarządzać siecią, trafniej planować inwestycje i automatyzować procesy. Planowane jest wdrożenie nowych funkcji analitycznych, predykcyjnych i autonomicznych w systemie zarządzania ruchem sieci SCADA/ADMS, obejmujących monitoring sieci w czasie rzeczywistym oraz automatyczną lokalizację i izolowanie uszkodzonych odcinków.

W kolejnych etapach Energa-Operator zakłada także wdrożenie funkcji automatycznego generowania i aktualizacji schematów sieci niskiego napięcia, budowę Platformy Danych OSD oraz przygotowanie mapy wdrożenia cyfrowego bliźniaka sieci. To pokazuje, że modernizacja infrastruktury elektroenergetycznej nie oznacza już wyłącznie wymiany przewodów, stacji i urządzeń. Coraz większą rolę odgrywają dane, automatyka, komunikacja i inteligentne sterowanie.

Z perspektywy rozdzielnic SN strategia Energa-Operator potwierdza, że średnie napięcie staje się jednym z kluczowych poziomów transformacji energetycznej. To właśnie tutaj spotykają się rozproszone źródła OZE, magazyny energii, odbiorcy przemysłowi, elektromobilność, automatyka zabezpieczeniowa i cyfrowe systemy zarządzania siecią. Nowoczesna rozdzielnica SN musi więc być elementem odpornej, elastycznej i inteligentnej infrastruktury, a nie tylko punktem łączenia obwodów.

Dlatego w nowych projektach coraz większe znaczenia nabierają rozdzielnice SN wyposażone w telemechanikę, zdalną sygnalizację stacji, napędy zdalne, pomiary parametrów pracy, czujniki diagnostyczne oraz interfejsy umożliwiające współpracę z systemami SCADA. Rozdzielnicą staje się częścią cyfrowej infrastruktury sieciowej, a nie tylko zestawem pól łączeniowych.

Ważnym trendem jest również prefabrykacja. Inwestorzy oczekują krótszego czasu realizacji, powtarzalnej jakości i możliwości szybkiego uruchomienia instalacji. Dlatego rozdzielnice SN coraz częściej są dostarczane jako element kompletnych stacji transformatorowych dla farm PV, magazynów energii, zakładów przemysłowych czy infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych. Gotowe rozwiązania kontenerowe lub prefabrykowane pozwalają skrócić czas montażu na obiekcie i ograniczyć ryzyko błędów wykonawczych.

Z punktu widzenia rynku to temat szczególnie aktualny, ponieważ modernizacja sieci dystrybucyjnych jest jednym z warunków dalszego rozwoju OZE. Bez nowych stacji, linii kablowych SN, automatyki, układów zabezpieczeniowych



Budowa i modernizacja inteligentnej sieci elektroenergetycznej na terenie Oddziału Warszawa PGE Dystrybucja SA
Źródło: PGE Dystrybucja

i nowoczesnych rozdzielnic trudno będzie zwiększać liczbę przyłączy oraz poprawiać niezawodność dostaw energii. Rozdzielnice SN stają się więc jednym z kluczowych elementów transformacji energetycznej – obecnym zarówno po stronie operatorów sieci, jak i inwestorów prywatnych.

W efekcie rozdzielnic SN staje się nie tylko urządzeniem elektroenergetycznym, ale strategicznym punktem zarządzania przepływem energii. To właśnie na poziomie średniego napięcia spotykają się dziś potrzeby operatorów, inwestorów OZE, przemysłu, magazynów energii i lokalnych systemów dystrybucyjnych.

PGE Dystrybucja: modernizacja sieci pod nowe źródła OZE

PGE Dystrybucja realizuje projekty współfinansowane ze środków Krajowego Planu Odbudowy i Zwiększania Odporności, których wspólnym celem jest zwiększenie zdolności sieci do integracji odnawialnych źródeł energii oraz poprawa bezpieczeństwa dostaw energii. To jeden z przykładów pokazujących, że rozwój OZE wymaga nie tylko nowych źródeł wytwórczych, ale również głębokiej modernizacji infrastruktury dystrybucyjnej.

W ramach inwestycji G1.2.4, dotyczącej budowy lub modernizacji sieci dystrybucyjnych energii elektrycznej na obszarach wiejskich, PGE Dystrybucja prowadzi projekty w kilku oddziałach, m.in. Białystok, Lublin, Łódź, Skarżysko-Kamienna, Rzeszów, Zamość i Warszawa. Ich zadaniem jest stworzenie warunków do przyłączania jednostek wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych oraz zwiększenie niezależności energetycznej na obszarze działania spółki.

Zakres prac obejmuje kompleksową modernizację infrastruktury sieciowej: budowę i rozbudowę stacji WN/SN oraz SN/nn, wymianę transformatorów, modernizację i rozbudowę linii elektroenergetycznych WN, SN i nn, budowę nowych przyłączy dla odbiorców i wytwórców, w tym instalacji fotowoltaicznych i wiatrowych, a także montaż liczników bilansujących. Działania te mają zwiększyć dostępną moc przyłączeniową, poprawić stabilność napięcia oraz ograniczyć ryzyko przeciążeń i wyłączeń źródeł OZE.

Szczególnie istotne z punktu widzenia rozdzielnic SN są zadania związane z rozbudową stacji transformatorowych oraz rozwojem sieci dystrybucyjnej w celu integracji OZE z systemem elektroenergetycznym. Przebudowa stacji SN/nn, montaż liczników bilansujących i modernizacja układów sieciowych oznaczają rosnące znaczenie aparatury średnie-

go napięcia, automatyki zabezpieczeniowej, telemechaniki oraz rozwiązań umożliwiających precyzyjne monitorowanie przepływów energii. PGE Dystrybucja prowadzi również projekty cyfrowe, które uzupełniają inwestycje infrastrukturalne. Jednym z nich jest rozwój inteligentnych sieci energetycznych poprzez cyfryzację zarządzania infrastrukturą dystrybucyjną. Projekt obejmuje m.in. wdrożenie zintegrowanych systemów GIS i EAM, integrację z systemami OT i ICT, rozwój narzędzi analitycznych, aplikacji mobilnych oraz rozwiązań wspierających predykcyjne planowanie działań utrzymaniowych.

W szerszym ujęciu PGE Dystrybucja wskazuje także na działania związane z rozwojem inteligentnych sieci, skablowaniem sieci niskich i średnich napięć, wdrożeniem inteligentnych liczników, cyfryzacją i automatyzacją sieci, modernizacją telemechaniki i zabezpieczeń w RPZ-ach, budową stacji SN/nn i SN/SN, instalowaniem łączników zdalnie sterowanych oraz rozbudową sieci SN i nn dla nowych instalacji odbiorczych. Dla rynku rozdzielnic SN oznacza to wyraźny impuls inwestycyjny. Nowe źródła OZE, większa liczba przyłączy, potrzeba monitorowania przepływów energii i rozwój automatyki sieciowej sprawiają, że rozdzielnicą SN staje się jednym z kluczowych elementów transformacji energetycznej. To na poziomie średniego napięcia odbywa się dziś integracja farm PV, źródeł wiatrowych, odbiorców przemysłowych, magazynów energii, systemów pomiarowych i zdalnego sterowania.

Projekt PGE Dystrybucja pokazuje, że nowoczesna sieć nie może opierać się wyłącznie na rozbudowie mocy. Równie ważne są: cyfryzacja, telemechanika, liczniki bilansujące, automatyka zabezpieczeniowa, stacje SN/nn oraz rozdzielnice SN przygotowane do pracy w sieci z dużym udziałem źródeł rozproszonych.



Przedsiębiorstwo Komplektacji i Montażu Systemów Automatyki

CARBOAUTOMATYKA SA

43-100 Tychy, ul. Budowlanych 168



ROZDZIELNICE ŚREDNIEGO NAPIĘCIA



CaRo-12U



CaRo-24U



CaRo-17U



CaRo-12G

WUG
GE-5/23

W ramach transformacji wizerunkowej i produktowej PKiMSA „CARBOAUTOMATYKA” S.A z powodzeniem wdrożyła nowoczesny typoszereg rozdzielnic średniego napięcia typu **CaRo**. Rozdzielnice SN typu **CaRo** dostępne są w różnych wariantach napięć znamionowych do 24 kV oraz prądów do 2500 A.



Nasze rozdzielnice łączą w sobie nowatorskie rozwiązania, znakomite parametry techniczne oraz niezawodność, za którą stoi wieloletnie doświadczenie naszych konstruktorów.

Obok rozdzielnic **CaRo** produkujemy i wdrażamy również własne podzespoły średniego napięcia oraz elektroenergetyczną aparaturę sterowniczą i zabezpieczeniową typu **CaSter**.



www.carbo.com.pl

Kontrolowanie zużycia energii w budynkach mieszkalnych, przemysłowych i biurach, a także systemach fotowoltaicznych oraz kempingach i marinach

Sezon wakacyjny to doskonały moment, żeby podsumować niektóre tematy związane z kontrolą zużycia energii. Zwłaszcza w przypadku infrastruktury turystycznej – przyjrzyjmy się bliżej marinom, hotelom oraz polom kempingowym. Hotele i pensjonaty, chcąc pozyskać nowych klientów, stosują coraz więcej udogodnień, jak choćby sauny czy baseny z ogrzewaną wodą. Większe zapotrzebowanie na energię elektryczną, przeznaczoną właśnie na takie dodatki do wypoczynku, wymuszają konieczność analizy sieci i zużycia energii elektrycznej.

I Analiza – pierwszy krok

Standardowy licznik energii i aplikacje dostarczane przez dostawców energii elektrycznej pozwalają na dość dobre sprawdzenie zużycia. Jednak daje to tylko globalny pogląd. Aby wiedzieć więcej i mieć lepszą kontrolę, warto sięgnąć po rozwiązanie pozwalające wyłuskać informacje, jakie urządzenia i o jakiej porze zużywają więcej energii. Inteligentne liczniki energii Finder serii 7M dają bardzo wiele możliwości analiz zarówno w wydaniu jednofazowym, jak i tych przeznaczonych do sieci trójfazowych. Warto zwrócić uwagę na certyfikację MID. Każdy z liczników opatrzony tym certyfikatem może spełniać funkcję podlicznika do rozliczeń wewnętrznych. Daje to możliwości rzetelnych rozrachunków w takich

miejscach, jak duże hotele, aquaparki, mariny, gdzie podnajmowane są przestrzenie pod salony kosmetyczne, spa itd. Liczniki serii 7M zliczają zarówno energię skonsumowaną przez podmiot, jak i energię wyprodukowaną na przykład przez panele fotowoltaiczne. Pozwala to na kontrolę kosztów i zysków zużycia i produkcji energii elektrycznej.

Liczniki serii 7M są urządzeniami dwukierunkowymi, dlatego dobrze sprawdzają się w instalacjach prosumenckich. Umożliwiają one większą kontrolę nad przepływem energii oraz współpracę z systemami zarządzania energią, które mogą kierować jej nadwyżki tam, gdzie są aktualnie najbardziej potrzebne (np. do instalacji podgrzewającej wodę użytkową lub do magazynu energii). Programując licznik serii 7M, można zablokować poszczególne funkcje, tak aby podnajemca widział na odczytach tylko wybrane z nich. Do analizy sieci OZE warto również zastosować analizatory mocy Serii 6M. Analizatory tej serii doskonale sprawdzą się w układach energetycznych wyposażonych w panele fotowoltaiczne, banki energii czy ładowarki do aut elektrycznych – czyli w każdym nowoczesnym hotelu. Ponadto w Serii 6M znaleźć można konwerter protokołu Modbus TCP/IP na Modbus RTU (RS485 master) z webserwerem, do 10 użytkowników. To wyjątkowe urządzenie pozwala na komunikację nawet z 200 urządzeniami i w znaczny sposób ułatwia zarządzanie siecią, a także analizę zdarzeń, które w niej występują.



Typ 7M.38 – dwukierunkowy, wielofunkcyjny licznik energii



Typ 12.A4 – tygodniowy zegar astronomiczny, odpowiedni do aplikacji, w których wymagana jest zmiana natężenia światła

OPTA – przekierowanie mocy tam, gdzie jest potrzebna

Coraz bardziej popularne i opłacalne jest posiadanie banków energii, zwłaszcza przy nowym sposobie rozliczania z dostawcą energii elektrycznej z SEE. To podejście pozwala na zwiększenie autokonsumpcji tak, aby energia wytworzona przez obiekt zostawała w nim, a nie była zwracana do sieci. Warto więc wspomnieć liczniki 7M złączyć z przekaźnikiem programowalnym logicznie serii 8A, Finder OPTA. Po odpowiedniej konfiguracji OPTY stworzymy cały system, który w odpowiedni sposób przekieruje energię, np. z fotowoltaiki do buforu ciepła, ma-

gazynu energii itp. W taki sposób dzięki produktom serii 8A i 7M stworzymy coś w rodzaju strażnika energii, który pozwoli lepiej nią zarządzać. Ponadto OPTA i jej rozszerzenia mogą stać się elementem inteligentnego budynku i tym samym przynosić większe oszczędności. Dzięki wejściom analogowo/cyfrowym seria 8A może współpracować z całą rzeszą czujników. OPTA może wyzwolić pracę różnych urządzeń uzależnionych właśnie od czujników. Takie rozwiązanie sprawdzi się na przykład w zaciemnieniu pomieszczeń, załączeniu oświetlenia, włączaniu wymuszonej wentylacji.

Światło (tylko) tam, gdzie go potrzebujesz

Światło w przestrzeniach wspólnych takich jak ciągi komunikacyjne, magazynki, pralnie, jest jednym z większych wyzwań w hotelach. Aby zminimalizować straty energii, warto w takich miejscach zainstalować czujniki ruchu lub ruchu i obecności. Nowością w serii 18 są dwa ciekawe modele czujników:

- » 18.71 – adaptacyjny czujnik ruchu PIR do montażu wewnętrznego,
- » 18.81 – czujnik ruchu do montażu zewnętrznego.

Nowe modele czujników dostępne są w dwóch kolorach – białym i antracytowym, tym samym wkomponują się praktycznie w każdą przestrzeń.

W czujniku ruchu 18.71 dostępna jest dodatkowa funkcja automatycznej regulacji czasu. Urządzenie dynamicznie dostosowuje czas wyłączenia w zależności od częstotliwości użytkowania. Przy pierwszym uruchomieniu czas opóźnienia wynosi 18 sekund. W trakcie eks-



Nowy adaptacyjny czujnik ruchu 18.71 z funkcją automatycznej regulacji czasu

ploatacji czas załączenia wydłuża się automatycznie, aż do osiągnięcia wartości najbardziej komfortowej dla użytkownika.

Oszczędności co do minuty

Klienci marin i pól kempingowych cenią sobie komfortowe warunki. Podświetlenie alejek, pomostów i parceli jest standardem. Jednak klienci cenią sobie jednocześnie również miejsca EKO, dlatego często irytuje ich, gdy w środku nocy światło będzie świecić się pełnym blaskiem. Rozwiązaniem jest zegar sterujący, np. zegar astronomiczny Finder typ 12.A4, który nie tylko uruchomi oświetlenie po zmroku, ale też w odpowiedni sposób zmniejszy jego natężenie w godzinach nocnych – wtedy, gdy ruch na alej-



Nowy regulowany czujnik ruchu PIR, typ 18.81 – przeznaczony do montażu na ścianie na zewnątrz budynków

kach jest sporadyczny (należy pamiętać, żeby zastosować ściemniające źródła światła).

Ponadto można zastosować zegar 12.B2, który może współpracować z anteną GPS (typ 012.BG.8.230), do jeszcze dokładniejszych nastaw astronomicznych. Antena może współpracować z kilkoma zegarami, tym samym można przeprowadzić synchronizację wielu urządzeń w jej zasięgu. Użytkownik zyskuje w ten sposób pewność, że wszystkie zegary będą pracować w tym samym trybie. Nastawy zegarów wykonywane mogą być, podobnie jak w innych produktach Finder, poprzez aplikację Toolbox NFC lub za pomocą joysticka na obudowie.

Więcej uwagi, więcej oszczędności i wyższy komfort

Właściciele hoteli, marin i kempingów, chcąc przyciągnąć nowych klientów, stosują rozwiązania automatyki budynkowej, które dają komfort oraz przynoszą wymierne korzyści. Ten trend będzie się utrzymywał, a nowe rozwiązania staną się standardem, a nie tylko gadżetem.

Więcej informacji na temat naszych rozwiązań znajdziecie na stronie www.findernet.com.



Typ 8A.04 – OPTA – Programowalny Przełącznik Logiczny



FINDER Polska Sp. z o.o.
62-080 Sady, ul. Logistyczna 27
tel. 61 865 94 07
<https://www.findernet.com>

ZESTAWIENIE ROZDZIELNIC SN – PODSTAWOWE PARAMETRY

Dystrybutor	 „CARBOAUTOMATYKA” S.A. 43-100 Tychy, ul. Budowlanych 168 tel. 32 32 343 00, faks 32 32 343 23 carboautomatyka@carbo.com.pl carbo.com.pl	
Producent	PKiMSA Carboautomatyka S.A.	
Oznaczenie katalogowe	CaRo-12G	CaRo-12U, CaRo-17U, Caro-24U
		
Parametry techniczne		
Rodzaj izolacji	powietrzna	powietrzna
Napięcie znamionowe, w [kV]	12	12, 17,5 oraz 24
Napięcie robocze, w [kV]	6/10	6/10/15/20
Częstotliwość znamionowa, w [Hz]	50	50
Wytrzymałość izolacji dla napięcia probierczego 50 Hz/1 min, w [kV]	28/32	28/32; 38/48; 50/60
Wytrzymałość izolacji dla napięcia udarowego o kształcie 1,2/50 μs, w [kV]	75/85	75/85; 95/110; 125/145
Układ szyn zbiorczych	pojedynczy	pojedynczy
Prąd znamionowy szyn zbiorczych, w [A]	630/1250/1600	do 2500
Prąd znamionowy pola transformatorowego, w [A]	630/1250	do 2500
Dopuszczalny prąd zwarcia w czasie badania, w [kA]	31,5/3 s	31,5/3 s
Dopuszczalny prąd zwarcia szczytowy, w [kA]	80	80
Odporność na łuk elektryczny, w [kA/s]	25/1 s	31,5/1 s
Wbudowane przegrody/osłony pól	4 wygrozione przedziały	4 wygrozione przedziały
Wbudowane interfejsy komunikacyjne	według wymagań klienta	według wymagań klienta
Stopień ochrony obudowy (kod IP)	IP4X/IP41/IP54	IP4X/IP41/IP54
Wymiary zewnętrzne (wys.xszer.xgł.), w [mm]	1800×600×1250	od 2150×600×1250 do 2300×1200×1450
Masa całkowita/pojedynczego pola rozdzielnic, w [kg]	od 400 do 950	od 400 do 1300
Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]	od – 10 do 40	od – 10 do 40
Informacje dodatkowe		
Uwagi techniczne	rozdzielnica przeznaczona do pracy w trudnych warunkach, ograniczonych pomieszczeniach, w sieciach przemysłowych o dużej niezawodności zasilania; kompaktowe gabaryty, silna spawana konstrukcja, wewnętrzny kanał dekompresyjny, wysokie przyłącze kablowe, wiele rodzajów pól; może być wyposażona w styczniki, wyłączniki próżniowe lub SF ₆	rozdzielnice do pracy w sieciach przemysłowych o dużej niezawodności zasilania, sztywna nitowana i skrucana konstrukcja, przedziały z kanałami dekompresyjnymi zakończone klapami wyrzutowymi, wysokie przyłącze kablowe, wiele rodzajów pól, wolno stojąca lub przysięciana, może być wyposażona w styczniki, rozłączniki, wyłączniki próżniowe lub SF ₆
Normy, atesty, certyfikaty, standardy, znaki jakości	zgodność z normami: PN-EN 62271-1, PN-EN IEC 62271-200; EMC: PN-EN 61000-4-4, PN-EN IEC 61000-4-11, PN-EN IEC 61000-4-18, PN-EN 55011 potwierdzona certyfikatem dopuszczenia prezesa WUG	zgodność z normami: PN-EN 62271-1, PN-EN IEC 62271-200; EMC: PN-EN 61000-4-4, PN-EN IEC 61000-4-11, PN-EN IEC 61000-4-18, PN-EN 55011 potwierdzona certyfikatem dla CaRo12U dopuszczeniem prezesa WUG
Gwarancja, w [miesiącach]	24 lub więcej	24 lub więcej

Dane zamieszczone w zestawieniu zostały nadesłane i zautoryzowane przez firmę

ZESTAWIENIE ROZDZIELNIC SN – PODSTAWOWE PARAMETRY

 „CARBOAUTOMATYKA” S.A. 43-100 Tychy, ul. Budowlanych 168 tel. 32 32 343 00, faks 32 32 343 23 carboautomatyka@carbo.com.pl carbo.com.pl	 ELEKTROBUDOWA ELEKTROBUDOWA Sp. z o.o. Zakład Produkcji Rozdzielnic 62-510 Konin, ul. Przemysłowa 156 tel. 32 888 63 68 zaklad.konin@elektrobudowa.com.pl www.elektrobudowa.com.pl	
PKiMSA Carboautomatyka S.A. CaRo-12U2S, CaRo-17U2S, CaRo-24U2S	ELEKTROBUDOWA Sp. z o.o. D-...2S	
		Seria D 
powietrzna	powietrzna	powietrzna
12; 17,5; 24	12/17,5/24/36	12–40,5
6/10/15/20	10/15/20/30	10–35
50	50	50–60
28/32; 38/45; 50/60	28–70	28–95
75/85; 95/110; 125/145	75–170	75–190
podwójny	podwójny	pojedynczy
do 2500	do 4000	1250–5000
do 2500	–	–
31,5/3s	do 72 (1 s)	25–63 (3 s)
do 80	180	63–160
IAC AFLR 31,5 / 1s	IAC AFLR 25/1 s–72/1 s	IAC AFLR do 63/1 s
klasa PM (metalowe)	klasa PM	klasa PM
wg projektu – w zależności od typu zastosowanej aparatury zabezpieczeniowej	Ethernet, RS-485, Profibus, CANbus, Opto, IEC 61850, Modbus, IEC-103, DNP 3.0 (w zależności od typu zastosowanej aparatury zabezpieczeniowej)	Ethernet, RS-485, Profibus, CANbus, Opto, IEC 61850, Modbus, IEC-103, DNP 3.0 (w zależności od typu zastosowanej aparatury zabezpieczeniowej)
IP4X, IP41	IP4X/IP54	IP4X/IP54
od 2680×650×1725 do 3200×1200×2200	od 2690×600×1790 do 3000×2000×2500	od 2150×600×1300 do 2620×1800×3110
od 680 do 1680	od 840 do 3500	od 600 do 2500
od –5 do 40	od –5 do 40	od –5 do 40
przeznaczone do pracy w obiektach energetyki zawodowej i przemysłowej; dzięki wysokim parametrom znamionowym, przy optymalnych wymiarach pól, mogą być instalowane w obiektach elektroenergetycznych nowych oraz modernizowanych; możliwość konfigurowania różnorodnych układów rozdzielnic, łatwa obsługa i konserwacja, niezawodny system blokad (zapobiegający wykonaniu niedozwolonych operacji łączeniowych), łatwy montaż i uruchomienie, obudowa łukochronna	dostosowana do zabudowy różnych typów aparatury (wyłączniki, rozłączniki, przekładniki) i automatyki zabezpieczeniowej; małe gabaryty przy zachowaniu wysokich parametrów znamionowych; wewnętrzne kanały dekompresyjne; wygodny dostęp do kabli i aparatów	dostosowana do zabudowy różnych typów aparatury (wyłączniki, rozłączniki, przekładniki) i automatyki zabezpieczeniowej; małe gabaryty przy zachowaniu wysokich parametrów znamionowych; wygodny dostęp do kabli i aparatów
zgodność z normami: PN-EN 62271-1, PN-EN IEC 62271-200, certyfikat zgodności z normami wydany przez jednostkę certyfikującą pod nadzorem PCA	PN-EN 62271-1, PN-EN 62271-200, PN-G-50003:2003, PN-EN 62271-102, certyfikaty Instytutu Elektrotechniki i Instytutu Energetyki, WUG	PN-EN 62271-1, PN-EN 62271-200, PN-G-50003:2003, PN-EN 62271-102, certyfikaty Instytutu Elektrotechniki i Instytutu Energetyki, WUG
24 lub więcej	24 (do uzgodnienia)	24 (do uzgodnienia)

ZESTAWIENIE ROZDZIELNIC SN – PODSTAWOWE PARAMETRY

Dystrybutor	ZUP Emitter Sp. z o.o. 34-600 Limanowa, ul. Skrudlak 3 tel. 18 337 00 90, faks 18 337 00 91 limanowa@emiter.com www.emiter.com	LAMEL Rozdzielnice Sp. z o.o.
Producent	ZUP EMITER	LAMEL Rozdzielnice Sp. z o.o.
Oznaczenie katalogowe	EMVS ECO	LamLine
Parametry techniczne		
Rodzaj izolacji	powietrzna/stało powietrzna (bez SF6)	powietrzna/aparaty SF ₆
Napięcie znamionowe, w [kV]	24	do 24
Napięcie robocze, w [kV]	6/10/15/20	3,3/6/10/15/20
Częstotliwość znamionowa, w [Hz]	50	50
Wytrzymałość izolacji dla napięcia probierczego 50 Hz/1 min, w [kV]	50/60	50
Wytrzymałość izolacji dla napięcia udarowego o kształcie 1,2/50 μs, w [kV]	125/145	125
Układ szyn zbiorczych	pojedynczy	pojedynczy
Prąd znamionowy szyn zbiorczych, w [A]	630	630
Prąd znamionowy pola transformatorowego, w [A]	200 (pole z rozłącznikiem i wkładką bezpiecznikową)	100 (pole z rozłącznikiem i bezpiecznikiem)
Dopuszczalny prąd zwarcia w czasie badania, w [kA]	20	16
Dopuszczalny prąd zwarcia szczytowy, w [kA]	50	40
Odporność na łuk elektryczny, w [kA/s]	IAC A-FL 20kA (1s)	IAC A-FL 16kA(1s)
Wbudowane przegrody/osłony pól	PI	PI
Wbudowane interfejsy komunikacyjne	w zależności od zastosowanej aparatury	w zależności od zastosowanego sterownika polowego (zabezpieczenia)
Stopień ochrony obudowy (kod IP)	IP3X (wyższy możliwy na indywidualne zamówienie)	IP3X (rozdzielnica), IP2X (między przedziałami)
Wymiary zewnętrzne (wys.xszer.xgł.), w [mm]	od 1600×375×840 od 2010×750×1120	od 1600×500×950 od 2200×750×1250
Masa całkowita/pojedynczego pola rozdzielnic, w [kg]	130 do 450 (pojedyncze pole)	od 120 do 400 (pole)
Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]	-5 do +40	od -5 do 40
Informacje dodatkowe		
Uwagi techniczne	Modułowa rozdzielnica elektryczna w obudowie metalowej, zapewniającej wysoki poziom bezpieczeństwa użytkownika oraz skuteczną ochronę przed łukiem elektrycznym. Konfiguracja pól jest w pełni dopasowywana do indywidualnych potrzeb klienta i może obejmować pola wyposażone w rozłączniki, wyłączniki, rozłączniki i wkładki bezpiecznikowe oraz pola pomiarowe z odłącznikiem lub bez.	rozdzielnica może być wyposażona w rozłączniki, rozłączniki z bezpiecznikami, wyłączniki; konfiguracja pól zgodnie z wymaganiami klienta
Normy, atesty, certyfikaty, standardy, znaki jakości	PN-EN 62271-200:2022-02; PN-EN 62271-100:2022-04; PN-EN 62271-202:2023-03; PN-EN 62271-103:2011; PN-EN 62271-105:2013-06; Certyfikat Instytutu Elektrotechniki	PN-EN 62271-200, PN-EN 62271-105, PN-EN 62271-103
Gwarancja, w [miesięcach]	24 (do uzgodnienia)	24

Dane zamieszczone w zestawieniu zostały nadesłane i zautoryzowane przez firmy

ZESTAWIENIE ROZDZIELNIC SN – PODSTAWOWE PARAMETRY

ormazabal
velatia

Ormazabal Polska Sp. z o.o.
44-100 Gliwice, ul. Toszecka 101/307
tel. +48 537 988 110
polonia@ormazabal.com, lko@ormazabal.com
www.ormazabal.com

ORMAZABAL		
CGM 3/CGM.800	CGM.ZERO24	SPB.ZERO24
		
GIS SF ₆	powietrze techniczne/industrial air	powietrze techniczne/industrial air
36 (38,5/40,5)	12/24	12/24
36	6,3/10/15/20	6,3/10/15/20
50/60 (dla 36 kV)	50	50
70/80	50/60	50/60
170/195	125/145	125/145
pojedynczy	pojedynczy	pojedynczy
400/630/800	630	2000
200/630*	200	1600
16/20/25	20	25 (3 s)
40/52/62,5	50	62,5
16/20/25	20	25
tak	tak	tak
w zależności od zastosowanego przełącznika (m.in. RS-232, Modbus, Profibus)	w zależności od zastosowanego zabezpieczenia (np. Modbus, Profibus, Ethernet, Modbus TCP lub inne)	w zależności od zastosowanego zabezpieczenia (np. Modbus, Profibus, Ethernet, Modbus TCP lub inne)
IP2XD (przebiegi gazowy IPX8)	IP3X	IP3X
od 1745×368×850 do 1950×1100×1160	od 1300×400×740 do 1740×800×1100	od 2300×600×1160 do 2300×1400×1160
od 42 do 520 (pole)	od 45 do 520 (pole)	od 560 do 1240 (pole)
od –30 do 40	od –25 do 40	od –25 do 40
*pole wyłącznikowe + pole rozłącznikowe bez bezpieczników, wszystkie wyłączniki są z komorami próżniowymi	rozdzielnice w pełnej izolacji gazowej (GIS) nowej generacji do rozdziału wtórnego 24 kV – wolne od gazów fluorowanych /SF ₆ FREE/; ciśnienie powietrza technicznego w zbiornikach poniżej 1,5 bara; gaz wyłącznie ze składników występujących naturalnie w powietrzu, produkowany przemysłowo i w kontrolowany i przetestowany sposób; mieszanka gazów nie została opatentowana; rozdzielnica w razie awaryjnego rozszczelnienia zbiornika może nadal normalnie pracować pod napięciem, ale nie może już wykonywać żadnych czynności łączeniowych	rozdzielnice w pełnej izolacji gazowej (GIS) nowej generacji do rozdziału pierwotnego 24 kV – wolne od gazów fluorowanych (SF ₆ FREE); ciśnienie powietrza technicznego w zbiornikach poniżej 1,9 bara; gaz wyłącznie ze składników występujących naturalnie w powietrzu, produkowany przemysłowo – w kontrolowany i przetestowany sposób; mieszanka gazów nie została opatentowana; rozdzielnica w razie awaryjnego rozszczelnienia zbiornika może nadal normalnie pracować pod napięciem, ale nie może już wykonywać żadnych czynności łączeniowych.
IEC 62271-1, IEC 62271-100, IEC 62271-102, IEC 6771-103, IEC 62271-105, IEC 62271-200, IEC 62271-206, IEC 60255, IEC 60529, IEC 61243-5	IEC 62271-1, IEC 62271-100, IEC 62271-102, IEC 6771-103, IEC 62271-105, IEC 62271-200, IEC 62271-206, IEC 60255,	IEC 62271-1, IEC 62271-100, IEC 62271-102, IEC 62271-200, IEC 62271-206
wg wymagań klienta	24–60	24–60

Dane zamieszczone w zestawieniu zostały nadesłane i zautoryzowane przez firmy

ZESTAWIENIE ROZDZIELNIC SN – PODSTAWOWE PARAMETRY

Dystrybutor	 PRE Edward Biel 32-060 Liszki, Piekary 363 k. Krakowa tel. 12 280 71 92, 12 256 39 20 faks 12 280 05 15, 12 429 73 43 biuro@prebiel.pl, www.prebiel.pl	ZPUE S.A.
Producent	PRE Edward Biel	ZPUE S.A.
Oznaczenie katalogowe	RSS-24w	RELF
		
Parametry techniczne		
Rodzaj izolacji	powietrzna	powietrzna
Napięcie znamionowe, w [kV]	do 24	12/17,5/24/36
Napięcie robocze, w [kV]	6,3/10/15/20	6,3/10/15/20/30
Częstotliwość znamionowa, w [Hz]	50	50
Wytrzymałość izolacji dla napięcia probierczego 50 Hz/1 min, w [kV]	50	23/38/50/95
Wytrzymałość izolacji dla napięcia udarowego o kształcie 1,2/50 µs, w [kV]	125/145	75/95/125/190
Układ szyn zbiorczych	pojedynczy	pojedynczy
Prąd znamionowy szyn zbiorczych, w [A]	630	do 4000/2500/2500/1600
Prąd znamionowy pola transformatorowego, w [A]	200/630*	do konsultacji z producentem
Dopuszczalny prąd zwarcia w czasie badania, w [kA]	16/1 s, 16/3 s, 20/1 s, 20/3 s	40 (3 s)/31,5 (3 s)/31,5 (3 s)/31,5 (1 s)
Dopuszczalny prąd zwarcia szczytowy, w [kA]	40/50	100/80/80/80
Odporność na łuk elektryczny, w [kA/s]	IAC A-FL 16 kA (1 s)	40 (0,5 s)/31,5 (1 s)/31,5 (1 s)/25 (1 s)
Wbudowane przegrody/osłony pól	tak	cztery przedziały funkcjonalne
Wbudowane interfejsy komunikacyjne	w zależności od zastosowanego wyposażenia: RS-232, RS-485, Ethernet	według wymagań klienta
Stopień ochrony obudowy (kod IP)	IP4X	IP4X
Wymiary zewnętrzne (wys.xszer.xgł.), w [mm]	1800×651×1010	2150–2550×600–1300×1250–2035
Masa całkowita/pojedynczego pola rozdzielnic, w [kg]	do 240	od 670 do 1750
Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]	od –25 do 40	od –5 do 40
Informacje dodatkowe		
Uwagi techniczne	*pole rozłącznikowe/pole wyłącznikowe, konfiguracja pól zgodnie z wymaganiami klienta	rozdzielnica wewnętrzna SN; dystrybucja pierwotna; metalowa; modułowa (rozbudowa); czteroprzedszłowa – kategoria utraty ciągłości pracy: LSC 2B; dwuczłonowa z modułem wysuwym; z pojedynczym układem szyn zbiorczych; klasyfikacja zwarcia IAC: AFLR
Normy, atesty, certyfikaty, standardy, znaki jakości	certyfikat zgodności nr DN/700-1/2025, PN-EN 62271-200:2022-02, PN-EN 62271-1:2018-02, PN-EN 62271-1:2018-02/A1:2022-06	certyfikaty na zgodność z PN-EN 62271-1 i PN-EN 62271-200
Gwarancja, w [miesiącach]	24–60	standardowo 24 miesiące lub do negocjacji

Dane zamieszczone w zestawieniu zostały nadesłane i zautoryzowane przez firmy

ZESTAWIENIE ROZDZIELNIC SN – PODSTAWOWE PARAMETRY

SPIE Elektromontaż Poznań S.A.
Zakład Produkcji Urządzeń Elektroenergetycznych
60-166 Poznań, ul. Wieruszowska 12/16
tel. +48 608 921 129, +48 539 997 922, faks +48 61 865 58 08
zpue@elektromontaz.com



SPIE Elektromontaż Poznań S.A.

www.spie-elektromontaz.pl www.spie-rozdzielnice.pl

SPIE Elektromontaż Poznań S.A.

system rozdzielnic dwusystemowych SN typu BRDA	system rozdzielnic przedziałowych SN typu ODRA	system rozdzielnic bezprzedziałowych SN typu NAREW	system rozdzielnic górniczych SN typu RAWA
			
powietrzna (bez SF ₆)	powietrzna (bez SF ₆)	powietrzna (bez SF ₆)	powietrzna (bez SF ₆)
12/17,5	12/17,5/24/36 (40,5)	12/17,5	12
do 15	do 30 (35)	do 15	do 10
50	50	50	50
do 38/45	do 70/80	do 38/45	28/32
do 95/110	do 170/195	do 95/110	75/85
podwójny	pojedynczy	pojedynczy	pojedynczy
do 2500 / do 4000*	do 3150	do 1250	do 1600
do 2500 / do 4000*	do 2500	do 1250	do 1600
do 31,5/3s / do 72/1s*	do 31,5/3 s	do 25/3 s	31,5/3 s
do 80 / do 180*	do 80	do 63	80
do 31,5/1s / do 72/1s*	31,5/1 s	25/1 s	25/1 s
metalowe	metalowe	metalowe	metalowe
wg projektu	wg projektu	wg projektu	wg projektu
IP4X/IP41	IP4X/IP41 (IP43, IP54 – na zapytanie)	IP4X	IP54
od 2750×600×1725 do 3500×1200×2350	od 2150×600×1250 do 2560×1200×2500	od 2000×600×1000 do 2075×750×1085	od 1800×600×1300 do 1950×750×1370
od 950 do 3500	od 550 do 1600	od 350 do 900	od 350 do 900
od –5 do 40	od –5 do 40	od –5 do 40	od –10 do 40
przeznaczona do pracy w obiektach wymagających dużej niezawodności zasilania oraz elastyczności przełączania między różnymi źródłami zasilania, z wyłącznikami próżniowymi * wykonanie specjalne	przeznaczona do pracy w obiektach energetyki zawodowej i przemysłowej jako rozdzielnica główna, oddziałowa, z wyłącznikami próżniowymi	przeznaczona do pracy w obiektach energetyki zawodowej i przemysłowej, jako rozdzielnica oddziałowa, z wyłącznikami próżniowymi	posiada dopuszczenie WUG do stosowania w podziemnych zakładach górniczych, może pracować jako rozdzielnica główna oraz jako rozdzielnica oddziałowa, z wyłącznikami próżniowymi
certifikat zgodności z normami wydany przez jednostkę certyfikującą pod nadzorem Polskiego Centrum Akredytacji (PCA)	certifikat zgodności z normami wydany przez jednostkę certyfikującą pod nadzorem Polskiego Centrum Akredytacji (PCA)	certifikat zgodności z normami wydany przez jednostkę certyfikującą pod nadzorem Polskiego Centrum Akredytacji (PCA)	dopuszczenie Wyższego Urzędu Górniczego w Katowicach, certyfikat zgodności z normami wydany przez jednostkę certyfikującą pod nadzorem Polskiego Centrum Akredytacji (PCA)
wg uzgodnień	wg uzgodnień	wg uzgodnień	wg uzgodnień

Dane zamieszczone w zestawieniu zostały nadesłane i zautoryzowane przez firmę

Złączki TOPJOB® S w nowoczesnych instalacjach elektrycznych

Od rozdziału potencjałów po oprzewodowanie szaf, rozdzielnic i systemów automatyki

Współczesne instalacje elektryczne wymagają rozwiązań, które łączą bezpieczeństwo, szybkość montażu, przejrzystość oprzewodowania i łatwość późniejszej eksploatacji. Złączki listwowe TOPJOB® S WAGO odpowiadają na te potrzeby, oferując szeroki system komponentów do rozdzielnic budynkowych, szaf sterowniczych, automatyki przemysłowej, oprzewodowania systemowego oraz rozdziału potencjałów. Dzięki technologii Push-in CAGE CLAMP® umożliwiają szybkie i trwałe podłączanie przewodów, a rozbudowany system akcesoriów pozwala elastycznie dopasować rozwiązanie do wymagań konkretnej aplikacji.

Połączenie, które pracuje przez lata

Złączki listwowe są jednym z tych elementów instalacji, które często pozostają niewidoczne dla użytkownika końcowego, ale w praktyce decydują o bezpieczeństwie, czytelności i niezawodności całego układu. W szafach sterowniczych, rozdzielnicach budynkowych i instalacjach przemysłowych liczy się nie tylko samo przewodzenie prądu, ale również odporność połączenia na błędy montażowe, drgania, zmiany temperatury oraz wieloletnią eksploatację bez konieczności okresowego dokręcania zacisków.

System TOPJOB® S został zaprojektowany właśnie z myślą o takich wymaganiach. Jego

podstawą jest technologia sprężynowa Push-in CAGE CLAMP®, która umożliwia bezpośrednie wtykanie przewodów jednodrutowych oraz linek zakończonych tulejką. Pozostałe typy przewodów można podłączać po otwarciu zacisku przyrządem montażowym. W praktyce oznacza to krótszy czas pracy instalatora, ograniczenie ryzyka błędów oraz powtarzalną jakość połączenia.

W odróżnieniu od zacisków śrubowych nie ma tu problemu zbyt słabego lub zbyt mocnego dokręcenia. Sprężyna zapewnia odpowiedni docisk przewodu do toru prądowego i kompensuje zmiany wynikające m.in. z rozszerzalności cieplnej metalu czy naturalnej pracy materiału w czasie. Dzięki temu połączenie nie wymaga

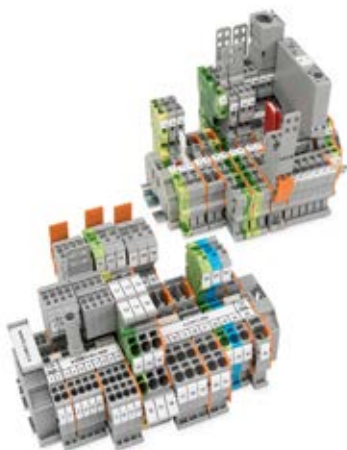
ga serwisowania, a instalacja zachowuje stabilne parametry w długim okresie użytkowania.

Szeroki system do wielu zastosowań

Rodzina TOPJOB® S obejmuje złączki przelotowe, funkcyjne, piętrowe, rozgałęźne oraz komponenty z funkcją wtykową. Program pozwala na podłączanie przewodów w szerokim zakresie przekrojów, od małych przekrojów stosowanych w automatyce po większe przewody wykorzystywane w rozdziale energii. Dzięki temu jeden system może być stosowany w wielu obszarach: od instalacji budynkowych, przez prefabrykację szaf, po przemysł, kolej, aplikacje morskie, przemysł procesowy czy strefy zagrożone wybuchem.

Istotną zaletą jest możliwość wyboru wariantu obsługi zacisku. TOPJOB® S występuje m.in. w wersjach z otwieraniem przyciskiem, dźwignią lub otworem montażowym. Pozwala to dobrać złączkę do sposobu pracy instalatora, rodzaju przewodu oraz charakteru aplikacji. W szafach i rozdzielnicach, gdzie liczy się szybkość i powtarzalność montażu, taki wybór ma realne znaczenie organizacyjne.

Równie ważna jest przejrzystość oprzewodowania. Złączki TOPJOB® S można opisywać za pomocą ciągłych pasków oznacznikowych, a dobrze widoczne opisy ułatwiają późniejsze uruchomienie, serwis i pomiary. W rozdzielnicach budynkowych czy układach automatyki pozwala to jednoznacznie przyporządkować obwody, potencjały i funkcje.



Złączki listwowe z funkcją wtykową X-COM®-SYSTEM i X-COM®S-SYSTEM oraz X-COM®S-SYSTEM-MINI przeznaczone są przede wszystkim do tworzenia instalacji w szafach rozdzielczych i sterowniczych

Najważniejsze zalety systemu TOPJOB® S

- » szybkie podłączanie przewodów dzięki technologii Push-in CAGE CLAMP®,
- » połączenie niewymagające okresowego dokręcania,
- » szeroki wybór złączek przelotowych, piętrowych, funkcyjnych i rozgałęźnych,
- » uniwersalny system mostkowania i oznaczania,
- » możliwość pomiaru za pomocą wtyków pomiarowych,
- » rozwiązania do rozdzielnic budynkowych, szaf sterowniczych, automatyki, przemysłu i stref Ex.

Rozdzielnice budynkowe i złączki piętrowe

Jednym z ważnych obszarów wykorzystania TOPJOB® S są nowoczesne rozdzielnice budynkowe. Piętrowe złączki instalacyjne pozwalają na uporządkowane i kompaktowe podłączanie obwodów. Cały obwód jednofazowy może zostać przyłączony w jednej złączce, co ogranicza ilość miejsca potrzebnego na szynie montażowej i upraszcza strukturę oprzewodowania.

W instalacjach budynkowych szczególnie znaczenie mają także pomiary eksploatacyjne. Złączki instalacyjne z rozłączeniem toru N umożliwiają wykonanie pomiaru rezystancji izolacji bez wypinania przewodów neutralnych z zacisku. To rozwiązanie jest szczególnie istotne w obiektach użyteczności publicznej oraz obiektach o podwyższonym stopniu zagrożenia pożarowego, gdzie możliwość bezpiecznego, jednoznacznego i zgodnego z wymaganiami pomiaru ma duże znaczenie.

W zależności od konfiguracji instalacji można zastosować złączki z łącznikiem suwakowym N, z łącznikiem nożowym N albo warianty z ciągłym torem N. Pierwsze rozwiązanie sprawdza się zwłaszcza tam, gdzie większe grupy obwodów są przypisane do jednego wyłącznika różnicowoprądowego. Drugie jest korzystne przy układach z indywidualnymi zabezpieczeniami różnicowoprądowymi dla poszczególnych obwodów. Warianty z ciągłym torem N pozwalają natomiast budować czytelne listwy instalacyjne z wykorzystaniem mostków do powielania potencjału.

Dodatkowym uzupełnieniem są złączki bazowe współpracujące z wtykami bezpiecznikowymi. Dzięki nim możliwe jest zabezpieczanie wybranych torów prądowych lub ich rozłączanie na potrzeby pomiarów i serwisu. Umieszcze-

nie wtyku bezpiecznikowego w osi szyny montażowej ułatwia obsługę w standardowych rozdzielnicach.

Mostkowanie i rozdział potencjałów

W każdej instalacji pojawia się potrzeba rozdziału potencjałów. Może dotyczyć przewodów neutralnych, torów zasilających, potencjałów sterowniczych, obwodów 24VDC czy sygnałów automatyki. TOPJOB® S oferuje rozbudowany system mostkowania, który pozwala realizować zarówno proste, jak i bardziej złożone zadania.

Mostki do mostkowania ciągłego umożliwiają powielanie potencjału na dowolnej liczbie złączek. Jest to szczególnie przydatne, gdy w czasie uruchomienia lub rozbudowy instalacji okazuje się, że potrzebne są dodatkowe punkty przyłączeniowe. Wystarczy dołożyć kolejne złączki i połączyć je mostkami w tym samym kanale. Drugi kanał może pozostać dostępny np. dla pomiarów lub dodatkowych połączeń.

Mostki grzebieniowe pozwalają z kolei łączyć złączki o różnych przekrojach znamionowych, pod warunkiem zachowania dopuszczalnych prądów. System obejmuje również mostki pionowe do złączek piętrowych, mostki omijające, mostki przewodowe oraz specjalne mostki do połączeń silnikowych w układzie gwiazdy lub trójkąta. Dzięki temu projektant i prefabrykator mogą budować funkcjonalne układy bez konieczności stosowania wielu niestandardowych rozwiązań.

Kompaktowe złączki rozgałęźne

Rozwinięciem systemu są złączki rozgałęźne TOPJOB® S serii 2006, przeznaczone do szybkiego rozdziału potencjałów na małej przestrzeni. Jedna kompaktowa złączka umożliwia rozproszczenie potencjału z jednego przewodu zasilającego na sześć odpyływów. To praktyczne rozwiązanie wszędzie tam, gdzie w szafie lub

rozdzielnicy brakuje miejsca, a konieczne jest zasilanie dodatkowych urządzeń.

Złączki rozgałęźne serii 2006 zajmują szerokość zaledwie 9 mm i pozwalają na przyłączenie przewodu zasilającego o przekroju do 10 mm², a po stronie odpływów kilku przewodów o mniejszych przekrojach. Dzięki znamionowej obciążalności wejścia do 57 A mogą być stosowane nie tylko w instalacjach budynkowych, ale także w przemyśle, automatyce, kolejnictwie, aplikacjach morskich i procesowych.

Warianty kolorystyczne ułatwiają przyporządkowanie potencjałów, a kompatybilność ze standardowymi akcesoriami TOPJOB® S pozwala zachować spójność całego systemu. Złączki mogą być również wykorzystywane jako baza do tworzenia większych bloków rozdzielczych.

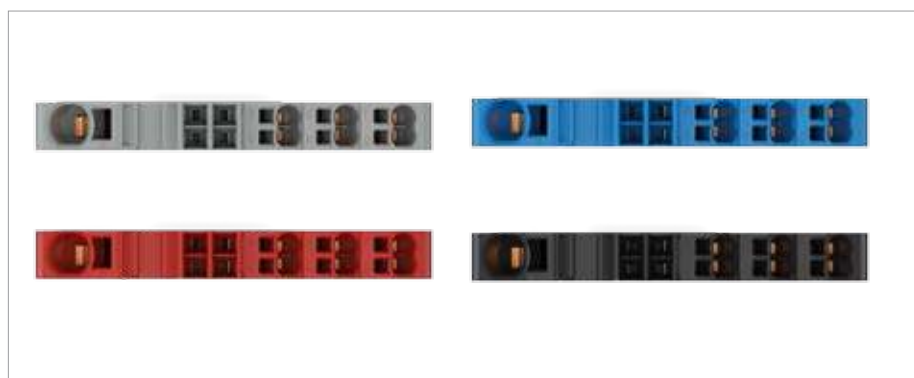
Złączki rozgałęźne TOPJOB® S serii 2006

- » rozdział potencjału z jednego wejścia na sześć odpyływów,
- » szerokość zaledwie 9 mm,
- » możliwość podłączenia przewodu zasilającego do 10 mm²,
- » obciążalność wejścia do 57 A,
- » dwa kanały mostkowania,
- » warianty kolorystyczne ułatwiające identyfikację potencjałów,
- » kompatybilność z akcesoriami TOPJOB® S.

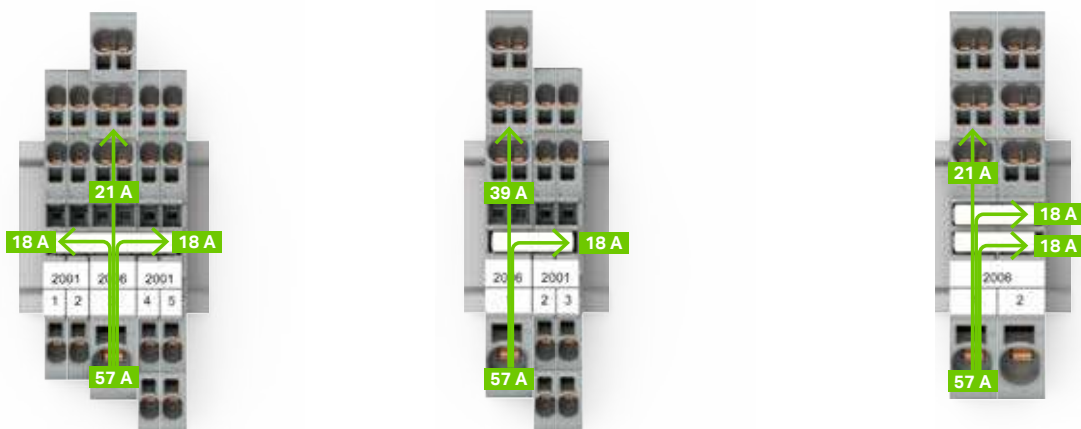
Oprzewodowanie systemowe X-COM®

W aplikacjach, w których ważna jest szybka prefabrykacja, wymiennosc modułów i ograniczenie ryzyka błędnego podłączenia, zastosowanie znajdują systemy X-COM®, X-COM®S oraz X-COM®S MINI. Są to złączki listwowe z funkcją wtykową, przeznaczone przede wszystkim do szaf rozdzielczych i sterowniczych.

Ich zaletą jest możliwość wcześniejszego przygotowania wiązek przewodowych, sprawdzenia ich przed montażem i szybkiego podłą-



Złączki rozgałęźne występują w kilku wariantach kolorystycznych



Przykładowe bloki rozdzielcze wykonane na bazie złączek z serii 2006 wraz z dopuszczalnym obciążeniem

czenia na obiekcie. Kodowanie grup o tej samej liczbie biegunów eliminuje ryzyko błędnego wetknięcia, a elementy ryglujące i odciążające przewody zwiększają bezpieczeństwo mechaniczne połączenia.

System X-COM® może być stosowany nie tylko na szynie montażowej, ale również na płytach montażowych, powierzchniach obudów, w połączeniach swobodnych oraz przy przejściach przez obudowę. X-COM® S jest kompatybilny z rodziną TOPJOB® S, co pozwala korzystać z tego samego systemu oznaczania i mostkowania. Dostępne są także wersje Ex, przeznaczone do stosowania w strefie 2 obszarów zagrożonych wybuchem.

Bezpieczeństwo, pomiary i przyszłość instalacji

Złączki TOPJOB® S odpowiadają na kilka kluczowych potrzeb współczesnych instalacji:

szybkość montażu, możliwość rozbudowy, czytelność, łatwość pomiarów i niezawodność połączenia. Są przydatne zarówno dla projektanta, który musi przewidzieć funkcjonalny układ połączeń, jak i dla prefabrykatora, instalatora oraz osoby odpowiedzialnej za późniejszy serwis.

W rozdzielnicach i szafach sterowniczych coraz większego znaczenia nabiera też gospodarka cieplna. Analiza wzrostu temperatury w szafach i rozdzielnicach wymagana przez IEC 61439 sprawia, że dobór komponentów o odpowiednich rezerwach elektrycznych jest istotnym elementem projektu. Złączki TOPJOB® S, dzięki dużym rezerwom parametrów i przemysłowej konstrukcji, wspierają budowę rozdzielnic o stabilnych warunkach pracy.

W praktyce TOPJOB® S nie jest więc tylko rodziną złączek listwowych. To kompletny system do tworzenia uporządkowanych, skalowalnych i bezpiecznych połączeń elektrycznych. Od po-

jedynczych obwodów w rozdzielnicach mieszkaniowej, przez instalacje budynkowe i automatykę, po aplikacje przemysłowe, kolejowe, morskie i strefy Ex – system pozwala projektować instalacje w sposób szybki, przejrzysty i gotowy na późniejszą rozbudowę.

Podsumowanie

Nowoczesna instalacja elektryczna wymaga komponentów, które przyspieszają montaż, ograniczają ryzyko błędów i ułatwiają eksploatację. Złączki TOPJOB® S łączą technologię Push-in CAGE CLAMP®, szeroki zakres zastosowań, elastyczne mostkowanie, wygodne oznaczanie, możliwość pomiarów oraz rozwiązania do oprzewodowania systemowego. Dzięki temu sprawdzają się zarówno w prostych rozdzielnicach, jak i w zaawansowanych szafach sterowniczych, gdzie liczy się niezawodność, porządek i możliwość szybkiej adaptacji do zmieniających się wymagań instalacji.



Wszystkie wersje złączek zapewniają również możliwość mostkowania



WAGO ELWAG Sp. z o.o.
50-506 Wrocław, ul. Piękna 58a
tel. 71 360 29 70, faks 71 360 29 99
wago.elwag@wago.com
www.wago.com



ZNAJDŹ NAS

Stoisko 33
hala A

ENERGETAB

ODWIEDŹ NAS NA TARGACH

Bielsko-Biała, 15-17 Września 2026, stoisko 33 w hali A

Zapraszamy na premierę naszych nowości

- WAGO Home Automation
- Złączki stacji elektroenergetycznych najwyższych i wysokich napięć
- Rozwiązanie OLTC
- Sterowniki telemechaniki z komunikacją TETRA i LTE450
- Regulacja mocy w źródłach hybrydowych



WAGO Home Automation | Time to make a smart move



Nowoczesne podejście do bezpieczeństwa w sieciach nN – rozłączniki bezpiecznikowe FSD

Ostatnie lata na rynku elektroenergetycznym wyraźnie pokazały, jak kluczowe dla ciągłości realizacji inwestycji jest zapewnienie stabilnych i niezależnych łańcuchów dostaw komponentów oraz aparatury. Dynamiczne zmiany rynkowe, wahania cen surowców oraz globalne zakłócenia logistyczne stały się bezpośrednim impulsem do opracowania autorskich rozwiązań w obszarze aparatury łączeniowej niskiego napięcia (nN). Odpowiedzią na te wyzwania jest nowa rodzina rozłączników bezpiecznikowych listwowych FSD. Za opracowaniem i wdrożeniem urządzeń stoi krajowy producent – ZUP Emitter Sp. z o.o. z ponad 35-letnim doświadczeniem w branży, dysponujący własnym zapleczem badawczo-rozwojowym oraz nowoczesnym parkiem maszynowym.

Proces badawczo-rozwojowy opierał się na zaawansowanym modelowaniu oraz wieloetapowych próbach badawczych, realizowanych zarówno w wewnętrznych laboratoriach, jak i w niezależnych jednostkach akredytowanych w kraju i za granicą. Rezultatem tych prac jest pełna certyfikacja aparatów na zgodność z wymaganiami normy aparatury rozdzielczej i sterowniczej nn IEC/EN 60947-3, co stanowi formalne potwierdzenie ich zdolności łączeniowych i najwyższej jakości wykonania.

Innowacje w zakresie bezpieczeństwa i ergonomii użytkowania

Głównym założeniem przy projektowaniu aparatów FSD było podniesienie standardów bezpieczeństwa obsługi oraz optymalizacja parametrów eksploatacyjnych. W konstrukcji wdrożono dwa kluczowe rozwiązania popra-



wiające bezpieczeństwo i ergonomię użytkowania.

Intuicyjna pozycja bezpieczna-zaparkowana (system ergonomiczny): W przeciwieństwie do aparatów dotychczas dostępnych na rynku, które wymagają od operatora wykonania dodatkowych czynności w celu wprowadzenia aparatu w położenie bezpieczne-zaparkowane, rozłącznik FSD po pełnym otwarciu znajduje się w stabilnej pozycji bezpiecznej-zaparkowanej. Odpowiada za to opatentowana, specjalna geometria i mechanizm dźwigni (rączki) aparatu. Rozwiązanie to eliminuje do minimum ryzyko błędu ludzkiego (zaniedbania procedury blokady) i skutecznie uniemożliwia przypadkowe, niezamierzone zamknięcie obwodu.

Równoległy wysuw noży wkładki bezpiecznikowej (double break): System rozłączenia równoległego wkładek bezpiecznikowych, w przeciwieństwie do otwierania uchylonego – ruch wkładki po promieniu, zapewnia równomierne wysuwanie noży ze styku, a co za tym idzie przerwanie obwodu w dwóch miejscach jednocześnie. Takie rozwiązanie zapewnia większe bezpieczeństwo użytkowania, obciążenie obwodu rozkłada się na dwie przerwy w tym samym czasie, każda z przerw musi wytrzymać tylko część energii łuku elektrycznego. Dodatkowo łuk jest krótszy, co wpływa też na mniejszą erozję styków. Podsumowując, rozwiązanie to wpływa korzystnie zarówno na bezpieczeństwo operatora, jak i na trwałość rozłącznika.



FSD 3.3 VG



FSD 00.3 M PV



FBB 3 2VG

Bezpieczeństwo materiałowe i monitoring stanu pracy

Konstrukcja rozłączników FSD została wykonana z zaawansowanych kompozytów i tworzyw sztucznych. Dzięki precyzyjnemu doborowi parametrów wtrysku i przetwórstwa, aparaty FSD charakteryzują się wysoką odpornością na narażenia cieplne i mechaniczne. Zastosowane

materiały uzyskały najwyższą klasę palności UL 94 V-0, co gwarantuje samogaśnięcie w warunkach awaryjnych.

Wychodząc naprzeciw wymaganiom nowoczesnych systemów nadzoru i automatyki sieciowej, aparaty FSD zintegrowano z elektronicznymi modułami monitorowania stanu wkładek bezpiecznikowych. Umożliwiają one natychmiastową detekcję zadziałania bezpiecznika i zlokalizowanie ewentualnych nieprawidłowości. Systemy te dostępne są w dwóch wariantach aplikacyjnych:

Moduł ME 1.1 – wyposażony w tradycyjne wyjścia stykowe typu przełączanego (NO-COM-NC), przeznaczony do klasycznych układów sygnalizacji alarmowej.

Moduł ME 1.2 – obsługujący cyfrową transmisję szeregową w standardzie Modbus RS-485, co umożliwia pełną integrację aparatu z nowoczesnymi systemami nadzoru i zarządzania energią.

Rodzina listwowych rozłączników bezpiecznikowych FSD łączy w sobie wysoką elastyczność montażową z pełną kompatybilnością z systemami rozdzielnic dystrybucyjnych i przemysłowych. Z punktu widzenia projektantów

i inżynierów, kluczowymi argumentami przemawiającymi za aplikacją tych aparatów są: niezawodność, trwałość, innowacyjne systemy bezpieczeństwa biernego oraz otwartość na cyfryzację sieci dzięki modułom komunikacyjnym. Fakt, że cała linia projektowana i produkowana jest w 100% w Polsce, stanowi dodatkowy atut logistyczny, gwarantujący przewidywalność dostaw oraz pełne wsparcie techniczne inżynierów fabrycznych.



BFS 00

emitter®

ZUP Emitter Sp. z o.o.

34-600 Limanowa
ul. Skrudlak 3
tel. 18 337 00 90
faks 18 337 00 91
limanowa@emitter.com
www.emitter.com

Źródła zasilania awaryjnego i gwarantowanego w układach zasilania obiektów budowlanych (część 2.)

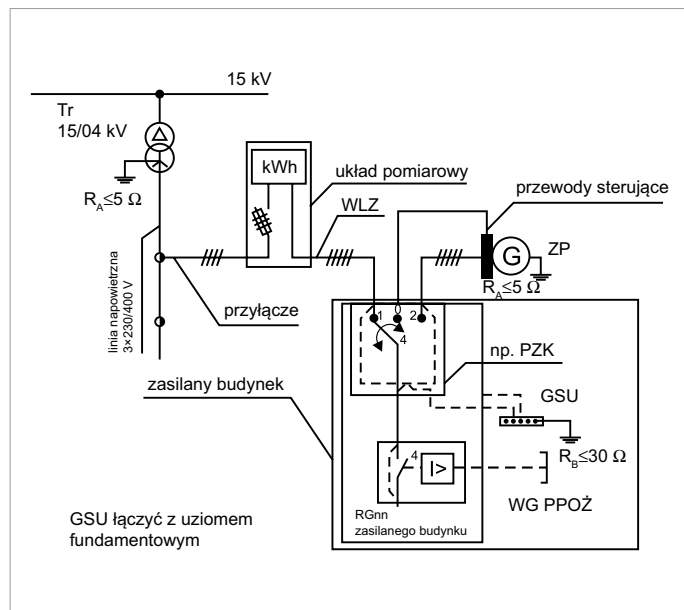
Dobór mocy źródeł i ochrona przeciwporażeniowa

I Układy współpracy sieć – zespół prądotwórczy

Zespół prądotwórczy (ZP) stanowi źródło zasilania awaryjnego, które nie może dostarczać energii do sieci elektroenergetycznej. Powoduje to konieczność projektowania układów uniemożliwiających podanie napięcia do sieci elektroenergetycznej z generatora pracującego zespołu prądotwórczego (w uzasadnionych przypadkach, po uzyskaniu zgody od zarządcy lub właściciela sieci, dopuszcza się w godzinach szczytu obciążeń równoległe zasilanie odbiorników z sieci oraz generatora zespołu prądotwórczego. W przypadku ZP uruchamianych ręcznie należy stosować ręczne przełączniki (**rys. 1.**).

Natomiast zespoły wyposażone w układy samorozruchu i samozastrzymania należy wyposażyć w układy automatyki SZR z blokadą mechaniczną i elektryczną. Przykład takiego układu został przedstawiony na **rysunku 2.**

W przypadku zespołów wyposażonych w automatykę samorozruchu i samozastrzymania należy pamiętać, że część układów automatyki zainstalowana jest w zespole i w przypadku pozostawiania zespołu w warunkach gotowości do pracy wymaga zasilania z sieci elektroenergetycznej (grzałki, detektor zaniku faz itp.). Obwody te należy zabezpieczyć przed przeciążeniami, przepięciami oraz porażeniami i wykonać w układzie zasilania TN-S.

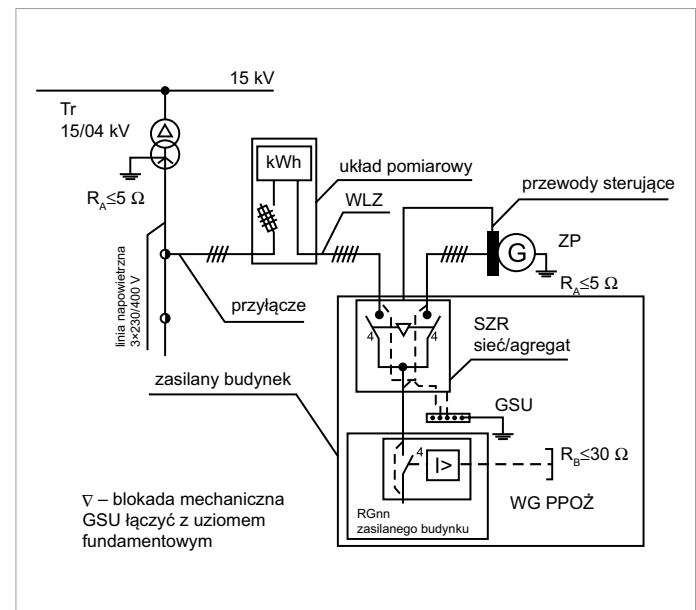


Rys. 1. Ręczny przełącznik sieć/zespół prądotwórczy rys. J. Wiatr

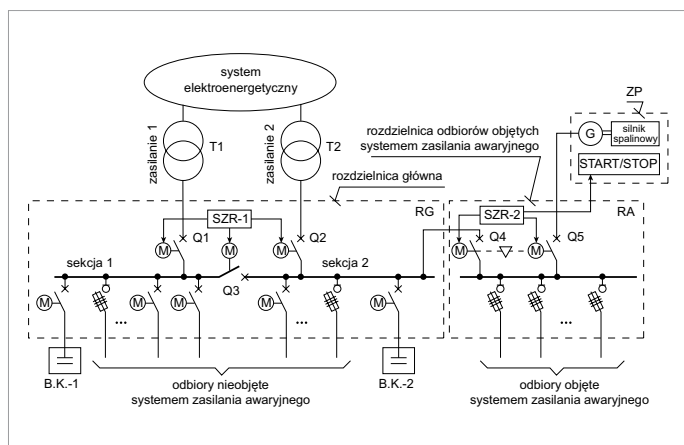
I Przykładowe układy zasilania awaryjnego

Na **rysunku 3.** został przedstawiony schemat układu zasilania z wydzieloną rozdzielnicą zespołu prądotwórczego. Układ ten stosowany jest, gdy zespół prądotwórczy ma zasilac wybrane odbiorniki. W normalnych warunkach łącznik Q3 oraz łącznik Q5 są rozwarne. Natomiast łączniki Q1, Q2 oraz Q4 są zwarte. Automatyka SZR sieć/sieć pracuje w rezerwie ukrytej. Zanik napięcia w sieciach elektroenergetycznych zasilających transformatory T1 oraz T2 powoduje, że łączniki Q1 i Q2 oraz Q3 i Q4 są rozłączone, a zespół prądotwórczy rozpoczyna procedurę samostartu. Po uruchomieniu się zespołu prądotwórczego, zamknięciu ulega łącznik Q5 i odbiorniki objęte systemem zasilania awaryjnego zostają zasilane z generatora zespołu prądotwórczego. Powrót napięcia w jednej z linii elektroenergetycznych powoduje rozłączenie łącznika Q5, załączenie łączników Q3 i Q4 oraz łącznika Q1 lub Q2 w zależności od tego, w której linii elektroenergetycznej nastąpił powrót napięcia. Zespół prądotwórczy pracuje w stanie jałowym jeszcze przez 3 minuty, w celu wychłodzenia uzwojeń generatora, potem ulega zatrzymaniu.

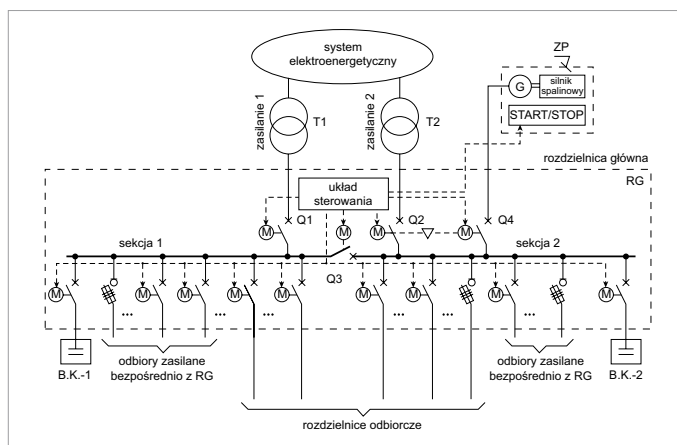
W przypadku, gdy następuje powrót w obydwu liniach zasilających transformatory T1 i T2, układ zasilania powraca do połączeń w stanie normalnej pracy. W przypadku, gdy zespół prądotwórczy ma zasilac wszyst-



Rys. 2. Układ automatyki SZR sieć/zespół prądotwórczy rys. J. Wiatr



Rys. 3. Schemat układu zasilania awaryjnego z wydzielonymi obwodami
T. Sutkowski – Rezerwowe i bezprzerwowe zasilanie w energię elektryczną – Urządzenia i układy – COSIW SEP 2007



Rys. 4. Schemat układu zasilania awaryjnego obejmującego wszystkie odbiorniki
T. Sutkowski – Rezerwowe i bezprzerwowe zasilanie w energię elektryczną – Urządzenia i układy – COSIW SEP 2007

kie odbiorniki po zaniku napięcia w sieci elektroenergetycznej, buduje się układ zasilania, którego schemat przedstawia **rysunek 4**.

W układzie przedstawionym na **rysunku 4**. w normalnych warunkach załączone są łączniki Q1, Q2, natomiast łączniki Q3 oraz Q4 są rozłączone. Działanie układu jest podobne do układu przedstawionego na **rysunku 3**. Przy zasilaniu odbiorników z zespołu prądotwórczego zostają odłączone baterie kondensatorów służące do kompensacji mocy biernej. Na **rysunkach 5 i 6**. zostały przedstawione układy zasilania awaryjnego wykorzystujące więcej niż jeden zespół prądotwórczy.

Przedstawione na **rysunku 6**. rozwiązanie stosowane jest w przypadku zasilania odbiorów o dużych mocach. Poszczególne zespoły prądotwórcze są załączane w przypadku zaniku napięcia w sieciach elektroenergetycznych zasilających transformatory T1 oraz T2. Liczba pracujących zespołów jest uzależniona od zapotrzebowania mocy przez odbiorniki, które są kontrolowane przez układ sterowania.

Ochrona przeciwporażeniowa w instalacjach elektrycznych nn zasilanych ze źródeł awaryjnych (ZP) lub źródeł napięcia gwarantowanego (UPS)

Zasilanie ze źródeł awaryjnych (zespołów prądotwórczych)

Zespół prądotwórczy w stosunku do systemu elektroenergetycznego jest źródłem „miękkim”, w którym impedancja obwodu zwarciego ulega szybkim zmianom w czasie zwarcia (przyjmuje się, że system elektroenergetyczny charakteryzuje się stałą impedancją obwodu zwarciego z uwagi na dużą wartość mocy zwarciego). W chwili wystąpienia zwarcia ulega zmianie rozpyły strumieni magnetycznych w generatorze zespołu prądotwórczego. Rozpływy strumieni w generatorze podczas zwarcia przedstawia **rysunek 7**.

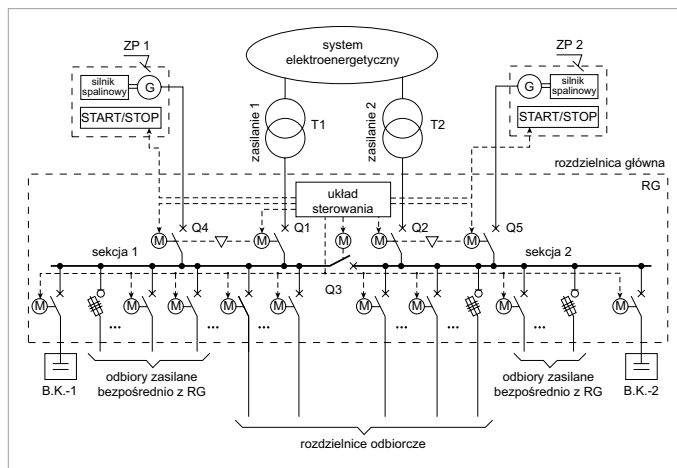
W początkowej fazie zwarcia, nazywanej stanem podprześciowym, wskutek działania klatki tłumiącej strumień główny wytwarzany przez prądy płynące w uzwojeniu stojana jest wypychany poza wirnik (**rys. 7a**). W stanie tym reaktancja generatora charakteryzuje się małą wartością, wynoszącą przeciętnie 10–15% znamionowej reaktancji generatora.

UWAGA!

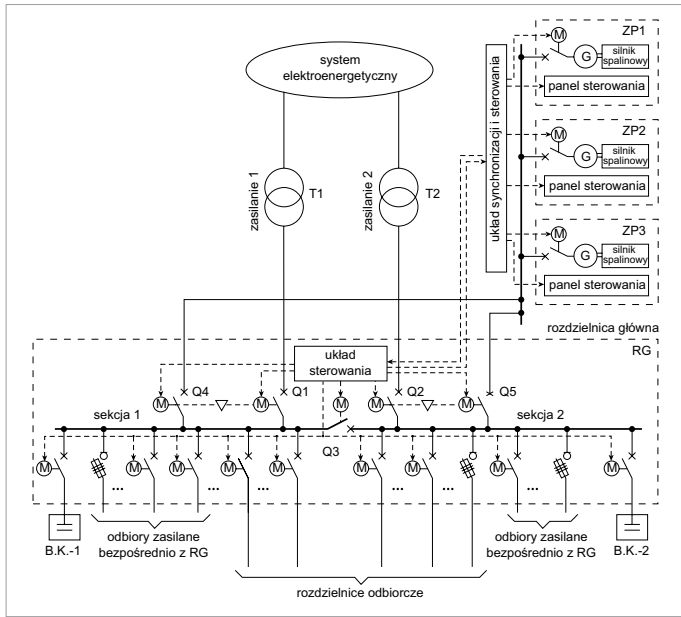
Stan ten trwa bardzo krótko ze względu na małą wartość elektromagnetycznej stałej czasowej T , wynoszącej dla generatorów nn średnio 0,01 s.

Działanie klatki tłumiącej ze względu na małą wartość jej rezystancji szybko ustaje, co skutkuje powolnym wchodzeniem strumienia głównego w wirnik. Stan ten, nazywany stanem przejściowym, charakteryzuje go wzrost 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 zwarciego. W stanie ustalonym zwarcia strumień główny oraz strumień wzbudzenia zamykają się przez wirnik generatora. Ponieważ kierunki tych strumieni są przeciwne, strumień wypadkowy ulega silnemu zmniejszeniu. Zjawisko to prowadzi do gwałtownego wzrostu reaktancji generatora, która dla generatorów nn wynosi 200–300% znamionowej reaktancji generatora.

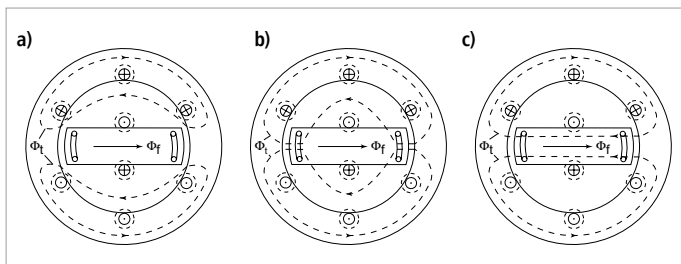
W zespołach prądotwórczych konstruowanych obecnie instalowany jest regulator prądu wzbudzenia wyposażony w układ forsowania, który pozwala podczas zwarcia na utrzymanie określonej wartości reaktancji generatora. Wartość ta charakteryzowana jest krotnością prądu znamionowego generatora, utrzymywaną przez czas nie dłuższy niż 10 s. Ograniczenie czasowe utrzymywania określonej wartości reaktancji generatora podczas zwarcia wynika z warunku wytrzymałości izolacji uzwojeń generatora. Wydłużenie tego czasu może skutkować zniszczeniem izolacji uzwojeń generatora. Na **rysunku 8**. przedstawiono uproszczone charakterystyki zmienności reaktancji zwarciego w generatorze nowoczesnego zespołu



Rys. 5. Układ zasilania awaryjnego z dwoma zespołami prądotwórczymi obejmującymi osobne sekcje rozdzielni głównej T. Sutkowski – Rezerwowe i bezprzerwowe zasilanie w energię elektryczną – Urządzenia i układy – COSIW SEP 2007

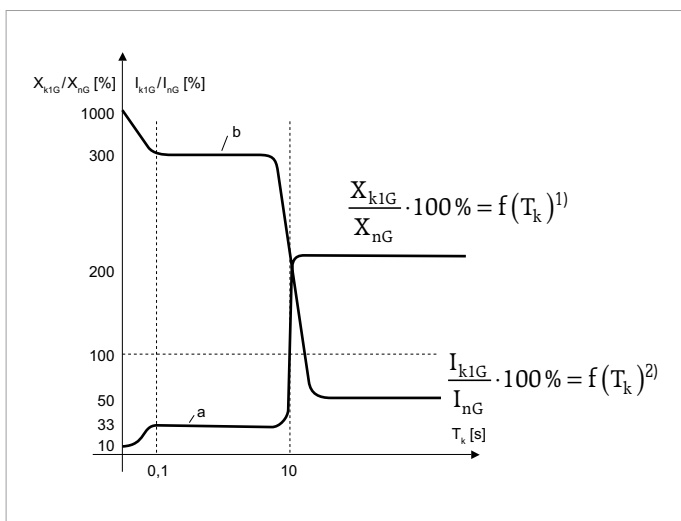


Rys. 6. Układ zasilania awaryjnego z kilkoma zespołami prądowórczymi przeznaczonymi do pracy równoległej T. Sutkowski – Rezerwowo i bezprzerwowe zasilanie w energię elektryczną – Urządzenia i układy – COSiW SEP 2007



Rys. 7. Przebieg wypchanego poza wirnik strumienia stojana: a) stan podprzebiegowy, b) stan przejściowy, c) stan ustalony rys. J. Wiatr

prądowórczego oraz zmienności prądu zwarcowego na jego zaciskach. Parametry obwodu zwarcowego ulegają szybkim zmianom, co powoduje trudności w uzyskaniu skutecznej ochrony przeciwporażeniowej w od-



Rys. 8. Unormowane charakterystyki: a) zmienności reaktancji zwarcowej generatora¹⁾, b) zmienności prądu zwarcowego generatora, przy zwarciu na jego zaciskach²⁾, gdzie: X_{nG} – znamionowa reaktancja generatora (wartość w stanie statycznym), w $[\Omega]$, X_{k1G} – reaktancja generatora dla zwarć jednofazowych, w $[\Omega]$, I_{nG} – prąd znamionowy generatora, w $[A]$, I_{k1G} – prąd zwarcia jednofazowego dla zwarć na zaciskach generatora, w $[A]$, T_k – czas trwania zwarcia, w $[s]$ rys. J. Wiatr

ległej instalacji odbiorczej. Problemy te uwypuklają się szczególnie w zespołach starego typu, sukcesywnie wycofywanych z eksploatacji w siłach zbrojnych. Skupowane przez ludność cywilną są wykorzystywane do zasilania gospodarstw rolnych itp. Dlatego ważne jest, aby ludzie zajmujący się instalowaniem tego typu zespołów prądowórczych mieli świadomość zagrożenia, jakie może stwarzać zespół prądowórczy. Przebiegi prądów zwarcowych na zaciskach generatora w wybranych zespołach wycofywanych z wojska zostały przedstawione na **rysunku 9**.

W zespołach tych prąd zwarcowy ulega szybkiej stabilizacji i uzyskuje określoną wartość na tyle małą, że zadziałanie zabezpieczeń w czasie określonym przez PN-IEC 60364-4-41 jest niemożliwe. Warunki zwarcowe dla samoczynnego wyłączenia zasilania ulegają znacznemu pogorszeniu przy zwarciu w odległej instalacji wskutek znacznej wartości impedancji obwodu zwarcowego.

W nowoczesnych zespołach prądowórczych producent zapewnia (wskutek działania układów automatyki) utrzymanie prądu zwarcowego na zaciskach generatora o wartości $3 \cdot I_n$ przez 10 s (dłuższe utrzymywanie takiego stanu grozi zniszczeniem izolacji uzwojeń). Dzięki temu do obliczeń skuteczności samoczynnego wyłączenia można przyjmować wartość reaktancji zwarcowej generatora X_{k1G} (na jego zaciskach) wyliczoną ze wzoru (1):

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

gdzie:

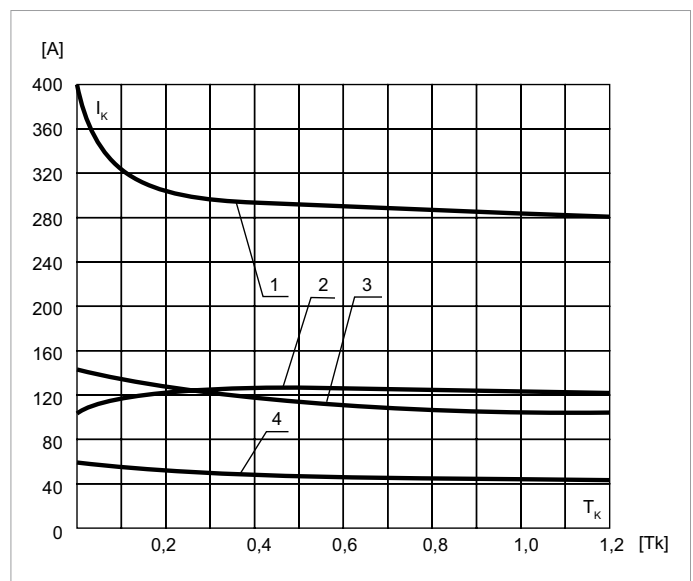
U_{nG} – napięcie znamionowe generatora zespołu prądowórczego, w $[kV]$,
 S_{nG} – moc znamionowa generatora zespołu prądowórczego, w $[MVA]$.

Wynika to z następującego rozumowania:

$$X_{nG} = \frac{U_{nG}^2}{S_{nG}} = \frac{U_{nG}^2}{\sqrt{3} \cdot I_{nG} \cdot U_{nG}} = \frac{U_{nG}}{\sqrt{3} \cdot I_{nG}} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_0}{\sqrt{3} \cdot I_{nG}} = \frac{U_0}{I_{nG}}$$

zatem, jeżeli podczas zwarć na zaciskach generatora:

$$I_k^* = 3 \cdot I_{nG} \Rightarrow X_{k1G} = \frac{U_0}{3 \cdot I_{nG}} = \frac{1}{3} \cdot X_{nG} \approx 0,33 \cdot X_{nG}$$



Rys. 9. Charakterystyka prądu zwarcowego w funkcji czasu dla różnych typów zespołów prądowórczych (impedancja zewnętrzna bliska zero), gdzie: 1 – PAD-30-3/400, 2 – PAD-16-3/400, 3 – PAD-8-3/400, 4 – PAB-4-3/400 rys. J. Wiatr

Najdroższy błąd przy doborze UPS?

Ujawnia się dopiero przy zaniku zasilania.

Dobór systemu UPS to nie tylko moc.
Liczą się odbiorniki, zabezpieczenia,
czas podtrzymania i instalacja.

Przed doborem UPS-a sprawdź:



Charakter odbiorników

Silniki, falowniki,
automatyka
– to ma znaczenie.



Selektywność zabezpieczeń

Awaria nie powinna
wyłączać
całego układu.



Czas podtrzymania

Dobierany
do procesu,
nie „na oko”.



Monitoring systemu

Stan UPS-a
i zdarzenia
pod kontrolą.

POWERLINE GREEN 33 PRO

Trójfazowy UPS online VFI | PF=1

Dla przemysłu i infrastruktury

Dobierz UPS
do procesu,
nie tylko do mocy

Zeskanuj kod ➡



ever.eu/green33pro

Moc transformatora lub generatora zespołu prądowłórczego, w [kVA]	Impedancja transformatora Z_{KT} na jego zaciskach, w [Ω]	Reaktancja generatora X_{k1G} na jego zaciskach przyjmowana do obliczania skuteczności samoczynnego wyłączenia (rezystancja uzwojeń stanowi zaledwie 0,03 $\cdot X_{nG}$ i może zostać pominięta w obliczeniach praktycznych), w [Ω]
100	0,072	0,528
160	0,045	0,330
250	0,028	0,211
400	0,018	0,132
500	0,014	0,106

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

UWAGA!

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

Częstym błędem popełnianym przez mniej doświadczonych projektantów jest przyjmowanie impedancji zwarciowej generatora na podstawie impedancji transformatora o mocy równej mocy generatora zespołu prądowłórczego. Dla porównania tych wartości w **tabeli 1.** zostały przedstawione impedancje wybranych transformatorów oraz generatorów.

Porównując dane przedstawione w **tabeli 1.** widać, jak duże rozbieżności występują w wartościach impedancji zwarciowych obydwu źródeł ($Z_{k1G}/Z_{KT} \approx 7,33$). W przypadku, gdy zespół prądowłórczy jest oddalony o kilkanaście metrów od zasilanej rozdzielni, wartość impedancji obwodu zwarciowego w dalszym ciągu rośnie i powoduje dalsze zmniejszanie się prądów zwarciowych. Znaczna wartość reaktancji obwodu zwarciowego zasilanego przez generator zespołu prądowłórczego może być powodem nieskutecznej ochrony przeciwporażeniowej w instalacji, w której zastosowano samoczynne wyłączenie. Obwód zwarciowy na potrzeby ochrony przeciwporażeniowej przedstawia **rysunek 10.**

I Zasady projektowania ochrony przeciwporażeniowej

Spośród trzech układów sieci: TT, IT i TN (TN-C; TN-C-S i TN-S), do zasilania obiektów budowlanych najbardziej nadaje się układ TN-S lub TN-C-S. Układ IT może być stosowany tylko w ograniczonym zakresie (blok operacyjny lub OIOM w szpitalu), po spełnieniu określonych warunków. Warunek samoczynnego wyłączenia w sieci TN należy uznać za spełniony, jeżeli:

$$Z_s \leq \frac{U_0}{I_a} \quad (2)$$

$$Z_s = \sqrt{(X_{k1G} + X_L)^2 + (R_{kG} + R_L)^2} \quad (3)$$

W praktyce korzysta się z innej postaci tego wzoru, w którym uwzględniono wzrost rezystancji przewodów powodowany przepływem prądu oraz rezystancji łączy trudnych do analitycznego oszacowania:

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

gdzie:

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

I_a – prąd powodujący samoczynne zadziałanie urządzenia wyłączającego zwarcia, w czasie zależnym od napięcia znamionowego U_0 podanego w **tabeli 1.**,

R_{kG} – rezystancja uzwojeń generatora ($R_{kG} = 0,03 \cdot U_{nG}^2 / S_{nG}$), w [Ω],

X_{k1G} – reaktancja generatora dla zwarć jednofazowych, (wg wzoru 1), w [Ω],

R_L – rezystancja kabla zasilającego oraz przewodów instalacji odbiorczej, w [Ω],

X_L – reaktancja kabla zasilającego oraz przewodów instalacji odbiorczej, w [W],

U_0 – napięcie pomiędzy przewodem fazowym a uziemionym przewodem ochronnym (PE) lub ochronno-neutralnym (PEN), w [V].

UWAGA!

Dla przekrojów przewodu $S_{Cu} \leq 50 \text{ mm}^2$ lub $S_{Al} \leq 70 \text{ mm}^2$, reaktancja może zostać w obliczeniach pominięta.

Czas ten może być dłuższy od podanego w **tabeli 1.**, ale nie może przekraczać 5 s:

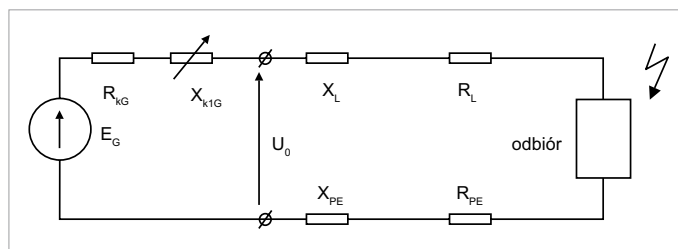
- 1) w obwodach rozdzielczych,
- 2) w obwodach zasilających jedynie urządzenia stacjonarne, jeżeli inne obwody odbiorcze, dla których wymagany jest czas wyłączenia podany w **tabeli 1.**, są przyłączone do rozdzielni lub do obwodu rozdzielczego w sposób spełniający jeden z poniższych warunków:

- » impedancja przewodu ochronnego Z_{PE} między rozdzielnicą i punktem, w którym przewód ochronny jest przyłączony do głównej szyny uziemniającej, nie przekracza wartości określonej wzorem:

$$Z_{PE} \leq Z_s \cdot \frac{50}{U_0} \quad (5)$$

- » w rozdzielni znajdują się połączenia wyrównawcze przyłączone do tych samych części przewodzących obcych, co połączenia wyrównawcze.

Jeżeli uzyskanie wymaganych czasów wyłączeń jest niemożliwe przy zastosowaniu urządzeń ochronnych przetężeniowych, należy wykonać



Rys. 10. Schemat jednofazowego obwodu zwarcia w instalacji zasilającej z zespołu prądowłórczego rys. J. Wiatr

2 0 0 1 – 2 0 2 6

elektro
info **25**
LAT



**25 LAT
ELEKTRO.INFO**

**SETKI OKŁADEK.
TYSIĄCE STRON WIEDZY**

połączenia wyrównawcze dodatkowe. Alternatywnie ochrona powinna być zapewniona za pomocą urządzenia ochronnego różnicowoprądowego.

Przy zasilaniu z zespołu prądowłórczego 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 prądzie różnicowym $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$. Rezystancja uziemienia punktu neutralnego generatora zespołu prądowłórczego nie może być wyższa niż 5Ω . W przypadku braku uziemienia punktu neutralnego generatora zespołu prądowłórczego wektory napięć fazowych mogą się rozjeżdżać wskutek asymetrii obciążenia i w konsekwencji prowadzić do wzrostu napięcia w fazach niedociążonych. Wzrost napięcia w fazie niedociążonej może skutkować uszkodzeniem zasilanych odbiorników.

WARTO WIEDZIEĆ!

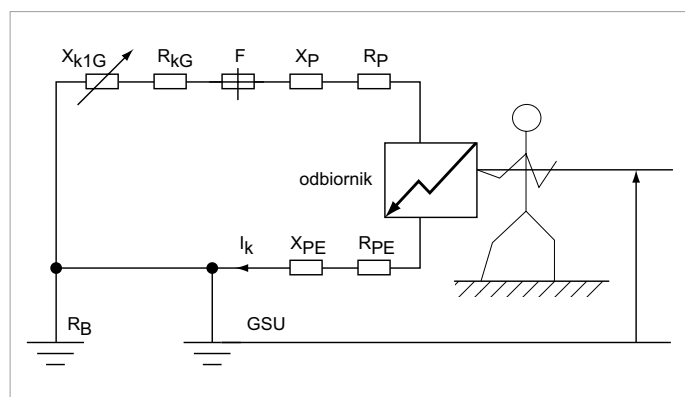
W przypadku, gdy spełnienie warunku samoczynnego wyłączenia w instalacji zasilanej z zespołu prądowłórczego jest niemożliwe, należy przeprowadzić ocenę skuteczności ochrony przeciwporażeniowej przy uszkodzeniu (przed dotykiem pośrednim) przez sprawdzenie, czy w czasie zwarcia doziemnego o prądzie zwarciovym równym I_a wystąpiłoby na częściach przewodzących dostępnych napięcie dotykowe o wartości nieprzekraczającej napięcia dotykowego, dopuszczalnego długotrwale w danych warunkach środowiskowych (U_L).

Sprawdzenie to można wykonać przez obliczenie spodziewanych wartości napięć dotykowych, jakie wystąpią na objętych ochroną częściach przewodzących dostępnych. Największa spodziewana wartość napięcia dotykowego U_{ST} będzie równa:

$$U_{ST} = I_a \cdot Z_{PE} \quad (6)$$

Zależność określona wzorem (6) wynika bezpośrednio z **rysunku 11**.

Zgodnie z wymaganiami określonymi w zeszycie 41. normy PN-IEC 60364 uważa się, że ochrona jest skuteczna, jeżeli napięcie dotykowe



Rys. 11. Napięcie dotykowe na obudowie uszkodzonego odbiornika przy zwarciu jednofazowym z ziemią, gdzie: I_k – prąd zwarciovym, R_{kG} – rezystancja uzwojenia generatora, X_{k1G} – reaktancja generatora przyjmowana do obliczania zwarcia jednofazowych, 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 uziemiacząca, R_B – rezystancja uziemienia generatora zespołu prądowłórczego rys. J. Wiatr

U_{ST} jest mniejsze od dopuszczalnego długotrwale w danych warunkach środowiskowych, czyli:

$$U_{ST} = I_a \cdot Z_{PE} \leq U_L \quad (7)$$

gdzie:

I_a – prąd wyłączający urządzenia zabezpieczającego, w czasie określonym w **tabeli 1.**, w [A],

Z_{PE} – wartość impedancji przewodu ochronnego PE między rozpatrywaną częścią przewodzącą dostępną a głównym połączeniem wyrównawczym, w [Ω],

U_L – dopuszczalna długotrwale w danych warunkach środowiskowych wartość napięcia dotykowego, w [V].

Jeżeli określony wzorem warunek nie może zostać spełniony, to należy wykonać połączenie wyrównawcze dodatkowe (miejscowe), łączące części przewodzące jednocześnie dostępne. Skuteczność wykonanego połączenia wyrównawczego dodatkowego sprawdza się przez obliczenie spodziewanej wartości napięcia dotykowego zgodnie z następującym wzorem:

$$U_{ST} = I_a \cdot R_{PE} \leq U_L \quad (8)$$

gdzie:

I_a – prąd wyłączający urządzenia zabezpieczającego (w obwodzie zasilania zespołu prądowłórczego lub urządzenia odbiorczego) w czasie określonym w **tabeli 1.**, 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].

Wartość rezystancji R_{PE} należy ustalić na drodze obliczeniowej zgodnie ze wzorem:

$$R = \frac{l}{\gamma \cdot S} \quad (9)$$

gdzie:

l – długość przewodu wyrównawczego, w [m],

γ – przewodność elektryczna materiału żyły przewodu wyrównawczego, w [$\text{m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2)$],

S – przekrój żyły przewodu wyrównawczego, w [mm^2].

Prowadzi to przy znanych odległościach części przewodzących jednocześnie dostępnych do określenia następującego warunku dotyczącego minimalnego przekroju przewodu wyrównawczego, przy określonej wartości napięcia dopuszczalnego długotrwale (U_L):

$$S \geq \frac{I_a \cdot l}{U_L \cdot \gamma} \quad (10)$$

Ocena skuteczności samoczynnego wyłączenia w instalacjach zasilanych przez zespół prądowłórczy

Pomiar impedancji pętli zwarcia w instalacji zasilanej przez ZP jest trudny do praktycznego wykonania z uwagi na zmieniającą się w czasie zwarcia reaktancję generatora i brak dostępnych na rynku przyrządów pomiarowych pozwalających na wykonanie takiego pomiaru. Oszacowanie skuteczności samoczynnego wyłączenia zabezpieczeń w instalacji zasilanej przez zespół prądowłórczy jest możliwe na drodze oblicze-

niowej i ma charakter przybliżony. W celu wyznaczenia impedancji pętli zwarciowej należy:

- » obliczyć X_{k1G} :

$$X_{k1G} = \frac{1}{n} \frac{U_n^2}{S_n} \quad (11)$$

- » obliczyć rezystancję uzwojeń generatora:

$$R_{kG} = 0,03 \cdot \frac{U_{nG}^2}{S_{nG}} \quad (12)$$

gdzie:

X_{k1G} – reaktancja generatora zespołu prądowórczego dla zwarć jedno-fazowych, w $[\Omega]$,

n – krotność prądu znamionowego generatora ZP utrzymywana przez określony czas przy zwarciu na zaciskach generatora, w $[-]$,

U_n – napięcie znamionowe generatora zespołu prądowórczego, w $[kV]$,

S_n – moc znamionowa zespołu prądowórczego, w $[MVA]$,

R_{kG} – rezystancja uzwojeń generatora ZP, w $[\Omega]$;

- » obliczyć rezystancję kabla zasilania awaryjnego na odcinku ZP – SZR sieć/ZP (rys. 12.):

$$R_l = \frac{l}{\gamma \cdot S}; \quad R_{PE} = \frac{l}{\gamma_{PE} \cdot S_{PE}} \quad (13)$$

gdzie:

l – długość linii zasilania awaryjnego łączącej ZP z układem automatyki SZR sieć/ZP, w $[m]$,

γ – konduktywność przewodu, w $[m/(\Omega \cdot mm^2)]$ – przyjmowana jako: 55 $[m/(\Omega \cdot mm^2)]$ – dla Cu oraz jako 35 $[m/(\Omega \cdot mm^2)]$ – dla Al,

S – przekrój przewodu, w $[mm^2]$,

S_{PE} – przekrój przewodu PE lub PEN, w $[mm^2]$;

- » obliczyć reaktancję kabla zasilania awaryjnego na odcinku ZP – SZR sieć/ZP (rys. 13.):

$$X_l = x' \cdot L; \quad X_{PE} = x \cdot L_{PE} = 0,08 \cdot L_{PE} \quad (14)$$

gdzie:

L – długość linii zasilania awaryjnego łączącej ZP z układem automatyki SZR sieć/ZP, w $[m]$,

X_l – reaktancja przewodu roboczego, w $[\Omega]$,

L_{PE} – długość przewodu PE lub PEN, w $[m]$,

X_{PE} – reaktancja przewodu PE lub PEN, w $[\Omega]$,

x' – jednostkowa reaktancja, przyjmowana dla kabli nn jako 0,08, w $[\Omega/km]$.

Dla przewodów Al o przekroju $S \leq 70 mm^2$ lub przewodów Cu o przekroju $S \leq 50 mm^2$, reaktancja w obliczeniach praktycznych może zostać pominięta;

- » obliczyć impedancję obwodu zwarciowego na odcinku ZP – SZR sieć/ZP, w $[\Omega]$:

$$Z_{k1A} = \sqrt{(R_{k1G} + R_l + R_{PE})^2 + (X_{k1G} + X_l + X_{PE})^2} \quad (15)$$

- » zmierzyć impedancję obwodu zwarcia przy zasilaniu z SEE w szafie SZR sieć/ZP: Z_{k1SEE} , w $[\Omega]$ (rys. 12.),

- » zmierzyć impedancję obwodu zwarcia w każdym n-tym punkcie (n-tym urządzeniu) instalacji podlegającym badaniu przy zasilaniu z SEE: Z_{k1nSEE} , w $[\Omega]$ (rys. 12.),

- » obliczyć różnicę wyników pomiarów, odejmując od siebie impedancję obwodu zwarciowego zmierzoną w poszczególnych n-tych punktach instalacji podlegających badaniu i impedancji obwodu zwarcia w szafie SZR sieć/ZP:

$$\Delta Z_{k1nSEE} = Z_{k1nSEE} - Z_{k1SEE} \quad (16)$$

- » do otrzymanych wyników dodać obliczoną wartość Z_{k1A} :

$$Z'_{k1n} = Z_{k1A} + \Delta Z_{k1nSEE} \quad (17)$$

gdzie:

Z'_{k1n} – oszacowana impedancja obwodu zwarciowego w n-tym punkcie instalacji zasilanej z ZP, w $[\Omega]$,

ΔZ_{k1nSEE} – impedancja obwodu zwarciowego na odcinku SZR sieć/ZP – n-ty punkt pomiarowy badanej instalacji, w $[\Omega]$;

- » obliczyć prąd zwarcia jednofazowego dla każdego badanego punktu instalacji:

$$I_{k1nZP} = \frac{0,8 \cdot U_0}{Z'_{k1n}} \quad (18)$$

gdzie:

U_0 – napięcie pomiędzy przewodem fazowym a ziemią (uziemiającym przewodem PEN (PE)), w $[V]$.

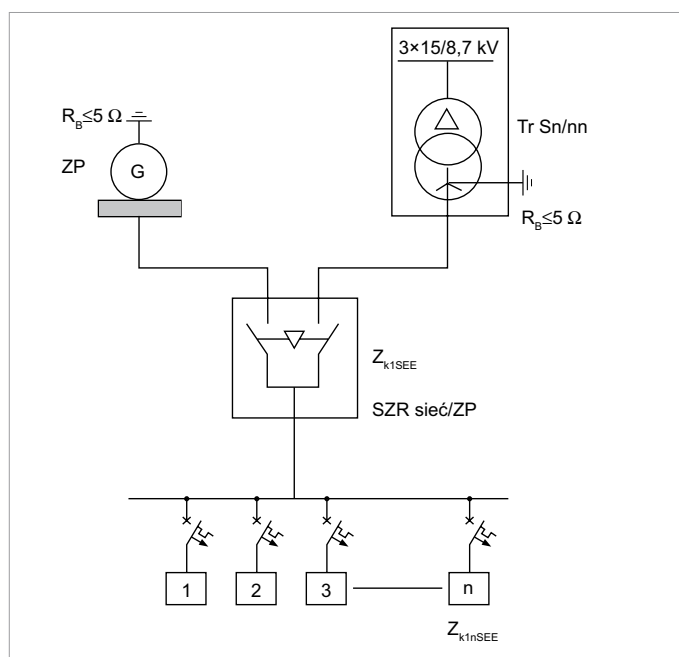
Warunkiem skutecznej ochrony przeciwporażeniowej przy uszkodzeniu przez samoczynne wyłączenie jest spełnienie następującego warunku:

$$I_{k1nZP} \geq I_a \quad (19)$$

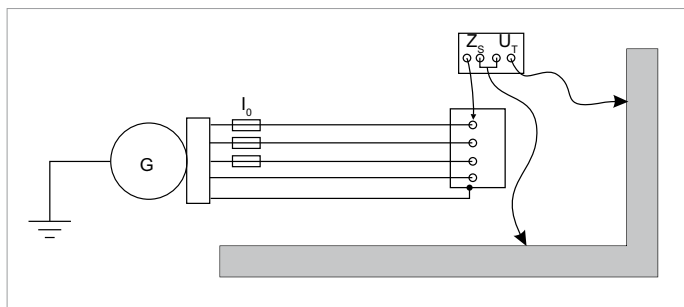
gdzie:

I_{k1nZP} – spodziewany prąd zwarcia jednofazowego w n-tym punkcie badanej instalacji, w $[A]$,

I_a – prąd zabezpieczenia, przy którym nastąpi jego zadziałanie w czasie określonym przez PN-IEC 60364-4-4, w $[A]$.



Rys. 12. Ilustracja wykonywania oceny samoczynnego wyłączenia przy zasilaniu z ZP
rys. J. Wiatr



Rys. 13. Pomiar napięcia dotykowego rys. J. Wiatr

UWAGA!

W przypadku niespełnienia warunku (18), należy wykonać miejscowe połączenia wyrównawcze oraz obliczyć wartość napięcia dotykowego U_{ST} zgodnie ze wzorem (6). W takim przypadku ochronę należy uznać za skuteczną, jeśli spełniony jest warunek określony wzorem (7) lub (8).

Natomiast gdy obwody odbiorcze w instalacji są zabezpieczone wyłącznikami różnicowoprądowymi, należy spełnić następujący warunek:

$$R_B \leq \frac{U_L}{I_{\Delta n}} \quad (20)$$

gdzie:

U_L – napięcie dotykowe dopuszczalne długotrwale zgodnie z PN-IEC 60364-4-41, w [V],

$I_{\Delta n}$ – znamionowy prąd różnicowy wyłącznika różnicowoprądowego, w [A],

R_B – rezystancja uziemienia punktu neutralnego generatora ZP, w [Ω].

Pomocnym w wykonywaniu oceny samoczynnego wyłączenia w instalacjach zasilanych z ZP może być **rysunek 12**.

Należy zauważyć, że zwarcie przy zasilaniu z ZP jest niegroźne dla linii zasilania awaryjnego z uwagi na to, że prąd zwarcia w krótkim czasie uzyskuje wartość mniejszą od wartości prądów znamionowych generatora. W instalacji odbiorczej problem ten podlega indywidualnej ocenie i zależy od przekroju przewodów i zastosowanych zabezpieczeń. Natomiast pojawienie się napięcia na obudowie odbiornika lub obudowie automatyki SZR sieć/ZP lub rozdzielnic głównej budynku stwarza zagrożenie dla użytkowników, przez co konieczna jest ocena stanu bezpieczeństwa użytkowanych urządzeń elektrycznych przy zasilaniu zarówno z SEE oraz ZP.

Problem oceny bezpieczeństwa użytkowania urządzeń elektrycznych przy zasilaniu z ZP jest nagminnie pomijany przez projektantów oraz osoby wykonujące pomiary ochronne i eksploatacyjne. Podczas wykonywania pomiarów skuteczności samoczynnego wyłączenia w instalacji posiadającej możliwość awaryjnego zasilania z ZP należy pamiętać, że posiada ona możliwość zasilania z dwóch różnych źródeł:

- » systemu elektroenergetycznego (SEE), którego parametry zwarciove są stabilne, w tym przypadku pomiar przy użyciu miernika obwodu zwarciovego jest wystarczający dla oceny bezpieczeństwa,
- » zespołu prądowórczego (ZP), którego parametry zwarciove ulegają zmianie z upływem czasu zwarcia, przez co pomiar skuteczności samoczynnego wyłączenia jest niewykonalny i należy przeprowadzić ocenę bezpieczeństwa na drodze analitycznej.

Wynikiem przeprowadzonych pomiarów powinny być sporządzone dwa osobne protokoły z pomiarów skuteczności samoczynnego wyłączenia przy zasilaniu z: systemu elektroenergetycznego lub zespołu prądowórczego.

Na każdym protokole należy zamieścić wyniki pomiarów wraz z oceną stanu bezpieczeństwa. Brak oceny stanu bezpieczeństwa w instalacji wyposażonej w awaryjne źródło zasilania w postaci ZP powoduje, że przeprowadzone badania instalacji nie odzwierciedlają pełnego stanu bezpieczeństwa eksploatowanej instalacji i zasilanych z niej urządzeń elektrycznych. W myśl obowiązującego Prawa budowlanego stanowi to istotne naruszenie obowiązujących przepisów. W przypadku, gdy ocena samoczynnego wyłączania daje negatywny wynik, należy sprawdzić wartości spodziewanych napięć dotykowych U_{ST} . Zasadę pomiaru napięcia dotykowego wyjaśnia **rysunek 13**.

Ocenę skuteczności ochrony przez połączenie wyrównawcze należy ocenić z wykorzystaniem wzoru:

$$U_{ST0} = U_{ST} \cdot \frac{I_a}{I_0} \leq U_L \quad (21)$$

gdzie:

U_{ST0} – znamionowa wartość napięcia dotykowego przy przepływie prądu probierczego I_0 , w [V],

I_0 – prąd probierczy, w [A],

I_a – prąd, przy którym nastąpi zadziałanie zabezpieczenia w czasie zgodnym z wymaganiami zeszycu 41. PN-IEC-60364, w [A],

U_L – napięcie dotykowe dopuszczalne długotrwale w określonych warunkach środowiskowych, zgodne z PN-IEC-60364-4-41, w [V].

Projektowanie i badanie ochrony przeciwporażeniowej przez samoczynne wyłączenie zasilania w obwodach o układzie zasilania TN, zasilanych przez UPS

Ochronę przeciwporażeniową w obwodach zasilających zasilacze UPS lub przemienniki częstotliwości przez samoczynne wyłączenie o układach zasilania TN należy projektować zgodnie z ogólnymi zasadami określonymi w normie PN-IEC 60364-4-41. Każdy obwód na początku musi posiadać zabezpieczenia zwarciove w postaci wyłącznika nadprądowego lub bezpiecznika topikowego.

Prąd znamionowy bezpieczników lub prądy nastawcze członu zwarciovego wyłączników muszą zostać dobrane z uwzględnieniem różnych stanów roboczych oraz odkształcenia prądu tak, aby w normalnych warunkach pracy urządzenia nie następowało przerwanie zasilania. Ochronę przeciwporażeniową tych urządzeń należy uznać za skuteczną, jeżeli spełniony jest warunek określony wzorem (6 lub 7). Zasilacze UPS oraz niskonapięciowe przemienniki częstotliwości przy jednofazowym zwarcu na wyjściu lub w instalacji odbiorczej przez nie zasilanej nie wprowadzają asymetrii prądów wejściowych, co skutkuje niemożliwością wyłączenia zasilania w fazie objętej zwarcie. Przyczyną tego stanu jest falownik, który symetryzuje obciążenie w takt komutacji aktywnych elementów przekształtnika, co skutkuje cyklicznym załączaniem na zwarcie wszystkich trzech faz.

Przekształtniki zasilaczy UPS oraz przemienników częstotliwości, ze względu na konieczność ochrony przed uszkodzeniem prądem zwarciovego elementów aktywnych, są wyposażane w układ automatyki ograniczający prąd wyjściowy do wartości nie większej niż $2,5 \times I_n$ (gdzie: I_n – prąd znamionowy). Ograniczenie prądu zwarciovego powoduje trudności w uzyskaniu skutecznego samoczynnego wyłączenia zasilania na wejściu przekształtnika, nawet gdy jest on urządzeniem jednofazowym. Działanie automatyki ograniczającej prąd zwarciovego nie powoduje przerwania galwanicznego obwodu zasilającego, przez co nie może być traktowane jako samoczynne wyłączenie zasilania. W większości przypadków

- ZAKRES MOCY 3-600 KVA ■ 50 LAT DOŚWIADCZENIA
- KOMPONENTY NAJWYŻSZEJ ŚWIATOWEJ KLASY ■ KONKURENCYJNE CENY
- MOBILNY SERWIS GWARANCYJNY I POGWARANCYJNY
- CAŁOŚĆ POPARTA SYSTEMEM JAKOŚCI ISO 9001

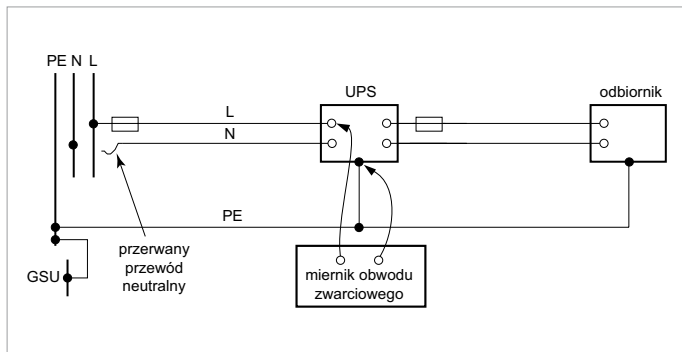


DORADZTWO · PRODUKCJA · MONTAŻ · URUCHOMIENIA · SERWISOWANIE

WWW.SUMERAMOTOR.PL
e-mail: biuro@sumeramotor.pl

SUMERA MOTOR SP. Z O.O. SP.K.

UL. PRZEMYSŁOWA 50
34-120 ANDRYCHÓW
TEL.: 33 870 40 60



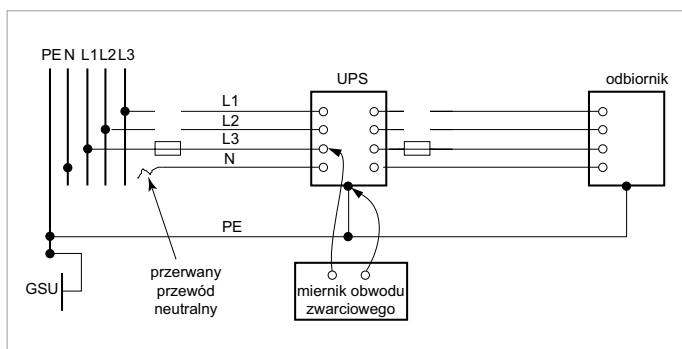
Rys. 14. Zasada pomiaru impedancji pętli zwarcia dla oceny skuteczności ochrony przed dotykiem pośrednim przeniennika jednofazowego rys. J. Wiatr

wzrost prądów wyjściowych w tych urządzeniach skutkuje przełączeniem zasilania na by-pass wewnętrzny i ominięciem przekształtnika, jednak podczas projektowania ochrony przeciwporażeniowej przez samoczynne wyłączenie tego stanu nie należy brać pod uwagę, chociażby ze względu na możliwość uszkodzenia toru obejściowego.

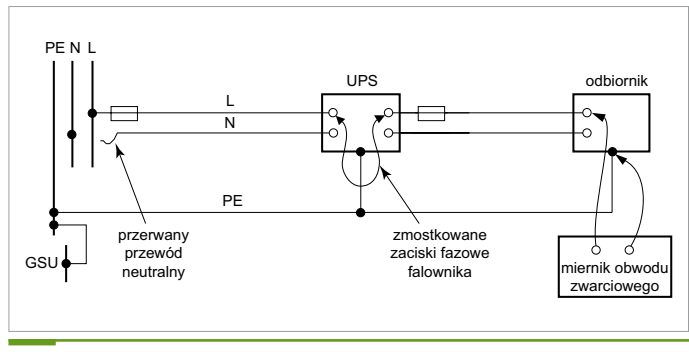
W związku tym za kryterium ochrony przeciwporażeniowej w instalacjach zasilanych przez UPS lub przemiennik częstotliwości należy przyjąć ograniczenie napięcia dotykowego U_{ST} do wartości dopuszczalnej długotrwale U_L , przyjmowanej w zależności od warunków środowiskowych. Problem ten wyjaśnia **rysunek 11**. Ochronę przeciwporażeniową w takim przypadku należy uznać za skuteczną, jeżeli zostanie spełniony warunek określony wzorem (23).

Przy pomiarze impedancji pętli zwarcia w obwodach zasilanych poprzez zasilacz UPS proponuje się wykonanie oceny skuteczności ochrony przeciwporażeniowej przed dotykiem pośrednim przez sprawdzenie, czy w czasie zwarcia doziemnego o prądzie zwarcowym równym I_a wystąpiłoby na częściach przewodzących dostępnych napięcie dotykowe o wartości nieprzekraczającej napięcia dotykowego, dopuszczalnej długotrwale w danych warunkach środowiskowych (U_L).

Badanie stanu ochrony przeciwporażeniowej dla tak przyjętych zasad wykonuje się przez obliczenie spodziewanych wartości napięć dotykowych, jakie wystąpią na objętych ochroną częściach przewodzących dostępnych jednocześnie podczas metalicznego zwarcia doziemnego. Dla dokonania obliczeń należy wykonać pomiar impedancji pętli zwarcia z pominięciem (przez zamostkowanie zacisków wejściowych i wyjściowych jednej z faz) przemiennika częstotliwości, zgodnie ze schematami przedstawionymi na **rysunkach 14–17** i przy równoczesnym przerwaniu ciągłości przewodów pozostałych faz i przewodu neutralnego. Po wykonaniu pomiaru impedancji pętli zwarcia należy obliczyć impedancję przewodu PE, przyjmując ją jako równą 0,5 zmierzonej impedancji Z_s .



Rys. 16. Zasada pomiaru impedancji pętli zwarcia dla oceny skuteczności ochrony przed dotykiem pośrednim falownika trójfazowego rys. J. Wiatr



Rys. 15. Zasada pomiaru impedancji pętli zwarcia dla oceny skuteczności ochrony przed dotykiem pośrednim odbiornika zasilanego z przemiennika jednofazowego rys. J. Wiatr

Największa spodziewana wartość napięcia dotykowego U_{ST} będzie równa:

$$U_{ST} = I_a \cdot 0,5 Z_s \quad (22)$$

Wartość ta została obliczona z bardzo dużym zapasem bezpieczeństwa. Zgodnie z normą PN-IEC 60364-4-41, uważa się, że ochrona jest skuteczna, jeżeli napięcie dotykowe U_{ST} jest mniejsze od dopuszczalnej długotrwale w danych warunkach środowiskowych wartości napięcia dotykowego:

$$U_{ST} = I_a \cdot Z_{PE} \leq U_L \quad (23)$$

gdzie:

I_a – prąd wyłączający urządzenia zabezpieczającego (w obwodzie zasilania UPS lub urządzenia odbiorczego) w czasie określonym przez PN-IEC 60364-4-41, w [A],

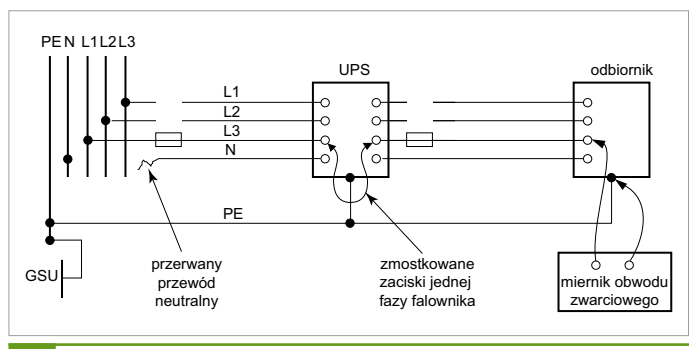
Z_{PE} – wartość impedancji (rezystancji) przewodu ochronnego PE między rozpatrywaną częścią przewodzącą dostępną a głównym połączeniem wyrównawczym, w [Ω],

U_L – dopuszczalna długotrwale w danych warunkach środowiskowych wartość napięcia dotykowego, w [V].

W celu spełnienia warunku wyrażonego wzorem (7) należy spełnić poniższy warunek:

$$R_{PE} \leq \frac{U_L}{I_a} \quad (24)$$

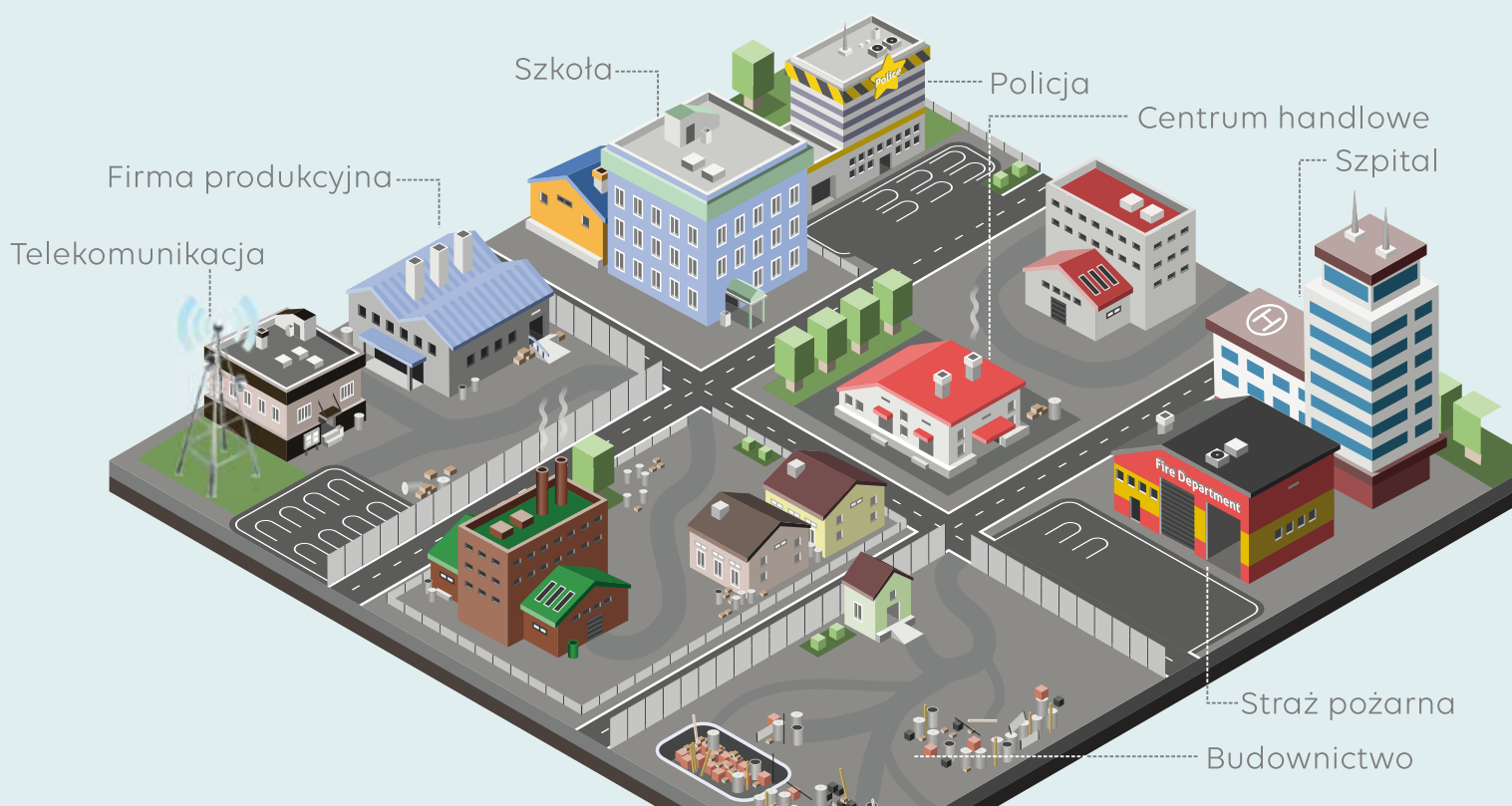
Przy prądzie $I_{k1} < I_a$, napięcie dotykowe U_{ST} nie przekroczy dopuszczalnej długotrwale wartości napięcia U_L . Natomiast w przypadku, gdzie $I_{k1} > I_a$, nastąpi samoczynne wyłączenie zasilania.



Rys. 17. Zasada pomiaru impedancji pętli zwarcia dla oceny skuteczności ochrony przed dotykiem pośrednim odbiornika zasilanego z falownika trójfazowego rys. J. Wiatr

SYSTEMY ZASILANIA awaryjnego i gwarantowanego

Jesteśmy dostawcą systemów zasilania z ponad 25-letnim doświadczeniem. Specjalizujemy się w systemach zasilania awaryjnego i gwarantowanego oraz układów towarzyszących. Oferujemy agregaty prądotwórcze, bezprzerwowe zasilacze awaryjne, systemy baterii, układy automatyki. Zapewniamy wsparcie techniczne, usługi projektowe, montaż, serwis gwarancyjny oraz pogwarancyjny.



T: 61 81 78 973, 61 81 78 738

E: biuro@zolmotenergia.com.pl

ul. Okrężna 11, 62-025 Kostrzyn Wlkp.

www.zolmotenergia.com.pl

Trendy w rozwoju zasilania obiektów Data Center (część 4.)

Zasady projektowania – wymagania niezawodnościowe i ciągłości zasilania oraz struktura systemu zasilania od przyłącza do odbiornika krytycznego

Do istotnych zagadnień w projektowaniu zasilania obiektów Data Center należą wymagania niezawodnościowe, ciągłość zasilania oraz struktura systemu zasilania od przyłącza do odbiornika krytycznego. Zagadnienia te omówiono w niniejszej części cyklu artykułów poświęconego trendom w rozwoju zasilania obiektów Data Center.

Wymagania niezawodnościowe i ciągłości zasilania

Projektowanie systemów zasilania w Data Center rozpoczyna się od przełożenia wymagań biznesowych na docelowy poziom dostępności oraz zakres dopuszczalnych przerw w pracy. Na tym etapie inwestor określa zwykle oczekiwany poziom klasy dostępności według PN-EN 50600 lub poziom Tier wg Uptime Institute, a projektant musi przekształcić te wymagania w konkretną architekturę zasilania, uwzględniając strukturę kampusu, planowaną moc IT, scenariusze rozbudowy oraz warunki przyłączenia do sieci elektroenergetycznej. Kluczowe jest założenie, że system zasilania ma pozostać funkcjonalny także w sytuacjach awaryjnych oraz podczas planowanych prac serwisowych, co wymaga stosowania rozwiązań eliminujących pojedyncze punkty awarii oraz zapewniających możliwość utrzymania obciążenia IT przy utracie części infrastruktury zasilającej [1, 2, 3].

Na podstawie przyjętych wymagań dostępnościowych definiuje się topologię zasilania po stronie średniego i niskiego napięcia, w szczególności liczbę i konfigurację przyłączy do sieci elektroenergetycznej, układ stacji SN/nn, systemów UPS oraz zespołów prądowców. W obiektach o wysokiej klasie dostępności stosuje się zazwyczaj co najmniej dwa niezależ-

ne przyłącza z sieci oraz redundantne układy transformatorów, przy czym dobór mocy agregatów prądowców uwzględnia zarówno pełne obciążenie IT, jak i systemy pomocnicze, a także charakterystykę rozruchową urządzeń chłodniczych. Wymagania klientów międzynarodowych i standardów takich jak Tier III/Tier IV powodują, że w wielu projektach generacja rezerwowa traktowana jest jako podstawowe źródło zapewnienia ciągłości pracy, a sieć publiczna pełni rolę źródła ekonomicznego, co przekłada się na konieczność stosowania wysokiej redundancji zespołów prądowców oraz rozbudowanych systemów magazynowania paliwa [2, 3, 4].

Na poziomie dystrybucji energii po stronie niskiego napięcia kluczowe jest właściwe zaprojektowanie struktury rozdzielnic, szynoprzewodów i obwodów końcowych w taki sposób, aby spełnić wymagania redundancji i selektywności zabezpieczeń przy rosnących wartościach mocy IT oraz prądów zwarciovych. Projektant musi określić podział systemu na sekcje zasilające poszczególne moduły serwerowni, dobrać konfigurację systemów UPS (centralne lub rozproszone, blokowe lub modułowe) oraz zaplanować logikę zasilania szaf serwerowych w konfiguracjach N+1 lub 2N, z uwzględnieniem ograniczeń prądowych i wymogów producentów infrastruktury IT. W nowoczesnych projektach szczególną uwagę zwraca się na możliwość etapowej rozbudowy systemów UPS i rozdzielnic wraz ze wzrostem gęstości mocy szaf, przy zachowaniu niezmiennego poziomu dostępności i parametrów zwarciovych [1, 2, 4].

Integralną częścią projektowania systemów zasilania jest opracowanie sekwencji operacyjnych (*Sequence of Operation*, SoO) oraz analiz

dostępności, które w sposób ilościowy weryfikują spełnienie założonych wymagań niezawodnościowych. Już na etapie koncepcji definiuje się scenariusze pracy układu w trybie normalnym, podczas rozruchu agregatów prądowców, w warunkach utraty jednego z przyłączy, awarii pojedynczego UPS lub transformatora, a także podczas planowanych prac serwisowych. Analizy te pozwalają zidentyfikować potencjalne pojedyncze punkty awarii, ocenić wpływ uszkodzeń na utrzymanie obciążenia IT oraz zoptymalizować konfigurację układu pod kątem kompromisu pomiędzy nakładami inwestycyjnymi a wymaganą dostępnością. W praktyce współautor niniejszego artykułu wykorzystuje w tym zakresie zarówno wymagania normatywne, jak i szczegółowe wytyczne techniczne klientów międzynarodowych, które precyzują oczekiwane scenariusze pracy infrastruktury zasilania w całym cyklu życia obiektu [2, 3].

Definicje niezawodności i dostępności

W projektowaniu systemów elektroenergetycznych Data Center niezawodność rozumiana jest jako zdolność elementu lub całego układu do nieprzerwanego wykonywania wymaganej funkcji w założonych warunkach pracy i w zadanym horyzoncie czasu. W praktyce obliczeniowej przyjmuje się najczęściej model eksponencjalny z określoną intensywnością uszkodzeń λ , a podstawową miarą jest średni czas międzyawaryjny MTBF (*Mean Time Between Failures*). Dla transformatorów, rozdzielnic, UPS-ów czy zespołów prądowców wartości λ i MTBF przyjmuje się z normatywnych zbiorów danych lub z dokumentacji producentów, a następnie wykorzystuje w modelach niezawodności-

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono zasady projektowania zasilania obiektów Data Center, ze szczególnym uwzględnieniem wymagań niezawodnościowych, ciągłości zasilania oraz struktury systemu zasilania od przyłącza do odbiornika krytycznego.

Słowa kluczowe: Data Center, zasady projektowania, niezawodność, dostępność, ciągłość zasilania, struktura systemu zasilania.

wych takich jak RBD (*Reliability Block Diagram*) czy FTA (*Fault Tree Analysis*) [1, 2, 4].

Dostępność systemu definiuje się jako prawdopodobieństwo, że w dowolnie wybranym momencie analizowanego okresu eksploatacji układ jest zdolny do pracy. W obliczeniach przyjmuje się najczęściej relację pomiędzy MTBF i średnim czasem naprawy MTTR, zapisywaną wzorem (1):

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (1)$$

gdzie:

A – Availability,

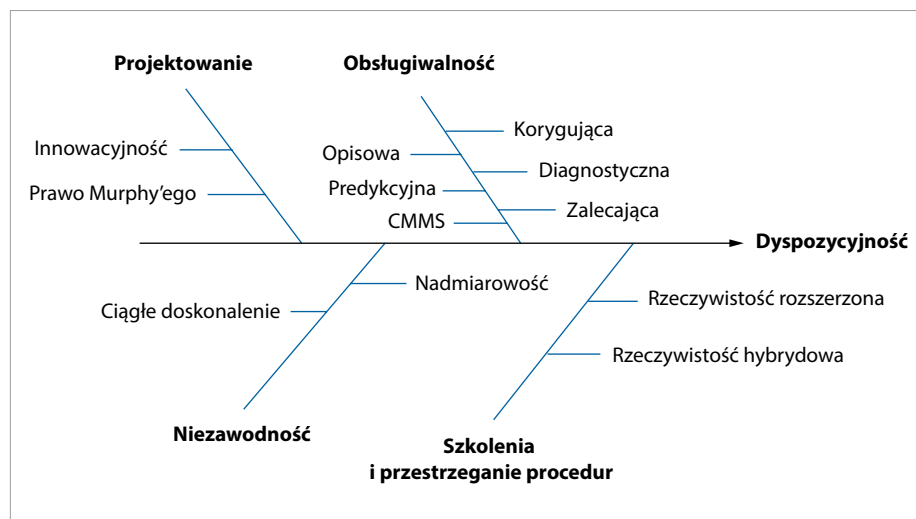
MTBF – Mean Time Between Failures,

MTTR – Mean Time To Repair.

W analizach projektowych stosuje się najczęściej tak zwaną dostępność wrodzoną A_i , zakładając natychmiastową dostępność serwisu i części zamiennych. Dostępność operacyjna A_o , uwzględniająca rzeczywiste opóźnienia logistyczne, wykorzystywana jest przede wszystkim na etapie oceny eksploatacyjnej istniejących obiektów [1].

W systemach zasilania centrów danych projektuje się zwykle dostępność dla zasilania podwójnego szaf IT na poziomie rzędu 99,999% w kilkuletnim horyzoncie analizy, co odpowiada bardzo małemu dopuszczalnemu czasowi przestoju i wymusza stosowanie topologii pozbawionych pojedynczych punktów awarii. W praktyce osiągnięcie takich wartości wymaga nie tylko wysokich parametrów MTBF i niskiego MTTR dla pojedynczych urządzeń, lecz także odpowiedniego ukształtowania architektury, np. równoległego zasilania z sieci i generatorów, redundantnych torów SN/nn oraz podwójnego zasilania szaf IT oraz spójnych założeń dla elementów zewnętrznych, takich jak sieć operatora, dla której przyjmuje się ograniczenie maksymalnego czasu przerwy, wynikające z przepisów prawa energetycznego [1, 2, 3].

W praktyce obliczeniowej wyznaczenie dostępności odbywa się w kilku krokach: najpierw definiuje się logikę pracy układu w postaci RBD dla poszczególnych podsystemów (przyłącze i transformatory, generacja rezerwowa, system UPS, dystrybucja nn do szaf IT), następnie przypisuje się każdemu blokowi wartości MTBF i MTTR, a na końcu wyznacza dostępność podsystemów oraz dostępność wypadkową całego toru zasilania pojedynczej lub podwójnie zasilanej szafy. Wyniki prezentuje się zwykle w formie tabel zawierających dla kluczowych elementów wartości λ , MTBF, MTTR, dostępności A oraz wynikową dostępność toru lub serwe-



Rys. 1. Schemat zależności pomiędzy projektowaniem, niezawodnością, dostępnością a serwisowalnością systemu zasilania, wg [1]

rowni, co pozwala jednoznacznie wskazać elementy o największym wpływie na wynik obliczeń i zoptymalizować projekt.

W praktyce współautor niniejszego artykułu wykonywał szczegółowe analizy dostępności dla serwerowni i kampusów Data Center, w których jednym z najczęściej pojawiających się pytań inwestorów było określenie wpływu parametrów sieci SN na wynik obliczeń oraz ocena sytuacji braku zasilania z tej sieci przy lokalnej redundancji 2N na każdym torze zasilania. W takich przypadkach w modelu RBD sieć traktowana jest jako gałąź równoległa do zespołu prądotwórczego, który dzięki wysokim wartościom MTBF i założonemu ograniczeniu MTTR charakteryzuje się bardzo dużą dostępnością, przez co niepewność parametrów sieci po stronie operatora wpływa na wynik jedynie w niewielkim stopniu. Oznacza to, że w układach z lokalną generacją rezerwową kluczowe dla dostępności całego systemu są przede wszystkim parametry urządzeń wewnątrz Data Center oraz poprawnie zaprojektowana architektura zasilania, natomiast sieć zewnętrzna pełni głównie rolę źródła ekonomicznego, którego dokładne charakterystyki niezawodnościowe mają znaczenie drugorzędne.

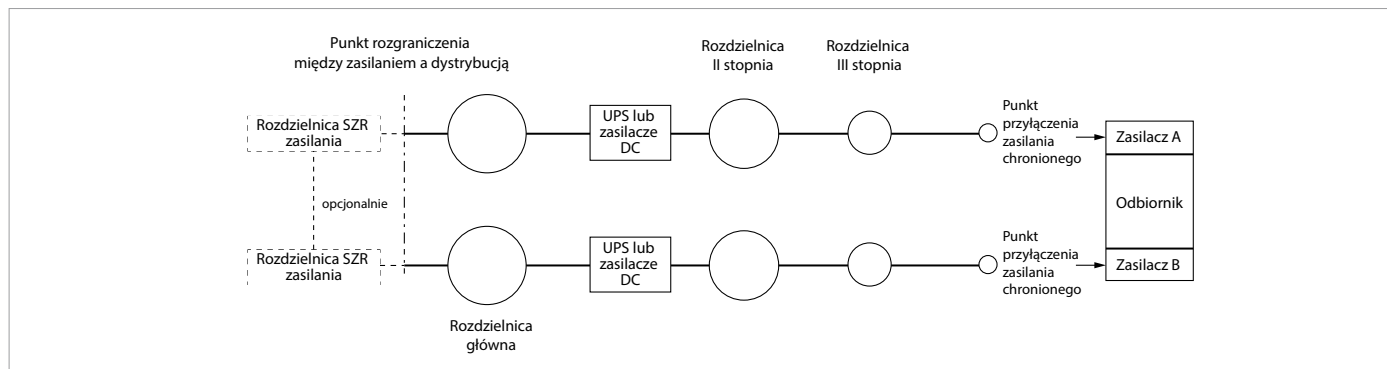
Rysunek 1. przedstawia schemat przyczynowo-skutkowy, w którym dostępność systemu jest wynikiem wielu powiązanych ze sobą obszarów: jakości projektu, niezawodności elementów, serwisowalności (w tym diagnostyki i predykcji uszkodzeń), poziomu przeszkolenia personelu oraz zastosowanej redundancji. **Rysunek 1.** podkreśla, że wysoka dostępność jest efektem całościowego podejścia do inżynierii niezawodności, a nie wyłącznie doboru pojedynczych urządzeń [1].

Modele redundancji: N, N+1, 2N, 2(N+1)

Dobór modelu redundancji w systemie zasilania Data Center przekłada się bezpośrednio na wymaganą dostępność i kształt całej architektury elektrycznej. W praktyce modele N, N+1, 2N i 2(N+1) odnoszą się nie tylko do liczby urządzeń, lecz także do sposobu prowadzenia torów zasilania, podziału szyn zbiorczych, konfiguracji UPS oraz zespołów prądotwórczych. Układ N, w którym zainstalowana moc dokładnie odpowiada zapotrzebowaniu, stosuje się wyłącznie w pomieszczeniach o niskiej krytyczności, natomiast w projektach centrów danych o wysokiej dostępności jest on ograniczony do elementów pomocniczych, których utrata nie powoduje utraty zasilania IT [1, 2, 3].

Konfiguracja N+1 oznacza, że dla danej grupy urządzeń, na przykład modułów UPS lub agregatów prądotwórczych, dostępne jest jedno urządzenie rezerwowe, które może przejąć pełne obciążenie po awarii któregośkolwiek z elementów pracujących równolegle. Wymaga to zaprojektowania odpowiedniego podziału mocy i logiki przełączania, tak aby przy awarii pojedynczego modułu pozostała część układu nie była przeciążona. Rozwiązanie to jest typowe dla obiektów certyfikowanych i projektowanych zgodnie z wymaganiami Tier III, w których zakłada się możliwość prowadzenia prac serwisowych przy zachowaniu zasilania IT, ale dopuszcza utratę pojedynczego toru zasilania w przypadku złożonych awarii [2, 5, 6].

Wariant 2N polega na budowie dwóch całkowicie niezależnych torów zasilania A i B, z których każdy zdolny jest samodzielnie zasilć pełne obciążenie IT. Wymusza to zastosowanie oddzielnych przyłączy sieciowych, transformato-



Rys. 2. Przykładowy układ wielościeżkowej dystrybucji zasilania dla klasy 4 według PN-EN 50600, z dwoma niezależnymi torami zasilania do urządzenia IT, wg [2]

rów, rozdzielnic, systemów UPS i generatorów, a także podwójnego zasilania szaf serwerowych z dwóch niezależnych PDU. W układach 2(N+1) nadmiarowość wprowadza się dodatkowo w obrębie każdego z torów, na przykład poprzez zastosowanie konfiguracji N+1 modułów UPS w torze A i w torze B. Modele 2N i 2(N+1) są charakterystyczne dla obiektów projektowanych na poziom Tier IV oraz dla odpowiadających mu najwyższych klas dostępności według PN-EN 50600, gdzie wymagana jest pełna odporność na awarię pojedynczego elementu oraz możliwość prowadzenia prac serwisowych bez utraty któregośkolwiek z torów zasilania [2, 7, 3].

W praktyce projektowej modele redundancji rzadko stosuje się w sposób jednolity dla całego toru zasilania; częściej spotykane są konfiguracje mieszane, w których na przykład dystrybucja do szaf IT realizowana jest w układzie 2N, system UPS pracuje w konfiguracji N+1, a agregaty prądowłódcze mają strukturę N+1 lub 2N w zależności od wymagań klienta i charakterystyki lokalnej sieci. Projektant musi uwzględnić wpływ przyjętego modelu redundancji na prądy zwarciowe, dobór przekrojów kabli, wymaganą przestrzeń w rozdzielniach oraz możliwości etapowej rozbudowy mocy, tak aby na każdym etapie rozwoju kampusu zachować zakładany poziom dostępności. Wymagania te są weryfikowane w analizach dostępności oraz sekwencjach operacyjnych przygotowywanych na potrzeby odbiorców technicznych i certyfikacji międzynarodowych klientów [1, 4].

Rysunek 2. przedstawia przykładową architekturę zasilania dla klasy 4 wg PN-EN 50600, w której zastosowano dwa niezależne torowiska zasilania prowadzone od poziomu rozdzielni pierwotnej, przez systemy UPS i kolejne stopnie dystrybucji, aż do dwóch oddzielnych wejść zasilania urządzenia IT (PSU A i PSU B). Każdy z torów jest zdolny samodzielnie zasilić obciążenie, a opcjonalne układy przełączania po stronie zasilania umożliwiają realizację rozwiązań od-

pornych na pojedynczą awarię, z zachowaniem granicy odpowiedzialności pomiędzy częścią dostawczą a dystrybucyjną [2].

Identyfikacja pojedynczych punktów awarii SPOF

Jednym z podstawowych zadań inżyniera projektującego zasilanie Data Center jest identyfikacja i eliminacja pojedynczych punktów awarii, określanych jako SPOF (*Single Point of Failure*). W ujęciu elektroenergetycznym SPOF to taki element układu, którego uszkodzenie prowadzi do utraty zasilania całej serwerowni lub znaczącej części obciążenia IT, mimo prawidłowej pracy pozostałych urządzeń. W wyższych klasach dostępności według PN-EN 50600 oraz poziomach Tier III i Tier IV zgodnie z Uptime Institute obecność SPOF jest niedopuszczalna, co bezpośrednio przekłada się na wymogi dotyczące architektury zasilania i dystrybucji energii [1, 2, 3].

Do typowych pojedynczych punktów awarii należą pojedyncze przyłącze sieci SN bez pełnej rezerwy, pojedynczy transformator zasilający kilka modułów IT, rozdzielnica główna bez redundantnego odpowiednika, pojedynczy ciąg UPS pracujący w konfiguracji N, a także wspólne tory kablowe lub szynoprzewody prowadzące jednocześnie oba tory A i B. W praktyce SPOF-em może być również element pomocniczy, na przykład jedna stacja paliw dla wszystkich agregatów prądowłódczych, pojedynczy system sterowania SZR lub wspólny układ zabezpieczeń, których uszkodzenie uniemożliwia przełączenie na zasilanie rezerwowe pomimo sprawnych torów zasilania [2, 5, 4].

Identyfikacja SPOF powinna być prowadzona równolegle z projektowaniem architektury zasilania. Na poziomie obliczeniowym wykorzystuje się modele RBD i analizy drzewa uszkodzeń (FTA), w których elementy krytyczne układu traktowane są jako bloki szeregowo determinujące dostępność całego toru zasilania. Uzu-

pełnieniem są analizy typu FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*, analiza rodzajów i skutków uszkodzeń) dla kluczowych urządzeń oraz studia dostępności, w których symuluje się awarię poszczególnych elementów i sprawdza wpływ na utrzymanie zasilania szaf IT. Narzędzia te są powiązane z opracowywanymi sekwencjami operacyjnymi SoO, które opisują zachowanie systemu w scenariuszach uszkodzeń i pozwalają zweryfikować, czy awaria pojedynczego urządzenia nie powoduje utraty obu torów zasilania [2, 8].

Eliminacja SPOF wymaga nie tylko dodania redundantnych urządzeń w modelach N+1 czy 2N, lecz także odpowiedniego ukształtowania fizycznej struktury systemu. Obejmuje to niezależne prowadzenie kabli torów A i B różnymi trasami, podział rozdzielnic na sekcje z odrębnymi dopływami i sprzęgłami, stosowanie niezależnych systemów sterowania dla poszczególnych torów oraz zapewnienie selektywności zabezpieczeń tak, aby zadziałanie jednego wyłącznika nie powodowało utraty całego modułu IT. Doświadczenia współautora niniejszego artykułu z projektów dużych kampusów Data Center pokazują, że dopiero połączenie analizy schematów jednokreskowych, studiów niezawodnościowych i przeglądu tras kablowych pozwala wiarygodnie potwierdzić brak pojedynczych punktów awarii w całym systemie zasilania [2, 3].

Rysunek 3. ilustruje cykl życia Data Center w ujęciu tzw. cyklu Kolba, w którym proces projektowania (*Design*), realizacji (*Build*), eksploatacji (*Operations*) oraz biznesowej oceny ryzyka (*Business*) tworzą zamkniętą pętlę sprzężenia zwrotnego. W fazie projektowania prowadzi się analizy SPOF, drzewa uszkodzeń FTA i modele RBD, w fazie budowy oraz rozruchu weryfikuje się je podczas prób i testów odbiorczych, natomiast eksploatacja dostarcza danych o rzeczywistych podatnościach i zdarzeniach, które następnie są wykorzystywane do aktualizacji wymagań i modyfikacji kolejnych projektów,

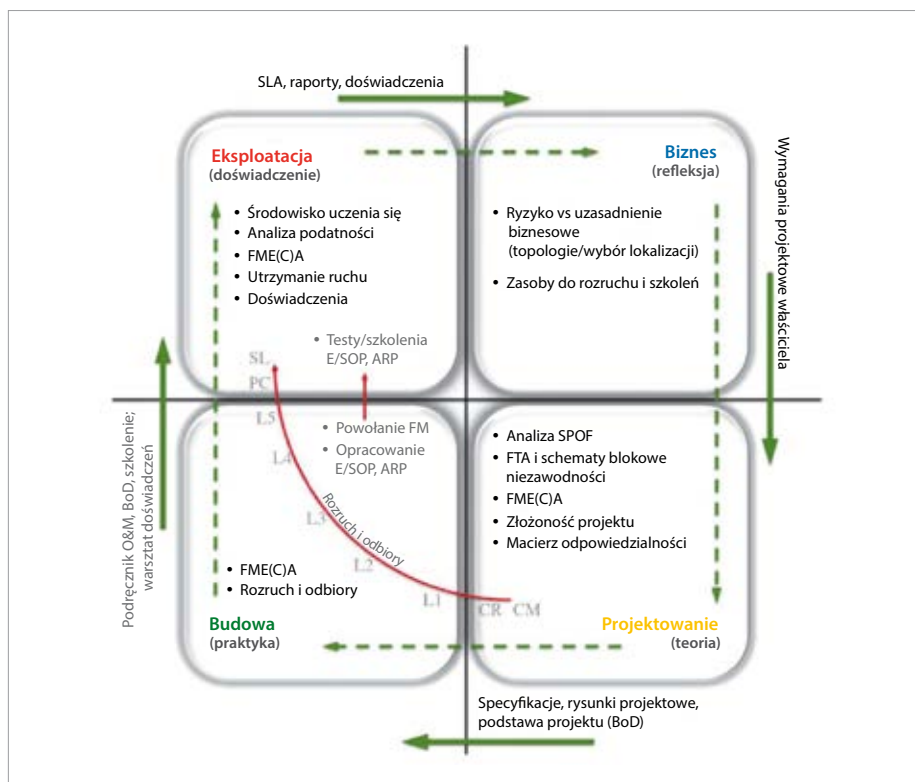
co pozwala systematycznie ograniczać pojedyncze punkty awarii i podnosić dostępność infrastruktury [1].

Struktura systemu zasilania od przyłącza do odbiornika krytycznego

Struktura systemu zasilania Data Center projektowana jest w układzie wielopoziomowym, poczynając od punktu przyłączenia do sieci operatora aż do poziomu pojedynczego zasilacza serwerowego PSU w szafie IT. Na etapie koncepcji definiuje się granicę odpowiedzialności pomiędzy operatorem sieci a właścicielem obiektu oraz liczbę i konfigurację przyłączy, tak aby z jednej strony spełnić wymagania mocy przyłączeniowej, a z drugiej zapewnić odpowiednią redundancję i możliwość pracy w trybie awaryjnym z lokalnej generacji. W typowych realizacjach duże kampusy Data Center zasilane są z dwóch niezależnych linii SN, które doprowadzone są do własnych stacji transformatorowych na terenie obiektu i stanowią jedynie jedno z równoległych źródeł mocy, obok agregatów prądotwórczych i magazynów energii [2, 3].

Kolejny poziom struktury stanowią stacje SN/nn oraz rozdzielnice główne niskiego napięcia, w których zbiegają się tory zasilania z transformatorów i systemów UPS. W projektach o podwyższonej dostępności stosuje się sekcjonowanie szyn zbiorczych, sprzęgła i pola rezerwowe, tak aby możliwe było wyłączenie dowolnej sekcji do prac serwisowych bez utraty zasilania modułów IT. W tej części układu integrowane są również systemy generacji rezerwowej, gdzie poprzez automatykę SZR i sekwencje operacyjne definiuje się sposób przejścia z pracy na sieci na pracę wyspową na agregatach, z zachowaniem ciągłości zasilania odbiorników krytycznych dzięki pośredniemu buforowi w postaci UPS [1, 4].

Na niższych poziomach struktury znajdują się rozdzielnice modułowe, panele RPP i PDU oraz systemy szynoprzewodów, które rozpraszają energię do poszczególnych rzędów i szaf serwerowych. W nowoczesnych obiektach dystrybucja projektowana jest w układzie co najmniej dwóch niezależnych torów A i B, prowadzonych odrębnymi trasami kablowymi i rozdzielnicami, tak aby każda szafa IT była zasilana przez dwa niezależne zasilacze PSU. Dobór przekrojów kabli, zdolności zwarciowej aparatury oraz konfiguracji zabezpieczeń wykonywany jest z uwzględnieniem rosnących gęstości mocy w szafach, typowych dla



Rys. 3. Schemat powiązania cyklu Kolba z etapami projektowania, budowy, eksploatacji i oceny biznesowej Data Center z uwzględnieniem analiz niezawodności i identyfikacji SPOF, wg [1]

rozwiązań wysokiej mocy i chłodzenia cieczą. Cała struktura zasilania od przyłącza SN aż do gniazd w szafach serwerowych podlega wymogom eliminacji pojedynczych punktów awarii oraz musi umożliwiać etapową rozbudowę mocy bez naruszenia założonego poziomu dostępności [2, 5, 4].

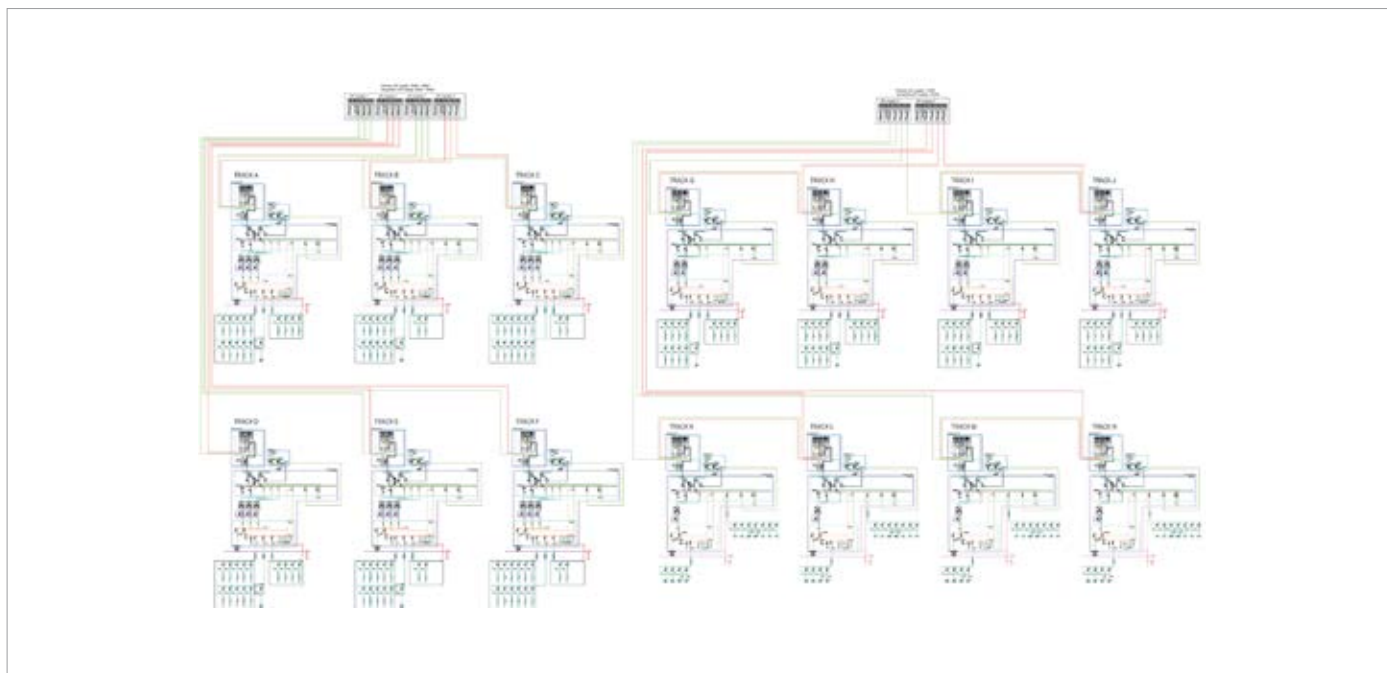
I Poziom średniego napięcia (SN)

Na poziomie średniego napięcia kształtuje się podstawowa architektura zasilania kampusu Data Center, obejmująca liczbę i konfigurację przyłączy, rozmieszczenie stacji transformatorowych oraz sposób współpracy z siecią operatora. Przy doborze napięcia przyłączeniowego i mocy transformatorów projektant musi uwzględnić docelową moc IT, moce systemów pomocniczych, scenariusze rozbudowy oraz wymagania operatora sieci dotyczące dopuszczalnych prądów zwarciowych i kategorii przyłącza. W praktyce oznacza to konieczność wykonania obliczeń zwarciowych już na etapie koncepcji, aby dobrać właściwą liczbę transformatorów, ich moce jednostkowe, napięcie zwarcia (impedancję zwarciovą) oraz układy połączeń uzwojeń, z zachowaniem rezerwy na przyszłe etapy budowy kampusu [2, 4].

Stacje SN zlokalizowane na terenie Data Center wyposażone są w pola zasilające i odpływo-

we, aparaturę łączeniową oraz zabezpieczenia nadprądowe i ziemnozwarciowe, których konfiguracja zapewnia selektywne wyłączanie zwarc w dół układu, bez niepotrzebnego wyłączania całej stacji. Układ szyn zbiorczych i podział pól muszą być spójne z założonym modelem redundancji po stronie niskiego napięcia; w obiektach o wysokiej dostępności stosuje się zwykle dwa niezależne systemy szynowe z możliwością pracy rozdzielonej lub sprzęgniętej, co pozwala zachować zasilanie przynajmniej jednego toru nawet w przypadku awarii pola zasilającego lub całej linii SN. Rozwiązania te są następnie odzwierciedlane w modelach niezawodnościowych i analizach dostępności, w których przyłącze SN reprezentowane jest jako równoległa gałąź względem lokalnej generacji rezerwowej [2, 8].

Redundancja na poziomie SN realizowana jest poprzez zastosowanie dwóch lub więcej niezależnych linii zasilających oraz odpowiednią topologię sieci, najczęściej w postaci układu promieniowego z możliwością przełączenia na linię rezerwową lub układu pierścieniowego z zasilaniem z dwóch stron. W projektach dużych kampusów Data Center każda stacja transformatorowa posiada zwykle co najmniej dwa niezależne dopływy SN, z których każdy może zasilić wymaganą część transformatorów, a scenariusze ich pracy i przełączeń definiowane są



Rys. 4. Schemat jednokresowy przyłącza SN do Data Center wraz ze stacją transformatorową i torami rezerwowymi rys. Mariusz Kordeczka

w sekwencjach operacyjnych SoO oraz uzgadniane z operatorem systemu dystrybucyjnego. Kluczowe jest, aby nawet w przypadku utraty jednej linii lub jednego pola zasilającego możliwe było utrzymanie zasilania wszystkich krytycznych modułów IT z wykorzystaniem lokalnej generacji i automatyki SZR [2, 3].

Integralną częścią projektu jest integracja stacji SN z systemami nadzoru i zdalnego sterowania, umożliwiającymi obserwację napięć, prądów, stanów łączników oraz szybką reakcję na zakłócenia. Dane te trafiają do systemów SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*), BMS (*Building Management System*) lub DCIM (*Data Center Infrastructure Management*) i są wykorzystywane zarówno w eksploatacji, jak i w analizach przyczyn incydentów, co pozwala doskonalić konfigurację zabezpieczeń i strategię pracy układu. **Rysunek 4.** pokazuje

schemat jednokresowy przyłącza SN do Data Center wraz ze stacją transformatorową i torami rezerwowymi, ilustrujący typowy podział na pola zasilające, transformatory oraz odpływy do rozdzielnic niskiego napięcia w układzie dwutorowym.

I Poziom niskiego napięcia (nn)

Poziom niskiego napięcia stanowi główną płaszczyznę dystrybucji energii wewnątrz Data Center, obejmując systemy zasilania infrastruktury IT oraz wszystkich instalacji pomocniczych. Standardowo stosuje się układ 400/230 V, zasilany z transformatorów SN/nn oraz z systemów UPS, które pełnią rolę bufora między siecią lub generacją rezerwową a odbiornikami krytycznymi, zapewniając stabilizację napięcia, filtrację zakłóceń oraz zasilanie bezprzerwowe podczas przełączeń źródeł [1, 2, 4].

Rozdzielnice główne nn projektuje się jako centralne węzły dystrybucji, do których dochodzą odpływy z transformatorów, generatorów oraz z bloków UPS. Wyposażone są w wyłączniki mocy, pola odpływowe, aparaturę pomiarową oraz układy automatyki odpowiedzialne za sterowanie sprzęgłami szynowymi i realizację funkcji SZR na poziomie nn. W obiektach o wysokiej dostępności stosuje się sekcjonowanie szyn z możliwością pracy w trybie rozdzielonym lub sprzęgniętym, co pozwala prowadzić prace serwisowe na wybranej sekcji bez utraty zasilania dla torów A i B serwerowni. Projektant musi uwzględnić zarówno wymagane poziomy redundancji, jak i dopuszczalne prądy zwarcia oraz rezerwy mocy na kolejne etapy rozbudowy [2, 5, 4].

Redundancja na poziomie nn realizowana jest poprzez prowadzenie niezależnych torów



Rys. 5. Schemat ideowy zasilania Data Center obrazujący złożoność wielotorowych układów zasilania stosowanych w tego typu obiektach rys. Mariusz Kordeczka

zasilania A i B od rozdzielnic głównych, przez rozdzielnice modułowe i panele RPP (lub szynoprzewody), aż do podwójnie zasilanych PDU w szafach IT. Każde urządzenie krytyczne powinno być podłączone do dwóch niezależnych źródeł, zwykle reprezentujących różne bloki UPS i różne sekcje szyn zbiorczych, co umożliwia utrzymanie zasilania przy awarii jednego z torów lub przy wyłączeniu sekcji do prac serwisowych. Wymaga to spójnego doboru zabezpieczeń, przekrojów kabli i zdolności zwarciowych aparatów, tak aby obciążenie mogło zostać bezpiecznie przeniesione na tor pozostały w pracy [1, 2, 3].

Istotnym elementem projektu jest pełna integracja rozdzielnic nn z systemami nadzoru BMS lub DCIM, które zbierają dane o napięciach, prądach, obciążeniach faz, temperaturach oraz stanach aparatów łączeniowych. Informacje te wykorzystuje się do bieżącej eksploatacji i diagnostyki, ale także do definiowania progów alarmowych, analizy obciążeń szczytowych oraz oceny stopnia wykorzystania poszczególnych torów zasilania. Dane historyczne z BMS i DCIM stanowią podstawę planowania rozbudowy modułów IT, etapowania uruchomień kolejnych UPS i rozdzielnic, a także optymalizacji konfiguracji zabezpieczeń i sekwencji operacyjnych. W praktyce projektowej i eksploatacyjnej nowoczesnych centrów danych systemy te są traktowane jako integralna część infrastruktury zasilania, umożliwiającą utrzymanie wymaganej dostępności i efektywności energetycznej obiektu [1, 2, 4]. **Rysunek 5.** przedstawia schemat ideowy zasilania Data Center, obrazujący złożoność wielotorowych układów zasilania stosowanych w tego typu obiektach.

I Rozdzielnice i systemy dystrybucji

Rozdzielnice w systemach zasilania Data Center pełnią kluczową rolę w dystrybucji energii od źródeł podstawowych i rezerwowych do odbiorników końcowych. Odpowiadają za bezpieczne prowadzenie torów zasilania, ochronę przed skutkami zwarć oraz możliwość elastycznego zarządzania obciążeniami. Rozdzielnice główne niskiego napięcia odbierają energię z transformatorów, generatorów oraz systemów UPS. Wyposażone są w pola odpływowe, wyłączniki mocy, zabezpieczenia nadprądowe, a także aparaturę pomiarową i układy automatyki. W projektach o wysokiej dostępności stosuje się sekcjonowanie rozdzielnic, co umożliwia przeprowadzanie prac serwisowych bez konieczności wyłączania całego obiektu [2, 5, 4, 10].



Fot. 1. Zdjęcie rozdzielnicy głównej nn 5000 A w obiekcie Data Center fot. Mariusz Kordeczka

Dystrybucja energii na poziomie lokalnym realizowana jest poprzez podrozdzielnice, panele PDU (Power Distribution Unit) oraz RPP (Remote Power Panel). W nowoczesnych obiektach coraz częściej stosuje się także systemy szynowe (szynoprzewody), które ułatwiają rozbudowę i pozwalają na elastyczne dopasowanie do zmian w rozmieszczeniu szaf serwerowych. Podstawowym wymaganiem dla systemów dystrybucji w Data Center jest redundancja torów zasilania. Odbiorniki krytyczne zasilane są z dwóch niezależnych ścieżek, co eliminuje ryzyko całkowitej utraty zasilania w przypadku awarii jednego z torów. Ważne jest również zachowanie selektywności zabezpieczeń, dzięki czemu skutki awarii ograniczają się do najmniejszego możliwego fragmentu instalacji [1, 2, 9]. **Fotografia 1.** przedstawia rozdzielnicę główną nn 5000 A w obiekcie Data Center.

Tematyka trendów w rozwoju zasilania obiektów Data Center będzie kontynuowana w części 5. artykułu.

I Literatura

1. Geng H., *Data Center Handbook: Plan, Design, Build, and Operations of a Smart Data Center*, 2nd ed., Wiley, 2021.
2. PN-EN 50600 (seria) Technika informacyjna. Wyposażenie i infrastruktura centrów przetwarzania danych, wydania z lat 2016–2023, Warszawa, Polski Komitet Normalizacyjny.
3. Uptime Institute, *Tier Standards and Tier Certification Program for Data Centers* (seria, 2010–2018), New York, Uptime Institute.

4. Schneider Electric, *Data Center Power and Cooling Handbook*, Riyadh, Schneider Electric, 2022.
5. ANSI/BICSI 002-2024, *Data Center Design and Implementation Best Practices*, BICSI, Tampa, FL.
6. EPI, *Data Center Standards and Best Practices* (seria, wydania z lat 2021–2022), EPI Global.
7. TÜV NORD GROUP / TÜVIT, *Trusted Site Infrastructure (TSI) STANDARD V4.6): Availability and Physical Protection of Data Centers*, Essen, 2024.
8. IEC 61025:2006, Analiza drzewa błędów (Fault Tree Analysis – FTA).
9. IEEE Std 493-2007, *IEEE Recommended Practice for the Design of Reliable Industrial and Commercial Power Systems* (Gold Book), IEEE Standards Association, 2007.
10. M. Kordeczka, Trendy w rozwoju zasilania obiektów Data Center, Praca dyplomowa magisterska, Wydział Elektryczny, Politechnika Warszawska, Warszawa 2026.

ABSTRACT

Trends in Data Center power supply development (Part 4) Design principles – reliability and power continuity requirements, and the power supply system architecture from utility connection to critical load

The article presents the principles of designing power supply systems for Data Center facilities, with particular emphasis on reliability requirements, power supply continuity and the structure of the power supply system from the utility connection point to the critical load.

Keywords: Data Center, design principles, reliability, availability, power supply continuity, power supply system architecture.

Ochrona przeciwpożarowa kanałów i tuneli kablowych (część 2.)

Bezpieczeństwo pożarowe jest jednym z podstawowych wymagań stawianych obiektom budowlanym przez przepisy techniczno-prawne (w tym 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 r., poz. 1225 z późniejszymi zmianami), szczególnie zaliczanych do kategorii zagrożenia ludzi.*)

Zagrożenia stwarzane przez palące się kable lub przewody

W praktyce nie można wykluczyć możliwości powstania pożaru wskutek działania termicznego przewodów. Cechą charakterystyczną kabli i przewodów elektrycznych jest łatwość zapłonu, czyli mała odporność na działanie zewnętrznych źródeł ognia, w praktyce określana najniższą wartością temperatury otoczenia, przy której następuje samozapalenie się materiału izolacji, oraz wartością temperatury zapłonu, tj. wartością najniższej temperatury, w której pary substancji tworzą z powietrzem mieszaninę wybuchającą oraz temperatury zapalenia.

Palące się kable i przewody charakteryzują następujące cechy:

» **dymotwórczość**, zwana inaczej stopniem zadymienia spalin lub gęstością optyczną dymów; polega na określeniu minimalnej wartości przepuszczalności (transmisji) światła przez dym powstały podczas spalania kabla

w zdefiniowanych warunkach lub pomiarze współczynnika osłabienia kontrastu,

» **korozyjność** – miarą korozyjności jest pH i konduktancje elektryczne gazów powstających w wyniku spalania materiałów powłokowych i izolacyjnych w roztworze z wodą destylowaną,

» **toksyczność gazów** – miarą toksyczności jest emisja właściwa wybranych gazów toksycznych (np. CO, CO₂, HCN, NO₂, HCl, SO₂) powstałych w wyniku spalania materiałów powłokowych i izolacyjnych,

» **szybkość wydzielania ciepła podczas pożaru** – najczęściej miarą jest gęstość strumienia energii cieplnej wydzielanej przez palący się materiał, który ma wpływ na dynamikę rozwoju pożaru, a zależy od masy i ciepła spalania materiału oraz warunków rozwoju pożaru,

» **rozprzestrzenianie płomieni po powierzchni materiału**,

» **stopień spalania**.

Najbardziej niebezpiecznymi gazami powstającymi w procesie palenia się przewodów są: dwutlenek węgla (CO₂), tlenek węgla (CO), cyjanowodor (HCN), tlenki siarki (SO₂, SO₃), fluorowodor (HF), bromowodor (HBr) oraz chlorowodor (HCl) – wydzielający się głównie przy spalaniu polichloru winylu.

W Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [11], określono, że w budynkach o kubaturze strefy pożarowej większej niż 1000 m³ oraz w budynkach lub pomieszczeniach zagrożonych wybuchem należy instalować przeciwpożarowy wyłącznik prądu. Wyłącznik ten nie może jednak wyłączać zasilania obwodów urządzeń pożarowych, do których należy zaliczyć:

» windy przeznaczone dla ekip ratowniczych,

» pompy pożarowe,

» oświetlenie awaryjne,

» dźwiękowy system ostrzegania (DSO),

» wentylację pożarową,

» system sygnalizacji pożarowej.

Przewody i kable zastosowane do budowy tych obwodów powinny zapewnić ciągłość dostawy energii elektrycznej oraz możliwość przekazywania sygnałów przez wymagany czas działania urządzenia określony w przepisach: 30, 60 lub 90 minut.

Palące się kable i przewody wydzielają zarówno dym, jak i agresywne gazy. Przewody i kable mogą również podsycać pożar, jeśli zawierają dużo materiałów palnych, mogą powodować jego rozprzestrzenianie się wzdłuż trasy ich ułożenia, wydzielający się dym i toksyczne produkty rozkładu powodują dodatkowe zagrożenie dla ludzi.

Dyrektywa 89/106 EEC, dotycząca wyrobów budowlanych i bezpieczeństwa pożarowego w budynkach, uwzględniająca kable jako jeden z rodzajów wyrobów budowlanych, nakazuje projektowanie i wykonywanie instalacji elektrycznych w taki sposób, aby nie były one przyczyną powstawania pożarów oraz ograniczały ich rozprzestrzenianie.

Zmniejszenie zagrożenia pożarowego może być osiągnięte przez odpowiedni dobór materiału izolacyjnego kabla lub przewodu, który w wyniku wysokiej temperatury w czasie pożaru będzie wydelał niewielkie ilości substancji lotnych, ponieważ substancje te zwykle podtrzymują palenie i ułatwiają rozprzestrzenianie się ognia. Z tego względu producenci niejednokrotnie wprowadzają do materiałów izolacyjnych środki niepalne lub samogasnące.

Konieczna jest zatem znajomość właściwości ogniowych tych środków, tzn. palności, szybkości wydzielania ciepła, emisji związków tok-

*) Zgodnie z § 209 rozporządzenia [11] budynki oraz części budynków stanowiące odrębne strefy pożarowe w rozumieniu § 226 rozporządzenia [11], z uwagi na przeznaczenie dzieli się na:

1) mieszkalne, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej charakteryzowane kategorią zagrożenia ludzi, określane jako ZL:

ZL I – zawierające pomieszczenia przeznaczone do jednoczesnego przebywania ponad 5 osób niebędących ich stałymi użytkownikami, a nieprzeznaczone przede wszystkim do użytku ludzi o ograniczonej zdolności poruszania się,

ZL II – przeznaczone przede wszystkim do użytku ludzi o ograniczonej zdolności poruszania się, takie jak szpitale, żłobki, przedszkola, domy dla osób starszych,

ZL III – użyteczności publicznej niezakwalifikowane do ZL I lub ZL II,

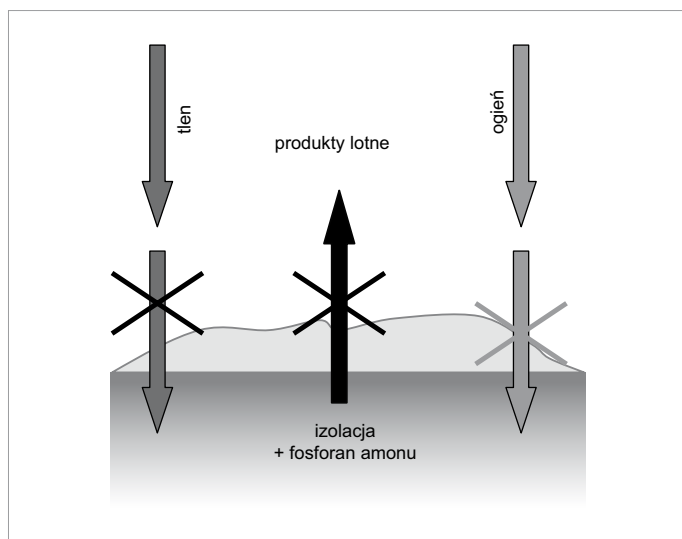
ZL IV – mieszkalne,

ZL V – zamieszkania zbiorowego, niezakwalifikowane do ZL I lub ZL II,

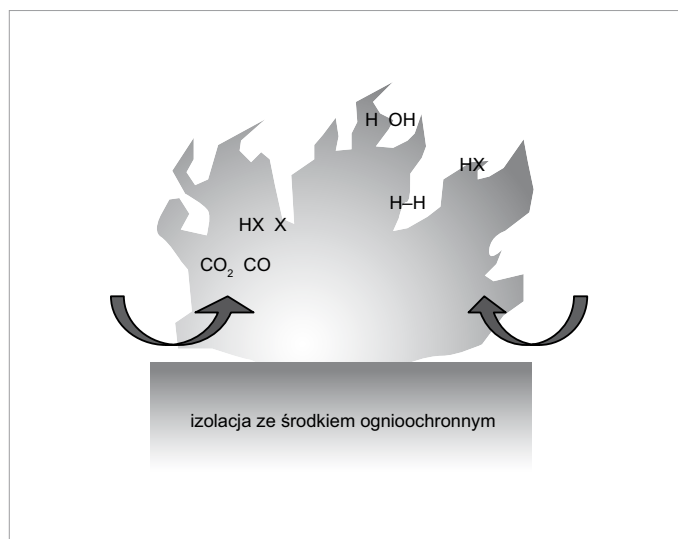
2) produkcyjne i magazynowe, określane jako PM,

3) inwentarskie (służące do hodowli inwentarza), określane jako IN.

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



Rys. 1. Schemat działania fizycznego [4]

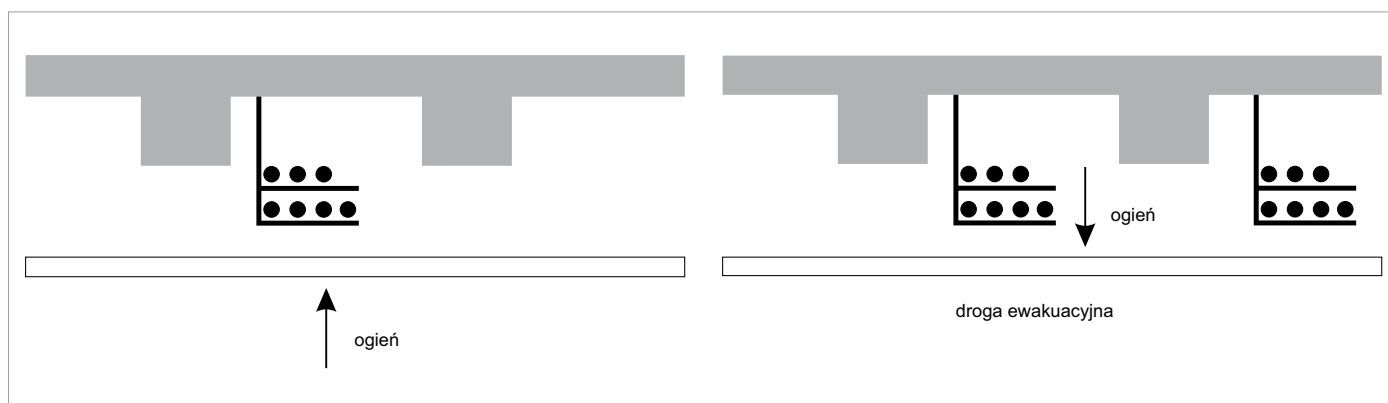


Rys. 2. Schemat działania chemicznego [4]

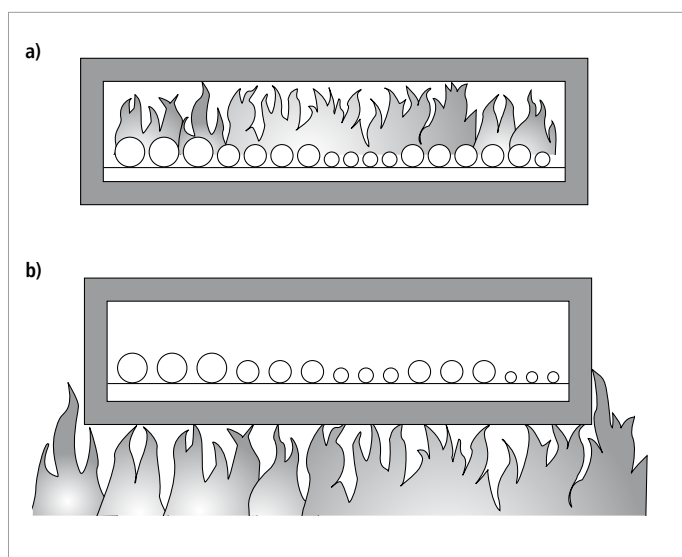
sycznych i dymu oraz szybkości rozprzestrzeniania się płomienia po powierzchni. Dodatkowo bada się też stopień kwasowości (korozyjność) gazów, powstających w czasie spalania izolacji. Materiał izolacyjny z dodatkami niepalnymi jest

odporny na temperatury przekraczające 200°C. Przykładem takiej izolacji jest powłoka kabla lub przewodu produkcji japońskiej zastosowanego w instalacjach w warszawskim metrze. Zbudowana jest ona z polietylenu usieciowanego Su-

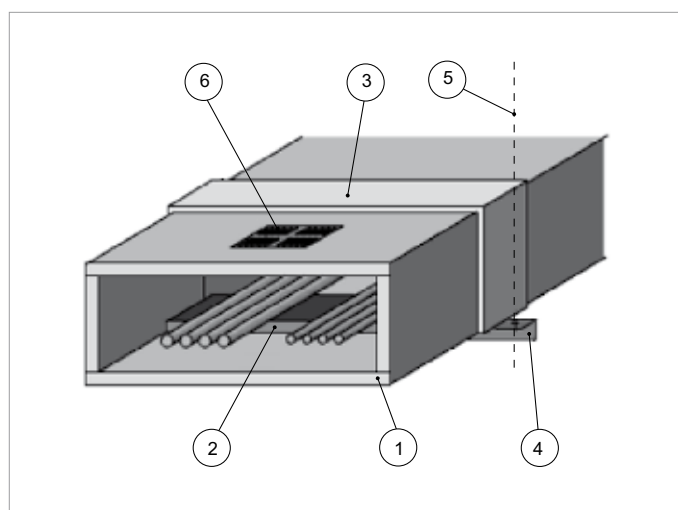
nikon RM-E-1600, modyfikowanego przeciwogniowo dużą ilością wodorotlenku glinu. Materiał ten nie ulega rozkładowi nawet w temperaturze ok. 400°C, a przy 900°C ubytek jego masy wynosi jedynie ok. 50% masy początkowej. Izolację



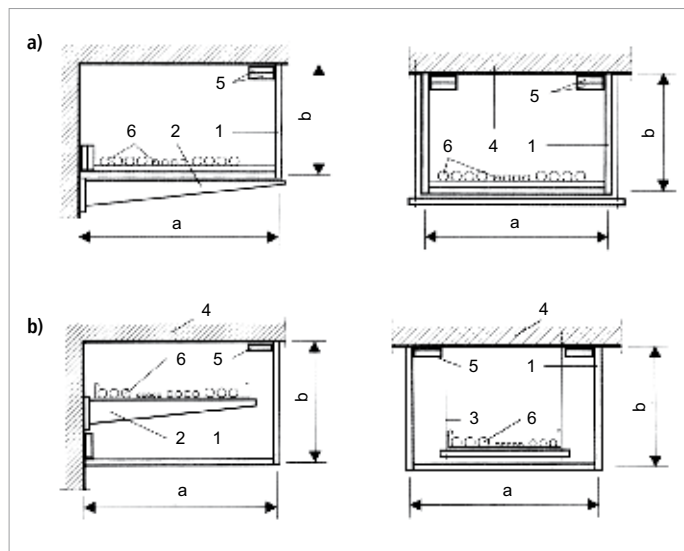
Rys. 3. Przykład wydzielenia pożarowego tras przewodowych za pomocą sufitu podwieszonego rys. J. Wiatr, K. Herlender



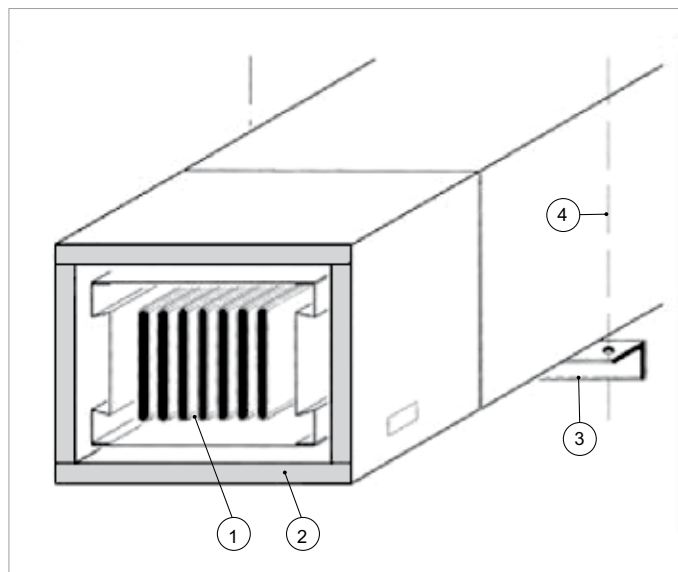
Rys. 4. Funkcje ogniochronne kanałów kablowych przy działaniu ognia od wewnątrz (a) oraz od zewnątrz (b) [6]



Rys. 5. Konstrukcja kanału kablowego odporna na działanie ognia z zewnątrz, gdzie: 1 – kanał kablowy, 2 – pasma izolacyjne, 3 – obejma stanowiąca izolację na łączeniu, 4 – profil nośny, 5 – wieszaki, pręty gwintowane z metalowym kołkiem rozporowym mocowane w stropie, 6 – kratka wentylacyjna [5]



Rys. 6. Przykłady zamocowania kanałów kablowych: a) przy działaniu ognia od wewnątrz, b) przy działaniu ognia od zewnątrz, gdzie: 1 – płyta ogniochronna, 2 – profil nośny, 3 – wieszaki, 4 – strop, 5 – pasmo płyty ogniochronnej, 6 – kable i przewody elektryczne [6]



Rys. 7. Przykład kanału ogniochronnego do zabezpieczenia przewodu szynowego, gdzie: 1 – przewody, 2 – płyta ogniochronna, 3 – profil nośny, 4 – wieszaki, 5 – pręty gwintowane z metalowym kołkiem rozporowym mocowane w stropie masywnym [6]

powinna też charakteryzować niewielka szybkość wydzielania ciepła (poniżej 200 kW/m²), mała toksyczność produktów rozkładu termicznego, mała intensywność dymienia i szybkość rozprzestrzeniania się płomienia [18].

W celu wyeliminowania zagrożeń stwarzanych przez toksyny powstające podczas palenia się izolacji kabli lub przewodów, należy stosować przewody i kable o izolacji bezhalogenkowej.

Kable i przewody te nie tylko nie wydzielają toksycznych gazów, ale umożliwiają również nieprzerwaną dostawę energii elektrycznej. Zastosowane w tradycyjnych izolacjach

kabli i przewodów halogenki, czyli pierwiastki z grupy chlorowców: chlor (w polichloroku winylu PCW), fluor, brom (ochrona przed płomieniem) i jod powodują w czasie spalania wydzielanie się tych substancji do otoczenia. Natomiast w izolacji kabli wolnych od halogenków zastosowano powłokę zewnętrzną wykonaną z polimerów na bazie czystych tworzyw węglowodorowych, np. polietylenu lub polipropylenu. Podczas spalania tego rodzaju materiałów emisja gazów korozyjnych i toksycznych jest bardzo ograniczona. Dodatkowo, w celu uzyskania trudnozapalności i samogaśnięcia izolacji, dodaje się do nich np. wodororo-

tylenek glinu, z którego po ogrzaniu zostaje wytrącona woda, co powoduje utrudniony dostęp tlenu do strefy spalania.

Przewody i kable do pracy w wysokiej temperaturze

Do podtrzymania podstawowych funkcji instalacji elektrycznej w przypadku pożaru są stosowane specjalne przewody i kable odporne na działanie wysokiej temperatury. W zależności od minimalnego czasu sprawnego działania kabli lub przewodów – odpowiednio 30, 60, 90 minut – mogą one mieć różne klasy podtrzymania funkcji: E30, E60 i E90 (DIN VDE 4102 cz. 12) [20] lub klasy odporności ogniowej: PH15, PH30, PH60, PH90 (PN-EN 50200) [20].

Do obiektów o podwyższonych wymaganiach przeciwpożarowych, takich jak: budynki handlowe, hotele, kina, teatry, szpitale, muzea, centra przetwarzania danych, centrale telefoniczne, banki, dworce lotnicze, zaliczyć można jeszcze m.in. elektrownie, kopalnie, stocznie i tunele. Kable i przewody do pracy w podwyższonej temperaturze są stosowane także w instalacjach elektrycznych lokomotyw oraz do podłączenia akumulatorów [17].

Rozwiązania techniczno-budowlane

Powłoki ochronne oraz typy kabli

Większość materiałów izolacyjnych stosowanych do produkcji przewodów i kabli jest palna. Jednym ze sposobów ograniczenia ich palności jest zastosowanie środków ogniochronnych,

Lp.	Opis kanału	Grubość ścianki, w [mm]	Klasa odporności ogniowej
1.	Kanał kablowy o przekroju prostokątnym z płyt gipsowych o wymiarach 300×500 mm	2×20 2×15 1×20	EI90 EI60 EI30
2.	Kanał kablowy o przekroju prostokątnym z płyt gipsowych o wymiarach 300×500 mm	15+20 2×15 1×20	EI90 EI60 EI30
3.	Kanał kablowy o przekroju prostokątnym z płyt gipsowych Fireboard o maksymalnym obciążeniu kablem 20 kg/m oraz następujących wymiarach wewnętrznych: 440×200 mm 540×200 mm 600×225 mm 600×225 mm	2×25 25+20 20+15 2×15	EI120 EI90 EI60 EI30
4.	Kanał kablowy o przekroju prostokątnym z płyt gipsowych Fireboard o maksymalnym obciążeniu kablem 20 kg/m oraz następujących wymiarach wewnętrznych: 400×150 mm 400×175 mm 600×225 mm 600×225 mm	2×25 25+20 20+15 2×15	EI120 EI90 EI60 EI30

Tab. 1. Przykłady kanałów kablowych typu E [6]

NOWOŚĆ!

Julian Wiatr

Metodyka zasilania urządzeń przeciwpożarowych w energię elektryczną

oraz dopuszczanie wyrobów budowlanych w ochronie przeciwpożarowej

Wybrane zagadnienia

Julian Wiatr

Metodyka zasilania urządzeń przeciwpożarowych w energię elektryczną oraz dopuszczanie wyrobów budowlanych w ochronie przeciwpożarowej

Zasilanie urządzeń elektrycznych w czasie pożaru to zagadnienie, które w równej mierze dotyczy zarówno strażaków, jak i elektryków. Często w praktyce pojawiają się problemy z interpretacją niektórych przepisów zawartych w normach i rozporządzeniach. Najnowsza publikacja opisuje wybrane zagadnienia, które wymagają szerszego wyjaśnienia i mogą być przydatne strażakom i elektrykom w ich praktyce projektowej.

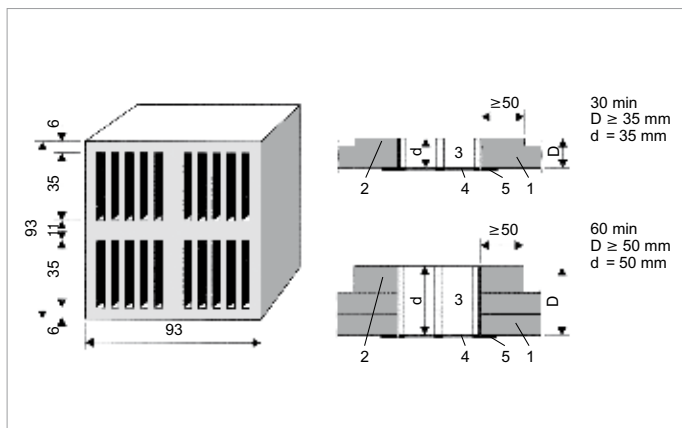
Materiały uzupełniające obejmują dodatki i załączniki dotyczące: ochrony przeciwporażeniowej w sieci o układzie zasilania IT, badania stanu technicznego instalacji elektrycznych niskiego napięcia, ochrony sprzętu i urządzeń elektrycznych przez obudowy, kodowania barwami elementów manipulacyjnych czy zabezpieczenia instalacji elektrycznych niskiego napięcia od skutków zwarć łukowych.

To kompendium wiedzy dla strażaków i elektryków, które pozwoli zoptymalizować wybrane elementy procesu projektowania instalacji elektrycznych, które muszą pracować w czasie pożaru. Cennym uzupełnieniem książki są liczne przykłady rachunkowe oraz rysunki ilustrujące opisywane zagadnienia.

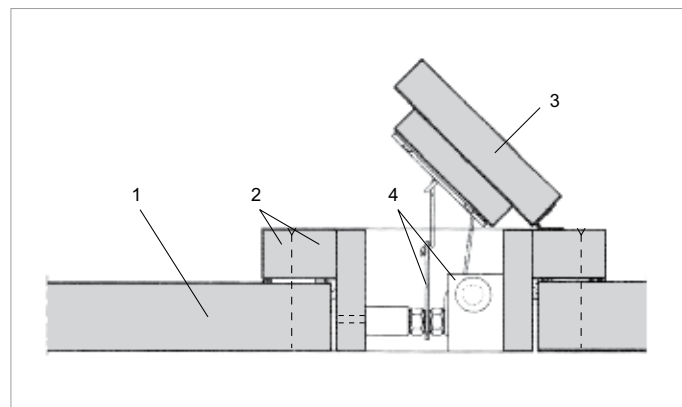
Publikacja pod patronatem miesięcznika

elektro
inf

zamówienia: **www.ksiegarniatechniczna.com.pl**



Rys. 8. Konstrukcja kratki wentylacyjnej Promasel, stosowanej w kanałach [6]



Rys. 9. Kłapa wentylacyjna Ventbox, gdzie: 1 – ścianka kanału kablowego, 2 – rama z kołnierzem, 3 – pokrywa, 4 – urządzenie zamykające [6]

których zadaniem jest m.in. ograniczenie szybkości rozprzestrzeniania się płomieni po pojedynczym przewodzie lub wiązkach przewodów. Środki stosowane do ograniczenia skutków pożaru są dostępne na rynku w postaci lakieru i wodnych roztworów soli nieorganicznych. Z uwagi na to, że w wyniku działania ognia na powłocę przewodu lub kabla tworzy się porowata zwęglona warstwa, lakiery te nazywa się „lakierami pęczniającymi”. Działanie lakieru pęczniającego poddanego działaniu temperatury przedstawia **rysunek 1**.

Chemiczny i fizyczny zakres oddziaływania powłok ogniochronnych odbywa się m.in. poprzez [4]:

- 1) wytworzenie powierzchniowej warstwy izolacyjnej w czasie spalania (dodatek boranów i fosforanów wapnia, glinu oraz związku chlorowców), w rezultacie czego zmniejsza się szybkość wydzielanego ciepła (**rys. 1.**),
- 2) dezaktywację aktywnych atomów i rodników tworzących się w płomieniu (**rys. 2.**),
- 3) zmniejszenie obszaru powierzchniowego rozprzestrzeniania się płomieni,
- 4) wydzielanie niepalnych produktów rozkładu termicznego, które mieszając się z tlenem zawartym w powietrzu, obniżają jego stężenie i tym samym spowalniają proces spalania.

Granica między efektem chemicznym i fizycznym jest często niedostrzegalna. Z reguły chemiczne efekty, charakteryzowane przez stałe szybkości reakcji, są ściśle powiązane ze zjawiskami fizycznymi, decydującymi o transporcie masy i ciepła w czasie spalania.

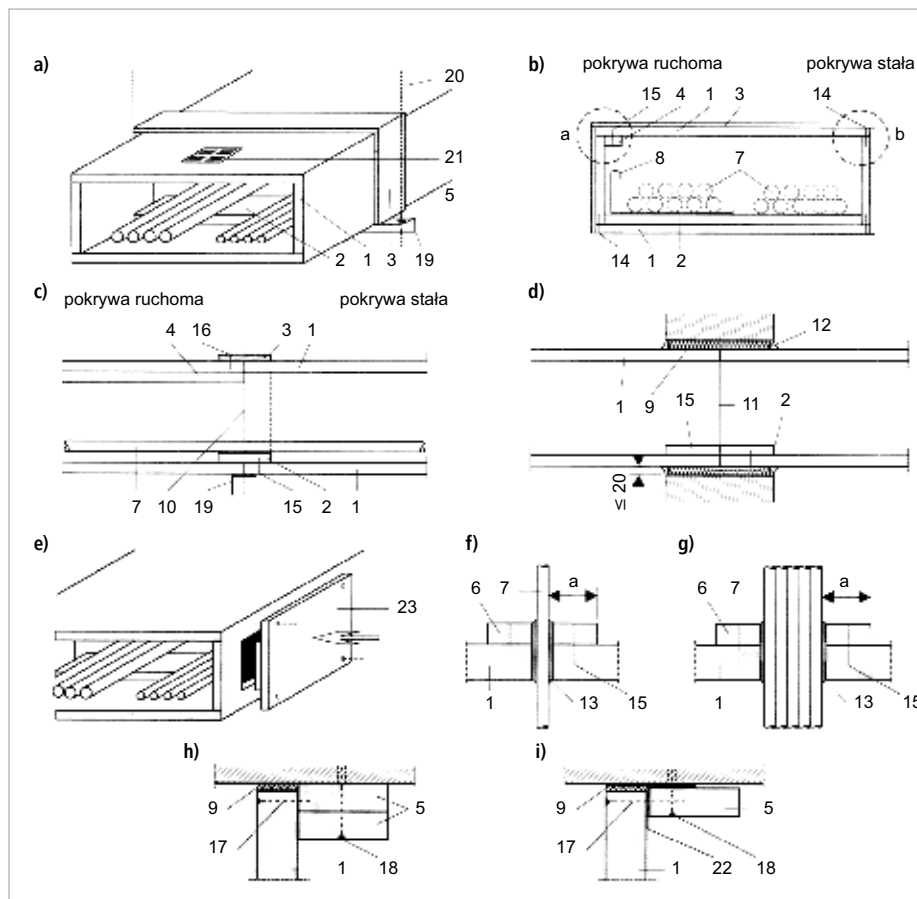
Ze względu na skład chemiczny środki ogniochronne można podzielić na [4]:

- » specjalne związki nieorganiczne,
- » chlorowcowe związki organiczne,
- » fosforowe związki organiczne,
- » chlorowcowe związki organiczne fosforu.

Do najskuteczniejszych związków nieorganicznych należy tlenek antymonu (Sb_2O_3), który jest składnikiem wielu mieszanek polimerowych. Działa on synergicznie ze związkami chlorowców, w których obecności powstają tle-

nohalogenki antymonu, łatwo reagujące z rodnikami wytwarzanymi podczas spalania [4].

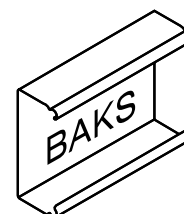
Do związków chemicznych zmniejszających palność tworzyw sztucznych można zaliczyć uwodniony tlenek glinu ($Al_2O_3 \cdot 3H_2O$), którego



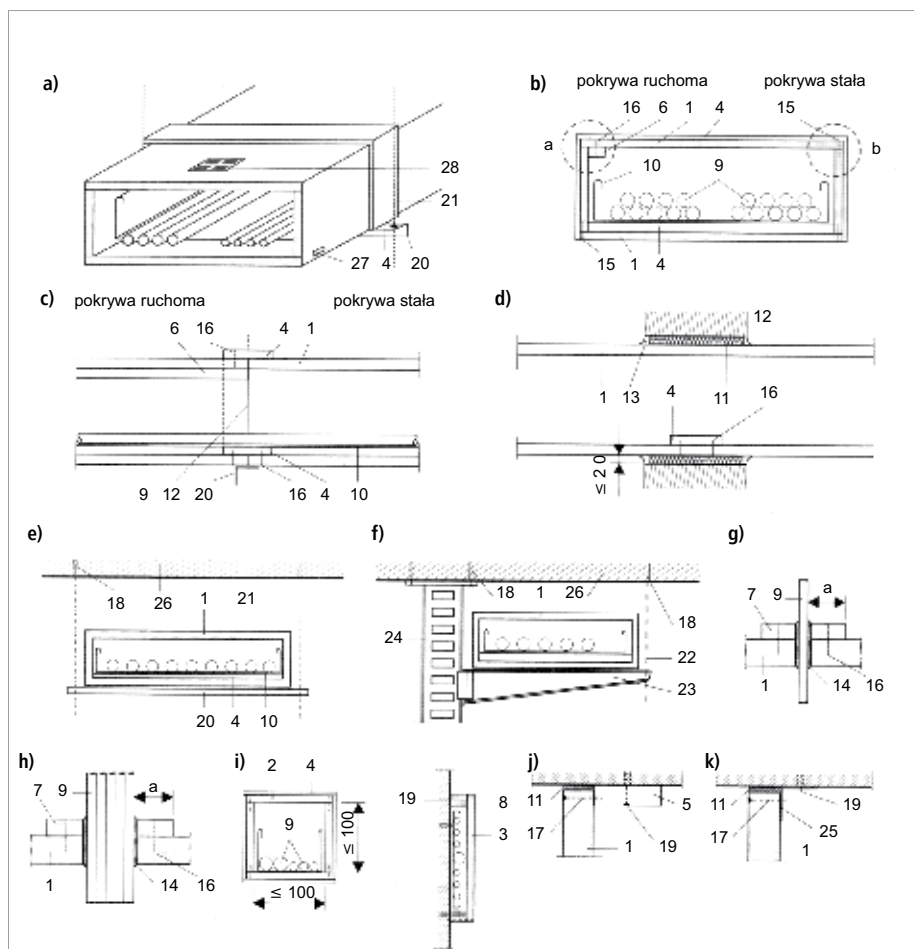
Rys. 10. Szczegóły konstrukcyjne przykładowych kanałów kablowych typu I wykonanych z płyt silikatowo-cementowych: a) rzut aksonometryczny, b) przekrój poprzeczny, c) przekrój podłużny, d) przejście przez ścianę, e) zamknięcie otworu rewizyjnego, f) wyjście pojedynczego kabla (przewodu), g)–i) – szczegóły konstrukcyjne, gdzie: 1 – płyta silikatowo-cementowa Promatect L500, 2 – pasmo z płyty Promatect-H-L lub L500 o przekroju poprzecznym 100x20 mm, 3 – pasmo z płyty Promatect-H o przekroju 100x20 mm, 4 – pasmo z płyty Promatect-H o przekroju poprzecznym 100x20 mm (tylko przy luźnej pokrywie), 5 – pasmo z płyty Promatect-H o przekroju poprzecznym $b \geq 70$ mm i $d \geq 20$ mm, 6 – pasmo z płyty PromatectH o przekroju $d = 20$ mm (b – wg f i g), 7 – kable i przewody elektryczne, 8 – półka kablowa, 9 – uszczelnienie wełną mineralną skalną, 10 – złącze płyt ogniochronnych kanału kablowego, 11 – szczelina dyfuzyjna w miejscu przejścia kanału kablowego przez ścianę, 12 – masa szpachlowa, 13 – kit ogniochronny 14–17 – zszywki stalowe, 18 – kołki rozporowe, 19 – poprzeczka wsporcza z ceownika stalowego, 20 – wieszak wykonany z gwintowanego pręta stalowego, 21 – kratka wentylacyjna, 22 – kątownik z blachy stalowej, 23 – zamknięcie otworu rewizyjnego [6]

PROFESJONALNE SYSTEMY TRAS KABLOWYCH

E-90 wg DIN 4102-12



REKLAMA



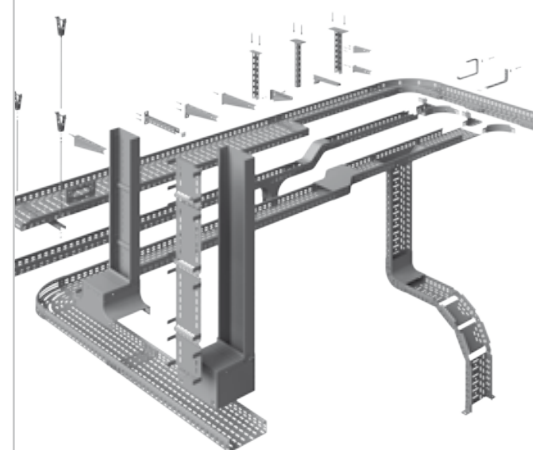
Rys. 11. Szczegóły konstrukcyjne kanałów kablowych typu E wykonanych z płyt silikatowo-cementowych: a) rzut aksonometryczny, b) przekrój poprzeczny, c) przekrój podłużny, d) przejście przez ścianę, e)–l) – szczegóły konstrukcyjne, gdzie: 1–3 – płyta silikatowo-cementowa Promatect L500, 4 – pasmo z płyty Promatect, 4 – pasmo z płyty Promatect-H o przekroju poprzecznym 100×20 mm (tylko przy luźnej pokrywie), 5–8 – pasmo z płyty Promatect, 9 – kable i przewody elektryczne, 10 – półka kablowa, 11 – uszczelnienie z wełny mineralnej skalnej, 12 – złącza płyt ogniochronnych, 13 – masa szpachlowa, 14 – kit ogniochronny, 15–16 – zszywki stalowe, 17 – wkręty budowlane, 18 – kołki rozporowe, 19 – metalowy kołek rozprężny, 20 – poprzeczka wsporcza, 21–22 – wieszak, 23 – wspornik, 24 – słupek do zawieszenia wspornika, 25 – kątownik stalowy, 26 – strop masywny, 27 – tabliczka kontroli technicznej, 28 – kratka wentylacyjna [6]

działanie polega na odszczepianiu wody i pochłanianiu wydzielającego się ciepła. Stosuje się go jako dodatek do następujących materiałów: PS, ABS, poliolefinu, PVC, żywic epoksy-

dowych i nienasyconych żywic poliestrowych [4]. W celu zwiększenia odporności na oddziaływanie cieplne stosuje się mieszaniny związków nieorganicznych z bromowymi związkami

Lp.	Opis kanału	Grubość ścianki, w [mm]	Klasa odporności ogniowej
1.	Kanał kablowy o przekroju prostokątnym z płyt gipsowych o wymiarach 1000×500 mm	2×25 15+20 1×25 1×15	EI120 EI90 EI60 EI30
2.	Kanał kablowy o przekroju prostokątnym z płyt gipsowych Fireboard o maksymalnym obciążeniu kablem 20 kg/m oraz następujących wymiarach wewnętrznych: 900×400 mm 920×420 mm 940×440 mm 940×440 mm	2×25 2×20 2×15 2×15	EI120 EI90 EI60 EI30
3.	Kanał kablowy o przekroju prostokątnym z płyty silikatowo-cementowej Promatect o maksymalnych wymiarach wewnętrznych 1000×500 mm	50 30 20	EI120 EI60 EI30

Tab. 2. Przykłady kanałów kablowych typu I [6]



KONSTRUKCJE BAKS DO MONTAŻU
PANELI FOTOWOLTAICZNYCH



WWW.BAKS.COM.PL

E: BAKS@BAKS.COM.PL

T: +48 22 710 81 00

aromatycznymi. Do polietylenu PE-HD wprowadza się np. 6–10% związków bromowych i 3–6% Sb_2O_3 [4].

Działanie antypirenow fosforowych polega na wydzielaniu się pary wodnej, odwodnieniu i zwęglaniu powierzchni materiału. W efekcie powstaje warstwa zwęglona, odcinająca skutecznie dopływ tlenu do zwęglonego materiału izolacji przewodu [4].

Zagrożenia stwarzane przez palące się przewody wymusiły konieczność opracowania nowych izolacji o właściwościach elektrycznych nie gorszych od powszechnie stosowanych, lecz odpornych na działanie ognia oraz nie wydzielających toksycznych gazów podczas palenia. Uzyskane doświadczenie w produkcji kabli i przewodów bezhalogenowych, nierozprzestrzeniających ognia i odpornych na ogień, pozwoliło na ich podział na następujące grupy:

- 1) **kable i przewody nierozprzestrzeniające ognia i trudno zapalne** to takie, które nie zapalają się w wyniku zwarcia wewnętrznego, jeżeli nie są położone w środowisku palnym (np. kurz, miał węglowy), a w przypadku zapalenia się od zewnętrznego źródła ognia nie rozprzestrzeniają płomienia poza obszar jego działania i gasną po zlikwidowaniu zewnętrznego źródła ognia,
- 2) **kable i przewody bezhalogenowe** to takie, w których wszystkie zastosowane materiały izolacyjne, wypełniające i powłokowe nie zawierają halogenków, tzn. chloru, bromu i fluoru, a więc produkty ich rozkładu nie są korozyjne,
- 3) **kable i przewody bezhalogenowe, nierozprzestrzeniające płomienia** to takie, w których wszystkie zastosowane materiały izolacyjne, wypełniające i powłokowe nie zawierają halogenków, a więc produkty ich rozkładu nie są korozyjne; nie zapalają się w wyniku zwarcia wewnętrznego, a w przypadku zapalenia się od zewnętrznego źródła ognia nie rozprzestrzeniają płomienia poza obszar działania ognia i gasną po zlikwidowaniu zewnętrznego źródła ognia,
- 4) **kable i przewody ognioodporne** to takie, które nie zapalają się w wyniku zwarcia wewnętrznego, a w przypadku zapalenia się od zewnętrznego źródła ognia nie rozprzestrzeniają płomienia poza obszar jego działania i gasną po zlikwidowaniu zewnętrznego źródła ognia, jednocześnie zachowując izolację,
- 5) **kable i przewody bezhalogenowe, ognioodporne** – to takie, w których wszystkie za-

stosowane materiały izolacyjne, wypełniające i powłokowe nie zawierają halogenków, a więc produkty ich rozkładu nie są korozyjne; nie zapalają się w wyniku zwarcia wewnętrznego, a w przypadku zapalenia się od zewnętrznego źródła ognia, nie rozprzestrzeniają płomienia poza obszar działania ognia i gasną po zlikwidowaniu zewnętrznego źródła ognia.

I Kanały kablowe

W przypadku pożaru kabli lub przewodów ewakuacja może być znacznie utrudniona przez gwałtowny rozwój dymu i stężenie toksycznych gazów pożarowych. W celu ograniczenia zagrożenia stwarzanego przez palące się kable lub przewody elektryczne, stosuje się samodzielne sufity podwieszane, w celu stworzenia oddzielnej „strefy pożarowej” w przestrzeni międzysufitowej lub kanały kablowe wykonane z płyt o odpowiedniej klasie odporności ogniowej, dzięki czemu uzyskuje się osobną „strefę pożarową”, tak jak przedstawiono na **rysunku 3**.

Kanały kablowe stanowią zabezpieczenie przed działaniem ognia od środka – typ I (chronią one drogi ewakuacyjne przed skutkami pożaru instalacji elektrycznych) lub od zewnątrz – typ E (chronione są kable i przewody, które dostarczają energię elektryczną do urządzeń, które muszą funkcjonować podczas pożaru). W przypadku kanałów zabezpieczonych przed działaniem ognia od wewnątrz, ogień pozostaje zamknięty w kanale kablowym, pożar nie rozprzestrzenia się w przestrzeni międzysufitowej. Drogi ewakuacyjne pozostają w stanie używalności.

Funkcje ogniochronne kanałów kablowych przy działaniu ognia od wewnątrz oraz od zewnątrz przedstawia **rysunek 4**. Kanał kablowy w takim przypadku stanowi „osobną strefę pożarową”. Szybkość rozprzestrzeniania się ognia w kanale może dochodzić do 20 m/s w związku z powstającym efektem kominowym. Wskutek tego groźnego zjawiska, kanały kablowe oraz miejsca ich opuszczenia przez kable i przewody muszą być bardzo starannie izolowane od przedostawania się dymu i ognia.

W budynkach wysokich i wysokościowych, a także w rozległych obiektach handlowych i przemysłowych coraz powszechniej stosuje się przewody szynowe. Przewody te mają obudowę metalową i nie stwarzają zagrożenia powodowanego przez palącą się izolację, jednak podane działaniu temperatury około 400°C tracą

swoje właściwości konstrukcyjne. W przypadku gdy przewody te podczas pożaru muszą zapewnić dostawę energii elektrycznej do urządzeń pożarowych, należy je również prowadzić w kanałach ogniochronnych. Przykład ochrony ogniowej przewodu szynowego przedstawia **rysunek 7**.

Na **rysunku 5** została przedstawiona uproszczona konstrukcja kanału kablowego odpornego na działanie ognia z zewnątrz.

Widoczna na **rysunku 5**, kratka wentylacyjna jest wykonana z materiału pęczniącego, który pod działaniem wysokiej temperatury ulega uszczelnieniu i zapobiega przedostawaniu się płomienia i gorących spalin do wnętrza kanału. W przypadku kanałów ogniochronnych odpornych na działanie ognia od wewnątrz, kratka po uszczelnieniu uniemożliwia wydobywanie się płomienia i gorących spalin do innych pomieszczeń. Przykłady różnych konstrukcji kanałów kablowych przedstawiają **rysunki 6**, oraz **7**.

Kanały kablowe chronią kable i przewody przed pożarem z zewnątrz, zapewniając zachowanie funkcjonalności urządzeń, których praca jest konieczna podczas pożaru. Aby uniknąć przegrzania kabli i wzrostu oporności przewodzenia podczas normalnej pracy, do wymiany powietrza w kanałach stosuje się kratki wentylacyjne lub klapy wentylacyjne, które wbudowuje się w ściany kanału. Przykład konstrukcji kratki wentylacyjnej przedstawia **rysunek 8**.

Klapy wentylacyjne pozostają otwarte podczas normalnej eksploatacji, natomiast podczas pożaru zostają zamknięte przez automatyczne urządzenie zamykające. Przykład klapy wentylacyjnej Promat Ventbox przedstawia **rysunek 9**.

Parametry przykładowych kanałów kablowych przy działaniu ognia od zewnątrz (typ E) zostały przedstawione w **tabeli 1**, natomiast parametry przykładowych kanałów kablowych typu I zostały przedstawione w **tabeli 2**. Na **rysunku 10** zostały przedstawione szczegóły konstrukcyjne przykładowych kanałów kablowych typu I wykonanych z płyt silikatowo-cementowych.

Na **rysunku 11** zostały przedstawione szczegóły konstrukcyjne kanałów kablowych typu E wykonanych z płyt silikatowo-cementowych.



literatura do artykułu na
elektro.info.pl

WARTO WIEDZIEĆ!

Kanały kablowe i bierna ochrona przeciwpożarowa instalacji elektrycznych – jaką rolę w ograniczaniu zagrożeń pożarowych odgrywają prawidłowo wykonane oddzielenia przeciwpożarowe oraz zabezpieczenia przejść instalacyjnych? Na co jeszcze zwrócić uwagę podczas projektowania i wykonywania przejść instalacyjnych?

Zgodnie ze statystykami prowadzonymi przez Komendę Główną Państwowej Straży Pożarnej (KG PSP), w Polsce rocznie odnotowuje się ponad 100 tysięcy pożarów. Jak statystyki rozkładają się na poszczególne obiekty i gdzie szukać ich przyczyn? Analiza statystyk w obiektach przemysłowych i magazynowych wykazuje średnio około 3000 pożarów rocznie w latach 2020–2025, natomiast w sektorze mieszkaniowym i użyteczności publicznej to aż około 30 000 pożarów rocznie. Wady urządzeń oraz instalacji elektrycznych (zwarcia, przeciążenia, starzenie się izolacji) odpowiadają za około 25% wszystkich incydentów w przemyśle, plasując się w ścisłej czołówce przyczyn – zaraz obok błędów ludzkich i podpałów.

To zasadniczo różni instalacje elektryczne od innych instalacji, np. sanitarnych, które nie niosą ryzyka zarzewia ognia. Kolejnym czynnikiem ryzyka jest tu umiejscowienie instalacji. Zapalenie się instalacji w przestrzeniach podpodłogowych, podsufitowych i szachtach teletechnicznych sprawia, że działają w takich przypadkach jak „autostrady”, którymi ogień, toksyczne gazy i dym błyskawicznie rozprzestrzeniają się do sąsiednich stref pożarowych, jeśli nie zastosowano odpowiednich zabezpieczeń pasywnych.

Wymagania w tym zakresie określa Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, jednakże sprostanie tym wymaganiom i zapewnienie odpowiedniej odporności ogniowej i pożarowej dla obiektu wymaga całościowego podejścia i możliwości zapewnienia systemów, które spełnią ich wymagania.

Zgodnie z pkt 1 §234 przepusty instalacyjne w elementach oddzielenia przeciwpożarowego powinny mieć klasę odporności ogniowej (EI) wymaganą dla tych elementów. Oznacza to, że zabezpieczenie należy wykonać w tej samej klasie odporności ogniowej (szczelności ogniowej (E) i izolacyjności ogniowej (I)) co strop lub ściana, ponieważ tzw. przejście przywraca odporność ogniową przegrody w miejscu przerwania jej ciągłości przez instalację.

Tego typu przejście instalacyjne można zabezpieczyć w systemie masy ablacyjnej mcr Tecbor Joint Paste Ready to Use.

Sytuacja komplikuje się, gdy mamy duży zestaw instalacji w jednym przepuszczeniu – zgodnie z pkt 2 §232 „W ścianie oddzielenia przeciwpożarowego łączna powierzchnia otworów, o których mowa w ust. 1, nie powinna przekraczać 15% powierzchni ściany, a w stropie oddzielenia przeciwpożarowego – 0,5% powierzchni stropu”.

Z drugiej strony ograniczeniem jest zapis dla przejść kombinowanych – gdzie dopuszcza się maksymalnie 60% wypełnienia otworu instalacjami. Sprostanie tym zapisom wymaga właściwego zaplanowania rozmieszczenia instalacji w otworze. Rozmieszczenie powinno też uwzględniać konieczną przestrzeń do pracy instalatora. Bez odpowiedniego dostępu, pomimo pełnej certyfikacji systemu ogniochronnego, pracownik nie będzie w stanie zastosować szczelnego wypełnienia otworu wełną mineralną i masami ogniochronnymi. Przejście instalacyjne, jak i każdy system przeciwpożarowy ma co najwyżej taką odporność ogniową jak jego najsłabszy element.



Mateusz Chmurczyk
Product Manager
Inspektor Ochrony Pożarowej
mcr S.A.

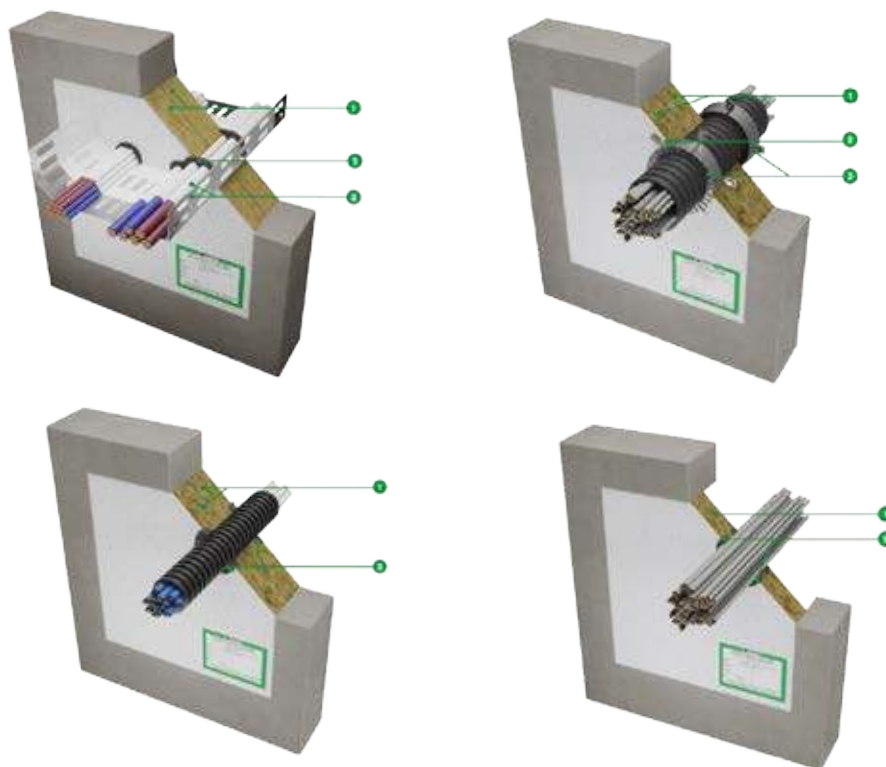
§234.2, informujący o dopuszczeniu nieinstalowania przepustu do pomieszczeń higieniczno-sanitarnych, nie wzmiankuje o wszystkich instalacjach, lecz jedynie o rurach instalacji wodnych, kanalizacyjnych i grzewczych. Zatem przejścia instalacji elektrycznych i teletechnicznych do łazienek, natrysków, umywalni, w sytuacji, gdy przylegają one do granicy stref pożarowych – również wymagają zabezpieczenia. Tu kluczowy jest dodatkowy parametr – trwałości systemu w danych warunkach środowiskowych, np. Z1 – obejmujący pomieszczenia o wilgotności >85%, jak np. w przypadku mas mcr Polylack Elastic lub mcr Tecbor Joint Paste.

Często dyskutowany zapis pkt 3 §234, dotyczący potrzeby wykonywania przejść instalacyjnych do pomieszczeń wydzielonych, o klasie min. REI/EI60 o średnicy otworu > 4 cm jest nieprecyzyjny. Zatem w tej sytuacji przejście nawet pojedynczego kabla trafiającego do przedsiionka przeciwpożarowego lub obudowanej klatki schodowej będzie wymagało uszczelnienia.

Wśród innych wymagań prawnych dla kabli i tras kablowych pojawia się potrzeba zabezpieczenia ich na długości, np. w formie zabudowy ogniochronnej, w zależności od przeznaczenia instalacji do określonej klasy EI lub PH/E. Wymagania dla takich zabudów, np. w systemie mcr Silboard, to już temat na osobny artykuł.

Podstawową kwestią jest grubość i materiał budowy ściany lub stropu. Nie każda ściana o danej odporności ogniowej może bezpośrednio stanowić podstawę do wykonania przejścia instalacyjnego. Przykładem mogą tu być ścianki szachtowe o grubości 40 mm w klasie EI120. Typowa grubość minimalna przegrody ściennej do wykonywania przejść instalacyjnych to 10 cm. Jedynie wybrane systemy, np. mcr Tecbor Joint Paste, mają zapisy w ocenach technicznych dopuszczające cieńsze ściany.

Ważne jest również wspomniane wcześniej zachowanie minimalnych odległości pomiędzy instalacjami oraz instalacji od krawędzi otworu. Minimalne odległości są wskazane z uwagi na potrzebę właściwego uzupełnienia przestrzeni wełną, pianką lub odpowiednimi masami. Miejscem kluczowym do uszczelnienia jest styk kabli leżących wewnątrz trasy kablowej z wypełnieniem z wełny. Kiedy leży ona bezpośrednio pod stropem, wykonawca ma bardzo utrudnione zadanie do wykonania. Kolejną istotną kwestią jest odległość, w jakiej dana trasa kablowa jest podwieszona od przejścia. W normalnych warunkach użytkowych nie będzie to miało dużego znaczenia, ale podczas oddziaływania pożaru



Przykładowe modele rozwiązań dla przejść elektrycznych kombinowanych w systemie mcr Polylock Elastic

deformująca się trasa kablowa mogłaby obciążyć i miejscowo przerwać wypełnienie, co spowodowałoby utratę szczelności ogniowej (E). Typowo dystans ten jest wskazywany na maksymalnie 40 cm, ale zależy od zapisów danego systemu uszczelnieniowego.

Warto wspomnieć o zagadnieniu samego wypełnienia i uszczelnienia. Kluczowe jest tutaj zastosowanie wypełnienia zgodnego z zapisami w danej ocenie technicznej, z materiałów o odpowiedniej grubości i gęstości (np. wełna mineralna 150 kg/m³, o grubości 12 cm), właściwego uszczelnienia powierzchniowego (wełny, kabli i tras kablowych) i krawędziowego z masy ablacyjnej (np. mcr Polylock Elastic) lub pęczniającej (mcr Polylock F, mcr Polylock KG). W przypadku mas ważne jest zachowanie minimalnych grubości malowania. Typowa grubość 1 mm wymaga aplikacji min. 1,9 kg/m² masy. Tutaj duże znaczenie ma przedstawienie detali wykonawczych w przekroju, jak i w postaci modelu, który pomaga zobrazować szczegóły wykonania przejścia.

Kwestie wykonawcze w zakresie ppoż. dla przepustu elektrycznego czasami komplikuje pozorne ułatwienie, tj. zastosowanie peszli. Rurka plastikowa, np. z PCV, w której poprowadzone są kable, wymaga odmiennego podejścia, z uwagi na to, że podczas pożaru może się stopić i pozostawić wolną przestrzeń. Zabezpieczenie tego typu instalacji polega na zastosowaniu grubszego uszczelnienia krawędziowego z masy pęczniającej, np. 25x25 mm z masy mcr Polylock KG dla rur o średnicy do Ø50 lub zastosowaniu kołnierzy pęczniących mcr PS.

Znaczące dla samego procesu uszczelnienia ppoż. jest właściwe umiejscowienie go w harmonogramie prac. Pozostawianie zabezpieczeń przejść instalacyjnych na sam koniec przyczynia się do znacznego wzrostu kosztów robocizny z uwagi na utrudniony dostęp (np. sufity wykończeniowe, zabudowa kanałów wentylacyjnych, oddymiających).

Równie istotnym, choć wciąż niedocenianym aspektem skutecznej ochrony przeciwpożarowej, jest komunikacja pomiędzy wszystkimi uczestnikami procesu inwestycyjnego. Nawet najlepsze rozwiązania systemowe nie zastąpią wymiany informacji i współpracy projektantów, wykonawców, inwestorów, producentów oraz osób odpowiedzialnych za nadzór nad realizacją inwestycji. To właśnie wspólne zrozumienie wymagań technicznych i zasad prawidłowego wykonawstwa pozwala uniknąć błędów, ograniczyć koszty oraz zapewnić oczekiwany poziom bezpieczeństwa.

Dlatego tak ważne jest ciągle poszerzanie wiedzy i podnoszenie kwalifikacji. Branża ochrony przeciwpożarowej nieustannie się rozwija – zmieniają się przepisy, pojawiają się nowe technologie i rozwiązania materiałowe. Uczestnictwo w szkoleniach, seminariach oraz programach edukacyjnych, takich jak mcrEDU, daje możliwość zdobywania praktycznej wiedzy, wymiany doświadczeń oraz poznawania dobrych praktyk, które przekładają się na wyższą jakość realizowanych zabezpieczeń przeciwpożarowych.

Bezpieczeństwo pożarowe zaczyna się od wiedzy, ale jego fundamentem pozostaje współpraca i skuteczna komunikacja wszystkich uczestników procesu budowlanego.

Więcej informacji:



Precyzyjna lokalizacja doziemień przy wykorzystaniu Ramki A od Sonel

Uszkodzenie izolacji kabli nn i SN w gęsto uzbrojonym terenie oznacza ryzyko kosztownych, nietrafionych wykopów. Odpowiedzią na to wyzwanie jest Ramka A LKR-2500 od Sonel. Dzięki cyfrowemu wsparciu operatora narzędzie to pozwala na precyzyjne wyznaczanie miejsc uszkodzeń i rewolucjonizuje współczesną diagnostykę kablową.

Wyzwania w diagnostyce linii elektroenergetycznych: problem „leja potencjału”

Gdy izolacja kabli nn, SN oraz innych linii elektroenergetycznych ulega uszkodzeniu, kluczowe staje się precyzyjne określenie miejsca upływu prądu do ziemi. W praktyce oznacza to konieczność zlokalizowania tzw. „leja potencjału”, tj. punktu, w którym energia „ucieka” z przewodu i rozprasza się w gruncie.

W realiach gęsto uzbrojonego terenu nawet niewielki błąd lokalizacji prowadzi do kosztownych wykopów, ingerencji w nawierzchnię oraz ryzyka uszkodzenia infrastruktury towarzyszącej. Dlatego profesjonalna diagnostyka nie może kończyć się wyłącznie na wyznaczeniu trasy kabla.

Ramka A kontra klasyczne lokalizatory

Odpowiedzią na te wyzwania jest Ramka A LKR-2500 firmy Sonel – narzędzie zaprojektowane do precyzyjnego wyznaczania miejsca uszkodzenia powłok i izolacji. W przeciwieństwie do

klasycznych lokalizatorów elektromagnetycznych, system wykorzystuje metodę różnicy potencjałów w gruncie, umożliwiając operatorowi rzeczywiste śledzenie i podążanie za prądem uszkodzeniowym.

Zasada działania systemu Sonel LKR-2500: różnica potencjałów i przesunięcie fazowe

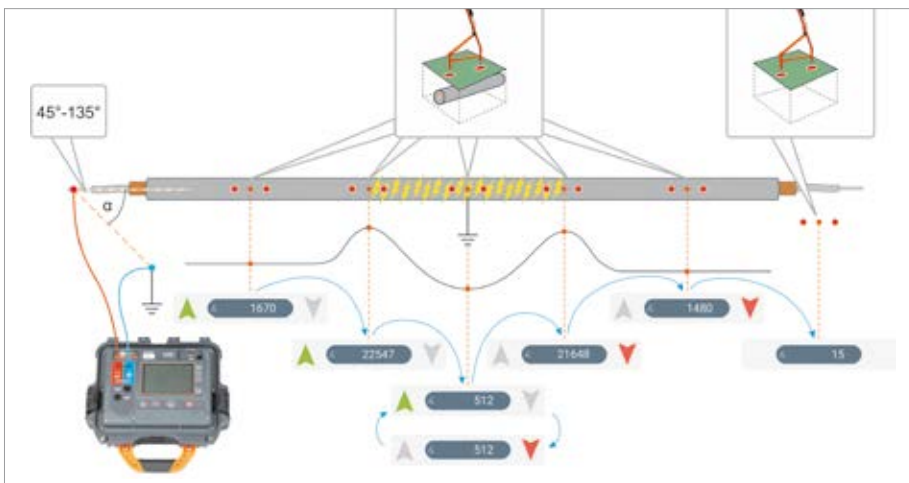
Zasada działania systemu opiera się na wprowadzeniu do badanego kabla sygnału pomiarowego z nadajnika Sonel LKN-2500, o częstotliwościach 263 Hz + 526 Hz lub 512 Hz + 1024 Hz, w zależności od wybranego trybu pracy. W miejscu uszkodzenia powstaje charakterystyczny rozkład potencjału (gradientu potencjału w gruncie), który jest wykrywany przez Ramkę A, wyposażoną w dwie elektrody pomiarowe.

Warunkiem uzyskania prawidłowych wskazań jest prowadzenie Ramki A wzdłuż trasy badanego kabla. Znaczne odchylenie od osi kabla powoduje zmianę rozkładu potencjału mierzonego przez elektrody, co może prowadzić do osłabienia sygnału i błędnej interpretacji wskazań kierunkowych.

Urządzenie rejestruje nie tylko różnicę potencjałów, ale analizuje również przesunięcie fazowe sygnału. Pozwala to na jednoznaczną iden-



Fot. 1. Pomiary przy użyciu zestawu Sonel LKR-2500 Pro zawierającego Ramkę A



Rys. 1. Schemat połączeń i siła sygnału podczas lokalizacji uszkodzenia izolacji poprzez wykrycie spadku sygnału przy zmianie znaku polaryzacji. Sygnał wprowadzany przez nadajnik Sonel LKN-2500



Rys. 2. Lokalizacja doziemienia przy wykorzystaniu Ramki A od Sonel

tyfikację prądu upływu i odróżnienie go od zakłóceń biernych czy indukcji. Na tej podstawie system precyzyjnie wskazuje kierunek do miejsca uszkodzenia izolacji.

Bezpieczne wykopy i duża dokładność w strefie awarii

W miarę zbliżania się do miejsca uszkodzenia wartości pomiarowe rosną, a po jego minięciu kierunek wskazań ulega natychmiastowemu odwróceniu. Zmiana kierunku oraz charakterystyki sygnału pozwala jednoznacznie wyznaczyć strefę awarii, z dokładnością odpowiadającą rozstawowi elektrod ramki. W praktyce oznacza to wskazanie obszaru o szerokości zaledwie kilkunastu centymetrów, co idealnie pokrywa się z szerokością wąskich tyłek koparek podsiębiernych.

Precyzja ta pozwala na bezpieczne zdjęcie warstwy wierzchniej gruntu za pomocą ciężkiego sprzętu jedynie do poziomu taśmy znacznikowej. Dalsze prace, bezpośrednio przy kablu, powinny być prowadzone ręcznie, co eliminuje ryzyko przypadkowego nacięcia izolacji tyłką koparki. Tak przygotowany wykop nie tylko wy-

znacza miejsce awarii, ale zapewnia monterowi niezbędną przestrzeń do swobodnego poruszania się i poprawnego wykonania mufy naprawczej.

Analiza rozkładu potencjału: lokalizacja punktu przejścia przez zero

Gdy operator zbliża się do miejsca uszkodzenia, wartości pomiarowe dynamicznie rosną, osiągając maksimum tuż przed awarią. Proces ten odzwierciedla charakterystyczna krzywa, zwana potencjałem w gruncie. W samym punkcie uszkodzenia (piku) następuje przejście przez zero, a po jego minięciu kierunek wskazań ulega natychmiastowemu odwróceniu.

Warto podkreślić, że precyzyjna wizualizacja jest efektem pracy pełnego zestawu Sonel LKZ-2500 Pro (integracja ramki LKR z detektorem LKD). Dzięki tej fuzji użytkownik widzi na ekranie tabletu nie tylko kierunek do wycieku, ale również potwierdzenie trasy kabla, co objawia się zmianą koloru i zwrotu strzałki dokład-

nie w punkcie przejścia przez zero. Taka charakterystyka pozwala na bezbłędne „wycentrowanie” przyrządu nad defektem izolacji.

W praktyce użytkownik widzi to na ekranie tabletu jako zmianę koloru i zwrotu strzałki np. z zielonej na czerwoną przy przesunięciu ramki zaledwie o kilka centymetrów wzdłuż osi kabla. Taka charakterystyka pozwala na precyzyjne „wycentrowanie” przyrządu dokładnie nad defektem izolacji.

Cyfrowe przetwarzanie sygnału i pełna automatyzacja pomiaru

Kluczową przewagą Sonel LKR-2500 jest nowoczesna architektura przetwarzania sygnału. Zastosowane algorytmy realizują cyfrową korelację w czasie rzeczywistym, analizując sygnał z bardzo wysoką rozdzielczością czasową. W praktyce przekłada się to na wysoki stosunek sygnału do szumu (wyższy SNR oznacza lepszą jakość, wyraźniejszy sygnał i mniejsze zakłócenia) oraz stabilność wskazań nawet przy bardzo niskich poziomach sygnału. Eliminuje to zjawisko „pływania” odczytów i znacząco poprawia komfort pracy w trudnych warunkach terenowych.

Co niezwykle istotne, **urządzenie działa w sposób w pełni automatyczny**. Podczas pracy z systemem LKR czy LKD operator nie musi tracić czasu na ręczną regulację wzmocnienia sygnału. Ta inteligentna automatyzacja zapewnia znacznie niższy próg wejścia dla niedoświadczonych lub początkujących pracowników, pozwalając im na bezbłędne i efektywne realizowanie zadań już od pierwszego dnia pracy ze sprzętem.

Zdalne sterowanie i optymalizacja sprzętowa z aplikacją Sonel LKZ Mobile

System został zaprojektowany zgodnie z filozofią „kieruj i znajdź”. Dzięki pełnej integracji z aplikacją mobilną Sonel LKZ Mobile, użytkownik otrzymuje jednoznaczne wskazania kierunkowe w formie dynamicznych strzałek, co eliminuje konieczność interpretacji surowych danych i redukuje ryzyko błędów.

Cały system sterowany jest zdalnie za pomocą smartfona lub tabletu. W kwestii sprzętowej producent pozostawia użytkownikowi pełną elastyczność: dedykowane urządzenie mobilne można dokupić w gotowym zestawie lub wykonać sprzęt, który pracownicy posiadają już na swoim stanie. Taka unifikacja pozwala ograniczyć liczbę urządzeń zabieranych w teren oraz znacząco optymalizuje koszty wdrożenia.

Możliwości samej aplikacji wykraczają jednak daleko poza sam pomiar. System pozwala na



Rys. 3. Ekran aplikacji Sonel LKZ Mobile po podłączeniu Ramki A



Rys. 4. Ramka A (Sonel LKR-2500) i aplikacja mobilna Sonel LKZ Mobile

cyfrowe zarejestrowanie całej trasy kabla, wraz z naniesionymi wynikami z ramki LKR. W miejscu wykrycia doziemienia operator może utworzyć precyzyjny punkt pomiarowy, wzbogaćony o dokumentację zdjęciową, notatki głosowe oraz dokładne współrzędne GPS.

Tak przygotowany raport można natychmiast udostępnić zespołom naprawczym. Co istotne, jest to metoda znacznie pewniejsza niż tradycyjne znaczniki na gruncie (farba, paliki), które mogą zostać zmyte przez deszcz lub przemieszczone podczas prac terenowych. Dzięki funkcji nawigacji do zapisanego punktu, ekipa naprawcza może wrócić dokładnie w to samo miejsce nawet po długim czasie, odtwarzając trasę i korzystając z zapisanego uszkodzenia jako celu prowadzenia.

Maksymalna odporność na zakłócenia miejskie dzięki fuzji danych

W środowisku miejskim szczególnego znaczenia nabiera odporność na zakłócenia. Należy jednak pamiętać, że każda metoda lokalizacji,

niezależnie od klasy zastosowanego urządzenia, podlega ograniczeniom wynikającym z praw fizyki oraz specyfiki danego środowiska. Czynniki takie jak skrajna mineralizacja gruntu, gwałtowne zmiany jego zawilgocenia czy ekstremalne zagęszczenie przewodzącej infrastruktury podziemnej mogą wpływać na stabilność sygnału, a w specyficznych warunkach wręcz uniemożliwić precyzyjne trasowanie.

System Sonel rozwiązuje ten problem poprzez zaawansowaną fuzję danych, możliwość jednoczesnej pracy Ramki A z detektorem LKD-2500. W tej konfiguracji ramka punktuje doziemienie na podstawie gradientu napięcia, podczas gdy detektor weryfikuje przebieg trasy poprzez analizę parametrów sygnału magnetycznego. Taka redundancja pomiarowa dostarcza operatorowi dodatkowych danych diagnostycznych, pozwalając na rzetelną ocenę sytuacji tam, gdzie pojedyncze metody zawodzą.

Takie podejście umożliwia skuteczne odróżnienie rzeczywistego uszkodzenia od prądów błądzących czy indukcji w sąsiednich instalacjach. System pozwala wykrywać zarówno poważne zwarcia, jak i wczesne, wysokorezystancyjne uszkodzenia izolacji, które dopiero zaczynają się rozwijać.

Integracja funkcji lokalizacyjnych umożliwia jednocześnie śledzenie trasy kabla oraz wyznaczenie miejsca uszkodzenia podczas jednego przejścia pomiarowego. Znacznie zwiększa to efektywność pracy i skraca czas lokalizacji awarii.

Ergonomia, ochrona IP67 i profesjonalna dokumentacja terenowa

Nie bez znaczenia pozostaje ergonomia użytkowania. Lekka, składana konstrukcja ramki oraz

komunikacja bezprzewodowa Bluetooth eliminują ograniczenia typowe dla starszych rozwiązań przewodowych oraz znacznie ułatwiają operowanie sprzętem w terenie. Dodatkowo wysoki stopień ochrony IP67 zapewnia niezawodność działania konstrukcji nawet w najtrudniejszych warunkach pogodowych, takich jak intensywny deszcz czy błoto.

Nowoczesna diagnostyka to także pełna dokumentacja. System umożliwia rejestrowanie wyników wraz z lokalizacją GPS, zdjęciami oraz notatkami terenowymi. Dzięki temu każda awaria może zostać precyzyjnie udokumentowana i przekazana zespołom serwisowym jako kompletny zestaw danych do podjęcia działań naprawczych.

Podsumowanie: wyższa efektywność operacyjna i szybki zwrot z inwestycji

Zastosowanie Ramki A LKR-2500 oznacza przejście od przybliżonej lokalizacji do precyzyjnego wskazania miejsca uszkodzenia. Ograniczenie zakresu wykopów, skrócenie czasu napraw oraz zwiększenie bezpieczeństwa prac sprawiają, że inwestycja w system szybko się zwraca i zapewnia wymierne korzyści operacyjne.

Zaproszenie na warsztaty praktyczne Sonel

W celu pełnego wykorzystania możliwości systemu Sonel LKZ-2500 firma Sonel prowadzi cykliczne, bezpłatne warsztaty praktyczne. Szkolenia odbywają się raz w miesiącu na specjalistycznym poligonie w Świdnicy i pozwalają na pracę z urządzeniami w rzeczywistych warunkach terenowych. To doskonała okazja do zdobycia praktycznych umiejętności, konsultacji z ekspertami oraz wymiany doświadczeń z innymi specjalistami z branży. Najbliższy termin szkolenia można sprawdzić na stronie: sonel.pl/pl/szkolenia.



Fot. 2. Lokalizacja kabli i infrastruktury podziemnej – bezpłatne szkolenie techniczne dla klientów Sonel



SONEL S.A.
58-100 Świdnica
ul. Wokulskiego 11
tel. 74 884 10 53
bok@sonel.pl
www.sonel.pl

Modelowanie i ocena wydajności produkcji elektrowni fotowoltaicznej na przykładzie lokalizacji w południowo-wschodniej Polsce

Energetyka słoneczna stała się jednym z filarów transformacji energetyki w Polsce i na świecie. Według danych Międzynarodowej Agencji Energii, na przestrzeni następnych trzech lat spodziewany jest średni wzrost światowego zapotrzebowania na energię elektryczną na poziomie 3,4% [1], napędzany m.in. digitalizacją, rozwojem nowych technologii i wzrostem konsumpcji. Kraje, których systemy elektroenergetyczne opierały się dotąd na paliwach kopalnych, intensyfikują prace nad dywersyfikacją swoich źródeł wytwórczych – przede wszystkim ze względu na wiek jednostek konwencjonalnych, politykę klimatyczną oraz dążenie do zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego.

Celem opracowania jest analiza techniczna hipotetycznej elektrowni fotowoltaicznej o mocy zainstalowanej 10 MWp, zlokalizowanej w południowo-wschodniej Polsce. Skupiono się na trzech kluczowych zagadnieniach: składowych i intensywności promieniowania słonecznego, rzeczywistej uzyskiwanej sprawności modułów fotowoltaicznych oraz zmienności produkcji energii elektrycznej w skali roku. Obliczenia wykonano w oparciu o rzeczywiste dane meteorologiczne dla najbliższej zlokalizowanej stacji pogodowej IMGW.

Wielkości opisujące zasoby energii słonecznej

Trzema parametrami najczęściej wykorzystywanymi do opisu potencjału energetycznego danej lokalizacji są: natężenie promieniowania

słonecznego, uśłonecznienie oraz nasłonecznienie. Natężenie promieniowania słonecznego definiowane jest jako gęstość mocy promieniowania padającego na 1 m^2 powierzchni w czasie 1 s i wyrażane w W/m^2 . Część energii jest pochłaniana i odbijana przez atmosferę ziemską, dlatego najczęstszy możliwy do wykorzystania przez człowieka zakres wynosi $100\text{--}800 \text{ W/m}^2$. Wartości powyżej 1000 W/m^2 obserwowane są tylko w wyjątkowo korzystnych warunkach, takich jak bezchmurne niebo.

Uśłonecznienie to liczba godzin słonecznych w ciągu roku, podczas których na daną powierzchnię padają bezpośrednie promienie słoneczne – wielkość ta jest powiązana z lokalnymi warunkami pogodowymi, a nie z dostępnymi zasobami energii. W Polsce plasuje się ono w zakresie ok. $1460\text{--}1620 \text{ h/rok}$.

Nasłonecznienie natomiast, uważane za najistotniejszą z rozpatrywanych wielkości, jest całką natężenia promieniowania w danym czasie i na danej powierzchni i wyrażane jest w Wh/m^2 lub J/m^2 . W Polsce zmienia się od ok. 850 kWh/m^2 na Żuławach do ok. 1160 kWh/m^2 w południowo-wschodniej części kraju [2]. Im większa jest wartość nasłonecznienia, tym więcej energii jest w stanie wyprodukować rozpatrywana instalacja, co bezpośrednio przekłada się na wybór lokalizacji.

Wpływ warunków atmosferycznych

Poza zasobami promieniowania na pracę elektrowni wpływa szereg czynników takich jak np. temperatura otoczenia. Jej zmiany wpływa-

ją na temperaturę ogniwa, a ta z kolei na jego sprawność. W miesiącach zimowych, dzięki niższej temperaturze otoczenia oraz lepszemu chłodzeniu, w tym silniejszym wiatrom, obserwujemy wzrost sprawności modułów – sytuacja odwrotna ma miejsce latem.

Istotną rolę odgrywają także opady atmosferyczne, których wpływu nie można ocenić jednoznacznie. Przykładem na to jest deszcz, w przypadku którego za korzystne należy uznać czyszczenie oraz chłodzenie modułów. Śnieg, rosę czy grad należy skategoryzować jako czynniki niekorzystne, powodujące zmniejszenie produkcji energii, przywieranie pyłów czy uszkodzenia mechaniczne [3].

I Założenia projektu

Jako lokalizację projektu wybrano teren o najkorzystniejszych w kraju warunkach nasłonecznienia, panujących w południowo-wschodniej Polsce. Hipotetyczną elektrownię ulokowano w okolicach Rzeszowa, stolicy województwa podkarpackiego. Na potrzeby obliczeń założono wykorzystanie 16 000 sztuk modułów dwustronnych o mocy jednostkowej 625 W oraz sprawności referencyjnej na poziomie 22,36%, charakteryzujących się degradacją na poziomie 1% w pierwszym oraz 0,4% w każdym kolejnym roku [4]. Przyjęto nachylenie modułów pod kątem $\beta = 30^\circ$ oraz stałe skierowanie w kierunku południowym, bez stosowania systemów nadążnych.

Dane klimatyczne przyjęte do obliczeń pochodzą z bazy „Typowych lat meteorologicznych i statystycznych danych klimatycznych dla

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono model obliczeniowy uzysków słonecznych i produkcji energii elektrycznej dla farmy fotowoltaicznej zlokalizowanej w województwie podkarpackim o łącznej mocy zainstalowanej 10 MWp. Zwrócono uwagę na wszystkie składowe promieniowania słonecznego – bezpośrednie, rozproszone i odbite, bazując na rzeczywistych danych meteorologicznych dla każdej z 8760 godzin roku kalendarzowego. Przeanalizowano wpływ realnych warunków pogodowych na sprawność pracy modułów, a uzyskane wyniki zestawiono z danymi referencyjnymi. Wykazano, że wbrew powszechnemu przekonaniu – utożsamianemu wydajność systemów fotowoltaicznych głównie z promieniowaniem bezpośrednim – to promieniowanie rozproszone odpowiada za większość energii elektrycznej wyprodukowanej w skali roku.

Słowa kluczowe: farma fotowoltaiczna, promieniowanie bezpośrednie, promieniowanie rozproszone, generacja OZE, sprawność modułów PV, promieniowanie odbite.

obszaru Polski”, stanowiącej uśrednienie wieloletnich pomiarów dla reprezentatywnych stacji meteorologicznych na terenie Polski [5]. Zastosowano dane ze stacji meteorologicznej Rzeszów Jasionka.

Model obliczeniowy promieniowania i produkcji energii

Na potrzeby obliczeń zastosowano izotropowy model promieniowania na powierzchnię nachyloną wg Liu i Jordana, uwzględniający wszystkie trzy składowe [6]:

$$I(t) = I_b(t) \cdot R_b(t) + I_d(t) \cdot R_d(t) + [I_b(t) \cdot I_d(t)] \cdot \rho_o \cdot R_o$$

gdzie: $I_b(t)$ i $I_d(t)$ to godzinowe napromienowanie bezpośrednie i rozproszone, $\rho_o = 0,2$ to refleksyjność podłoża (trawa naturalna), a współczynniki korekcyjne dla promieniowania odbitego, rozproszonego i bezpośredniego zależą od kąta pochylenia powierzchni β , kąta padania promieniowania na powierzchnię $\theta(t)$ oraz kąta zenitu $\theta_z(t)$ i wynoszą odpowiednio:

$$R_o(t) = \frac{1 - \cos(\beta)}{2}, \quad R_d(t) = \frac{1 + \cos(\beta)}{2}$$

$$R_b(t) = \frac{\cos(\theta(t))}{\cos_z(\theta(t))}$$

Powyższe wartości poszczególnych kątów wyznaczane są dla każdej godziny na podstawie położenia Słońca i zależą od bieżących wartości deklinacji słonecznej δ , szerokości geograficznej analizowanego miejsca Φ , kąta godzinowego ω oraz kąta azymutalnego powierzchni γ .

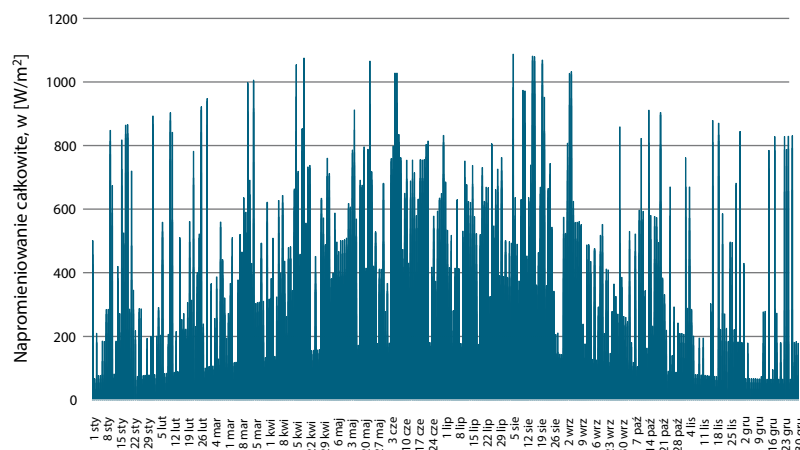
Model obliczeniowy sprawności i temperatury modułu

Podawane przez producenta wartości sprawności modułów w warunkach referencyjnych (STC: 1000 W/m², temperatura powierzchni ogniwa = 25°C, AM = 1,5) są w polskim klimacie bardzo rzadko osiągalne. Posłużono się więc zależnościami, które uwzględniają rzeczywistą temperaturę modułów oraz panujące warunki atmosferyczne [7]:

$$\eta_{pv} = \eta_{ref} \cdot \left(1 + \left(\frac{B}{100} \right) \cdot (T_m - T_{ref}) \right)$$

gdzie:

$\eta_{ref} = 22,36\%$ – sprawność referencyjna,
 $B = -0,29\%/^{\circ}\text{C}$ – temperaturowy współczynnik zmiany sprawności,
 $T_{ref} = 25^{\circ}\text{C}$ – temperatura referencyjna,
 T_m – temperatura modułu określona zależnością:



Rys. 1. Napromienowanie całkowite w każdej godzinie roku [opr. własne]

$$T_m = \frac{I - I \cdot \eta_{ref} \cdot \left(1 - \frac{B}{100} \cdot T_{ref} \right) + U \cdot T_a}{I \cdot \eta_{ref} \cdot \frac{B}{100} + U}$$

gdzie:

I – natężenie promieniowania słonecznego,
 U – współczynnik wymiany ciepła uwzględniający prędkość wiatru,
 T_a – temperatura otoczenia.

Model obliczeniowy produkcji energii

Produkcję energii elektrycznej wyznaczono przy pomocy iloczynu natężenia promieniowania całkowitego, rzeczywistej sprawności i całkowitej powierzchni modułów:

$$E(t) = \frac{I(t) \cdot \eta_{pv} \cdot A_c}{10^6}$$

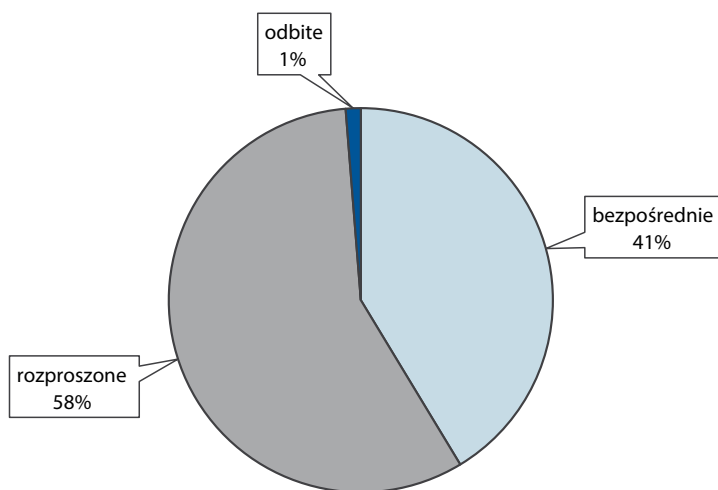
gdzie:

$$A_c = 16\,000 \times 2,795 \text{ m}^2.$$

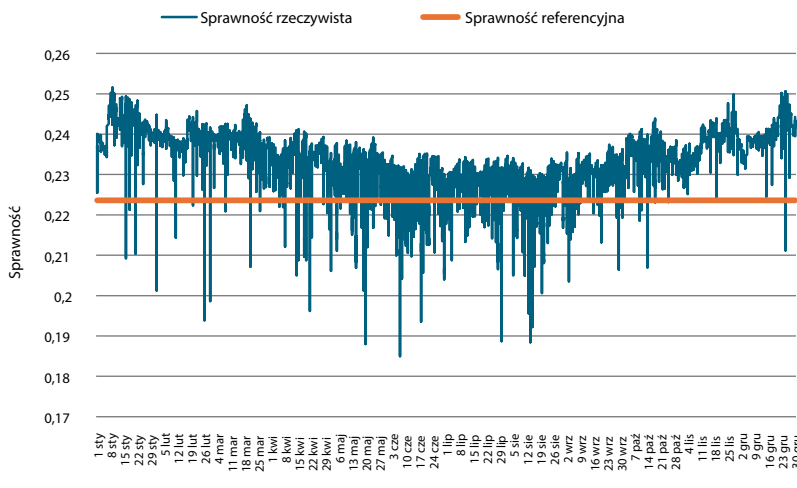
Suma iloczynów dla każdej z 8760 godzin roku kalendarzowego pozwala na uzyskanie całkowitego wolumenu wyprodukowanej energii elektrycznej przez analizowaną farmę fotowoltaiczną.

Promieniowanie słoneczne – wyniki

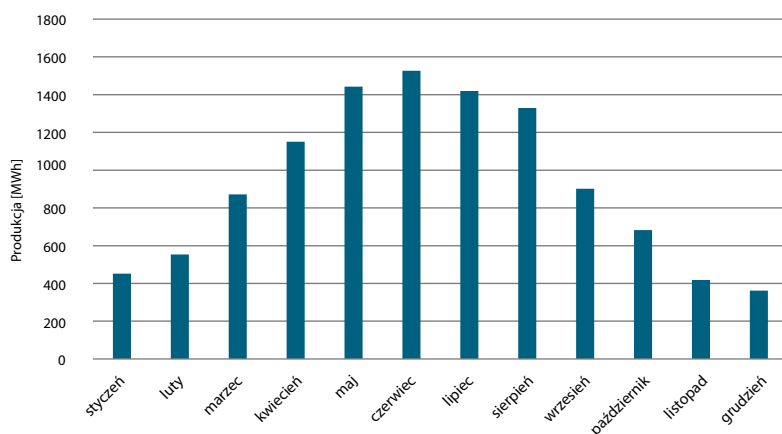
Każdą z poszczególnych składowych promieniowania (odbite, rozproszone i bezpośrednie) obliczono indywidualnie dla danej powierzchni pochyłonej i pełnego roku kalendarzowego, zachowując odstępy godzinowe między pomiarami. Zgodnie z oczekiwaniami – miesiące letnie wykazały istotną dominację intensywności promieniowania, co bezpośrednio przekłada się na większy potencjał w zakresie wytwarzania energii elektrycznej z analizowanej instalacji.



Rys. 2. Udział poszczególnych składowych promieniowania [opr. własne]



Rys. 3. Zależność między sprawnością referencyjną a rzeczywistą modułów fotowoltaicznych w ciągu roku [opr. własne]



Rys. 4. Produkcja energii elektrycznej przez elektrownię dla każdego miesiąca roku

Wyniki ukazują liczne skokowe przyrosty wartości, charakteryzujące w głównej mierze godzinę okołopołudniową. To wtedy właśnie promienie słoneczne wprost operują na powierzchni modułów, co jest charakterystyczne dla promieniowania bezpośredniego. Wyniki dla tej składowej osiągają wartości bliskie wartościom maksymalnym – niezależnie od pory roku, niejednokrotnie przekraczając barierę 900 Wh/m². W okresie letnim dochodzi do tego większa liczba godzin z umiarkowanym natężeniem rzędu 100–400 Wh/m².

Promieniowanie rozproszone charakteryzuje się bardziej zrównoważonym rozkładem, bez charakterystycznych pików. Na jego przykładzie można dostrzec wyraźną charakterystykę cyklu rocznego, kiedy to wartości rosną wraz z kolejnymi miesiącami wiosennymi i letnimi, aby sukcesywnie opaść w okresie chłodnym. Szczyt godzinowy, przekraczający 373 Wh/m², przypadał na czerwiec, natomiast w ujęciu miesięcznym najwięcej energii rozproszonej dostarczył lipiec.

Najmniejsze znaczenie w analizie uzysków słonecznych ma promieniowanie odbite. Jego przebieg, podobnie jak dla rozproszonego, podąża za następstwem pór roku i długością dnia, jednak wartości pozostają nieporównywalnie niskie. Najwyższe obliczone maksimum dla tej składowej wyniosło zaledwie 14 Wh/m², czyli jest 25-krotnie niższe od szczytu promieniowania rozproszonego i ponad 60-krotnie niższe od największej wartości promieniowania bezpośredniego.

Zestawienie procentowe trzech składowych prowadzi do jednego z najważniejszych spostrzeżeń całej analizy. Okazuje się, że to nie promieniowanie bezpośrednie, lecz rozproszone – charakterystyczne dla typowego, zachmurzonego nieba, odpowiada za większość docierającej energii – jego udział wynosi aż 58%.

Wynik ten przełamuje intuicyjne założenia, jakoby efektywna praca farm fotowoltaicznych wymagała bezchmurnego, silnie nasłonecznionego nieba. W rzeczywistości instalacje słonecz-

ne znajdują uzasadnienie techniczne również na obszarach o ograniczonej liczbie godzin słonecznych w ciągu roku. Jednoprocentowy udział składowej odbitej potwierdza z kolei, że choć wykorzystywanie refleksyjności podłoża jest w stanie wpłynąć na roczne uzyski, to odgrywa to niewielką rolę w całkowitym bilansie energii.

I Sprawność modułów – wyniki

Na rzeczywistą sprawność modułów fotowoltaicznych wpływa przede wszystkim temperatura ich powierzchni, a ta natomiast uzależniona jest od warunków atmosferycznych takich jak temperatura otoczenia, prędkość wiatru czy natężenie promieniowania. W analizowanej lokalizacji zarówno najniższe temperatury jak i największe wartości prędkości wiatru odnotowano w grudniu i styczniu. Najwyższe temperatury natomiast, wspólnie z najniższą intensywnością naturalnego czynnika chłodzącego, jakim jest wiatr, odnotowano w sierpniu – czyli dokładnie wtedy, gdy ograniczenie wzrostu temperatury modułów byłoby najbardziej pożądane.

Pomiary te przekładają się na znaczną amplitudę sprawności rzeczywistej modułów w ciągu roku (rys. 3.). Najwyższe wartości, nierzadko przekraczające 0,25, przypadały na miesiące zimowe, najniższe zaś – nawet poniżej 0,19 – w okresie letnim.

Istotny pozostaje jednak do odnotowania fakt, że przez większość roku kalendarzowego sprawność rzeczywista przewyższała wartość referencyjną deklarowaną przez producenta. Wynika to wprost z warunków, jakie przyjmowane są do określenia wartości katalogowej – natężenie promieniowania 1000 W/m² i temperatura 25°C. Odpowiadają one ciepłemu, słonecznemu dniu, przy jednoczesnej krótkiej ekspozycji na słońce, uniemożliwiającej sukcesywny wzrost temperatury modułu.

I Produkcja energii – wyniki

Analiza przebiegu rocznej produkcji energii elektrycznej jest tożsama ze zmianą charakterystyki przedstawiającej napromieniowanie całkowite. Typowa w przypadku produkcji energii elektrycznej z fotowoltaiki jest dominacja miesięcy letnich, przy kilkakrotnie mniejszej generacji w okresie zimowym.

Całkowita generacja energii elektrycznej w ciągu roku kalendarzowego wyniosła 11 110,76 MWh, z czego najwięcej przypadło na czerwiec – ponad 1526 MWh, co odpowiadało niemal 14% łącznego rocznego wolumenu. Najmniejsze wartości natomiast – zaledwie

362 MWh (ok. 3,3% całości) odnotowano w grudniu. Skala sezonowości jest tym bardziej istotna, że cztery najlepsze pod kątem produkcji miesięczne latnie zapewniły ponad połowę rocznego wolumenu.

Produkcję energii elektrycznej z analizowanej instalacji odniesiono do jednego z kluczowych wskaźników techniczno-eksploatacyjnych, pozwalającego na porównywanie potencjalnej wydajności źródeł wytwórczych niezależnie od zastosowanej technologii. Współczynnik wykorzystania mocy znamionowej (ang. *capacity factor*), określający stosunek energii rzeczywiste wytworzonej do energii teoretycznej przy pracy ze stałą mocą zainstalowaną, dla rozpatrywanej elektrowni wyniósł 12,68%.

W długoterminowej analizie tego typu projektów należy uwzględnić jednak degradację zastosowanych modułów, która w tym przypadku przekłada się na spadek potencjału produkcji energii o 1 punkt procentowy po pierwszym roku użytkowania oraz 0,4 punktu procentowego w każdym z kolejnych lat. Zakładając 30-letnią eksploatację elektrowni, roczny uzysk z instalacji redukuje się z 11 110,76 MWh do 9792,64 MWh, co odpowiada 88,1% produkcji energii elektrycznej w pierwszym roku.

I Podsumowanie

Opisana analiza pozwoliła zamodelować rzeczywisty potencjał produkcyjny farmy o mocy 10 MWp zlokalizowanej w południowo-wschodniej Polsce. Przyjęte podejście, łączące rozkład promieniowania na trzy składowe, wykorzystanie rzeczywistych danych meteorologicznych, wyznaczanie rzeczywistej wartości sprawności modułu dla każdej godziny oraz uwzględnienie degradacji pozwoliło uwzględnić zależności omijane w przypadku obliczeń opartych wyłącznie na danych katalogowych i ogólnych założeniach projektowych. W zakresie wpływu promieniowania wykazano dominację składowej rozproszonej (58%), co przełamuje intuicyjne założenia, jakoby zasadność techniczna i biznesowa budowy farm fotowoltaicznych wymagała idealnych warunków atmosferycznych. Przedstawiona metodologia pokazuje, jak silnie rzeczywisty profil produkcji zależy od zmiennych parametrów atmosferycznych, których wzajemne oddziaływanie sprawia, że uzyski energii nie zmieniają się w pełni liniowo wraz ze zmianą samej wartości napromienienia całkowitego.

I Literatura

1. International Energy Agency, „Electricity 2024 – Executive summary”, 24 stycznia

2024, <https://www.iea.org/reports/electricity-2024/executive-summary> [dostęp: maj 2026].

2. J. Buriak, „Ocena warunków nasłonecznienia i projektowanie elektrowni słonecznych z wykorzystaniem dedykowanego oprogramowania oraz baz danych”, Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej Nr 40, Gdańsk 2014.
3. W. Janowicz, H. Mika, A. Woźniak, M. Pomorski, „Wpływ warunków atmosferycznych na pracę modułów fotowoltaicznych”, *Instal*, pp. 16–22, marzec 2023.
4. Virtech sp. z o.o., „JinkoSolar JKM625N-78HL4-BDV Tiger Neo N-type Bifacial (625Wp) – Monokrystaliczny moduł fotowoltaiczny”, 2026, <https://virtech.pl/monokrystaliczne/625wp-jinkosolar-jkm625n-78hl4-bdv-tiger-neo-n-sf-bifacial> [dostęp: 31 maja 2026].
5. Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju – archiwum, „Dane do obliczeń energetycznych budynków,” 2019, <https://www.gov.pl/web/archiwum-inwestycje-rozwoj/dane-do-obliczen-energetycznych-budynkow>.
6. D. Chwieduk, Modelowanie i analiza pozyskiwania oraz konwersji termicznej energii promieniowania słonecznego w budynku, Warszawa: Instytut Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk, Warszawa 2006.
7. M. Wasik, Nowoczesne źródła i konwersja energii odnawialnej, materiały ćwiczeniowe, ćwiczenie 6. modelowanie modułów fotowoltaicznych, Politechnika Warszawska, Warszawa 2023.

ABSTRACT

Modelling and assessment of power generation at a photovoltaic power plant based on the example of a location in southeastern Poland

The article presents a computational model for solar yields and electricity production for a photovoltaic farm located in the Podkarpackie Voivodeship with a total installed capacity of 10 MWp. Attention was paid to all components of solar radiation – direct, diffuse, and reflected, based on actual meteorological data for each of the 8760 hours of the calendar year. The impact of real-world weather conditions on module efficiency was analysed, and the results were compared with reference data. It was demonstrated that, contrary to the common belief that equates the efficiency of photovoltaic systems mainly with direct radiation, diffuse radiation accounts for the majority of the electricity produced annually.

Keywords: photovoltaic farm, direct irradiance, diffuse irradiance, renewable energy generation, PV module efficiency, reflected irradiance.

elektro
info

POBIERZ BEZPŁATNE PORADNIKI

ELEKTROMOBILNOŚĆ



SYSTEMY ZASILANIA GWARANTOWANEGO I AWARYJNEGO



MAGAZYNY ENERGII



Pobierz:

WWW.ELEKTRO.INFO.PL

39. MIĘDZYNARODOWE ENERGETYCZNE TARGI BIELSKIE

BIELSKO-BIAŁA INTERNATIONAL POWER INDUSTRY FAIR



ENERGETAB[®]

15-17.09.2026

www.energetab.pl

 **Targi**
z rekomendacją
Polskiej Izby Przemysłu Targowego

OGRANICZNIKI PRZEPIĘĆ DO INSTALACJI FOTOWOLTAICZNYCH PO STRONIE DC ---

Dystrybutor	 DEHN POLSKA Sp. z o.o. 02-675 Warszawa, ul. Wołoska 16 tel. 22 299 60 40, 22 299 60 41 info@dehn.pl www.dehn.pl			
Producent	DEHN SE			
Oznaczenie katalogowe	DCB YPV 1200 (nr kat. 900 070)	DG MP YPV 1200 FM (nr kat. 942 565)	DG MP YPV 1500 FM (nr kat. 942 567)	DEHNCube 2 YPV 1100 2M 2S (nr kat. 900 923)
				
Parametry techniczne				
Ogranicznik przepięć wg normy PN-EN 61643-31/PN-EN 50539-11	typ 1 + typ 2	typ 2	typ 2	typ 2
Znamionowe napięcie zasilania dc, w [V]	≤1200	≤1170	1500 (U _{cpv})	1100
Nominalny prąd wyładowczy I _n (8/20 μs), w [kA]	20	20	15	20
Maksymalny prąd wyładowczy I _{max} (8/20 μs), w [kA]	40	40	40	40
Zdolność gaszenia prądu następczego I _{fi} , w [kA]	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
Maksymalny prąd udarowy I _{total} (10/350 μs), w [kA]	12,5	nie dotyczy	nie dotyczy	1100
Napięciowy poziom ochrony U _p (dc-PE), w [kV]	≤3,8	≤4	≤5	≤4
Wytrzymałość zwarcia I _{SCPv} , w [kA]	10	10	10	10
Prąd upływu	≤100 μA	≤50 μA	≤50 μA	<10 μA
Czas odpowiedzi, w [ns]	≤25	≤25	≤25	≤25
Element ograniczający przepięcia	warystor	warystor	warystor	warystor
Wskaźnik uszkodzenia	tak	tak	tak	tak
Przekrój przyłączanych przewodów, w [mm ²]	od 1,5 do 35 (druć) od 1,5 do 25 (linka)	od 1,5 do 10 (druć) od 6 do 10 (linka)	od 1,5 do 10 (druć) od 6 do 10 (linka)	od 2,5 do 6 (linka) przewód uziemiający: od 6 do 16 (druć), od 6 do 25 (linka)
Szerokość montażowa lub (wys. × szer. × gł.), w [mm]	4 moduły	3 moduły	3 moduły	217×254×111
Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]	od -40 do 80	od -40 do 80	od -40 do 80	od -35 do 60
Informacje dodatkowe				
Uwagi techniczne	montaż na szynie TH 35, opcjonalnie dodatkowa sygnalizacja FM (900 075), układ Y	3 moduły wymienne, podwójne zaciski sprężynowe, dodatkowa sygnalizacja FM, na szynę TH 35, układ Y	3 moduły wymienne, podwójne zaciski sprężynowe, dodatkowa sygnalizacja FM, na szynę TH 35, układ Y	skrzynka przyłączeniowa generatora do 1100 V DC do ochrony dwóch wejść MPP, stopień ochrony IP65
Normy, atesty, certyfikaty, standardy, znaki jakości	KEMA, UL, EN 61643-31:2019	KEMA, UKCA, EN 61643-31:2019, EN IEC 63000:2018, DIN EN 61643-31 (VDE 0675-6-31):2021-05	KEMA, VDE, UKCA, EN 61643-31:2019, EN IEC 63000:2018	—
Gwarancja, w [miesiącach]	60 miesięcy (ustalana indywidualnie)	60 miesięcy (ustalana indywidualnie)	60 miesięcy (ustalana indywidualnie)	60 miesięcy (ustalana indywidualnie)

OGRANICZNIKI PRZEPIĘĆ DO INSTALACJI FOTOWOLTAICZNYCH PO STRONIE DC

Dystrybutor



ETI Polam Sp. z o.o.
06-100 Pułtusk, ul. Jana Pawła II 18,
tel. 23 691 93 00, faks 23 691 93 60
etipolam@etipolam.com.pl
www.etipolam.com.pl

Producent	ETI	
Oznaczenie katalogowe	ETITEC M T12 PV 1500/12,5 Y (nr kat. 002440513)	ETITEC M T2 PV 1100/20 Y (nr kat. 002440515)
		
Parametry techniczne		
Ogranicznik przepięć wg normy PN-EN 61643-31/PN-EN 50539-11	typ 1 + typ 2	typ 2
Znamionowe napięcie zasilania dc, w [V]	1500	1100
Nominalny prąd wyładowczy I_n (8/20 μ s), w [kA]	20	20
Maksymalny prąd wyładowczy I_{max} (8/20 μ s), w [kA]	60	40
Zdolność gaszenia prądu następczego I_{fi} , w [kA]	nie dotyczy	nie dotyczy
Maksymalny prąd udarowy I_{total} (10/350 μ s), w [kA]	12,5	nie dotyczy
Napięciowy poziom ochrony U_p (dc-PE), w [kV]	$\leq 4,5$	$\leq 3,8$
Wytrzymałość zwarciova I_{SCPW} , w [kA]	30	11
Prąd upływu	$< 100 \mu A$	$< 20 \mu A$
Czas odpowiedzi, w [ns]	< 25	< 25
Element ograniczający przepięcia	3 warystory	3 warystory
Wskaźnik uszkodzenia	tak	tak
Przekrój przyłączanych przewodów, w [mm ²]	35 mm ² (drut)/25 mm ² (linka)	35 mm ² (drut)/25 mm ² (linka)
Szerokość montażowa lub (wys. x szer. x gł.), w [mm]	3 moduły	3 moduły
Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]	od -40 do +85	od -40 do +85
Informacje dodatkowe		
Uwagi techniczne	montaż na szynie DIN 35 mm, opcjonalny styk RC, do zdalnej kontroli, wymienne moduły z blokadą, konfiguracja modułów Y	montaż na szynie DIN 35 mm, opcjonalny styk RC, do zdalnej kontroli, wymienne moduły z blokadą, konfiguracja modułów Y
Normy, atesty, certyfikaty, standardy, znaki jakości	PN-EN 61643-31:2019	PN-EN 61643-31:2019
Gwarancja, w [miesiącach]	24 (ustalana indywidualnie)	24 (ustalana indywidualnie)

Dane zamieszczone w zestawieniu zostały nadesłane i zautoryzowane przez firmę

OGRANICZNIKI PRZEPIĘĆ DO INSTALACJI FOTOWOLTAICZNYCH PO STRONIE DC ---



JEAN MUELLER POLSKA Sp. z o.o.
02-293 Warszawa, ul. Krótka 4
tel. 22 751 79 01
info@jeanmueller.pl
www.jeanmueller.pl

CITEL

DS60VGPV-1500G/51



DS50PVS-1000/G



DS50PVS-1000G/12KT1



kombinowany typ 1+2

1250

20

40

brak prądu następczego

12,5

≤4,7

15

brak

≤25

szeregowo warystor + iskiernik

tak

6–35

5TE

od –40 do 85

typ 2

1000

20

40

nieskończona

–

≤1,5

70 A

brak

≤25

warystor + iskiernik (Y)

tak

od 2,5 do 35

3TE

od –40 do 85

kombinowany typ 1+2

1000

15

40

brak prądu następczego

12,5

≤4,6

15

brak

≤25

warystor + iskiernik (Y)

tak

od 2,5 do 25

3TE

od –40 do 85

montaż na szynie TH 35, unikalna technologia VG, szeregowe połączenie iskiernika i warystora, układ Y, styk zdalnej sygnalizacji, klasa palności V0, nie wymaga dobezpieczenia w instalacji PV

IEC 61643-31/EN 61643-31, EN 50539-11

120

montaż na szynie TH 35, moduły wymienne, układ połączeń Y, styk zdalnej sygnalizacji

IEC 61643-31/EN 61643-31, EN 50539-11

60

montaż na szynie TH 35, układ Y, styk zdalnej sygnalizacji, klasa palności V0, nie wymaga dobezpieczenia w instalacji PV, iskiernik w biegunie wspólnym

IEC61643-31, EN61643-31, EN 50539-11, UL1449 ed.5

60

OGRANICZNIKI PRZEPIĘĆ DO INSTALACJI FOTOWOLTAICZNYCH PO STRONIE DC ---

Dystrybutor	 ENERGY AND AUTOMATION LOVATO Electric Sp. z o.o. 55-330 Błonie k. Wrocławia ul. Zachodnia 3 tel. 71 79 79 010 info@LovatoElectric.pl www.LovatoElectric.pl	 Schrack Technik Polska Sp. z o.o. 03-310 Warszawa, ul. Staniewicka 5 tel. 22 205 31 10, faks 22 205 31 11 kontakt@schrack.pl www.schrack.pl	
Producent	LOVATO Electric	Schrack Technik Polska	
Oznaczenie katalogowe	SG2PVT1K10M5	PVP111002	IS01111101
			
Parametry techniczne			
Ogranicznik przepięć wg normy PN-EN 61643-31/PN-EN 50539-11	typ 1, 2	typ 1 + typ 2	typ 1 + typ 2
Znamionowe napięcie zasilania dc, w [V]	1100	1100 VDC	1100 VDC
Nominalny prąd wyładowczy I_n (8/20 μ s), w [kA]	20	20	20
Maksymalny prąd wyładowczy I_{max} (8/20 μ s), w [kA]	40	40	40
Zdolność gaszenia prądu następczego I_{fi} , w [kA]	–	40	40
Maksymalny prąd udarowy I_{total} (10/350 μ s), w [kA]	5 kA na pole	12,5	50
Napięciowy poziom ochrony U_p (dc-PE), w [kV]	<3.8	≤4,4	3,8
Wytrzymałość zwarcia I_{SCPv} , w [kA]	11	11	11
Prąd upływu	–	nie	nie
Czas odpowiedzi, w [ns]	≤25	≤25	≤25
Element ograniczający przepięcia	warystor	warystor	warystor
Wskaźnik uszkodzenia	tak	tak	tak
Przekrój przyłączanych przewodów, w [mm ²]	do 25 (linka) do 35 (drut)	16	od 1,5 do 35 (drut) od 1,5 do 25 (linka)
Szerokość montażowa lub (wys. x szer. x gł.), w [mm]	5 modułów (96/90/77)	160×120×93	3 moduły
Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]	od –40 do 85	od –40 do 85	od –40 do 85
Informacje dodatkowe			
Uwagi techniczne	ograniczniki z wymiennymi wkładami, do systemów prądu stałego, np. układów fotowoltaiki; mają podwójne wejście do podłączenia dwóch niezależnych zestawów paneli, dzięki czemu są rozwiązaniem bardziej kompaktowym (szerokość: 5 modułów), ekonomicznym i szybszym w montażu w porównaniu do zabezpieczenia pojedynczego zestawu jednym ogranicznikiem	ochronniki w obudowie IP 67, złącza MC4, dwa stringi, 2x MPP	moduł wymienny, montaż na szynie TH 35
Normy, atesty, certyfikaty, standardy, znaki jakości	EN/BS 50539-11, IEC 61643-31	EN 61643-31: 2019, IEC 61643-31: 2018, IEC 61439-2: 2020	EN 61643-31: 2019, IEC 61643-31: 2018, IEC 61439-2: 2020
Gwarancja, w [miesiącach]		12	12

Dane zamieszczone w zestawieniu zostały nadesłane i zaautoryzowane przez firmy

OGRANICZNIKI PRZEPIĘĆ DO INSTALACJI FOTOWOLTAICZNYCH PO STRONIE DC ---

Weidmüller

Weidmüller Sp. z o.o.
00-876 Warszawa, ul. Ogrodowa 58
tel. 22 510 09 40, faks 22 510 09 41
biuro@weidmuller.com.pl
www.weidmuller.pl

Weidmüller		
2530610000 VPU PV I+II 3 1000 (ze stykiem: 2530620000 VPU PV I+II 3 R 1000)	2530550000 VPU PV II 3 1000 (ze stykiem: 2530180000 VPU PV II 3 R 1000)	2856490000 VPU PV I+II 5 R 1000 ze stykiem
typ 1+ typ 2	typ 2	typ 1+ typ 2
1000	1000	1000
20	20	20
40	40	40
nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
12,5	nie dotyczy	10
≤3,8	≤3,8	≤3,8
11	11	11
≤10 μA	≤10 μA	≤10 μA
≤25	≤25	≤25
warystor	warystor	warystor
tak (opcja ze stykiem zdalnym)	tak (opcja ze stykiem zdalnym)	tak (opcja ze stykiem zdalnym)
od 1,5 do 35 (druć) od 1,5 do 25 (linka)	od 1,5 do 35 (druć) od 1,5 do 25 (linka)	od 1,5 do 16 (przewód jednodrućowy) od 1,5 do 35 (przewód wielodrućowy)
3 moduły (96×54×86)	3 moduły (96×54×70)	111×90×77,2
od -40 do 85	od -40 do 85	od -40 do 85
moduł wymienny, montaż na szynie TH 35, styk do zdalnej sygnalizacji, możliwość badania okresowego testerem V-Test II	moduł wymienny, montaż na szynie TH 35, styk do zdalnej sygnalizacji, możliwość badania okresowego testerem V-Test II	ochronnik przeciwprzepięciowy I/II, z zestykiem zdalnym, montaż na szynie TS 35, forma konstrukcyjna: 5 TE, Insta IP20
EN 61643-31, EN 50539-11, UL 1449	EN 61643-31, EN 50539-11, UL 1449	EN 61643-31, EN 50539-11
60	60	60

dr inż. Jarosław Wiater – Politechnika Białostocka, mgr Marcin Nowak – Polska Izba Rozwoju Elektromobilności, mgr inż. Mariusz Wasilewski, mgr inż. Dariusz Cendlewski – Urząd Dozoru Technicznego

Jak prawidłowo zaprojektować ochronę odgromową i przeciwprzepięciową stacji ładowania? (część 2.)

Politechnika Białostocka

PIE Polska Izba Rozwoju Elektromobilności

URZĄD DOZORU TECHNICZNEGO

Zasady ogólne

Zgodnie z art. 61 ust. 2 ustawy Prawo budowlane właściciel lub zarządca obiektu budowlanego jest obowiązany zapewnić, dochowując należytej staranności, bezpieczne użytkowanie obiektu w razie wystąpienia czynników zewnętrznych oddziałujących na obiekt, związanych z działaniem człowieka lub sił natury, takich jak m.in. wyładowania atmosferyczne.

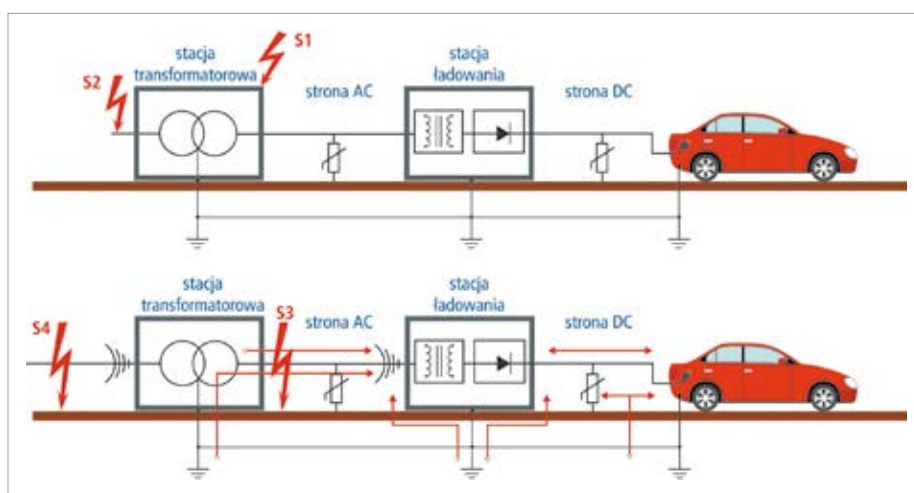
Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 15 kwietnia 2022 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (tekst jedn. Dz.U. z 2022 r. poz. 1225 ze zm.), wskazuje, że budynek należy wyposażać w instalację chroniącą od wyładowań atmosferycznych stosownie do wymagań Polskich Norm dotyczących ochrony odgromowej obiektów budowlanych.

Podstawę realizacji ochrony systemu ładowania pojazdów przed wyładowaniem piorunowym stanowi seria norm PN-EN 62305 dotyczących ochrony odgromowej. Składa się ona z czterech oddzielnych części. W pierwszej mowa jest o zagrożeniach i ogólnych zasadach ochrony obiektów od wyładowań piorunowych. Druga część dotyczy ryzyka związanego z wyładowaniami piorunowymi. Trzecia informuje, jak chronić się przed bezpośrednim i pośrednim wyładowaniem piorunowym. Część czwarta opisuje sposób ochrony układów elektrycznych i elektronicznych wewnątrz obiektów.

STRESZCZENIE

Artykuł omawia podstawowe zasady projektowania ochrony odgromowej i przeciwprzepięciowej infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych.

Słowa kluczowe: ochrona odgromowa, ochrona przeciwprzepięciowa, stacje ładowania pojazdów elektrycznych, elektromobilność, infrastruktura ładowania EV.



Rys. 1. Możliwe oddziaływanie prądu pioruna na infrastrukturę ładowania pojazdów elektrycznych
rys. J. Wiater, M. Nowak, M. Wasilewski, D. Cendlewski

Przystępując do projektowania systemu ochrony urządzenia, należy przeanalizować potencjalne zagrożenia. Prąd pioruna może być źródłem uszkodzeń w infrastrukturze ładowania pojazdów elektrycznych. W zależności od miejsca punktu uderzenia pioruna względem rozpatrywanego obiektu (rys. 1.) rozpatruje się następujące źródła uszkodzeń:

- » **S1:** bezpośrednie wyładowanie w obiekt (system ładowania EV),
- » **S2:** wyładowania w pobliżu obiektu – możliwa awaria lub wadliwe działanie urządzeń wewnętrznych na skutek oddziaływania LEMP (Lightning ElectroMagnetic Pulse, piorunowy impuls elektromagnetyczny),

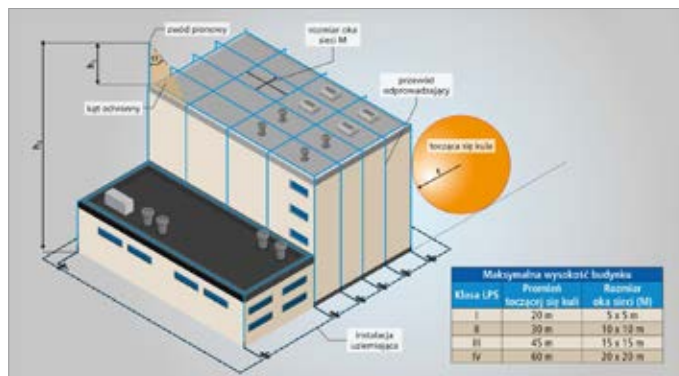
» **S3:** bezpośrednie wyładowanie w linię przyłączone do obiektu (zasilające, sygnałowe) – zagrożenie powstałe wskutek przepięć i prądów piorunowych przenoszonych przez przyłączoną linię,

» **S4:** wyładowania w pobliżu linii przyłączonych do obiektu – zagrożenie stanowią przepięcia indukowane w liniach przyłączonych do obiektu.

W czteroczęściowej serii norm PN-EN 62305 szczegółowo opisano sposób przeprowadzania oceny zagrożeń oraz przedstawiono różne rodzaje i środki ochronne w celu złagodzenia ryzyka wystąpienia szkód (zastosowanie zewnętrznej i wewnętrznej ochrony odgromowej). Na



Rys. 2. Przykład podziału obiektu z infrastrukturą ładowania pojazdów elektrycznych na strefy ochrony odgromowej (LPZ)
rys. J. Wiater, M. Nowak, M. Wasilewski, D. Cendlewski



Rys. 3. Metody rozmieszczania zwodów chroniących przed wyładowaniami piorunowymi
rys. J. Wiater, M. Nowak, M. Wasilewski, D. Cendlewski

podstawie normy PN-EN 62305-2 należy wyliczyć ryzyko wystąpienia poszczególnych zagrożeń i porównać z ryzykiem tolerowanym (dopuszczalnym). Na podstawie tych obliczeń dobieramy odpowiednie środki ochrony, wskazane w normach z serii PN-EN 62305.

UWAGA!

Najczęściej popełniany błąd polega na pominięciu analizy ryzyka przy projektowaniu, tj. analizy scenariuszy możliwych zdarzeń związanych z wyładowaniem piorunowym. Pomijając tę część, pomijamy zagrożenia, ale także ochronę. Zwiększamy ryzyko uszkodzeń budowanego obiektu. Jeśli czynimy to świadomie, to w pewien sposób zgadzamy się na uszkodzenia i awarie.

W przypadku stref ładowania znajdujących się w miejscach ogólnodostępnych (parkingi przy centrach handlowych, MOP przy autostradach) należy też zwrócić uwagę na możliwość oddziaływania na siebie różnych instalacji. Dobrym tego przykładem mogą być instalacje oświetleniowe z wysokimi masztami, na których umieszczono oprawy. Maszty takie stanowią naturalny element LPS chroniący punkty ładowania przed trafieniem bezpośrednim.

Wyładowanie w maszt oświetleniowy może niekorzystnie oddziaływać na infrastrukturę ładowania, dlatego wymagane jest zastosowanie środków ochrony wewnątrz infrastruktury.

Zagadnienia ogólne ochrony odgromowej i przeciwprzebieciowej

Zewnętrzne urządzenie piorunochronne (początkowo nazywane piorunochronem) ma za zadanie przejąć i bezpiecznie odprowadzić do ziemi prąd doziemnego wyładowania piorunowego. W skład urządzenia piorunochronnego wchodzi:

- » zwody o odpowiednich rozmiarach układane na dachu chronionego obiektu,
- » przewody odprowadzające prąd doziemnego wyładowania piorunowego ze zwodów na dachu do uziemienia,
- » uziemienie piorunochronne o wymaganych minimalnych parametrach.

Zwody mają za zadanie wytworzyć tzw. parasol ochronny nad obiektem. Ich właściwe rozmieszczenie i jakość wykonania decydują o skuteczności działania.

Zgodnie z zapisami PN-EN 62305-4 [23] ochrona przed wyładowaniem piorunowym jest oparta na koncepcji stref ochrony odgromowej (LPZ). Obiekt, który mamy zamiar chronić, powinien być podzielony na strefy LPZ. Strefy te (w uproszczeniu) określają poziom narażenia urządzeń na rozprzyskający się prąd piorunowy.

Wyróżniamy następujące strefy (rys. 2.):

- » **LPZ 0A:** strefa, w której elementy są narażone na bezpośrednie uderzenia pioruna, a przez to na przepływ jego prądu aż do całkowitego włączenia; występuje w niej nietłumione pole elektromagnetyczne,
- » **LPZ 0B:** strefa, w której elementy nie są narażone na bezpośrednie uderzenia pioruna, ale występuje nietłumione pole elektromagnetyczne,
- » **LPZ 1:** strefa, w której elementy nie są narażone na bezpośrednie uderzenia pioruna,

a prądy we wszystkich znajdujących się w niej częściach przewodzących są zredukowane w stosunku do prądu w strefie 0B; może w niej występować, zależnie od środków ekranowania, tłumione pole elektromagnetyczne.

Im wyższy numer strefy, tym niższe wartości przepięć, które mogą w niej wystąpić podczas doziemnego wyładowania piorunowego (pod warunkiem stosowania ograniczników przepięć).

WARTO WIEDZIEĆ!

Generalna zasada opisana w normach z serii PN-EN 62305 mówi, iż wszystkie przewody/kable przechodzące z jednej do drugiej strefy LPZ powinny być chronione odpowiednio dobranymi ogranicznikami przepięć.

Dobór i rozmieszczenie zwodów i przewodów odprowadzających prąd piorunowy, początkowo nazywanych piorunochronami, należy przeprowadzić zgodnie z zasadami opisanymi w normach z serii PN-EN 62305. Można do tego celu zastosować jedną z proponowanych w normie metod rozmieszczania zwodów (rys. 3.):

- uniwersalną metodę toczącej się kuli,
- metodę oczkową właściwą dla dachów płaskich,
- metodę kąta ochronnego.

Rodzaj, zastosowanie	Typ SPD	Klasa próby zgodnie z PN-EN 61643-11*	Parametry charakterystyczne SPD
ogranicznik przepięć ucinający napięcie (np. iskiernik), chroniący przed prądem wyładowania piorunowego	typ 1	próba klasy I	I_{imp}, I_n
ogranicznik przepięć ograniczający napięcie (np. warystor), chroniący przed przepięciami indukowanymi i łączeniowymi	typ 2	próba klasy II	I_{max}, I_n
ochrona urządzeń końcowych	typ 3	próba klasy III	U_{oc}

Tab. 1. Rodzaje ograniczników przepięć

Optymalnie dobrany system ochrony infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych będzie się składał z piorunochronów i ograniczników przepięć zainstalowanych na wejściach i wyjściach wszystkich przewodów wprowadzanych i wychodzących ze stacji ładowania pojazdów elektrycznych. (Uwaga! W normach z serii PN-EN 62305 posługujemy się zwrotem odnoszącym się do zwodów i przewodów odprowadzających prąd piorunowy. Użyty wyraz „piorunochronów” jest pojęciem potocznym, zastosowanym w celu łatwiejszego przyswojenia podstawowych informacji przez czytelnika spotykającego się z problemem po raz pierwszy. Ograniczniki przepięć nazywane są w normach urządzeniami do ograniczania przepięć. W sprzedaży można je spotkać oznaczone jako SPD (z ang. *surge protection devices*)).

UWAGA!

Urządzenia do ograniczania przepięć (SPD) powinny wytrzymywać bez uszkodzenia spodziewaną część płynącego przez nie prądu pioruna. SPD powinny również mieć zdolność gaszenia elektroenergetycznych prądów następczych sieci zasilającej, jeżeli są przyłączone do jej przewodów.

SPD powinny być zgodne z zapisami norm PN-EN 61643-11 [25], PN-EN 61643-21 [26] oraz spełniać następujące warunki:

- » wytrzymywać próby prądem piorunowym $I_{imp} \geq I_F$, przy czym I_F jest prądem piorunowym płynącym wzdłuż rozpatrywanej linii;
- » zapewnić napięciowy poziom ochrony U_p niższy niż wytrzymywany poziom napięcia udarowego chronionego urządzenia.

Urządzenia przepięciowe klasy I/typu 1 (SPD) są instalowane w miejscach, w których spodziewany jest przepływ częściowych prądów piorunowych. Ograniczniki te oznaczane są jako T1.

SPD klasy II/typu 2 instaluje się we wszystkich innych przypadkach, gdy wymagana jest ochrona przed przepięciami łączeniowymi lub indukowanymi lub gdy wymagana jest koordynacja z istniejącym SPD T1 w celu zapewnienia odpowiedniego poziomu ochrony urządzenia końcowego. Ograniczniki te oznaczane są jako T2.

SPD klasy III/typu 3 są stosowane najczęściej w przypadku ochrony bardzo czułych urządzeń końcowych (o kategorii przepięciowej II). Te ograniczniki nie są powszechnie wykorzystywane w instalacjach ładowarek pojazdów elektrycznych. Oznaczone są jako T3.

Odpowiednio chroniona stacja ładowania pojazdów elektrycznych posiada od strony zasilania iskiernikowy ogranicznik przepięć przeznaczony do sieci AC, spełniający wymagania normy PN-EN 61643-11 i zainstalowany na granicy otwartego terenu („podwórka”) i ładowarki (budynku, pomieszczenia, szafy sterowniczej).

Ze względu na ich specyfikę w systemach prądu stałego stosowane są inne ograniczniki przepięć niż w systemach prądu przemiennego. W związku z tym stacje ładowania DC będą wymagały specjalnych ograniczników przepięć, przeznaczonych do pracy po stronie prądu stałego. Podobnie jak ograniczniki przepięć AC, ograniczniki przepięć instalowane po stronie DC również dzielą się na zabezpieczenia typu 1

ABSTRACT

Proper design of lightning and surge protection for electric vehicle charging stations. Part 2: General principles

The article discusses the basic principles of designing lightning and surge protection for electric vehicle charging infrastructure.

Keywords: lightning protection, surge protection, electric vehicle charging stations, electromobility, EV charging infrastructure.

i typu 2, dobierane w zależności od miejsca instalacji i innych wymagań.



literatura do artykułu na
elektro.info.pl

WARTO WIEDZIEĆ!

Dobre praktyki i rekomendacje dla projektantów, wykonawców i zarządców budynków wyposażonych w infrastrukturę ładowania pojazdów elektrycznych

- a) Przeprowadzenie analizy ryzyka szkód i strat wywołanych przez wyładowania piorunowe oraz wybranie odpowiedniego poziomu ochrony projektowanej stacji ładowania pojazdów, tj. kompleksowa analiza zgodnie z normą PN-EN 62305-2.
- b) Wybór urządzeń, stacji i punktów ładowania, zabezpieczeń, ograniczników przepięć posiadających deklarację zgodności, o której mowa w art. 5 pkt 10 ustawy z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności (Dz. U. z 2019 r. poz. 155), w myśl której powinny spełniać wymagania stosownych norm.
- c) Weryfikacja certyfikatów jakości ograniczników przepięć pochodzących od akredytowanych w Unii Europejskiej jednostek certyfikujących – na zgodność z obowiązującymi normami, tj. PN-EN 61643-11, PN-EN 61643-21.
- d) Konieczność instalacji ograniczników przepięć na granicach stref LPZ stosownie do wymagań przedmiotowych norm.
- e) Na granicy strefy LPZ 0 i LPZ 1 konieczność instalacji iskiernikowego ogranicznika przepięć na każdą fazę nie mniej niż $I_{imp} = 12,5 \text{ kA/fazę}$. Na granicy strefy LPZ 0 i LPZ 1 nie jest zalecane stosowanie ograniczników przepięć opartych na technologii warystorowej*.
- f) Na granicach stref LPZ na wejściach/wyjściach kabli komunikacyjnych stacji ładowania konieczność stosowania dedykowanych ograniczników przepięć.
- g) Zabronione jest wykorzystywanie ograniczników tzw. B + C. Nie są one zgodne z wymaganiami normy PN-EN 61643-11.
- h) Ograniczniki przepięć należy dobezpieczać zgodnie z wymaganiami producentów.
- i) Należy dokonać weryfikacji systemu ochrony odgromowej i odstępów separacyjnych w pobliżu stacji ładowania pojazdów elektrycznych.
- j) Nie jest zalecane zmienianie rodzaju urządzeń podczas realizacji inwestycji. Konieczna jest kontrola, czy nie zmieniono urządzeń na odpowiedniki niezgodne z wymaganiami norm i projektem.
- k) Zaleca się weryfikację powykonawczą nowo wybudowanej stacji ładowania pojazdów elektrycznych.
- l) Samodzielne instalowanie stacji i punktów ładowania pojazdów elektrycznych bez sporządzenia odpowiedniej dokumentacji jest zabronione.
- m) Każdorazowa instalacja stacji i punktu ładowania pojazdów elektrycznych wymaga sprawdzenia, czy został sporządzony projekt i dobrane wymagane zabezpieczenia, w tym przeciwzwarceniowe i przeciwprzepięciowe.
- n) Wymagana jest okresowa kontrola stanu instalacji elektrycznych, odgromowych i przeciwprzepięciowych. W szczególności należy zwrócić uwagę, czy nie doszło do aktu wandalizmu, korozji, uszkodzenia ogranicznika przepięć.

* „Stosowanie technologii warystorowej nie jest zalecane z uwagi na ich małą odporność na oddziaływanie częściowych prądów piorunowych i przenoszonych przez nie ładunków elektrycznych” – pkt 5.4.3.1.1 let-120 [24].



30 LAT
DOŚWIADCZENIA



PRODUCENT I DYSTRYBUTOR WYROBÓW OCYNKOWANYCH OGNIOWO

DRUT STALOWY OCYNKOWANY OGNIOWO

- PN-EN IEC 62561-2
- Średnica: 8,10 mm
- Zastosowanie: elementy urządzenia piorunochronnego (LPSC)
- PN-EN 10244-2
- Średnica: 6, 7, 8, 10 mm

TAŚMA STALOWA OCYNKOWANA OGNIOWO

- PN-EN IEC 62561-2
- Grubość: 2,5-5 mm
- Szerokość: 20-50 mm
- Zastosowanie: elementy urządzenia piorunochronnego (LPSC)



CYNK-MAL S.A
www.cynkmal.pl

ul. Pątnowska 48
59-220 Legnica
tel. +48 768 551 500

e-mail: cynkmal@cynkmal.pl
NIP 691 11 15 171
REGON 390406820

Nowe zapisy w arkuszu normy PN-EN IEC 62305-1:2025 dotyczące podstawowych zasad ogólnych tworzenia ochrony odgromowej (część 2.)

Podstawowe kryteria ochrony obiektów

W tym numerze kontynuujemy omówienie najważniejszych zmian w normie PN-EN IEC 62305-1:2025-09 dotyczącej zasad ogólnych ochrony odgromowej. Nowa edycja zastępuje wersję z 2011 r. i wprowadza istotne modyfikacje w zakresie oceny ryzyka, definicji oraz doboru środków ochrony. Kluczową nowością jest kryterium częstości uszkodzeń F, odnoszące się do awarii systemów wewnętrznych i ciągłości działania usług. Oznacza to, że oprócz klasycznej analizy ryzyka R, związanej z bezpieczeństwem osób i obiektu, należy uwzględniać także niezawodność infrastruktury technicznej. Norma mocniej akcentuje ochronę systemów elektronicznych, instalacji PV, ładowania pojazdów elektrycznych i infrastruktury telekomunikacyjnej.

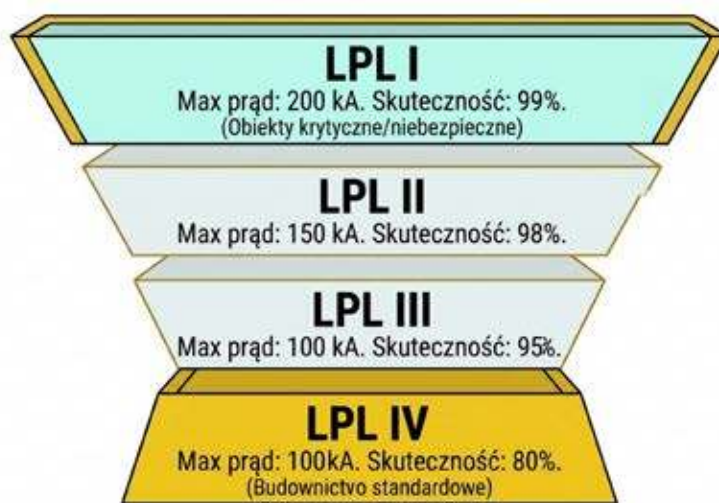
Rozdział 8. normy PN-EN IEC 62305-1 definiuje ramy projektowe dla systemów ochrony odgromowej, opierając się na koncepcji Poziomów Ochrony Odgromowej (LPL) oraz Stref Ochrony Odgromowej (LPZ).

W zakresie poziomów ochrony odgromowej (LPL) i parametrów prądu piorunowego zasadnicza struktura czterech poziomów ochrony (LPL I do IV) pozostaje niezmienną względem wydania z roku 2011. Analogicznie bez zmian pozostaje statystyczne prawdopodobieństwo wystąpienia parametrów prądu wykraczających poza dany poziom.

STRESZCZENIE

Artykuł omawia drugą część zmian wprowadzonych w normie PN-EN IEC 62305-1:2025-09 dotyczącej ogólnych zasad ochrony odgromowej. Autor koncentruje się na podstawowych kryteriach ochrony obiektów, w tym na poziomach ochrony odgromowej LPL, strefach LPZ, ochronie systemów wewnętrznych przed LEMP oraz nowych wymaganiach dotyczących odstępu bezpieczeństwa. W tekście wskazano także zmiany w załącznikach normy, obejmujące aktualizację parametrów prądu pioruna na podstawie danych CIGRE, doprecyzowanie funkcji czasowych prądu, nowe tolerancje w badaniach laboratoryjnych oraz powiązanie wymagań dla elementów LPS z normami produktowymi IEC 62561.

Słowa kluczowe: ochrona odgromowa, ochrona przeciwprzepięciowa, PN-EN IEC 62305-1:2025, LPL, LPZ, LEMP, odstęp bezpieczeństwa ds, system LPS, ograniczniki przepięć SPD.



W zakresie poziomów ochrony odgromowej (LPL) i parametrów prądu piorunowego zasadnicza struktura czterech poziomów ochrony (LPL I do IV) pozostaje niezmienną względem wydania z roku 2011

Norma z 2025 roku podkreśla, że wartości prawdopodobieństwa podane w Tabeli 5. (dotyczące granic parametrów prądu) odzwierciedlają podejście konserwatywne. Nowe wytyczne wskazują, że szczegółowe studia techniczne – uwzględniające rzeczywisty rozmiar chronionej struktury, precyzyjne rozmieszczenie zwozdów oraz rzeczywisty podział prądu w instalacji LPS – mogą prowadzić do uzyskania wyższych wartości skuteczności ochrony niż te wynika-

jące bezpośrednio z uproszczonych tabel poziomów LPL. Pozwala to na bardziej optymalne projektowanie ochrony w obiektach o skomplikowanej geometrii.

Strefy Ochrony Odgromowej (LPZ) i ochrona przed polem magnetycznym

W zakresie definicji stref LPZ, nowa norma kładzie znacznie większy nacisk na parametry

środowiska elektromagnetycznego wewnątrz obiektu. W edycji z 2011 skupiano się głównie na odstępach separacyjnych (s) w celu uniknięcia niebezpiecznego iskrzenia (przeskoki iskrowe od elementów LPS do instalacji wewnątrz obiektu). Edycja normy z roku 2025 zwraca uwagę na konieczność respektowania odstępów bezpieczeństwa (d_s) wewnątrz stref LPZ 1 i LPZ 2. Odstęp d_s jest definiowany jako dystans niezbędny do ochrony systemów wewnętrznych przed zbyt wysokim polem magnetycznym, co jest bezpośrednim odniesieniem do wymagań arkusza nr 4 normy (SPM). Oznacza to, że samo umieszczenie urządzenia w strefie LPZ 1 może nie być wystarczające – musi ono znajdować się w odpowiedniej odległości od ekranów strefy, aby uniknąć negatywnego wpływu tłumionego pola magnetycznego.

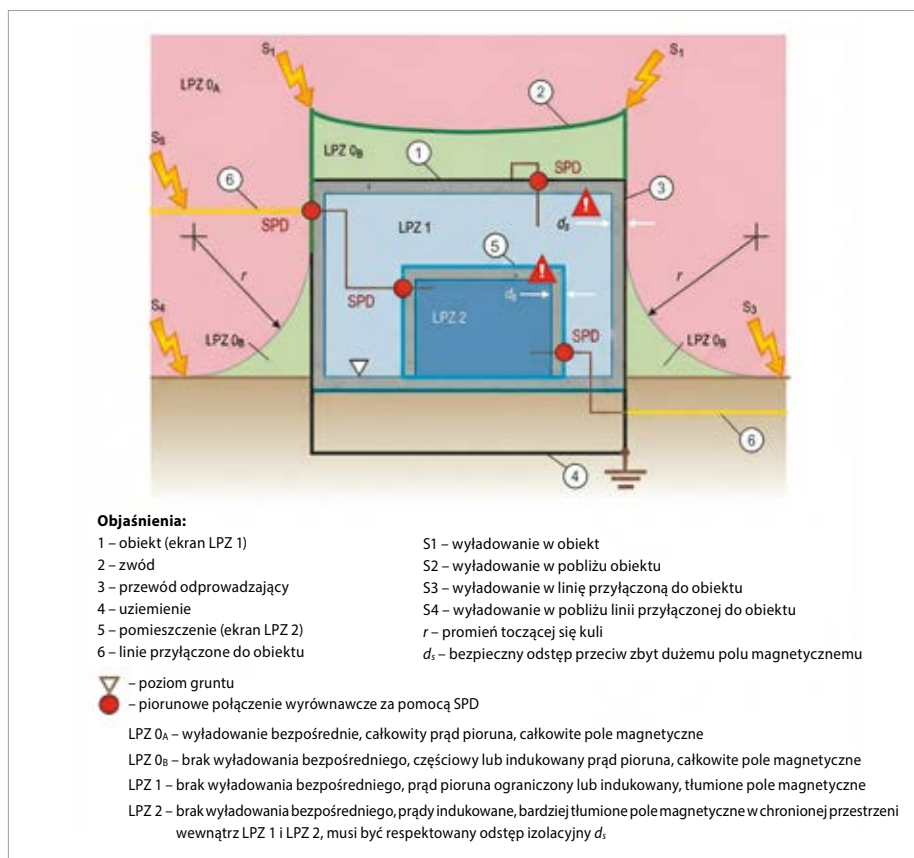
W rozdziale 8.4 dotyczącym fizycznej ochrony obiektów, edycja normy z roku 2025 wprowadza nową uwagę techniczną dotyczącą wyładowań wielokrotnych. Zgodnie z aktualnymi badaniami naukowymi, informacje zawarte w nowej normie wskazują, że:

- » punkt trafienia pioruna podczas uderzeń następnych może być przesunięty o kilka metrów względem pierwotnego punktu trafienia pierwszego uderzenia,
- » zjawisko to jest potęgowane przez silny wiatr, który przemieszcza kanał plazmowy utrzymywany przez prąd długotrwały płynący bezpośrednio po pierwszym uderzeniu.

W związku z tym, norma z 2025 sugeruje projektantom przeprowadzanie specyficznych analiz uwzględniających kierunki wiatru i potencjalne nowe punkty uderzenia. Jako rozwiązania techniczne rekomenduje się stosowanie dodatkowych zwodów pionowych, systemów odizolowanych lub zwiększenie wysokości istniejących iglic odgromowych, aby zapewnić skuteczne przechwycenie przesuniętego kanału wyładowania.

Ochrona systemów wewnętrznych (8.4.2)

W zakresie ochrony systemów wewnętrznych przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym (LEMP), edycja normy z 2025 doprecyzowuje rolę **naturalnych elementów konstrukcyjnych**. Norma wskazuje, że środki ochrony (SPM) są najbardziej efektywne w strukturach posiadających ciągłe zbrojenie lub metalowy szkielet, które działają jako **naturalny system LPS**. Zmiana ta podkreśla konieczność wykorzystywania metalowych elementów budynku do wspierania ochrony urządzeń elektronicznych.



W zakresie definicji stref LPZ, nowa norma kładzie znacznie większy nacisk na parametry środowiska elektromagnetycznego wewnątrz obiektu



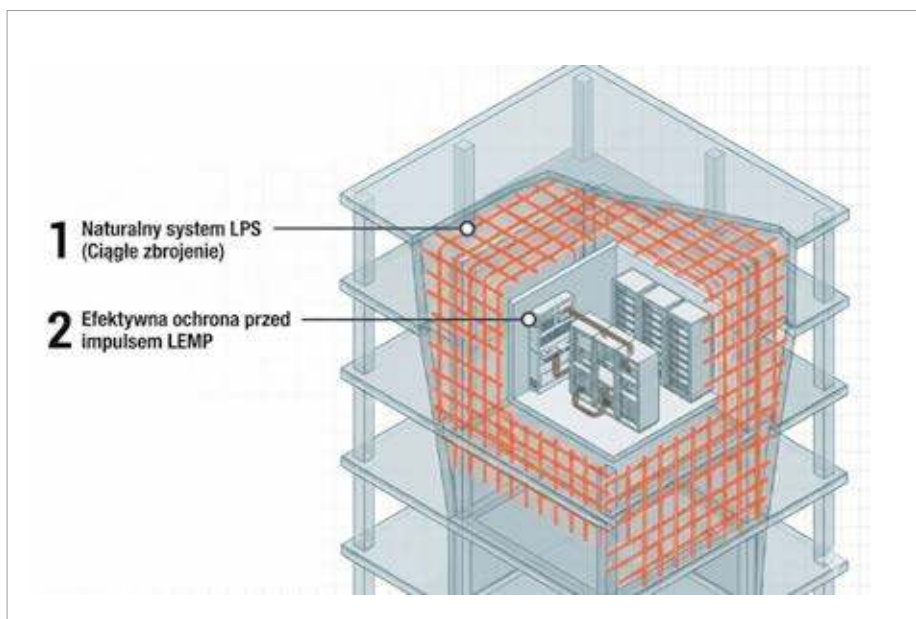
Norma z 2025 sugeruje projektantom przeprowadzanie specyficznych analiz uwzględniających kierunki wiatru i potencjalne nowe punkty uderzenia

Edycja normy z 2025 roku w rozdziale 8. przesuwając punkt ciężkości z prostej ochrony przed bezpośrednim trafieniem w stronę zaawansowanej ochrony przed oddziaływaniem pola magnetycznego oraz uwzględnienia dynamicznych zjawisk atmosferycznych (przemieszczanie kanału pioruna). Wprowadzenie odstępów bezpieczeństwa d_s jako standardu wewnątrz stref LPZ wymusza na projektantach bardziej precyzyjne planowanie rozmieszczenia wrażliwych

urządzeń względem elementów przewodzących prąd pioruna.

Załączniki do arkusza normy PN-EN IEC 62305-1:2025

Załączniki do arkusza nr 1 normy 62305 stanowią bazę analityczną i laboratoryjną dla całego systemu ochrony odgromowej. Zawierają one parametry statystyczne prądu pioruna, funkcje matematyczne do celów symulacji oraz



W zakresie ochrony systemów wewnętrznych przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym (LEMP), edycja normy z 2025 doprecyzowuje rolę naturalnych elementów konstrukcyjnych

wytyczne do badań elementów składowych systemów ochrony. Nowa edycja normy, PN-EN IEC 62305-1:2025-09, wprowadza w tych obszarach istotne uaktualnienia, wynikające z postępu w badaniach atmosferycznych oraz potrzeby ściślejszej integracji z normami produktowymi i testowymi.

Załącznik A: Parametry prądu pioruna

Podstawową zmianą w Załączniku A jest uaktualnienie bazy statystycznej parametrów prądu pioruna.

1. Aktualizacja danych CIGRE: edycja z 2025 opiera parametry prądu na nowszych danych Międzynarodowej Rady Wielkich Sieci Elektrycznych (CIGRE), w tym na raporcie technicznym nr 549 z 2013 roku. Wpływa to na precyzję rozkładów logarytmiczno-normalnych parametrów, takich jak wartość szczytowa prądu (I), ładunek całkowity (Q_{FLASH}) oraz energia właściwa (W/R).

2. Zgodność z IEC 62475: definicje parametrów prądu udarowego w rysunku A.1 zostały w pełni zharmonizowane z normą IEC 62475, dotyczącą technik probierczych wysokoprądowych. (PN-EN 62475:2010 – wersja angielska. *Wielkopiędowa technika probiercza. Definicje i wymagania dotyczące prądów probierczych i układów pomiarowych*).

3. Wyładowania oddolne i turbiny wiatrowe: w sekcji A.1 dodano istotną uwagę dotyczącą wyładowań oddolnych, wskazując, że w przypadku obiektów takich jak turbiny wiatrowe, parametry udarów długotrwałych (szczególnie w warunkach zimowych) są bardziej szczegółowo opisane w normie IEC 61400-24. (PN-EN IEC

61400-24:2020-03 – wersja angielska *Systemy wytwarzania energii wiatrowej. Część 24: Ochrona odgromowa*).

Załącznik B: Funkcje czasowe prądu pioruna

W zakresie analitycznych funkcji czasu, edycja z 2025 utrzymuje model matematyczny oparty na równaniu (B.1). Kluczową nowością jest dodanie Uwagi 1, która precyzuje, że maksymalne wartości stromości prądu (di/dt) wynikające z funkcji czasowych są w rzeczywistości wyższe niż znormalizowane wartości podane w Rozdziale A.3. Ma to fundamentalne znaczenie dla inżynierów wykonujących zaawansowane symulacje komputerowe w zakresie oddziaływań indukcyjnych.

Załącznik C: Symulacje prądu pioruna do celów probierczych

Załącznik C wprowadził ważne zmiany w zakresie dopuszczalnych tolerancji parametrów podczas badań laboratoryjnych:

- » Energia właściwa (W/R): w edycji z 2011 tolerancja wynosiła $\pm 35\%$. W nowej normie z 2025 roku zmieniono ją na zakres od -10% do $+45\%$.
- » Ładunek udaru krótkotrwałego (Q_{SHORT}): tolerancja uległa zmianie z $\pm 20\%$ na zakres od -10% do $+20\%$.

Te zmiany wymuszają na laboratoriach badawczych większą precyzję w dolnych zakresach generowanych udarów, zapewniając jednocześnie, że badane elementy LPS (takie jak złącza czy przewody) zostaną poddane realnym, wysokim obciążeniom energetycznym.

Załącznik D: Parametry probiercze dla elementów LPS

Zmiany w Załączniku D koncentrują się na powiązaniu aktualnego arkusza normy z normami produktowymi oraz nowymi zjawiskami fizycznymi.

1. Powiązanie z IEC 62561: norma w wersji z roku 2025 wprowadza bezpośrednie odwołania do serii norm IEC 62561 (*Lightning Protection System Components*). Wszystkie parametry testowe w Tabeli D.1 są teraz ściśle skorelowane z wymaganiami dla konkretnych wyrobów odgromowych. W chwili obecnej mamy w Polsce ustanowione jako polskie normy siedem arkuszy normy PN-EN IEC 62561 (arkusze 1-7). Wszystkie arkusze polskiej normy są identyczne z odpowiednimi arkuszami w wersji IEC.

2. Zjawisko jonizacji gruntu: dodano całkowicie nowy punkt D.4.5, który opisuje wpływ jonizacji gruntu przy wysokich wartościach prądu szczytowego. Zjawisko to powoduje pozorny wzrost średnicy uziomu i redukcję impedancji uziemienia, co można teraz obliczać zgodnie z normą IEC 60071-2:2023. (PN-EN IEC 60071-2:2024-02 – wersja angielska *Koordinacja izolacji. Część 2: Wytyczne stosowania*)

3. Iskierniki izolacyjne: dla iskierników stosowanych w połączeniach wyrównawczych Tabela D.1 odsyła obecnie bezpośrednio do normy IEC 62561-3. (PN-EN IEC 62561-3:2024-03 – wersja angielska *Elementy urządzenia piorunochronnego (LPSC). Część 3: Wymagania dotyczące iskierników izolacyjnych (ISG)*)

Załącznik E – omawiający udary piorunowe w różnych miejscach instalacji – został poddany znacznej modyfikacji, zmieniając podejście z teoretycznego na bardziej praktyczne (wymiarowe).

1. Uproszczenie współczynnika podziału prądu k_e : edycja normy z roku 2011 zawierała złożone wzory (E.2 i E.3), oparte na umownych impedancjach Z oraz Z_1 (umowna impedancja uziemienia układu uziomów oraz umowna impedancja uziemienia części zewnętrznych lub linii podziemnych).

W edycji normy z roku 2025 zrezygnowano z tych skomplikowanych obliczeń na rzecz uproszczonej wartości $k_e = 0,5$ dla typowych obiektów, co znacznie ułatwia wstępne projektowanie. (W przypadku konstrukcji z systemem uziemienia zgodnym z normą IEC 62305-3:2024 pkt 5.4, można przyjąć następujące przybliżone wartości współczynnika podziału prądu $k_e = 0,5 \dots$).

2. Nowa definicja prądów udarowych dla SPD: Tabele E.1 i E.2 zostały zmodyfikowane, przebu-

PRODUCENT SYSTEMÓW ODGROMOWYCH

SYSTEMY
AN-KOM
ODGROMOWE

Kompleksowe rozwiązania dla budownictwa
mieszkaniowego, komercyjnego i przemysłowego.

20+

PONAD 20 LAT DOŚWIADCZENIA

Sprawdzone rozwiązania
dla profesjonalistów



PONAD 1000 HURTOWNI W POLSCE

Szeroka dostępność
i sprawna dystrybucja



POTWIERDZONA JAKOŚĆ

Rozwiązania zgodne
z aktualnymi normami



WSPARCIE TECHNICZNO-HANDLOWE

Doradztwo na każdym etapie
współpracy



NASZE ROZWIĄZANIA. TWOJE BEZPIECZEŃSTWO.



www.an-kom.pl



biuro@an-kom.pl



+48 33 875 18 11
+48 33 870 60 88



Inwałd, ul. ks. Władysława
Bukowińskiego 15,
34-120 Andrychów

POLSKA FIRMA • POLSKA PRODUKCJA • PARTNER, NA KTÓREGO MOŻESZ LICZYĆ

LPL (klasa)	Systemy niskonapięciowe				
	Bezpośrednie i pośrednie wyładowania w linię		Wyładowanie w pobliżu obiektu ^a	Wyładowanie w obiekt ^c	
	Źródło uszkodzenia S3 ^c	Źródło uszkodzenia S4 ^d	Źródło uszkodzenia S2	Źródło uszkodzenia S1 (sprężenie indukcyjne)	Źródło uszkodzenia S1 ^e (sprężenie rezystancyjne)
	kA 10/350 μs	kA 8/20 μs	kA 8/20 μs	kA 8/20 μs	kA 10/350 μs
III to IV	5	2,5 ^g	0,1 ^f	5	12,5
II	7,5	3,75 ^g	0,15 ^f	7,5	18,75
1	10	5 ^g	0,2 ^f	10	25

UWAGA! Wszystkie wartości odnoszą się do każdego przewodu linii

LPL (klasa)	Systemy telekomunikacyjne ^a				
	Bezpośrednie i pośrednie wyładowania w linię		Wyładowanie w pobliżu konstrukcji ^b	Wyładowanie w konstrukcję ^c	Wyładowanie w konstrukcję
	Źródło uszkodzenia S3 ^d	Źródło uszkodzenia S4 ^e	Źródło uszkodzenia S2	Źródło uszkodzenia S1 (sprężenie indukcyjne)	Źródło uszkodzenia S1 ^d (sprężenie rezystancyjne)
	kA 10/350 μs	kA 8/20 μs	kA 8/20 μs	kA 8/20 μs	kA 10/350 μs
III to IV	1	0,3	0,1	5	1,25
II	1,5	0,45	0,15	7,5	1,875
1	2	0,6	0,2	10	2,5

UWAGA! Wszystkie wartości odnoszą się do każdego przewodu linii.

Udary pojawiające się w liniach przyłączonych do obiektu wg nowej edycji normy z roku 2025

dowane i pojawiło się nowe pojęcie konwencjonalnych prądów udarowych (*Conventional surge currents*).

3. **Wymiarowanie SPD dla wyładowania w obiekt (S1):** w przypadku wyładowań w obiekt (źródło S1) wartość prądu udarowego dla systemów niskonapięciowych przy LPL I została precyzyjnie określona na 25 kA (10/350 μs) dla sprzężeń rezystancyjnych. W edycji z 2011 wartości te były niższe i zależały od liczby linii.

Zmiany wprowadzone w załącznikach do pierwszego arkusza normy IEC 62305-1:2025 przesuwają środek ciężkości z teoretycznych rozważań nad impedancjami w stronę **znormalizowanych procedur testowych i konwencjonalnych wartości projektowych**. Nowa edycja ułatwia pracę projektantom poprzez uproszczenie modeli podziału prądu, jednocześnie nakładając na producentów sprzętu i laboratoria surowsze wymagania w zakresie precyzji symulacji skutków energetycznych wyładowań.

Podsumowanie

Norma IEC 62305-1 stanowi fundament ochrony odgromowej, definiując zasady ogólne, parametry prądu pioruna oraz kryteria projek-

owania systemów ochronnych. Trzecia edycja z 2025 roku zastępuje wersję z roku 2011, wprowadzając istotne uaktualnienia wynikające z postępu technologicznego oraz nowego podejścia do zarządzania ciągłością pracy systemów elektronicznych.

Najważniejsze zmiany w nowej edycji normy

Zmiana zakresu stosowania (Scope): nowa edycja rozszerza listę obiektów wyłączonych z zakresu normy o elektrownie jądrowe; jednocześnie doprecyzowano, że parametry prądu pioruna opisane w dokumencie mogą być stosowane dla instalacji morskich (offshore) do czasu uzyskania nowych danych od CIGRE 6.

Wprowadzenie pojęcia częstości uszkodzeń F: najważniejszą zmianą merytoryczną jest wprowadzenie parametru częstości uszkodzeń F, który określa roczną liczbę niebezpiecznych zdarzeń mogących pogorszyć dostępność systemów wewnętrznych. Ochrona jest wymagana, gdy częstość F przekracza poziom tolerowany F_T.

Nowa klasyfikacja porażań istot żywych: w rozdziale 5. uszczegółowiono przyczyny

szkod typu D1 (porażenie prądem), dzieląc je na D1T (sprężenia rezystancyjne i indukcyjne) oraz D1D (bezpośrednie trafienie w istotę żywą).

Zarządzanie stratami o znaczeniu publicznym: wprowadzono definicję strat o znaczeniu publicznym (*loss of public relevance*). Obliczanie ryzyka R jest teraz obligatoryjne dla wszystkich obiektów, w których straty typu L1 (życie) i L2 (uszkodzenia fizyczne) mają wpływ na społeczeństwo lub środowisko.

Integracja systemów ostrzegania przed burzą (TWS): systemy ostrzegania zgodne z normą IEC 62793 zostały uznane za pełnoprawny środek prewencyjny. Pozwalają one na redukcję ryzyka R i częstości F poprzez czasowe wstrzymanie niebezpiecznych prac lub odłączenie urządzeń aparatury.

Wymagania dla stref LPZ i odstępów bezpieczeństwa: wewnątrz stref ochrony odgromowej (LPZ) wprowadzono wymóg zachowania odstępów bezpieczeństwa (ds) w celu ochrony przed polem magnetycznym, co stanowi uzupełnienie dla klasycznego odstępu separacyjnego (s) chroniącego przed przeskakami iskrowymi.

Uwzględnienie nowoczesnej infrastruktury: w skutkach wyładowań piorunowych norma wyraźnie uwzględnia teraz systemy fotowoltaiczne (PV), stacje ładowania pojazdów elektrycznych (EV) oraz instalacje telefonii komórkowej (5G).

Aktualizacja parametrów w załącznikach:

W Załączniku A uaktualniono parametry prądu pioruna w oparciu o dane CIGRE z 2013 roku oraz zharmonizowano definicje z normą IEC 62475.

Załącznik D wprowadza silne powiązanie elementów urządzenia z serią norm produktowych IEC 62561 dla elementów LPS.

Załącznik E zawiera dokładniejsze specyfikacje prądów udarowych niezbędnych do właściwego wymiarowania ograniczników przepięć (SPD).

Podsumowanie

Edycja normy z 2025 roku przesuwa punkt ciężkości ochrony z samego bezpieczeństwa konstrukcji w stronę zapewnienia dostępności usług i ochrony zaawansowanej elektroniki. Dzięki wprowadzeniu analizy częstości F oraz formalnemu uznaniu systemów TWS, inżynierowie otrzymali precyzyjne narzędzia do projektowania systemów ochrony odgromowej dostosowanych do wymagań nowoczesnego, cyfrowego społeczeństwa.



Ograniczniki przepięć VARITECTOR

Niezawodna ochrona instalacji fotowoltaicznych

- Z maks. prądem upływowo-udarowym 40 kA przy szerokości zaledwie 54 mm
- Zabezpieczenie bez bezpiecznika prądem zwarciovym do 11 kA (I_{sc} Pv)
- Optyczny wskaźnik stanu i zdalna sygnalizacja
- Dostępne również rozdzielnice PV Next i PV Next mini, wyposażone w ograniczniki VARITECTOR.



Więcej o tych i innych rozwiązaniach PV:
www.weidmuller.pl/pv





GUGLIELMO MARCONI

(1874–1937)

Guglielmo Marconi urodził się 25 kwietnia 1874 roku w Bolonii, jako syn ziemianina Giuseppe i Irlandki Annie Jameson. Kształcił się prywatnie w Bolonii i Florencji. Od 1887 r. uczęszczał do szkoły technicznej w Livorno. Od młodości interesował się fizyką i elektrycznością, szczególnie wpływ wywarły na niego badania Heinricha Herta nad falami elektromagnetycznymi: Hertz odkrył, że przeskoczenie iskry między elektrodami powoduje okresowe oscylacje. Marconi nie przeszedł typowej akademickiej drogi – uczył się prywatnie. Gdy nie zdał egzaminu wstępnego na Uniwersytet w Bolonii, zajął się eksperymentami elektrycznymi – wbrew życzeniom ojca, który chciał, by syn służył w marynarce. Młody pasjonat telegrafii bezprzewodowej uczestniczył w kilku wykładach prof. Augusto Righiego na Uniwersytecie Bolońskim i zobaczył jego eksperymenty z falami elektromagnetycznymi. Pod ich wpływem rozpoczął własne doświadczenia na strychu rodzinnego domu Villa Griffone w Pontecchio. W 1895 r. osiągnął pierwszy sukces: uruchamiając w sąsiednim pomieszczeniu drogą radiową dzwonek elektryczny. Jesienią 1895 r. udało mu się przesłać po raz pierwszy sygnał (literę S w alfabecie Morse'a) poza dom. Teraz cały wysiłek zwrócił na zwiększenie zasięgu przesyłania. Stwierdził, że lepsze warunki odbioru można uzyskać z anteny pionowej zakończonej cylindrem z blachy, przy zakopaniu drugiego końca z taką blachą w ziemi. Niedługo zasięg ten zwiększył do 2,4 km. Wtedy zwrócił się do rządu o subsydiowanie jego prac. Jednak odmówiono mu pomocy, uznając, że jego wynalazek nieznacznie tylko ulepsza istniejący telegraf przewodowy.

Wtedy udał się do Anglii, gdzie w czerwcu 1896 r. przy pomocy kuzyna Henry'ego Jamesona Dava opatentował aparaturę nadawczo-odbiorczą telegrafu bez drutu. Jego wynalazkiem zainteresowała się poczta brytyjska, udzielając mu znacznego poparcia. 27 lipca 1896 r. odbył się w Londynie publiczny pokaz jego wynalazku: sygnał nadany z dachu gmachu Poczty Głównej odebrano w odległym o 300 m gmachu. Była to pierwsza zarejestrowana wiadomość przesłana drogą radiotelegraficzną. Powodzenie dalszych pokazów i zainteresowanie się tym wynalazkiem marynarki oraz kilku firm spowodowało założenie w 1897 r. Towarzystwa Akcyjnego Wireless Tele-



graph and Signal Co. (później: Marconi's Wireless Telegraph Company).

W czerwcu 1898 r. Marconi przekazał raport z regat jachtowych ze statku do redakcji „Irish Daily Express” w Dublinie na odległość 16 km. W tym samym roku działanie swej aparatury zademonstrował królowej Wiktorii i księciu Albertowi. W 1899 r. przesłał sygnał przez kanał La Manche, pokazując, że łączność radiowa może przekraczać granice państw i naturalne przeszkody.

Zasięg radiostacji Marconiego stale wzrastał, ale jego obsesją było przesłanie sygnału przez Atlantyk. Ze względu na kulistość ziemi i fakt prostoliniowego rozchodzenia się fal radiowych autorytety naukowe uważały, że maksymalny możliwy zasięg to ok. 300 km. Nie zważając na to, Marconi podejmował kolejne próby. W maju 1900 r. przeniósł swoją stację nadawczą z wyspy Wight na cypel Poldhu w Kornwalii, a stację odbiorczą zbudował w St. John's w Nowej Fundlandii (wyspa na wschodnim wybrzeżu Ameryki Północnej). 12 grudnia 1901 r. w St. John's odebrano nadany przez stację w Poldhu sygnał o mocy 12 kW na fali 366 m – była to litera „S” w alfabecie Morse'a. Wydarzenie to było wielką sensacją na skalę światową i zapoczątkowało gigantyczny rozwój radiotelegrafii.

Jego system zastosowano w marynarce angielskiej i włoskiej. W 1902 r. odbierała na okręcie sygnał z odległości 1125 km w dzień i 3200 km w nocy. 18 stycznia 1903 r. prezydent USA Teodor Roosevelt i król Anglii Edward VII wymienili tą drogą pierwsze

historyczne depesze. W latach 1902–1905 Marconi udoskonalił poziomą antenę kierunkową i zapoczątkował transatlantycką stałą wymianę depesz.

W tym miejscu trzeba wspomnieć, że Nikola Tesla już w latach 90. XIX wieku pracował nad technologią bezprzewodowego przesyłania sygnałów: 1893 r. zaprezentował publicznie działający model systemu transmisji fal radiowych, a w 1897 r. złożył wnioski patentowe obejmujące nadajnik i odbiornik radiowy. Patenty te zostały zatwierdzone w USA i objęły kluczowe elementy technologii, która dziś uznawana jest za fundament radia. Jednak w 1904 r. amerykański urząd patentowy przyznał prawa patentowe Marconiemu, mimo że wcześniejsze patenty Tesli nadal obowiązywały. To wywołało długotrwały konflikt prawny. Tesla był przekonany, że jego prace zostały bezprawnie wykorzystane przez Marconiego. Dopiero w 1943 r. Sąd Najwyższy Stanów Zjednoczonych unieważnił część kluczowych patentów Marconiego i przywrócił pierwszeństwo rozwiązaniom opisanym wcześniej przez Teslę.

W czasie I wojny światowej Marconi był odpowiedzialny za łączność radiotelegraficzną wszystkich włoskich sił zbrojnych. W 1916 r. pracował nad systemem łączności krótkofalowej i antenami kierunkowymi z reflektorami do wysyłania wąskiej wiązki fal w określonym kierunku, by utrudnić przechwytywanie depesz przez nieprzyjaciela. Udowodnił, że komunikacja na falach krótkich z antenami kierunkowymi wymaga mniejszej mocy nadajników, a daje większy zasięg i lepszą słyszalność niż na falach długich.

W 1909 roku Marconi otrzymał Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki – za wkład w rozwój łączności bezprzewodowej – wraz z Karlem F. Braunem. Otrzymał też liczne order i medale: angielskie, amerykańskie, rosyjskie, włoskie i inne. Został doktorem honoris causa wielu uniwersytetów i członkiem honorowym wielu towarzystw naukowych, w tym SEP (1931).

Guglielmo Marconi zmarł 20 lipca 1937 roku w Rzymie.

I Źródła

1. https://pl.wikipedia.org/wiki/Guglielmo_Marconi.
2. <https://www.ee.pw.edu.pl/sep-ow/PLI/ft/art/marconi.htm>.



WYTWARZANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ I CIEPŁA

Józef Paska

Na wiosnę 2026 roku Wydawnictwo Naukowo-Techniczne opublikowało książkę pt. „Wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła” autorstwa prof. dr. hab. inż. Józefa Paski, wieloletniego pracownika Zakładu Elektrowni i Gospodarki Elektroenergetycznej Instytutu Elektroenergetyki Politechniki Warszawskiej. Książka jest przeznaczona dla osób zainteresowanych wytwarzaniem energii elektrycznej oraz ciepła, którego produkcja w elektrociepłowniach jest oprócz energii elektrycznej głównym produktem.

Książka została podzielona na czternaście rozdziałów, w których autor opisał poszczególne zagadnienia związane tematycznie z wytwarzaniem energii elektrycznej i ciepła. W pierwszym rozdziale zostały zamieszczone podstawowe informacje dotyczące klasyfikacji elektrowni oraz definicje generacji rozproszonej, technologii wytwarzania rozproszonego oraz porównania generacji rozproszonej w tle systemu elektroenergetycznego. W drugim rozdziale zostały opisane elektrownie parowe. Znajdzie w nim czytelnik opis kotłów i turbin parowych oraz opis obiegu termodynamicznego, wraz z określeniem sprawności. Uzupełnienie rozdziału stanowi opis bloków energetycznych z kotłami fluidalnymi oraz opis wysokosprawnych bloków energetycznych i bloków na nadkrytyczne parametry pary. W trzecim rozdziale zostały przedstawione elektrownie z turbinami gazowymi: autor opisał obiegi parowo-gazowe, budowę turbiny gazowej oraz układy gazowo-parowe zintegrowane w procesie zgazowania węgla. Rozdział czwarty zawiera opis zespołów prądotwórczych z silnikami spalinyowymi, silnikami Stirlinga i mikroturbinami ga-



zowymi. Rozdział piąty został poświęcony elektrowniom jądrowym. Opisano w nim energetyczne reaktory jądrowe oraz elektrownie jądrowe w zakresie procesów technologicznych i ich układów cieplnych. Zamieszczony został także opis cyklu paliwowego energetyki jądrowej oraz opis stanu obecnego rozwoju energetyki jądrowej, a także jej perspektywy w nadchodzących latach. W szóstym rozdziale zostały opisane elektrociepłownie i pompy ciepła, wraz z opisem łańcucha przemian energetycznych i sprawności elektrociepłowni konwencjonalnej, przedstawiono też zasadę działania pomp ciepła i ich zastosowanie. Rozdział siódmy został

poświęcony elektrowniom wodnym. Zamieszczono w nim ogólną charakterystykę elektrowni wodnych wraz z opisem turbin wodnych oraz opisem elektrowni przepływowych, elektrowni zbiornikowych, elektrowni szczytowo-pompowych oraz małych elektrowni wodnych. W rozdziale ósmym zamieszczono opis elektrowni wiatrowych lądowych oraz morskich. Rozdział dziewiąty został poświęcony wykorzystaniu energii słonecznej – opisano w nim elektrownie heliologiczne oraz fotowoltaiczne. W rozdziale dziesiątym zamieszczono opis wykorzystania biomasy, wraz z opisem elektrowni geotermicznych oraz wykorzystaniem energii mórz i oceanów. W rozdziale jedenastym opisano ogniwa paliwowe. Rozdział dwunasty zawiera opis hybrydowych systemów wytwórczych wraz z opisem wykorzystania magazynów energii. W rozdziale trzynastym zamieszczono wyczerpujący opis elektrycznych układów elektrowni. Zawarto w nim opis generatorów synchronicznych, z podaniem dopuszczalnego obszaru ich pracy, określe-

niem sprawności, opisem układów wzbudzenia i chłodzenia oraz podaniem wymagań stawianych przy przyłączaniu generatora do sieci elektroenergetycznej. W treści tego rozdziału czytelnik znajdzie opisy generatorów asynchronicznych, układów elektrycznych wprowadzania mocy i zasilania odbiorników potrzeb własnych elektrowni konwencjonalnych i jądrowych. W końcowej części rozdziału zamieszczono opis układów elektrycznych elektrowni OZE. W ostatnim, czternastym rozdziale, zamieszczono opis wybranych zagadnień pracy elektrowni w systemie elektroenergetycznym.

Tekst mgr inż. Julian Wiatr

ZAMÓWIENIA

✉ eib@ksiegarniatechniczna.com.pl
www.ksiegarniatechniczna.com.pl

☎ tel. 22 512 60 60, -61, -62, -68
faks 22 468 84 76





Branżowe Centrum Umiejętności w Miastku

Branżowe Centrum Umiejętności (BCU) to nowa jednostka w polskim systemie oświaty, mająca na celu zacieśnienie współpracy między edukacją zawodową a biznesem. Są to zaawansowane technologicznie ośrodki, które specjalizują się w konkretnej dziedzinie zawodowej. Głównym zadaniem BCU jest przygotowanie wykwalifikowanych kadr zgodnie z aktualnymi i przyszłymi potrzebami rynku pracy, w tym w zakresie transformacji cyfrowej i ekologicznej.

Pierwsze w Polsce centrum umiejętności kształcące w dziedzinie energetyki odnawialnej – pomp ciepła i geotermii płytowej działa przy Zespole Szkół Ogólnokształcących i Technicznych w Miastku. BCU w Miastku organizuje kursy i szkolenia, a także seminaria branżowe i wydarzenia wspierające rozwój kompetencji zawodowych. Centrum służy zarówno uczniom, jak i dorosłym, którzy chcą zdobyć lub poszerzyć swoje kwalifikacje w sektorze OZE.

Branża energetyki odnawialnej ma coraz większe znaczenie dla rozwoju polskiej gospodarki. Technologie OZE pozwalają na wykorzystanie naturalnych źródeł energii do ogrzewania i chłodzenia budynków, co przyczynia się do redukcji emisji CO₂, zmniejszenia zależności od paliw kopalnych oraz poprawy jakości powietrza. Ich rozwój wspiera transformację energetyczną kraju, zgodną z polityką klimatyczną Unii Europejskiej.



BEZPŁATNE KURSY I SZKOLENIA

Zapraszamy na bezpłatne kursy dotyczące zastosowania, montażu, serwisu i eksploatacji nowoczesnych instalacji OZE (pompy ciepła i płytka geotermia), które pozwalają zdobyć umiejętności praktyczne na fundamencie solidnej wiedzy.

Polecamy 5-dniowe kursy:

- » Bilans energetyczny budynków, dobór sprzętów kowych pomp ciepła i płytowej geotermii,
- » Odnawialne źródła energii, pompy ciepła oraz ich podstawy ekonomiczne,
- » Kurs dla funkcjonariuszy PSP i OSP poświęcony instalacjom OZE, ze szczególnym uwzględnieniem bezpieczeństwa działań ratowniczo-gaśniczych.

Branżowe Centrum Umiejętności (pompy ciepła i geotermia płytka)

77-200 Miastko, ul. Młodzieżowa 3

+48 59 857 26 49

sekretariat@zsoitmiastko.pl

www.bcumiastko.pl



Dział Kształcenia Politechniki Wrocławskiej

Jesteśmy wiodącą jednostką pozawydziałową Politechniki Wrocławskiej w zakresie kształcenia ustawicznego w różnych formach dydaktycznych, uzupełniających kształcenie na studiach inżynierskich, magisterskich i doktoranckich oraz jedną z najbardziej liczących się instytucji szkoleniowych w regionie, prowadzącą działalność szkoleniową na rzecz społeczności uczącej się – pracowników, studentów i klientów spoza uczelni.

Przykładowe kierunki studiów podyplomowych

- » Projektowanie instalacji i urządzeń elektrycznych wspomagane komputerowo
- » Ochrona przeciwporażeniowa i przeciwpożarowa w instalacjach elektrycznych
- » Trakcja elektryczna – sterowanie ruchem kolejowym
- » Systemy sterowania w energetyce (PLC, DCS)
- » Certyfikacja i audyt energetyczny
- » Międzynarodowe Procedury Organizacji Inwestycji według FIDIC
- » Urbanistyka i planowanie przestrzenne
- » Energetyka jądrowa
- » Energetyka odnawialna
- » Architektura krajobrazu
- » Technologie wód, ścieków i odpadów
- » Zarządzanie logistyczne
- » Architektura krajobrazu

Realizujemy również kursy z zakresu:

- » Kosztorysowanie robót budowlanych
- » Certyfikacja energetyczna – Świadectwa Charakterystyki Energetycznej Budynków
- » Badanie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w instalacjach niskiego napięcia, instalacjach fotowoltaicznych i stacjach ładowania pojazdów
- » Projektowanie instalacji elektrycznych, obliczenia zwarciove i dobór zabezpieczeń zwarciowych
- » Tutoring akademicki
- » Ustawiacz form wtryskowych
- » Komputerowe systemy projektowania oświetlenia

Dział Kształcenia

Politechniki Wrocławskiej

50-421 Wrocław, ul. Na Grobli 15

tel. 71 340 75 14 (-15, -16, -17, -18)

cku@pwr.edu.pl

www.cku.pwr.edu.pl



STOWARZYSZENIE POLSKICH ENERGETYKÓW Oddział w Warszawie

Wysoko wykwalifikowana kadra naukowo-techniczna, zrzeszona w SPE Oddział Warszawa, przeprowadza specjalistyczne szkolenia i egzaminy z zakresu eksploatacji sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych, cieplnych i gazowych. Przy oddziale działa **Komisja Kwalifikacyjna nr 595**, powołana przez Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki, która przeprowadza egzaminy w pełnym zakresie energetyki dla grupy G1, G2, G3.

SPE Oddział w Warszawie dysponuje kwalifikowaną kadrami rzeczoznawców – audytorów, projektantów, którzy wykonują:

- » Projekty założeń do planów zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe dla gmin
- » Audyty energetyczne źródeł ciepła, sieci i instalacji cieplnych oraz obiektów budowlanych dla realizacji przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- » Ekspertyzy dotyczące obniżenia kosztów zakupu energii elektrycznej od dostawców, obejmujące: analizę poboru mocy i możliwości jej ograniczenia, analizę zużycia energii elektrycznej w funkcji czasu, analizę kompensacji energii biernej, symulację wielkości rachunków w różnych wariantach taryfowych, dobór właściwej taryfy
- » Analizy pracy sieci, instalacji i urządzeń energetycznych oraz doboru urządzeń racjonalizujących gospodarkę energetyczną zakładów
- » Projekty techniczno-budowlane w zakresie elektroenergetyki, ciepłownictwa i gazownictwa
- » Weryfikację projektów technicznych w zakresie elektroenergetyki, ciepłownictwa i gazownictwa
- » Analizy techniczno-ekonomiczne przedsięwzięć energetycznych
- » Instrukcje eksploatacji sieci, instalacji i urządzeń energetycznych z uwzględnieniem organizacji bezpiecznego wykonywania robót – stosownie do wymagań obowiązujących przepisów i norm
- » Pomiary parametrów technicznych i bilansów energetycznych urządzeń i sieci zakładowych
- » Taryfy dla energii elektrycznej, ciepła i paliw gazowych – stosownie do rodzaju prowadzonej działalności gospodarczej
- » Pomiary skuteczności ochrony przeciwporażeniowej urządzeń i instalacji elektrycznych oraz ochrony odgromowej obiektów budowlanych

SPE ODDZIAŁ W WARSZAWIE

02-457 Warszawa ul. Czereśniowa 19B

tel. 662 106 198; 698 638 210; 698 638 211

tel. centr. 22 228 21 30, faks 22 228 21 34

speow@onet.pl

www.spe.warszawa.pl



Inwestycja w edukację w Powiecie Niżańskim

Branżowe Centrum Umiejętności w Dziedzinie Energetyki w Nisku to nowoczesna placówka edukacyjna, kształcąca w branży elektroenergetycznej. Oferuje szkolenia dostosowane do rynku pracy, walidację kompetencji oraz praktyczną naukę w specjalistycznych pracowniach, jak i na zewnętrznym poligonie szkoleniowym, oddającym rzeczywiste warunki pracy na sieci elektroenergetycznej. Lokalizacja Branżowego Centrum Umiejętności w Dziedzinie Energetyki w Nisku jest nieprzypadkowa – Nisko ma bogatą tradycję w kształceniu specjalistów z branży elektroenergetycznej, głównie dzięki działalności Regionalnego Centrum Edukacji Zawodowej (RCEZ).

Projekt pn. „Utworzenie i funkcjonowanie Branżowego Centrum Umiejętności w Powiecie Niżańskim – w dziedzinie Energetyka” realizowany jest przez Powiat Niżański we współpracy partnerskiej ze Stowarzyszeniem Polskich Energetyków oraz PGE Dystrybucja S.A., dzięki pozyskanemu dofinansowaniu z Krajowego Planu Odbudowy i Zwiększania Odporności (KPO) w kwocie 15 mln zł.

BCU w Nisku ma na celu:

- » Kształcenie w dziedzinie energetyki, a w szczególności elektroenergetyki, dostosowując programy szkoleń do wymogów dynamicznie zmieniających się potrzeb branży elektroenergetycznej,
- » Walidację umiejętności, uzyskiwanie nowych kwalifikacji zawodowych niezbędnych do rozwoju w branży energetycznej,
- » Tworzenie dostępu do innowacyjnych pracowni oraz nowoczesnego poligonu szkoleniowego dla potrzeb kształcenia oraz zdobywania doświadczenia wymaganego na rynku pracy,
- » Tworzenie sprzyjającego środowiska w branży energetycznej, stymulującego współpracę, wymianę informacji oraz upowszechnianie i dostęp do innowacji.

Propozycja edukacyjno-szkoleniowa BCU uzupełnia ofertę kształcenia i szkolenia zawodowego w systemie oświaty oraz systemie szkolnictwa wyższego i nauki, a także wspiera proces uczenia się przez całe życie zgodnie z ideą Zintegrowanej Strategii Umiejętności 2030.

Szkolenia dla uczniów, osób dorosłych oraz nauczycieli:

- » Automatyka i zabezpieczenia w rozdzielni SN
- » Diagnostyka i inspekcja sieci SN i nN z użyciem kamery za pomocą drążków teleskopowych z poziomu ziemi
- » Eksploatacja kablowych sieci SN i nN
- » Eksploatacja napowietrznych sieci nN
- » Eksploatacja sieci SN przy użyciu drążków teleskopowych „metodą z odległości”
- » Innowacje w procesie edukacji
- » Instalacje elektryczne
- » Ocena sieci elektroenergetycznej
- » Organizacja bezpiecznej pracy przy urządzeniach elektroenergetycznych
- » Silniki elektryczne
- » Układy pomiarowe bezpośrednie, półpośrednie, pośrednie

Oferta szkoleniowa oraz informacje o aktualnych naborach są dostępne na stronie:
www.bacunisko.pl.

Branżowe Centrum Umiejętności w Nisku
37-400 Nisko, ul. 3 Maja 32C
tel. 15 687 25 60
e-mail: poczta@bcunisko.pl
www.bacunisko.pl



Firma Anmaro powstała w 2000 roku w Rzeszowie. W chwili obecnej ma cztery oddziały – w Rzeszowie, Jaśle, Warszawie oraz Bielsku-Białej. W trakcie wieloletniej działalności nawiązaliśmy również współpracę z wieloma firmami podwykonawczymi w całej Polsce.

Zakres oferowanych przez nas usług to m.in.:

Systemy zasilania awaryjnego

Dostawa i montaż: zasilaczy awaryjnych UPS, stabilizatorów napięcia, agregatów prądotwórczych, systemów chłodzenia. Zapewniamy pełny serwis oferowanych przez nas urządzeń – gwarancyjny oraz pogwarancyjny. Zasilanie awaryjne staje się coraz ważniejsze, Państwa dane i urządzenia powinny być chronione przed niespodziewanymi zanikami napięcia. W tym celu pomożemy Państwu dobrać i zamontować odpowiedni zasilacz UPS.

Systemy fotowoltaiczne

Dostawa i montaż kompletnych i indywidualnie dobranych do potrzeb klienta zestawów fotowoltaicznych, na które składają się: panele (moduły) fotowoltaiczne, inwerter (falownik), system montażowy, okablowanie i konektory, zabezpieczenia elektryczne, elementy opcjonalne: akumulatory, systemy zarządzania energią itp.

Zapraszamy Państwa do współpracy. Jesteśmy otwarci na wszelkie sugestie i uwagi.



ANMARO Sp. z o.o.

📍 35-321 Rzeszów

ul. Na Skąły 1B

☎ tel. 22 378 17 49, faks 22 378 17 50

✉ anmaro@anmaro.pl

www.anmaro.com.pl



Dodaj bezpieczeństwo do swojej przestrzeni

ASPP to polska firma specjalizująca się w prewencji i zabezpieczeniach pożarowych. Opracowała Autonomiczny System Prewencji Pożarowej, który wykorzystuje innowacyjną nanotechnologię – mikrokapsułki uwalniające gaz gaśniczy pod wpływem temperatury – do ochrony ppoż. m.in. fotowoltaiki i urządzeń elektrycznych.

Autonomiczny System Prewencji Pożarowej to system produktów zdolnych do zapobiegania rozprzestrzenianiu się ognia. Implementacja systemu zmniejsza liczbę ofiar i szkód materialnych. W ASPP udało się wdrożyć specjalną nanotechnologiczną kapsułkę, która w polimerowej powłoce zawiera wysokowydajny środek gaśniczy. W ofercie ASPP są specjalne farby, naklejki, wyroby linowe i osłony oraz inne produkty, które autonomicznie gaszą pożary wywołane czynnikami elektrycznymi w pomieszczeniach zamkniętych, tablicach rozdzielczych, rozdzielnicach, szafach systemów PV. Firma intensywnie korzysta z dostępnych najnowszych technologii, wszyscy pracownicy jednoczą się z pasją i duchem wyzwań, aby stworzyć „bezpieczniejszy świat” pod ikoną „Dodaj bezpieczeństwo do swojej przestrzeni”.

Zadowolenie klientów z jakości i innowacyjnych produktów osiągamy poprzez ciągłe badania i rozwój oraz inwestycje oparte na ekskluzywnych kontraktach i umowach technicznych. Jako firma specjalizująca się w zabezpieczaniu podzespołów, jak i kompletnych urządzeń, ASPP jest gotowa dodać funkcjonalność przeciwpożarową do istniejących produktów poprzez współpracę, nie ograniczając naszą nanotechnologią przeciwpożarową funkcji istniejących urządzeń. Zastosowanie produktów ASPP zwiększa bezpieczeństwo instalacji PV bez ingerencji w jej główne komponenty. Można je montować zarówno na nowych, jak i istniejących już obiektach. Implementacja tego systemu zmniejsza liczbę ofiar i szkód materialnych w razie pożaru.



ASPP PSA

📍 38-400 Krosno, ul. F. Żwirki i S. Wigury 15

☎ +48 664 672 292

✉ biuro@aspp-tech.eu

www.aspp-tech.eu

brother at your side

Po Twojej stronie, zawsze.

Od drukarek i skanerów przez drukarki etykiet, po specjalistyczne rozwiązania dla biznesu pozwalające na dostosowanie technologii do Twoich oczekiwań – tworzymy ofertę z myślą o Twoich potrzebach.

Grupa Brother oferuje produkty i usługi klientom na całym świecie dzięki 17 zakładom produkcyjnym i 52 placówkom handlowym w 44 krajach.

Seria profesjonalnych drukarek etykiet P-TOUCH jest oparta na technologii termotransferu i kompatybilna z taśmami TZe, w których zastosowano opatentowaną przez Brother technologię laminowania zapewniającą bardzo wysoką odporność na różne czynniki. Inżynierowie pracujący dla firmy Brother opracowali sposób wykorzystania techniki druku termotransferowego, aby uzyskać wysokiej jakości etykietę samoprzylepną.

Na stronie producenta brother.pl można znaleźć katalog produktów, wskazówki dotyczące prawidłowej eksploatacji urządzeń, możliwość weryfikacji, czy posiadane materiały nie są podrobione, listę sklepów oferujących artykuły Brother oraz przejrzyste prezentacje dotyczące praktycznych rozwiązań biznesowych z wykorzystaniem produktów marki.



Brother Central and Eastern Europe GmbH
Am Euro Platz 2/2/M1, 1120 Vienna, Austria
ODDZIAŁ W POLSCE

☎ 02-674 Warszawa, ul. Marynarska 15
☎ tel. 22 441 63 00, faks 22 441 63 01
✉ biuro@brother.pl www.brother.pl



Elektrobud – producent specjalistycznej stacji transformatorowej ICZ-E

Oszczędność energii i kosztów

ICZ-E to nowoczesna stacja transformatorowa, która zadba zarówno o oszczędność energii, jak i oszczędność finansową. Innowacyjny produkt od Elektrobud P.S.A. pozwala uzyskać wiele korzyści za sprawą jednej kompleksowej usługi.



Wnętrzowa stacja transformatorowa ICZ-E ma służyć zniwelowaniu do minimum problemów związanych ze zbyt dużą eksploatacją energii. Nasza stacja transformatorowa generuje o wiele niższe straty ciepła od tradycyjnych rodzajów stacji transformatorowych (słupowych, betonowych czy nawet kontenerowych), co przekłada się na wymierne, wyliczalne korzyści finansowe.

Specjalistyczne stacje transformatorowe od Elektrobud P.S.A. są także bardzo łatwe w montażu i posadowieniu w dogodnej dla nich lokalizacji, zarówno na zewnątrz, jak i wewnątrz zakładu. Możliwość montażu pod zadaszeniem, lub na dachu. Innowacyjne rozwiązanie firmy Elektrobud P.S.A. dzięki wysokiej jakości obudowie cechuje się dużą odpornością na niekorzystne warunki atmosferyczne.

Właściwości nowoczesnych wnętrzowych stacji transformatorowych ICZ-E pozwalają w sposób kompleksowy zastosować takie rozwiązanie w swoich zakładach produkcyjnych, budynkach użyteczności publicznej, biurach, magazynach czy placówkach handlowych. To przemysłowa inwestycja, która zapewni lepsze zagospodarowanie przestrzeni, a także oszczędność w eksploatacji energii i korzyści finansowe.

Elektrobud P.S.A.

☎ 67-400 Wschowa, ul. Nowopólna 10
☎ tel. +48 65 547 66 00
✉ wschowa@elektrobud.pl
www.elektrobud.pl
www.stacjetransformatorowe.pl



ETI Polam jest jednym z wiodących producentów i dostawców aparatów oraz wyrobów stosowanych w instalacjach elektrycznych budownictwa mieszkaniowego, przemysłowego oraz energetyki.

Produkty elektrotechniczne znajdujące się w asortymencie firmy wyszczególniono w czterech działach: budownictwo i przemysł, energetyka, energoelektronika oraz fotowoltaika. ETI Polam oferuje swoim klientom przede wszystkim wyłączniki nadprądowe i przeciwporażeniowe, modułowe aparaty elektryczne, styczniki instalacyjne, modułowe na szynę TH 35, ograniczniki przepięć, osprzęt izolacyjny do aparatów zabudowy modułowej, bezpieczniki topikowe instalacyjne, bezpieczniki topikowe małogabarytowe, rozłączniki bezpiecznikowe do wkładek cylindrycznych, bezpieczniki średniego napięcia, złączki gwintowe – rzędowe, oprawy oświetleniowe i oprawki, aparaty sterowania czasowego, styczniki powietrzne oraz rozdzielnice mieszkaniowe.

Głównym celem firmy ETI Polam jest zapewnienie kompleksowej oferty zabezpieczeń instalacji elektrycznych przed przetężeniem i przepięciem oraz obsługi urządzeń elektrycznych przed porażeniem.

W serwisie internetowym etipolam.com.pl udostępniono możliwość, niezobowiązującego do zakupu, uzupełnienia (w przypadku wątpliwości oraz pytań dotyczących oferty) karty zapytania oraz obejrzenia zarówno rodzin produktów, jak i pojedynczych artykułów w przejrzystym widoku drzewa.

Firma dba o to, aby wszystkie jej produkty odpowiadały najwyższemu standardom, w związku z czym od 2006 roku posiada Certyfikat Zarządzania Jakością ISO 9001. Ponadto co roku zdobywa wiele nagród związanych ze swoją prężną działalnością w Polsce.



ETI Polam Sp. z o.o.

☎ 06-100 Pułtusk, ul. Jana Pawła II 18
☎ tel. 23 691 93 00, infolinia: 801 501 571
✉ etipolam@etipolam.com.pl
www.etipolam.com.pl



EVER Sp. z o.o. to krajowy producent rozwiązań zasilania gwarantowanego UPS. Wieloletnie doświadczenie produkcyjne (od 1991 r.), własny Dział Badań i Rozwoju (R&D), serwis produkcyjny, doradztwo techniczne oraz wysoka specjalizacja czynią EVER renomowanym dostawcą na polskim rynku rozwiązań gwarantujących ciągłość zasilania.

Nasze produkty

- » Zasilacze UPS
- » Agregaty prądowe
- » Certyfikowane zasilacze do napędów bram ppoż.
- » Listwy antyprzepięciowe i filtrujące
- » Moduły bateryjne i akumulatory
- » Akcesoria do UPS (m.in. karty sieciowe, karty styków bezpotencjałowych, uchwyty i inne)
- » Oprogramowanie monitorująco-zarządzające PowerSoft

Usługi EVER

- » Przeglądy i naprawy
- » Instalacje i uruchomienia
- » Modernizacje systemów zasilania awaryjnego
- » Modernizacje instalacji elektrycznej w celu zainstalowania zasilaczy UPS EVER
- » Wymiana akumulatorów
- » Wypożyczenia UPS
- » Upgrad'e mocy zasilaczy UPS EVER
- » Pomiary jakości zasilania pod kątem doboru zasilacza UPS oraz agregatu prądowego
- » Rozszerzenie gwarancji
- » Zdalny monitoring GSM zasilaczy UPS EVER
- » Przeniesienie eksploatowanych zasilaczy UPS przez Klienta do nowych lokalizacji

Doradztwo

- » Dobór rozwiązań zasilania awaryjnego UPS i agregatów prądowych
- » Wsparcie w rozwiązywaniu bieżących problemów technicznych w trakcie użytkowania urządzeń
- » Wsparcie w zakresie monitoringu pracy i zarządzania zasilaczem UPS za pośrednictwem oprogramowania PowerSoft

Zastosowanie rozwiązań EVER

- » Zabezpieczenie linii produkcyjnych, automatyki przemysłowej i elektronicznej infrastruktury biurowej
- » Gwarancja ciągłości zasilania serwerów, infrastruktury sieciowej i stacji roboczych
- » Ochrona wrażliwej infrastruktury technicznej i teleinformatycznej w szpitalach, urzędach i obiektach użyteczności publicznej
- » Zabezpieczenie zasilania budynków mieszkalnych i elektroniki „SMART HOME”

EVER Sp. z o.o.

60-003 Poznań, ul. Wołczyńska 19

tel. 61 6500 400

ups@ever.eu

www.ever.eu



GENERAL ENERGY POLAND

„Do przodu by osiągnąć wyznaczony cel i nie oglądać się za siebie” – to główne motto firmy General Energy Poland.

Firma z siedzibą w Bielsku-Białej, otoczona pięknymi Beskidami, z roku na rok błyskawicznie się rozwija w przemyśle energetycznym i umacnia swoje miejsce na rynku, dzięki czemu gromadzi w swojej bazie coraz większe grono zadowolonych klientów.



Zakres działalności naszej firmy:

- » Stacje transformatorowe SN/nn w obudowach betonowych i metalowych
- » Złącza kablowe SN
- » Rozdzielnice SN (sterowane manualnie oraz z telemechaniką) w izolacji: gazowej SF₆ free, stałopowietrznej i powietrznej
- » Rozdzielnice nn do 4000A w oparciu o rozwiązania systemowe oraz własne
- » Rozdzielnice nn wewnętrzne i słupowe dedykowane dla Operatorów Systemu Dystrybucji energii
- » Szafy sterownicze
- » Rozdzielnice zewnętrzne (fundamenty betonowe, obudowy aluminiowe malowane proszkowo)
- » Szafy oświetlenia ulicznego, złącza kablowe nn, złącza pomiarowe oraz kablowo-pomiarowe w obudowach termoutwardzalnych
- » Obudowy termoutwardzalne
- » Akcesoria do rozdzielni elektrycznych, tj. tablice licznikowe, uchwyty, złączki kablowe itp.

Zapraszamy do współpracy firmy z sektora energetycznego, przemysłowego i infrastrukturalnego.

General Energy Poland

43-300 Bielsko-Biała, ul. Partyzantów 25

tel. 33 471 10 00

office@generalenergy.com.pl

www.generalenergy.com.pl



PROFESJONALIZM, INNOWACYJNOŚCI, NIEUSTANNE DĄŻENIE DO DOSKONAŁOŚCI

Firma GEN-SYS to polski lider w dziedzinie zasilania gwarantowanego, specjalizujący się w dystrybucji i serwisie agregatów prądowych. Jesteśmy dumni z naszej długotrwałej współpracy z REHLKO, francuskim producentem agregatów prądowych, jako ich autoryzowany partner. Nasza oferta obejmuje zarówno agregaty stacyjne, jak i przenośne, z silnikami Diesla. Wyróżnia nas zespół doświadczonych inżynierów-techników, którzy specjalizują się w projektowaniu i wykonywaniu kompletnych systemów. Działamy na terenie całej Polski, z oddziałami w Warszawie i Kielcach. Nasze przenośne agregaty prądowe typu Portable dostępne są poprzez sieć naszych Partnerów. W naszej ofercie znajdują się również produkty czołowych firm z branży, takich jak EATON – zasilacze UPS.

W naszym asortymencie oferujemy szeroki wybór produktów, które zadowolą nawet najbardziej wymagających odbiorców. Proponujemy przede wszystkim następujące rodzaje agregatów:

- » Agregaty stacyjne
- » Agregaty przenośne
- » Agregaty z silnikiem diesla
- » Agregaty Power Products

Wszystkie nasze produkty są najwyższej klasy, co potwierdza wieloletnia współpraca z renomowaną marką REHLKO. Niezależnie od Twoich potrzeb, z pewnością znajdziesz w naszej ofercie rozwiązanie idealne dla siebie. Skontaktuj się z nami, aby dowiedzieć się więcej!

W dziedzinie serwisu oferujemy naprawy i części zamienne następujących marek: John Deere, Volvo Penta, Cummins, Mitsubishi, Perkins, FG Wilson, Leroy Somer, Mecc Alte, Stamford, New Age, Socomec, Wexler. Nasz zespół serwisowy to doświadczeni specjaliści, którzy gwarantują szybką i profesjonalną obsługę.



GEN-SYS Sp. z o.o.

04-950 Warszawa, ul. Patriotów 87

tel. 22 872 10 21

biuro@gen-sys.pl

www.gen-sys.pl



pronutec
gorlan



PODSTAWY BTVA
I ROZŁĄCZNIKI
BEZPIECZNIKOWE
LISTWOWE BTVC



ROZŁĄCZNIKI
DO INSTALACJI
FOTOWOLTAICZNYCH
O NAPIĘCIU 800 VAC



ROZŁĄCZNIKI
BEZPIECZNIKOWE
KASETOWE BTHC

telergon
gorlan



WYŁĄCZNIK
BEZPIECZEŃSTWA
STRAŻAKA CRS

ROZŁĄCZNIKI
IZOLACYJNE
S5000



ROZŁĄCZNIKI
IZOLACYJNE
Z BEZPIECZNIKAMI
M3

PRZEŁĄCZNIKI SIEĆ - AGREGAT
S5000 - L / F - CCF - CCP - ATS



gorlan
polska

ul. Żeromskiego 18, 56-420 Bierutów
tel. +48 56 623 14 65

www.gorlan.com.pl

HIMOINSA
A YANMAR COMPANY

HIMOINSA jest spółką należącą do Grupy Yanmar, która specjalizuje się w konstrukcji, produkcji i dystrybucji urządzeń do wytwarzania energii: od agregatów prądotwórczych na olej napędowy i gaz, po wieże oświetleniowe i panele sterujące.

Wszystkie komponenty agregatów prądotwórczych wytwarzane są w fabrykach spółki: alternatory, silniki, obudowy i sterowniki. Na potrzeby każdego projektu angażowana jest cała specjalistyczna wiedza pionu inżynierskiego, tak aby optymalnie dostosować produkt do konkretnych potrzeb danego rozwiązania poprzez oferowanie doradztwa technicznego, studiów wykonalności oraz homologacji, w tym przed sformalizowaniem zamówienia. Posiadane możliwości produkcyjne zapewniają spółce dużą elastyczność, ponieważ pozwalają bardzo sprawnie opracowywać niestandardowe produkty na rynku całego świata.

W ofercie firmy znajdziesz:

- » Agregaty prądotwórcze z silnikiem Diesla
- » Agregaty prądotwórcze na gaz
- » Wieże oświetleniowe z silnikiem Diesla
- » Inteligentne systemy kontroli



Spółka posiada 13 filii w różnych częściach globu, 8 zakładów produkcyjnych i około tysiąca pracowników, którzy ściśle i regularnie współpracują z ponad 130 dystrybutorami na całym świecie.

Jednym z najważniejszych wyzwań w sektorze wytwarzania energii jest niewątpliwie ograniczenie oddziaływania na środowisko. Dźwignią odpowiednich zmian jest innowacja.

Obsługa klienta na wysokim poziomie to część DNA spółki od momentu jej założenia w 1982 roku – szczerzymy się utrzymywaniem zażyłych stosunków z klientami i staramy się przewidywać ich potrzeby, zwracając baczność uwagę na specyfikę każdego rynku.

Łatwo można zostać w tyle. Dla spółki HIMOINSA pozostawanie jak najbliżej klienta i maksymalne dostosowywanie się do jego oczekiwań ma kluczowe znaczenie. Szczegółowa znajomość rynku, zyskiwana dzięki rozległej sieci handlowej, pozwala spółce opracowywać produkty coraz lepiej dostosowane do każdego klienta i każdego sektora – od szpitali, przez firmy inżynierskie, wypożyczalnie, operatorów telekomunikacyjnych, po instytucje i urzędy.

HIMOINSA POLSKA Sp. z o.o.

📍 05-074 Stary Konik, Stary Konik 58

☎ tel. 22 868 19 18

✉ polska@himoinsa.pl

www.himoinsa.pl



RAWPLUG®

MOC
KTÓREJ
POTRZEBUJESZ

Poznaj nową
generację

narzędzi akumulatorowych
i sieciowych, stworzonych
do pracy w najtrudniejszych
warunkach

**bez przerw,
bez kompromisów.**

Dowiedz się więcej



Rawplug S.A.

51-416 Wrocław, ul. Kwidzyńska 6
tel. 71 32 60 100, 71 37 26 111

info@rawplug.com

www.rawplug.com



Zajmujemy się ochroną przed przepięciami, monitorowaniem sieci IT i dystrybucją mierników i testerów.

MIERNIKI DO KONTROLI BEZPIECZEŃSTWA SPRZĘTU

- » sprzęt medyczny i elektryczny

TESTERY

- » ograniczników przepięć
- » wyłączników RCD, impedancji pętli zwarcia, rezystancji izolacji

PRZEKAŹNIKI KONTROLI STANU IZOLACJI (IMD)

- » monitoring układu IT w szpitalach, przemyśle, trakcji, monitoring zasilania taboru kolejowego

OGRANICZNIKI PRZEPIĘĆ (SPD)

- » ochrona systemów zasilania, transmisji danych, sygnałów wizyjnych (CCTV, PoE kamery)
- » ochrona przeciwporażeniowa oraz przeciwprzepięciowa

OCHRONA PRZEPIĘCIOWA I MONITORING W INSTALACJACH FOTOWOLTAICZNYCH (PV)

- » ochrona odgromowa i przepięciowa typu T1+T2 i typu T2 dla wszystkich poziomów LPL (w połączeniu U i Y)
- » monitoring układu PV (IT AC) przekazywanymi kontrolą stanu izolacji

OCHRONA DYSTRYBUCJI ENERGII ELEKTRYCZNEJ

- » ograniczniki niskiego i średniego napięcia w energetyce i górnictwie

OCHRONA TRAKCJI I POJAZDÓW

- » ograniczniki przepięć dla sieci trakcyjnych
- » ochrona tramwajów, trolejbusów, lokomotyw, ochrona osób

URZĄDZENIA DO WYRÓWNYWANIA POTENCJAŁÓW

- » iskierniki separacyjne, strefy ExK

Zapewniamy profesjonalne usługi i doradztwo



REPOS TECHNIK Sp. z o.o.

ul. Martinovská 3168/48, 723 00 Ostrava,
Republika Czeska
tel. kom. +420724321079
repostechnik@repostechnik.pl
www.repostechnik.pl



PRODUCENT TRANSFORMATORÓW ENERGETYCZNYCH

Firma SGB jest jednym z najbardziej renomowanych dostawców transformatorów energetycznych. Jest największym producentem transformatorów w Niemczech. Grupa SGB-SMIT jest czwartym co do wielkości producentem transformatorów w Europie. Każdego roku nasze fabryki opuszcza kilkanaście tysięcy nowych transformatorów energetycznych dla klientów na całym świecie. SGB-SMIT to unikalna, dopracowana przez dziesięciolecia, technologia, najwyższa jakość, a jednocześnie elastyczność i wyjątkowa zdolność do rozwiązywania problemów. W naszej ofercie znajdzie Państwo, między innymi, transformatory żywiczne, transformatory olejowe i małogabarytowe stacje transformatorowe.

Oferujemy:

- » Transformatory energetyczne
 - transformatory żywiczne
 - transformatory z automatyczną regulacją napięcia
 - transformatory olejowe
 - misy olejowe do transformatorów rozdzielczych
- » Profesjonalne zarządzanie projektami i montaż
- » Okresowe audyty jakości i bezpieczeństwa produktów

Najwyższej jakości usługi nie byłyby możliwe bez naszych pracowników. SGB-SMIT zatrudnia ponad 3500 osób, głównie w Europie. Nasi pracownicy to wykwalifikowany i profesjonalny personel, pomimo to SGB-SMIT kładzie nacisk na ciągłe doskonalenie swoich pracowników. Jesteśmy na 4 kontynentach w 9 krajach. Zakłady SGB-SMIT znajdują się w Niemczech, Holandii, Francji, USA, Rumunii, Czechach, Malediwach, Chinach i RPA.



SGB-SMIT Transformers Polska

90-212 Łódź, ul. Sterlinga 27/29
tel. 695 77 44 02, 605 38 71 72
michal.latosinski@sgb-smit.group
www.sgb-smit.pl



FUSE TECHNOLOGY

Od niemal 80 lat SIBA specjalizuje się w produkcji i sprzedaży bezpieczników topikowych oraz wszelkiego rodzaju akcesoriów w postaci podstaw, opraw bezpiecznikowych i mikrołączników. Nasz asortyment obejmuje kilka tysięcy bezpieczników od wkładek wysokonapięciowych i niskonapięciowych stosowanych w energetyce, po wkładki superszybkie do ochrony półprzewodników, czy zabezpieczenia systemów fotowoltaicznych i akumulatorowych magazynów energii, kończąc na rozwiązaniach miniaturowych stosowanych w elektronice. Oferujemy także konstrukcje specjalne, jak bezpieczniki dla transportu morskiego i kolejowego, czy wkładki dla przemysłu górniczego.

SIBA Polska sp. z o.o.

05-082 Stare Babice, ul. Warszawska 300 D
tel. 22 832 14 77,
siba@siba-bezpieczniki.pl
www.siba-bezpieczniki.pl



Już od ponad 170 lat Weidmüller jest synonimem kompetencji i niezawodności. Oferujemy rozwiązania dla takich branż jak przemysł maszynowy, technika procesowa, produkcja urządzeń, energetyka i transport. Wspieramy naszych Klientów i Partnerów w ponad 80 krajach produktami, rozwiązaniami i usługami w zakresie połączeń elektrycznych oraz układów zasilania, przetwarzania sygnałów oraz transmisji danych w środowisku przemysłowym.

- » Automatyka i rozwiązania cyfrowe
- » Elektryczna technika łączeniowa
- » Systemy opisowe
- » Narzędzia i automaty
- » System obudów Klippon® Protect
- » OMNIMATE® – technika łączeniowa PCB

Weidmüller Sp. z o.o.

00-876 Warszawa, ul. Ogrodowa 58
tel. 22 510 09 40
biuro@weidmuller.com
www.weidmuller.pl



NAGRODĘ UFUNDOWAŁ E-SKLEP

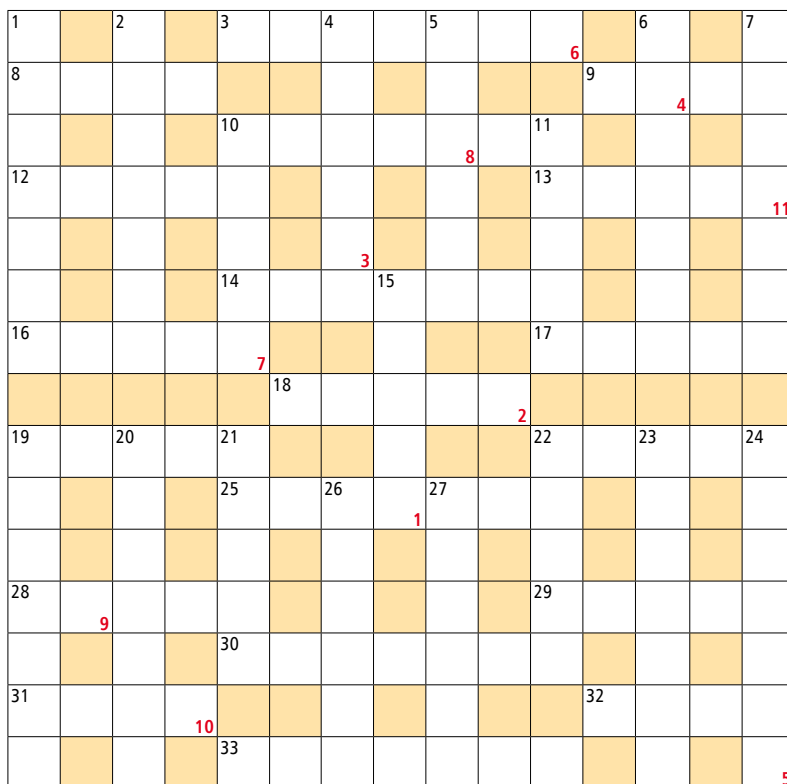
PROFITECHNIK
Narzędzia z gwarancją



Do wygrania
nóż z chowanym
ostrzem łamanym
18 mm i ostrzem płaskim
Tajima „Driver Cutter”
DC560Y-EUR

Poziomo: 3 imię męskie; 8 odświeża ulice; 9 lutuje; 10 mierzy; 12 siostra katody; 13 przeskakuje między elektrodami; 14 robi dziury; 16 wigilijna potrawa; 17 program komputerowy dokonujący selekcji danych; 18 przewody elektryczne; 19 porusza urządzenie; 22 ma ją elektro-
monter; 25 gospodarskie obejście; 28 deski teatralne; 29 dawne pokrętko radiowe; 30 zapiski; 31 okrzyk żeglarski; 32 znajduje się w stogu siana; 33 rozślawia Ateny.

Pionowo: 1 związany z Wigilią; 2 działa samoczynnie; 4 kacze skubane; 5 narzędzie chirurgiczne; 6 narzędzie kreślarskie; 7 podróżuje z kierowcą; 10 kwiat ogrodowy; 11 oskard; 15 partia brydża; 19 nieprzyjemne wrażenie; 20 protoplasta gramofonu; 21 z uchem wodę nosi; 22 impreza wystawiennicza; 23 pędy roślin pozące się po ziemi; 24 frasunek; 26 kierownik, koordynator; 27 prześwił.



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Litery z pól ponumerowanych od 1 do 11 utworzą hasło. Rozwiązanie prosimy nadsyłać do 30 września 2026 r. na adres redakcji (kupon zamieszczamy obok). Do wygrania nóż z chowanym ostrzem łamanym 18 mm i ostrzem płaskim Tajima „Driver Cutter” DC560Y-EUR ufundowany przez sklep internetowy Profitechnik.

Laureatem nagrody za rozwiązanie krzyżówki z numeru 5/2026, ołwka automatycznego Expert Dry Pro 2.8, jest Jarosław Szymczak z Warszawy. Gratulujemy!

Imię: nazwisko:
zawód/wykonany:
ulica: nr: lok:
telefon: e-mail:
kod: miejscowość:
hasło krzyżówki z numeru 7-8/2026:
Administратор Państwa danych osobowych jest Grupa MEDIUM Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Sp. z o.o. z siedzibą w 04-112 Warszawa, ul. Karłowicza 18, tel. +48 22 810 21 24, wydawca elektroinfo.

Wyrażam zgodę na przetwarzanie moich danych osobowych przez Grupę MEDIUM Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Sp. z o.o. w celu wyboru zwycięzców krzyżówek, zaznaczone w kratce znak X ☐ Przysługuję Panu/Pani 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.

1. Wyrażam zgodę na otrzymywanie drogą elektroniczną na wskazany przeze mnie adres e-mail informacji o wyniku rozwiązania krzyżówki w rozumieniu ustawy z dnia 18 lipca 2002 roku o świadczeniu usług drogą elektroniczną; zaznacz w kratce znak X ☐

2. Wyrażam zgodę na otrzymywanie drogą elektroniczną na wskazany przeze mnie nr telefonu informacji o wyniku rozwiązania krzyżówki w rozumieniu ustawy z dnia 18 lipca 2002 roku o świadczeniu usług drogą elektroniczną; zaznacz w kratce znak X ☐

Data: Podpis:
Kupon należy nakleić na kartę pocztową i przesłać na adres: 04-112 Warszawa, ul. Karłowicza 18 lub przesłać faksem na numer 22 468 84 76
Wyrażam zgodę na zapisanie mnie do newslettera „elektroinfo”; Podpis:



rys. Robert Mirowski



Narzędzia do obróbki kabli

Narzędzia dla elektryków



Perfekcyjne zagniatanie



Precyzyjne ściąganie izolacji



Bezpieczne cięcie

ENERGIA POD PEŁNĄ KONTROLĄ



*Sprawdź
szczegóły!*

Grupa Apator dostarcza kompleksowe rozwiązania dla energetyki rozproszonej - od zabezpieczeń i pomiaru, przez magazyny energii, aż po inteligentne zarządzanie całym systemem. Łączymy źródła, odbiory i magazyny, które pomagają zwiększać efektywność oraz zapewniają bezpieczeństwo i rentowność inwestycji.



www.apator.com