



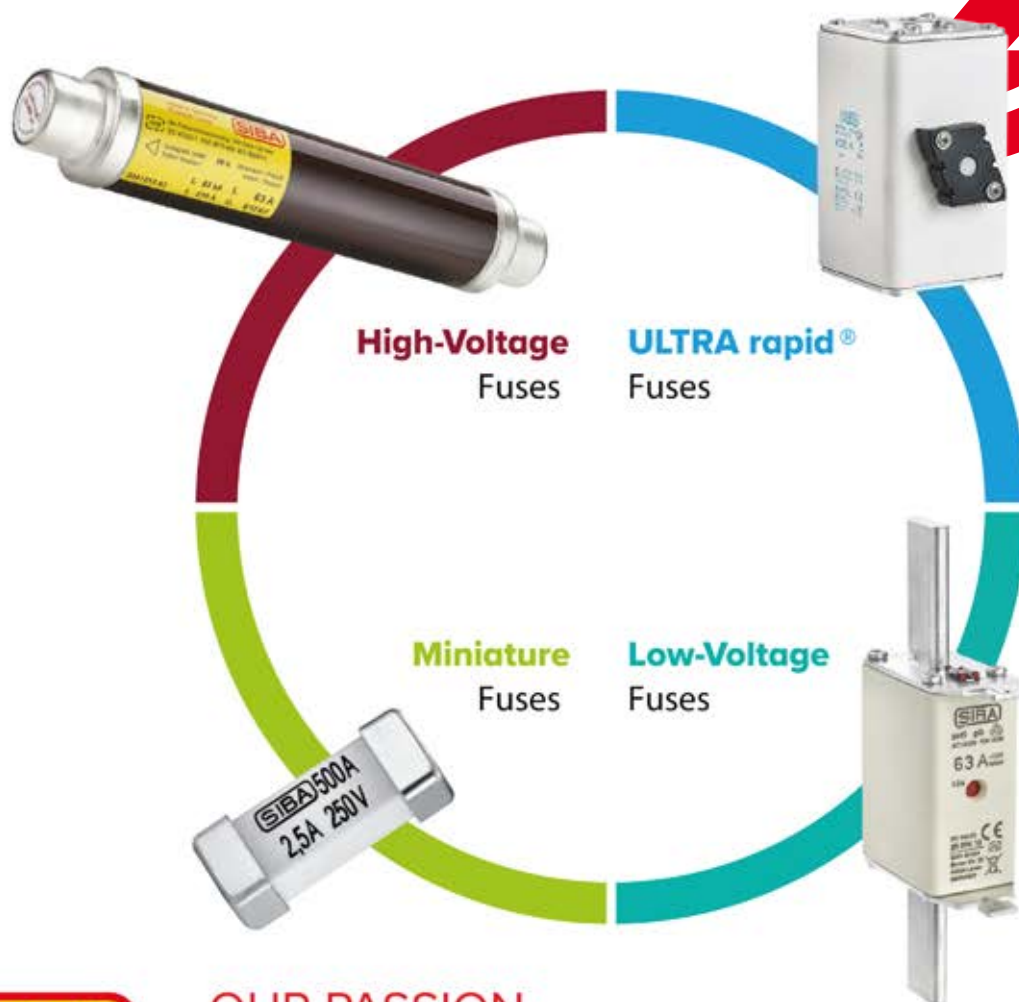
Nakład 9,5 tys. egz.
Cena 29 zł (w tym 8% VAT)

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

5/2026
(244)

elektro info 25

LAT



SIBA
FUSE TECHNOLOGY

OUR PASSION.
YOUR PROTECTION.

s. 30

Lokalizacja kontenerowych
stacji transformatorowych
pod względem ochrony
ppoż.

s. 52

Projekt przyłącza
napowietrznego do linii
elektroenergetycznej
3x230/400V

s. 35

WASZTAN

SERWIS 24 H
STACJE
ELEKTROENERGETYCZNE

Zasilanie gwarantowane nie zaczyna się od UPS-a.

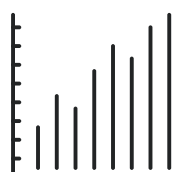
Zaczyna się od analizy instalacji, obciążeń i ryzyka przestojów.



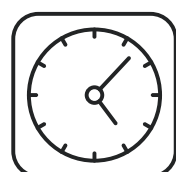
Właściwy UPS musi być dopasowany do instalacji,
obciążeń i warunków pracy.



Dobór dopasowany
do instalacji



Analiza rzeczywistych
obciążeń



Ograniczenie ryzyka
błędów i przestojów

EVER wspiera inwestycję od analizy i doboru po serwis.

Projektujesz, modernizujesz lub zabezpieczasz instalację obiektu?
Skorzystaj ze wsparcia polskiego producenta systemów
zasilania gwarantowanego.



POWERLINE GREEN 33 PRO (10-40 kVA)

UPS dla wymagających
instalacji, w których
liczą się ciągłość
zasilania i ograniczanie
kosztów energii.



POWERLINE DARK 33 (10-200 kVA)

UPS dla instalatorów
i firm, które stawiają
na szybki dobór,
samodzielny montaż
i sprawne uruchomienie.

Skonsultuj projekt z ekspertem EVER

Bezpłatny dobór rozwiązania do Twojej instalacji

ever.eu/centrum-zasilania



Polski producent UPS

Wsparcie techniczne

Serwis EVER

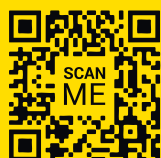


Czy Ty też tęsknisz za wolnością

...podróżowania na własną rękę, mając przy sobie wszystkie niezbędne rzeczy, dokądkolwiek Cię zaprowadzi?

Dzięki innowacyjnemu CMC500 możesz cieszyć się tym samym uczuciem wolności: umożliwia ono sprawdzenie wszystkich nastaw zabezpieczeń, podczas gdy dodatkowe funkcje pozwalają na realizację szerokiego zakresu zadań związanych z uruchomieniem lub rozwiązywaniem problemów na stacji elektroenergetycznej – przy użyciu tylko jednego testera.

Odkryj nieograniczone możliwości testowania zabezpieczeń dzięki wszechstronnemu testerowi **CMC 500**.



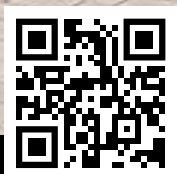
omicron.energy/new-cmc



OMICRON 

KONTENEROWE STACJE TRANSFORMATOROWE

Stacje transformatorowe ETSI przeznaczone są do współpracy z sieciami kablowymi lub kablowo-napowietrznymi średniego i niskiego napięcia w układzie pierścieniowym lub promieniowym



» Od redakcji	6
» Nowości	8
» Z branży	10
» Z kart historii – Mirosław Andzelewicz	90
» „elektro.info” poleca	91
» Doskonalenie zawodowe	92
» Katalog firm	93
» Po godzinach	98

INSTALACJE ELEKTROENERGETYCZNE

» Innowacyjna infrastruktura, unikalny poligon szkoleniowy oraz bezpłatne szkolenia dla uczniów, dorosłych i nauczycieli zawodu Branżowe Centrum Umiejętności w Dziedzinie Energetyki w Nisku	prezentacja 17
» Modelowanie i analiza stabilności sterowania częstotliwością w mikrosieciach wyspowych o nierównomiernym podziale generacji mocy Gabriel Szklarek	22
» Transformatory żywiczne w stacjach betonowych – zalety, ograniczenia i wymagania eksploatacyjne ELEKTROBUD	prezentacja 24
» Kontenerowe stacje transformatorowe Emitec – własna technologia i pełna odpowiedzialność za produkt ZUP Emitec	prezentacja 28
» Wymagania dotyczące lokalizacji kontenerowych stacji transformatorowych pod względem ochrony ppoż. Julian Wiatr	30
» Zestawienie sterowników polowych	42
» Zestawienie zespołów prądowców – podstawowe parametry	46
» Uproszczony projekt przyłącza napowietrznego do linii elektroenergetycznej 3 x 230/400 V Julian Wiatr	52

SYSTEMY GWARANTOWANEGO ZASILANIA

» Trendy w rozwoju zasilania obiektów Data Center (część 2.). Zapotrzebowanie energetyczne oraz trendy architektoniczne Mariusz Kordeczka, Paweł Piotrowski	58
» Energoelektroniczne kompensatory mocy biernej ASTec SVG dużej mocy Andrzej Książkiewicz	prezentacja 67

W NUMERZE 5/2026

Numer dostępny jako:

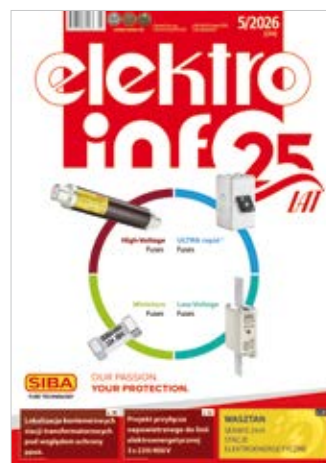


PAPIER PLIK PDF E-WYDANIE



Odwiedź nas w sieci

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



OCHRONA ODGROMOWA I PRZECIWPRZEPICIOWA

» Nowoczesna izolowana ochrona odgromowa: przewód HVI light plus jako standard w dobie Przemysłu 4.0 Krzysztof Wincencik	prezentacja 68
» Ochrona odgromowa i przeciwprzepięciowa w infrastrukturze ładowania pojazdów elektrycznych (część 1.) Jarosław Wiater, Marcin Nowak, Mariusz Wasilewski, Dariusz Cendlewski	71

ELEKTROMOBILNOŚĆ

» Infrastruktura ładowania pojazdów elektrycznych w polskich miastach Agnieszka Roszkowska	76
--	----

SIECI ELEKTROENERGETYCZNE

» Konwertery jako narzędzie stabilizacji sieci elektroenergetycznej Aleksander Lisowiec, Jerzy Chudorliński	80
---	----

FOTOWOLTAIKA

» Rozwiązania fotowoltaiczne Weidmüller: najwyższa jakość i bezpieczeństwo Weidmüller	prezentacja 82
---	----------------

KABLE I PRZEWODY

» Optymalny rozdział potencjałów dzięki nowym złączkom TOPJOB® S Wago Elwag	prezentacja 84
» Ochrona przeciwpożarowa kanałów i tuneli kablowych (część 1.) Julian Wiatr, Kazimierz Herlender	86


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





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.:

- Administrowanie sieciami komputerowymi
- Zarządzanie logistyczne
- Psychologia w biznesie
- Psychologia komunikacji marketingowej i zachowań konsumenckich
- Architektura krajobrazu
- Bezpieczeństwo i higiena pracy
- Praktyczny e-marketing
- Trakcja elektryczna – sterowanie ruchem kolejowym
- Energetyka jądrowa
- Zarządzanie ryzykiem i ciągłością działania organizacji
- Certyfikacja i audyt energetyczny
- Systemy sterowania w energetyce (PLC, DCS)
- Ochrona przeciwporażeniowa i przeciwpożarowa w instalacjach elektrycznych
- Urbanistyka i planowanie przestrzenne
- Projektowanie instalacji i urządzeń elektrycznych wspomagane komputerowo
- Data science – analiza danych od podstaw.
- I wiele, wiele innych...

Szczegóły na stronie cku.pwr.edu.pl



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. RADOSŁAW 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 KRÓŁAK
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 majowym wydaniu „elektro.info”. Miniony miesiąc to okres wyjątkowej pracy całego zespołu redakcyjnego, uczestniczyliśmy bowiem w XXX Jubileuszowej Edycji Konferencji SEMAG, VIII Edycji Konferencji Energy-Tech oraz spotkaniu z okazji jubileuszu XXX-lecia Stowarzyszenia Polskich Energetyków, z którym nasza redakcja współpracuje od początku powstania miesięcznika. Ponadto braliśmy udział w zajęciach wyjazdowych XXV edycji Studiów Podyplomowych Projektowanie Instalacji Elektrycznych Wspomagane Komputerowo. W numerze prezentujemy także relacje z tegorocznej Konferencji SONEŁ S.A., którą pod koniec kwietnia obsługiwaliśmy jako patron medialny (s. 14). Z bieżących spraw podkreślenia wymaga problem Przeciwpowarowego Wyłącznika Prądu (PWP), na który kolejne firmy otrzymały KCSWU. Mimo to Krajowa Ocena Techniczna (KOT) na to urządzenie elektryczne, wydana przez CNBOP-PIB, nadal pozbawiona jest pełnych wymagań w zakresie elektrycznym. Dyrektor CNBOP-PIB zapewnia wszystkich użytkowników PWP, że KOT nie musi zawierać wymagań w zakresie prądów zwarciovych oraz ochrony przeciwporażeniowej. Wydawanie takich oświadczeń jest sprzeczne z wymaganiami dla tego typu wyrobów i stanowi dowód braku wiedzy w zakresie elektrotechniki u osób opracowujących KOT dla PWP. Takie działania wprowadzają jedynie zamieszanie prowadzące do nieporozumień oraz produkcji wyrobów bez podawania wszystkich wymaganych parametrów eksploatacyjnych, które są niezbędne przy doborze urządzenia elektrycznego do warunków zasilania panujących w miejscu projektowanej instalacji. Uniemożliwia to sprawdzenie wyrobu i ocenę jego przydatności do eksploatacji w miejscu projektowanej instalacji. Wychodząc naprzeciw tym problemom, Centralne Kolegium Sekcji Instalacji i Urządzeń Elektrycznych SEP podjęło decyzję o rozpoczęciu prac nad normą SEP, poświęconą metodyce konstruowania PWP.

W kolejnym wydaniu prezentujemy, opracowany przeze mnie, uproszczony projekt przyłącza napowietrznego do elektroenergetycznej linii nn, zasilającego budynek jednorodzinny w energię elektryczną (s. 52). Bardzo ciekawy artykuł poświęcony zasilaniu w energię elektryczną obiektów typu Data Center prezentują: Paweł Piotrowski, pracownik naukowy Politechniki Warszawskiej, wraz z Mariuszem Kordeczką (s. 58). Natomiast Gabriel Szklarek, z Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie przedstawił opis wymagań i analizę stabilności w mikrosieciach wyspowych o nierównomiernym podziale generacji mocy (s. 22). Jarosław Wiater, pracownik naukowo-dydaktyczny, Politechniki Białostockiej, wraz ze współautorami: Marcinem Nowakiem z Polskiej Izby Rozwoju Elektromobilności oraz Mariuszem Wasilewskim i Dariuszem Cendlewskim z Urzędu Dozoru Technicznego, opisał wymagania stawiane ochronie odgromowej i przepięciowej w infrastrukturze ładowania pojazdów elektrycznych (s. 71). Aleksander Lisowiec oraz Jerzy Chudorliński, pracownicy badawczy Instytutu Tele-Radiotechnicznego w Warszawie, wchodzącego w skład Sieci Badawczej Łukasiewicz, omówili wykorzystanie konwerterów do stabilizacji sieci elektroenergetycznych (s. 80). Agnieszka Roszkowska przeanalizowała natomiast obecny stan infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych w polskich miastach (s. 76). Część merytoryczną numeru kończy artykuł poświęcony ochronie przeciwpożarowej kanałów i tuneli kablowych, przygotowany przeze mnie oraz Kazimierza Herlendera, pracownika naukowo-dydaktycznego Politechniki Wrocławskiej. Tradycyjnie publikujemy również zestawienia wybranych produktów elektrycznych, informacje o nowościach, a w rubryce „Z kart historii”, kolejny życiorys osoby zasłużonej w rozwoju elektrotechniki (s. 90). Zapraszam do lektury 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 lobbyngu 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

OŁÓWEK EXPERT DRY PRO 2.8

Wpracy fachowca, szczególnie elektryka, ale także przy montażu czy pracach wykończeniowych, dokładne oznaczenie miejsca wiercenia lub cięcia to podstawa. Ołówek automatyczny Expert Dry Pro 2.8 to nowa odsłona sprawdzonego rozwiązania, lepiej dopasowana do pracy w różnych warunkach. Wyposażony we wkład o średnicy 2,8 mm oraz długą, 41-milimetrową metalową końcówkę, umożliwia precyzyjne znakowanie nawet w głębokich otworach i trudno dostępnych miejscach. Sprawdza się na wielu powierzchniach – od drewna i betonu po metal czy tworzywa sztuczne. Nowa, bardziej ergonomiczna, konstrukcja zapewnia pewny chwyt i komfort pracy, a antypoślizgowa powierzchnia poprawia kontrolę podczas znakowania. Zintegro-



wana temperówka pozwala szybko przygotować wkład do dalszej pracy. Dodatkowo ołówek został wyposażony w solidny klips oraz kaburę z otworem na końcu, która umożliwia znakowanie bez wyjmowania ołówka z kabury, co przyspiesza pracę i zwiększa wygodę użytkownika. Osobno możemy dokupić do ołówka nowe akcesorium – magnetyczny klips, który umożliwia przypięcie ołówka do metalowych powierzchni. Dostępnych jest też kilka wariantów wkładów, w różnych kolorach i o różnych twardościach, co pozwala lepiej dopasować narzędzie do konkretnego zastosowania. Ołówek automatyczny Expert Dry Pro 2.8 to przemysłowe narzędzie dla profesjonalistów, którzy oczekują precyzji i niezawodności. Sprawdź dostępne warianty i inne produkty do znakowania w sklepie internetowym z narzędziami ręcznymi profitechnik.pl.

ROZDZIELNICE SN Z SERII EMVS ECO

Rozdzielnica EMVS ECO firmy Emitter jest przeznaczona do rozdzielenia energii elektrycznej średniego napięcia (Ur 24 kV), do montażu wewnętrznego w stacjach transformatorowych, stacjach kontenerowych i obiektach współpracujących z siecią energetyki przemysłowej. Przygotowana jest do połączeń kablowych – dolne zaciski przyłączeniowe rozłącznika łączą się z kablami średniego napięcia. Każde pole posiada przedział kablowy oraz przedział szynowy (łączący górne zaciski aparatów z szynami zbiorczymi). Szyny wykonane są z miedzi, o prądach znamionowych do 630 A. Rozłącznik pełni funkcję przegrody między przedziałem kablowym a szynowym.



Rozdzielnica EMVS ECO jest małogabarytowa (dzięki zastosowaniu trójpozycyjnych aparatów firmy Schneider Electric, w izolacji czystego powietrza) i wykonana w sposób łukoochronny (elementy wyposażenia zamknięte w obudowie metalowej). Składa się z pól o określonej funkcji i odpowiednio dostosowanego wyposażenia (w przypadku chęci zastosowania odmiennego wyposażenia czy niestandardowych pól, należy to uzgodnić z firmą Emitter).

Montaż, uruchomienie, prace związane z konserwacją i użytkowaniem rozdzielnic EMVS ECO muszą być przeprowadzane przez wykwalifikowany zespół, zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami.

ZASILACZ UPS EVER POWERLINE DARK 33 – TRÓJFAZOWY UPS ONLINE (VFI)

Seria UPS EVER POWERLINE DARK 33 (10–40 kVA) to zasilacze klasy ONLINE (VFI), przeznaczone do zasilania oraz ochrony szczególnie wrażliwych odbiorników. Główne zastosowania obejmują serwerownie i infrastrukturę IT, sieci komputerowe, systemy obróbki danych oraz środowiska przemysłowe, w których ciągłość i jakość zasilania bezpośrednio wpływają na bezpieczeństwo procesów i danych. W serwerowniach i centrach danych UPS EVER POWERLINE DARK 33 (10–40 kVA) zapewnia najwyższą jakość napięcia zasilającego oraz jego ciągłość w przypadku wystąpienia przerw napięcia w sieci. Ma to kluczowe znaczenie dla ochrony danych i utrzymania nieprzerwanego działania usług. W infrastrukturze IT oraz w sieciach komputerowych stabilność napięcia zasilającego jest szczególnie istotna dla poprawnego działania serwerów, urządzeń pamięci masowej i przełączników sieciowych. W zastosowaniach przemysłowych oraz w systemach automatyki zasilacze UPS EVER POWERLINE DARK 33 (10–40 kVA) pełnią również istotną funkcję – zapewniają stabilną pracę linii technologicznych, układów sterowania PLC oraz systemów pomiarowych. Dzięki temu możliwe jest ograniczenie przestojów produkcyjnych oraz minimalizacja strat wynikających z nieplanowanego zatrzymania procesów.



Zasilacze UPS EVER POWERLINE DARK 33 oferują kilka trybów pracy oraz funkcji, pozwalających dostosować sposób działania do warunków zasilania i wymagań odbiorników. Do najważniejszych z nich należą: VFI, ECO oraz Start-on-Battery. Modele zasilaczy 10–30 kVA wyposażone są standardowo w 40 akumulatorów, natomiast model 40 kVA wykorzystuje 80 akumulatorów. Zasilacze te są przystosowane do współpracy z agregatem prądotwórczym.

OFICJALNY AUTORYZOWANY DYSTRYBUTOR HERTZINNO

ZAAWANSOWANE KAMERY AKUSTYCZNE
DLA PRZEMYSŁU I ENERGETYKI



PONAD 100 MIKROFONÓW MEMS
Wysoka czułość i precyzja pomiaru



**DETEKCJA WYŁADOWAŃ
NIEZUPEŁNYCH**
Bezpiecznie i skutecznie



**WYKRYWANIE
WYCIEKÓW GAZU**



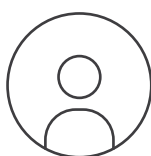
**LOKALIZACJA ŹRÓDEŁ DŹWIĘKU
W CZASIE RZECZYWISTYM**
Wizualizacja akustyczna z obrazem
i danymi



RAPORTOWANIE I ANALIZA AI
Szybka diagnoza, pełna dokumentacja



ZWIĘKSZ NIEZAWODNOŚĆ INFRASTRUKTURY
DZIĘKI PRECYZYJNEJ DIAGNOSTYCE AKUSTYCZNEJ



IX KONFERENCJA INNOWACJE I ROZWIĄZANIA DLA PRZEMYSŁU ENERGY-TECH 2026

W dniach 6–8 maja 2026 r. w Hotelu Czarny Potok w Krynicy-Zdroju odbyła się IX Konferencja Innowacje i Rozwiązania dla Przemysłu ENERGY-TECH 2026, zorganizowana przez Zakłady Kablowe Bitner Sp. z o.o., przy udziale firmy Siemens Sp. z o.o., w której uczestniczyło ponad 230 osób. Partnerami biorącymi udział w konferencji były następujące firmy: DEHN Polska Sp. z o.o., EPLAN Sp. o.o., Z.A.E. ERGOM Sp. z o.o., RITTAL Sp. z o.o., Wieland Electric Sp. z o.o., TheusLED Sp. z o.o., GMP Defence Sp. z o.o., SIBA Polska Sp. z o.o., OBO Bettermann Sp. z o.o., Finder Polska Sp. z o.o., ZPAS S.A. oraz Dimension 4 Sp. z o.o. Konferencja odbywała się pod patronatem honorowym Dziekana Wydziału Elektrycznego Politechniki Wrocławskiej, prof. dr. hab. inż. Waldemara Rebizanta, Wydziału Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej Politechniki Krakowskiej oraz Stowarzyszenia Elektryków Polskich. Patronem medialnym konferencji był miesięcznik „elektro.info”, reprezentowany przez redaktora naczelnego Juliana Wiatra.

Konferencja została przygotowana przez krakowską firmę 4 BUSINESS TEAM sp. z o.o. Obrady konferencji poprzedziło powitanie uczestników, prelegentów oraz zaproszonych gości, którego dokonali: Adam Kitowski, Dyrektor Handlowy Zakładów Kablowych Bitner, oraz Robert Góral, Dyrektor Pionu Technicznego firmy Siemens. Po otwarciu konferencji głos zabrali jej patroni. Następnie Małgorzata Zygmunt-Kaczmarek przedstawiła wszystkich prelegentów, którzy zaprezentowali streszczenia referatów przygotowanych do wygłoszenia. Po przedstawieniu prelegentów bieżącej edycji konferencji ENERGY-TECH, prof. dr. hab. inż. Waldemar Rebizant, Dziekan Wydziału Elektrycznego Politechniki Wrocławskiej, rozpoczął prowadzenie pierwszej sesji plenarnej, zapraszając do wygłoszenia pierwszego referatu menedżera Zespołu Projektowego Zakładów Kablowych Bitner Małgorza-

tę Zygmunt-Kaczmarek. W ramach tego referatu uczestnicy konferencji zostali zapoznani z zasadami doboru kabli zasilających i sterowniczych w kontekście polityki zrównoważonego rozwoju i nadchodzących zmian prawnych. W końcowej części referatu zostały przedstawione nowości produktowe Zakładów Kablowych Bitner Sp. z o.o. Następnie Artur Ferenc zaprezentował oferowane przez firmę Siemens możliwości wsparcia projektowego z wykorzystaniem oprogramowania firmowego, z kolei Łukasz Fedko przedstawił nowoczesne rozwiązania rozdzielnic średniego napięcia firmy Siemens Sp. z o.o. Kolejny referat – poświęcony modernizacji oświetlenia, której celem jest obniżenie rachunków za zużycie energii elektrycznej – wygłosił Adam Gajewski, pracownik firmy TheusLED TNC Investments Sp. z o.o. Podczas wygłaszania tego referatu zostały przedstawione najnowsze technologie kontroli stanu technicznego opraw oświetleniowych z wykorzystaniem systemu WLOPYTIA. Mariusz Gaik z firmy ZPAS S.A. zaprezentował stanowiska dyspozytorskie ZPAS przeznaczone dla przemysłu i energetyki. Po wygłoszeniu tego referatu została ogłoszona przerwa, a po niej rozpoczęła się druga sesja plenarna, którą prowadził dr hab. inż. Maciej Sułowicz, profesor uczelni, Dziekan Wydziału Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej Politechniki Krakowskiej. Pierwszy referat w ramach tej sesji plenarnej wygłosił Marcin Ryba, pracownik firmy Finder Polska Sp. z o.o., który zaprezentował możliwości firmy w tworzeniu nietypowych rozwiązań pod zamówienie klienta. Następnie Krzysztof Nadolczak, pracownik firmy Rittal Sp. z o.o., zaprezentował metodykę poprawnego konfiguracji szaf sterowniczych. Tomasz Cherubin, pracownik firmy Wieland Electric Sp. z o.o., zaprezentował innowacyjne rozwiązania połączeń elektrycznych i układów zasilania w zastosowaniach przemysłowych. Następnie Marcin Lis, pra-

cownik firmy Z.A.E. ERGOM Sp. z o.o., omówił zasady doboru złączek kablowych. Kolejny referat, poświęcony wdrażaniu systemów bezpieczeństwa w erze nowych zagrożeń, wygłosił Kamil Kałamański z firmy GMP Defence Sp. z o.o. Sesję zakończył referat poświęcony nowoczesnym systemom audiowizualnym pozostającym na usługach procesów technologicznych, wygłoszony przez Michała Durowicza z firmy Dimension 4. Referat ten zakończył drugą sesję plenarną pierwszego dnia konferencji. W godzinach wieczornych rozpoczęła się kolacja bankietowa, której towarzyszyły występy artystyczne.

Obrady konferencji zostały wznowione następnego dnia po śniadaniu. Pierwszą sesję plenarną drugiego dnia konferencji prowadził dr hab. inż. Marcin Habrych, Kierownik Katedry Energoelektryki Politechniki Wrocławskiej. Jako pierwszy referat w tej sesji wygłosił Kazimierz Herlender, pełnomocnik Prorektora Politechniki Wrocławskiej ds. Studiów Podyplomowych i Mikropoświadczeń. W ramach tego referatu uczestnicy konferencji zostali zapoznani z systemami zarządzania zużyciem energii. Następnie Marcin Gacki, pracownik firmy Siemens Sp. z o.o., zaprezentował zasady detekcji zagrożeń pożarowych i gaszenia pożarów w kontenerach bateryjnych, pomieszczeniach IT oraz innej infrastruktury technicznej. Natomiast Kamil Piszczek, pracownik Zakładów Kablowych Bitner, zaprezentował mechanizm wyładowań niezupełnych w kablach SN oraz metody ich diagnostyki. Kolejny referat w tej sesji plenarnej wygłosił redaktor naczelny „elektro.info” Julian Wiatr, który omówił zasady ochrony przeciwpożarowej w instalacjach elektrycznych. Uczestnicy konferencji zapoznali się z głównymi przyczynami pożarów instalacji elektrycznych oraz metodyką ich neutralizacji. Uzupełnienie referatu stanowiła prezentacja przyczyn pożarów instalacji fotowoltaicznych oraz instalacji piorunochronnych.



Adam Gajewski omawia metodykę doboru oświetlenia LED-owego



Dyrektor handlowy ZK Bitner Adam Kitowski wraz z dyrektorem pionu technicznego z firmy Siemens Polska Robertem Góralem otwierają obrady konferencji



Kamil Kałamański omawia zasadnicze kwestie cyberbezpieczeństwa

ICZ-E

**NOWOCZESNE
ROZWIĄZANIE
DO HAL PRZEMYSŁOWYCH**



Transformator żywiczny w obudowie na hali

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** o 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:

- o 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:

- o 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
- o Ponadto transformator w obudowie żywicznej redukuje straty ciepłne, co prowadzi do **wyższej efektywności energetycznej**
- o **Niższe koszty serwisowe** – brak konieczności wymiany oleju i filtrów
- o **Dłuższa żywotność** dzięki odporności na przeciążenia i stabilnej pracy w wysokich temperaturach

3. Ochrona i wytrzymałość:

- o **Specjalistyczna, niepalna obudowa** transformatora zapewnia **odporność na uderzenia mechaniczne**, co gwarantuje bezpieczeństwo pracy urządzenia w trudnych warunkach przemysłowych
- o Dodatkowo, obudowa zapewnia skuteczne **odprowadzanie ciepła**, co poprawia trwałość i niezawodność urządzenia

4. Odporność na trudne warunki środowiskowe:

- o 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:

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

6. Ekologia:

- o 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

www.stacjetransformatorowe.pl

Na końcu wskazane zostały błędy konstrukcyjne nagminnie spotykane w certyfikowanych wyrobach PWP oraz zagrożenia pożarowe występujące w rozdzielnicach, wraz z metodyką ich neutralizacji. Po wygłoszeniu tego referatu ogłoszono przerwę, po której rozpoczęła się druga sesja plenarna, prowadzona przez dr. inż. Kazimierza Herlendera profesora uczelni. Pierwszy referat w tej sesji plenarnej, poświęcony zastosowaniu bezpieczników topikowych firmy SIBA Polska Sp. z o.o., wygłosił Rafał Wodarczyk. Następnie Marcin Habrych, kierownik Katedry Energoelektryki Wydziału Elektrycznego Politechniki Wrocławskiej, wygłosił referat poświęcony wpływom modułów wytwarzania energii na działanie zabezpieczeń elektroenergetycznych. Natomiast Damian Chrościński oraz Tomasz Nowakowski, pracownicy firmy OBO Bettermann Sp. z o.o., omówili nowoczesne kanały kablowe z pokrywą umożliwiającą odprowadzanie ciepła wydzielonego przez ułożone kable i przewody. Tomasz Kłos, pracownik firmy EPLAN Sp. z o.o., zaprezentował nowoczesne metody wspierające automatyzację procesu projektowego w dobie transformacji cyfrowej. Ostatni referat w tej sesji wygłosił Artur Łasak, pracownik firmy DEHN Polska. Podczas wygłaszania tego referatu uczestnicy konferencji zostali zapoznani z nowym ogranicznikiem przepięć typu DEHNventil ACI.

Część merytoryczną konferencji zakończyło wystąpienie laureatki ubiegłorocznej nagrody VERBA DOCENT, Małgorzaty Zygmunt-Kaczmarek.



Małgorzata Zygmunt-Kaczmarek prezentuje historię rozwoju ZK Bitner Sp. z o.o.



Zbiorowe zdjęcie uczestników konferencji

marki, która dokonała podsumowania części wykładowej konferencji i zaprosiła wszystkich uczestników na obiad oraz uroczystą kolację przygotowaną w stylu biesiadnym. Punktem kulminacyjnym konferencji było losowanie nagród ufundowanych przez firmy uczestniczące w konferencji, do których dołączył redaktor Julian Wiatr, przez ufundowanie trzech zestawów książek, pt.: „Dobór przewodów i kabli elektrycznych niskiego napięcia oraz ich zabezpieczeń” (wydanie marzec 2026), „Metodyka projektowania i odbiorów przeciwpożarowego wyłącznika prądu” (wydanie kwiecień 2026), „Zasilanie budynków użyteczności publicznej oraz budynków mieszkalnych w energię elektrycz-

ną. Zasilacze UPS i baterie akumulatorów oraz metodyka ich doboru, układy pomiarowe zużytej energii” oraz „Zasilanie obiektu przemysłowego w energię elektryczną z uwzględnieniem wymogów ochrony przeciwpożarowej”. Następnie Dyrektor Handlowy Zakładów Kablowych Bitner Sp. z o.o., Adam Kitowski podziękował prelegentom za bardzo wysoki poziom prezentowanych referatów i uczestnikom konferencji za duże zainteresowanie prezentowaną tematyką oraz zaprosił do udziału w kolejnej konferencji ENERGY-TECH, która odbędzie się na wiosnę 2027 roku. Po obiedzie została zorganizowana wycieczka na Jaworzynę Krynicką, skąd roztaczają się piękne widoki.

Konferencji towarzyszyła wystawa produktów przygotowana przez firmy biorące udział w wydarzeniu, która cieszyła się dużym zainteresowaniem uczestników. Można było zaopatrzyć się w katalogi firmowe, uzyskać niezbędne informacje o prezentowanych produktach oraz nawiązać kontakty z przedstawicielami producentów prezentujących swoje wyroby. Rozmowy oraz wymiana doświadczeń były kontynuowane podczas wieczornej kolacji, która w praktyce kończyła obrady Konferencji ENERGY-TECH 2026.

Tekst i fot. WW, Marta Wołosz



Mariusz Gaik prezentuje wyroby firmy ZPAS S.A.



Od lewej: dyrektor handlowy ZK Bitner Adam Kitowski, Dziekan Wydziału Elektrycznego PWR prof. Waldemar Rebizant i Dziekan Wydziału IEiK PK prof. Maciej Sułowicz



Uczestnicy konferencji podczas obrad plenarnych



Konferencji towarzyszyła wystawa produktów firmowych, która cieszyła się dużym zainteresowaniem

XXV JUBILEUSZOWA EDYCJA STUDIÓW PODYPLOMOWYCH POLITECHNIKI WROCŁAWSKIEJ PROJEKTOWANIE INSTALACJI I URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH WSPOMAGANE KOMPUTEROWO

Tradycyjnie jako patron medialny braliśmy udział w zajęciach wyjazdowych Studiów Podyplomowych Projektowanie Instalacji i Urządzeń Elektrycznych Wspomagane Komputerowo, które od wielu lat organizowane są przez Wydział Elektryczny Politechniki Wrocławskiej. Zajęcia odbywały się w dniach 22–24 maja 2026 roku w Hotelu ARTUS Resort w Karpaczu i były prowadzone przez zespół w składzie: dr inż. Kazimierz Herlender, profesor uczelni (Koordynator Prorektora ds. Kształcenia Politechniki Wrocławskiej ds. Studiów Podyplomowych i Mikropodświadczeń), mgr inż. Edward Kaspura, właściciel firmy ELKAS ze Świdnicy, członek Dolnośląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa (absolwent pierwszej edycji studiów podyplomowych) oraz redaktor naczelny „elektro.info” ppłk. w st. sp. mgr inż. Julian Wiatr (rzeczoznawca budowlany w specjalności elektroinstalacyjnej, w zakresie projektowania i wykonawstwa bez ograniczeń, rzeczoznawca-audytora Stowarzyszenia Polskich Energetyków w zakresie specjalności elektroinstalacyjnej bez ograniczeń, rzeczoznawca Stowarzyszenia Elektryków Polskich w zakresie sieci elektroenergetycznych, instalacji elektrycznych oraz elektroenergetyki przemysłowej, ekspert w zakresie teorii i techniki ochrony przeciwporażeniowej, ekspert z zakresu bezpieczeństwa pożarowego, członek Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa).

W bieżącej edycji zajęć wyjazdowych zespół wykładowców był wspomagany przez przedstawicieli następujących firm produkujących lub zajmujących się dystrybucją urządzeń elektrycznych: UESA Sp. z o.o., ABB Sp. z o.o., Finder Polska Sp. z o.o., ELEKTROTIM S.A., SELTOM Sp. z o.o. Sp. K. – przeglądy instalacji elektrycznych, Beckhoff Hydroautomatyka, DEHN Sp. z o.o., Schrack Technik Sp. z o.o., ELThor Sp. z o.o. oraz Schneider Electric. W tegorocznej XXV edycji studiów,



Mgr inż. Krzysztof Wincencik omawia metodykę projektowania ochrony przepięciowej w obiektach przemysłowych

które rozpoczęły się w marcu br., bierze udział 16 słuchaczy, którzy pragną pogłębić swoją wiedzę w zakresie projektowania urządzeń oraz instalacji elektrycznych. Zajęcia prowadzone są przez pracowników naukowo-dydaktycznych Politechniki Wrocławskiej oraz zaproszonych gości. Każdy słuchacz ma obowiązek – oprócz zaliczenia poszczególnych przedmiotów objętych programem nauczania – wykonać pracę końcową, stanowiącą projekt instalacji elektrycznych budynku usługowo-mieszkalnego, która podlega obronie przed komisją powołaną przez Dziekana Wydziału Elektrycznego Politechniki Wrocławskiej. Zajęcia merytoryczne poprzedziło wystąpienie prof. Kazimierza Herlendera, który przywitał słuchaczy oraz zaproszonych gości i zapoznał uczestników zajęć wyjazdowych z planem trzydniowego zjazdu. Następnie przedstawił rys historyczny i dorobek studiów uzyskany przez mijające 25 lat funkcjonowania tego kierunku nauczania. Podczas pierwszego dnia wydarzenia zaprezentowano produkty zaproszonych firm zajmujących się wytwarzaniem i dystrybucją urządzeń oraz aparatów elektrycznych. Prezentacjom firmowym towarzyszyła miniwystawa, na której można było obejrzeć prezentowane produkty oraz zaopatrzyć się w katalogi firmowe. Po zajęciach dydaktycznych została zorganizowana kolacja grillowa, podczas której można było zadawać pytania oraz wymieniać się doświadczeniami.

Następnego dnia rano słuchacze i zaproszeni goście mieli okazję wysłuchać pierwszej części czterogodzinnej wykładu przygotowanego przez red. Juliana Wiata. Wykład ten został poświęcony metodyce doboru przewodów i kabli nn oraz SN, a także zasadom ich zabezpieczania. Omówione zostały wymagania stawiane dobieranym kablom i przewodom elektrycznym, zgodnie z wymaganiami norm: PN-HD 60364-



prof. Kazimierz Herlender prezentuje plan zajęć

5-52:2011 *Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5-52: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Oprzewodowanie* oraz PN-HD 60364-4-41:2009 (2017-09) *Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym*. Ponadto zostały omówione wymagania stawiane dobieranym przewodom ze względu na: wytrzymałość mechaniczną, długotrwałą obciążalność prądową i przeciążalność, spadek napięcia, prądy zwarciowe oraz wymagania ochrony przeciwporażeniowej. Omówione zostało środowisko pożarowe oraz wpływ temperatury pożaru na warunki pracy zasilanych urządzeń, wynikające z prawa Wiedemanna-Franza-Lorentza oraz zasady doboru przewodów zasilających urządzenia elektryczne, których funkcjonowanie jest niezbędne w czasie pożaru, zgodnie z wymaganiami normy N SEP-E 005 *Dobór przewodów elektrycznych do zasilania urządzeń przeciwpożarowych, których funkcjonowanie jest niezbędne w czasie pożaru*. Podczas tego wykładu została także zaprezentowana najczęstsza przyczyna pożarów rozdzielnic nn, która wynika z nieprawidłowego doboru przewodów oprzewodowania wewnętrznego rozdzielnic. Stan ten jest wynikiem braku zrozumienia zapisów normy PN-EN IEC 61439-1 *Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 1: Postanowienia ogólne*. Po tym wykładzie zostały ogłoszone dwa referaty firmowe, obejmujące treści merytoryczne przydatne w procesie projektowania. Pierwszy referat firmowy wygłosił Krzysztof Wincencik, pracownik firmy DEHN Polska Sp. z o.o., który omówił zasady projektowania ochrony przepięciowej w obiektach przemysłowych. Na końcu wykładu wspomnianie o nowych normach serii PN-EN IEC 62305, opublikowanych w roku 2025, które są normami okładkowymi, gdzie pierwsza strona jest w języku pol-



Stoiska firmowe towarzyszące zajęciom dydaktycznym

skim, a zawartość merytoryczna w języku angielskim. Zgodnie z decyzją Prezesa PKN, normy te zastępują wcześniejsze normy z tej serii. Natomiast w myśl wymagań Ustawy o normalizacji [Dz.U. z 2015 roku poz. 1483], do obowiązkowego stosowania mogą być przywoływane normy dostępne w języku polskim. Zatem nadal obowiązują normy przywołane w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [Dz.U. z 2022 roku poz. 1225 z późniejszymi zmianami – traci ważność z dniem 20 września 2026 roku]. W tym miejscu należy nadmienić, że w przygotowaniu znajdują się dwie książki: „Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Omówienie najważniejszych zmian w zapisach normy PN-EN IEC 62305 – Ed 3.0 z roku 2025” oraz „Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Badania odbiorcze i okresowe urządzeń piorunochronnych” autorstwa Krzysztofa Wincencika. Drugi wykład wygłosił Piotr Wasucionek, absolwent pierwszej edycji studiów podyplomowych. W ramach tego wykładu zostały omówione zasady stosowania norm przedmiotowych w zamówieniach publicznych oraz codziennej praktyce. Popołudniowe zajęcia zakończyła pierwsza część wykładu Edwarda Kaspury poświęcona dokumentacji budowlanej. Na początku tego wykładu zostały omówione wymagania w zakresie instalacji elektrycznych wynikające z Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [Dz.U. z 2022 roku poz. 1225 z późniejszymi zmianami, tracące ważność z dniem 21 września 2026 roku] oraz wymagania Rozporządzenia Ministra Rozwoju z dnia 11 lipca 2020 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego [tekst

jednolity: Dz.U. z 2022 roku poz. 1679 – traci ważność z dniem 21 września 2026].

W końcowej części wykładu zostały ogłoszone nakreślone projektowane zmiany w zakresie wymagań dotyczących instalacji elektrycznych, określone w projekcie Rozporządzenia Ministra Technologii i Rozwoju w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, z dnia 13 czerwca 2025 roku. Popołudniowe zajęcia zakończyły się o godzinie 13:00, po czym została ogłoszona przerwa. W czasie przerwy trwającej do godziny 16:50 uczestnicy zajęć wyjazdowych mogli zwiedzić Karpacz, a najbardziej wytrwali mogli udać się na Śnieżkę, będącą najwyższym szczytem Karkonoszy (1602 m n.p.m.), u podnóża której zlokalizowany jest Hotel Artus Resort. Zajęcia zostały wznowione o godzinie 17:00 wygłoszeniem drugiej części wykładu Edwarda Kaspury, który zapoznał słuchaczy i zaproszonych gości z wymaganiami Rozporządzenia Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 29 grudnia 2021 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego [Dz.U. z 2021 roku poz. 2454]. Następnie red. Julian Wiatr wygłosił drugą część czterogodzinny wykład. Tym razem słuchacze zostali zapoznani z zasadami zabezpieczania dobranych przewodów i kabli elektrycznych oraz zasadami projektowania poprawnej wybiórcości (selektywności) działania poszczególnych stopni zabezpieczeń projektowanych obwodów odbiorczych. Zostały omówione najczęstsze przyczyny pożarów rozdzielnic elektrycznych, związane z błędnym doбором przewodów oraz zabezpieczeń, wynikające z błędnej interpretacji normy: PN-EN IEC 61439-1 *Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 1: Postanowienia ogólne*. Uzupełnieniem wykładu była in-

formacja o wymaganiach, jakie powinien spełniać przeciwpożarowy wyłącznik prądu w kontekście wyrobów certyfikowanych, dla których producent nie podaje informacji o prądach zwarciowych wytrzymywanych, zgodnie z wymaganiami Krajowej Oceny Technicznej opracowanej przez CNBOP-PIB w Józefowie k. Otwocka. Brak tych parametrów w DTR lub tabliczce znamionowej wyrobu dyskwalifikuje certyfikowany wyrób PWP z możliwości dopuszczenia do eksploatacji oraz stanowi argument do odrzucenia bezprawnego żądania przez rzeczoznawcę ds. zabezpieczeń ppoż. lub funkcjonariusza PSP instalacji certyfikowanego wyrobu PWP. Certyfikowany wyrób PWP, pozbawiony informacji o wartości znamionowego prądu zwarciowego wytrzymywanego, jest wyrobem nie w pełni wartościowym, a dopuszczający taki wyrób inspektor nadzoru czy kierownik robót elektrycznych pozbawiony jest wiedzy oraz wyobraźni w zakresie stwarzanego świadomie zagrożenia pożarowego oraz porażeniowego, a także dalszych konsekwencji prawnych (szczegóły w tym zakresie publikujemy w numerze 3/2025). Słuchacze zostali zapoznani z hierarchią aktów prawnych obowiązujących w naszym kraju, z których wynika, że dopuszczenie do jednostkowego zastosowania PWP, zgodnie z art. 5 Ustawy o wyrobach budowlanych [Dz.U. z 2021 roku poz. 1213], jest równorzędne wyrobowi certyfikowanemu. Stan ten potwierdził zastępca Dyrektora Departamentu Materiałów Budowlanych GUNB podczas szkolenia dla rzeczoznawców ds. zabezpieczeń, które odbywało się w dniach 1–2 października 2025 roku. Decyzję o wyborze wyrobu certyfikowanego lub dopuszczanego do jednostkowego zastosowania może podjąć jedynie inwestor – oczywiście pod warunkiem, że certyfikowany wyrób spełnia wymagania w zakresie bezpieczeństwa elektrycznego. Na koniec wykładu



Uczestnicy zajęć wyjazdowych podczas prezentacji firmowych



Zbiorowe zdjęcie uczestników zajęć wyjazdowych

zaprezentowano przykładowe wyroby certyfikowane, które mimo wszystko nie spełniają wszelkich warunków bezpieczeństwa. Na uwagę zasługuje bezmyślny montaż baterii akumulatorów wewnątrz szafy PW, gdzie zgodnie z normą PN-EN IEC 61439-1 *Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 1: Postanowienia ogólne* temperatura może sięgać 60°C, przy której następuje całkowite zniszczenie akumulatorów klasycznych oraz naruszenie struktury akumulatorów Li-ion. Co ciekawe, Jednostka Certyfikująca, funkcjonująca przy CNBOP-PIB, z niewiadomych powodów wydaje KOT-y dopuszczające takie rozwiązania, które mogą grozić wybuchem wydzielanych gazów tworzących z powietrzem mieszaninę wybuchową. Wykład zakończyła prezentacja licznych przykładów rachunkowych stanowiących praktyczne zastosowania przekazanej wiedzy teoretycznej.

Ponadto został zademonstrowany projekt nowelizacji Ustawy o wyrobach budowlanych, który zgodnie z pkt. 2 art. 14 – jeżeli zostanie zatwierdzony bez zmian – kasuje możliwość wprowadzania do jednostkowego zastosowa-

nia wszelkich wyrobów, w tym PWP (projekt nowelizacji ustawy o wyrobach budowlanych opublikowany w dniu 14.10.2025 przez Ministerstwo Finansów i Gospodarki). Jest to bardzo poważny sygnał, który nakazywał będzie bardzo dokładne sprawdzanie certyfikowanego wyrobu PWP pod względem możliwości dopuszczenia do eksploatacji w miejscu projektowanej instalacji. Brak choć jednego z wymaganych parametrów elektrycznych będzie dyskwalifikował wyrób z możliwości dopuszczenia do eksploatacji. Wówczas inwestor musi żądać naprawienia szkód i dostarczenia wyrobu w pełni wartościowego, z potwierdzeniem wiarygodnych wyników badań, a to może bardzo opóźnić termin zakończenia budowy i oddania budynku do eksploatacji oraz znacznie podnosić koszty. Wychodząc naprzeciw tworzącym się problemom, Centralne Kolegium Sekcji Instalacji i Urządzeń Elektrycznych SEP podjęło decyzję dotyczącą opracowania normy Stowarzyszenia Elektryków Polskich poświęconej wymaganiom konstruowania PWP. Norma ta powinna zahamować rozwój produkcji niepełno-

wartościowych certyfikowanych wyrobów PWP. Uczestnicy zajęć wyjazdowych otrzymali od naszej redakcji trzy pierwsze numery „elektro.info” wydane w roku 2026 oraz pakiet materiałów szkoleniowych, wraz z kalendarzem książkowym na rok 2026, zawierającym szereg pomocnych informacji, niezbędnych w codziennej pracy projektanta, kierownika robót elektrycznych lub inspektora nadzoru inwestorskiego. Zajęcia wyjazdowe, w których uczestniczyło 50 osób, zakończyło wystąpienie prof. Kazimierza Herlendera, który podziękował wykładowcom i zaproszonym firmom oraz przedstawił słuchaczom plan kolejnego zjazdu. Po zajęciach została zorganizowana kolacja w restauracji hotelowej, gdzie do późnych godzin nocnych można było wymieniać się doświadczeniami. Osoby zainteresowane podniesieniem kwalifikacji znajdą pełną ofertę studiów podyplomowych realizowanych przez Politechnikę Wrocławską na stronie internetowej Działu Kształcenia Podyplomowego Politechniki Wrocławskiej (www.cku.pwr.edu.pl).

Tekst i fot. WW

DIAGNOSTYKA, POMIARY I BEZPIECZEŃSTWO – 21. OGÓLNOPOLSKA KONFERENCJA TECHNICZNA SONEL

W dniach 22–24 kwietnia 2026 r. w Hotelu Bania Thermal & Ski w Białej Tatrzańskiej odbyła się 21. Ogólnopolska Konferencja Techniczna Sonel. Wydarzenie, zorganizowane pod hasłem „Diagnostyka i bezpieczeństwo przeciwporażeniowe w elektroenergetyce”, zgromadziło około 200 specjalistów reprezentujących energetykę zawodową i przemysłową, branżę elektryczną oraz środowisko naukowo-techniczne z całej Polski.

Tegoroczna edycja konferencji była okazją do wymiany wiedzy, doświadczeń oraz dobrych praktyk w obszarach związanych z pomiarami, diagnostyką urządzeń elektroenergetycznych i bezpieczeństwem eksploatacji instalacji. Jak

podkreślali organizatorzy, wydarzenie od lat integruje przedstawicieli energetyki zawodowej i przemysłowej oraz środowiska naukowo-techniczne, tworząc platformę do dyskusji o trendach, bezpieczeństwie i przyszłości technologii pomiarowych w Polsce.

Konferencję uroczystie otworzył Tomasz Wiśniewski, Prezes Zarządu Sonel S.A., który powitał uczestników spotkania. Podczas swojego wystąpienia podkreślał, że tegoroczna edycja koncentruje się na diagnostyce oraz bezpieczeństwie przeciwporażeniowym w elektroenergetyce, a konferencja ma tak długą tradycję, ponieważ jest doskonałą okazją do rozmów z ekspertami, wymiany praktycznych doświadczeń i poznania nowoczesnych rozwiązań pomiarowych oferowanych przez Sonel.

Część merytoryczną konferencji rozpoczął wykład Romana Domańskiego, Głównego Inżyniera Wsparcia Technicznego w Sonel S.A., poświęcony pomiarom uziemień w sieciach elektroenergetycznych. Przez trzy dni obrad uczestnicy mieli okazję wysłuchać wystąpień ekspertów reprezentujących zarówno praktykę przemysłową, jak i środowisko akademickie. W programie znalazły się m.in. zagadnienia dotyczące detekcji i analizy



wyładowań niezupełnych, bezpieczeństwa elektrycznego w obiektach z fotowoltaicznymi źródłami energii, zabezpieczeń nadprądowych i różnicowoprądowych w instalacjach niskiego napięcia, kompensacji mocy biernej, pomiarów impedancji pętli zwarciowej w środowiskach o wysokim poziomie zakłóceń, magazynów energii elektrycznej oraz diagnostyki układów izolacyjnych z wykorzystaniem wysokonapięciowego przyrządu do pomiaru rezystancji izolacji.

Wśród prelegentów znaleźli się m.in. Roman Domański z Sonel S.A., prof. dr hab. inż. Sebastian Borucki z Politechniki Opolskiej, prof. dr hab. inż. Stanisław Czapp z Politechniki Gdańskiej, Przemysław Szafranski z Rabbit Sp. z o.o., Karol





Kaczmarek z Sonel S.A., Łukasz Topolski z Enersim Sp. z o.o. oraz dr hab. inż. Marek Olesz, prof. uczelni, z Politechniki Gdańskiej. Ich wystąpienia koncentrowały się na aktualnych wyzwaniach pomiarowych, interpretacji wyników, wymaga-

niach technicznych oraz bezpieczeństwie pracy instalacji i urządzeń elektroenergetycznych.

Istotnym elementem wydarzenia była również część praktyczna. Uczestnicy brali udział w warsztatach pomiarowych, podczas których mogli pogłębić wiedzę dotyczącą stosowania nowoczesnych metod diagnostycznych i aparatury pomiarowej. Konferencja obejmowała także strefę wystawienniczą, w której swoją ofertę zaprezentowali partnerzy wydarzenia: wśród nich znalazły się między innymi firmy Merazet, 3M Poland, Cellpack, Enersim czy Rabbit. Nie zabrakło także mniej formalnej części spotkania. Ważnym elementem konferencji były rozmowy kuluarowe, networking oraz wieczorne spotkania integracyjne, które sprzyjały wymianie doświadczeń po-

między przedstawicielami energetyki, przemysłu, nauki i branży elektrycznej.

21. Ogólnopolska Konferencja Techniczna Sonel po raz kolejny potwierdziła, że tego typu wydarzenia stanowią ważną platformę dialogu pomiędzy producentami technologii pomiarowych, praktykami branży elektrycznej, przedstawicielami energetyki oraz środowiskiem akademickim. Połączenie eksperckich wykładów, praktycznych warsztatów i rozmów kuluarowych sprzyja nie tylko podnoszeniu kompetencji uczestników, lecz także wzmacnianiu kultury bezpieczeństwa w elektroenergetyce.

Patronat nad wydarzeniem objęły redakcje „elektro.info” i energetyka.plus.

Tekst i fot. red.

XXX-LECIE STOWARZYSZENIA POLSKICH ENERGETYKÓW

W dniach 14–16 maja 2026 r. w Hotelu PORTO w Radomsku odbywało się spotkanie członków Stowarzyszenia Polskich Energetyków z okazji XXX-lecia powstania organizacji zrzeszającej elektryków, ciepłowników oraz gazowników. Spotkanie zorganizował Zarząd Główny Stowarzyszenia Polskich Energetyków, kierowany przez mgr. inż. Marka Tomaszewskiego. W spotkaniu uczestniczyło 90 członków Stowarzyszenia, przedstawicieli Zarządu Głównego, Oddziałów Terenowych oraz zaproszonych gości. Stowarzyszenie, obchodzące w tym roku XXX lat funkcjonowania, powstało w 1996 r. pod nazwą Stowarzyszenie Wspierania Inicjatyw Energetycznych (SWIE). Pierwsze zebranie członków założycieli odbyło się 14 lutego 1996 r. w Radomiu, a 20 lutego 1996 r. Sąd Wojewódzki w Radomiu dokonał rejestracji Stowarzyszenia. W pierwotnych założeniach miało to być stowarzyszenie o charakterze lokalnym, skupiające energetyków z Radomia, Kielc, Lublina, Tarnobrzega oraz Białej Podlaskiej. W miastach tych utworzono niemalże natychmiast Centra Szkoleń i Usług Energetycznych, które funkcjonują do dziś, rozbudowując

swoją bazę i zaplecze. W miastach tych Stowarzyszenie szybko zdobywało nowych zwolenników i członków. Duże zainteresowanie ze strony energetyków działaniami SWIE doprowadziło do utworzenia oddziałów SWIE w Katowicach, Krakowie, Warszawie i Zamościu. Stowarzyszenie zaczęło przybierać ramy ogólnokrajowej organizacji naukowo-technicznej. Sytuacja ta zrodziła potrzebę zwołania Walnego Zebrania Przedstawicieli Stowarzyszenia Wspierania Inicjatyw Energetycznych, które odbyło się 20 marca 1998 r. w Kazimierzu Dolnym.

Podczas zebrania dokonano niezbędnych zmian w statucie oraz wybrano Zarząd Główny Stowarzyszenia. Tam też członkowie założyciele z Radomia utworzyli oddział SWIE w Radomiu i wybrali swoje władze. Na Walnym Zgromadzeniu Delegatów SWIE w dniach 17 i 18 maja 2002 r. w Dobczycach dokonano zmiany nazwy stowarzyszenia na Stowarzyszenie Polskich Energetyków oraz dokonano zmian w statucie w taki sposób, by było ono stowarzyszeniem na miarę XXI wieku i obejmowało wszystkie zagadnienia z dziedziny energetyki. Od 15 października 2002 r. (data wpisu zmiany do rejestru sądowego) stowarzyszenie nosi nazwę: Stowarzyszenie Polskich Energetyków. Zgodnie z zapisem statutowym, Stowarzyszenie Polskich Energetyków jest dobrowolnym, samorządnym zrzeszeniem naukowo-technicznym, mającym na celu rozwijanie i propagowanie inicjatyw, podstaw i działań sprzyjających rozwojowi energetyki polskiej, racjonalnemu użytkowaniu paliw – stałych, płynnych, gazowych – i energii: elektrycznej i ciepłej oraz wspieranie organizacyjne i rzeczowe osób fizycznych i prawnych, któ-



Prezes ZG SPE Marek Tomaszewski wraz z wydawcą „elektro.info” Bogusławą Wiewiórowską-Paradowską oraz redaktorem naczelnym Julianem Wiatrem

re podejmują takie działania. Do głównych zadań Stowarzyszenia należą:

1. Inicjowanie i propagowanie najlepszych rozwiązań technicznych w energetyce polskiej, racjonalne i oszczędne gospodarowanie energią i paliwami;
2. Popieranie i promowanie nowoczesnych rozwiązań we wszystkich specjalnościach produkcji, przesyłu, dystrybucji, obrotu i użytkowania energii i paliw oraz w dziedzinach pokrewnych;
3. Promowanie energooszczędnych urządzeń energetycznych i ekonomicznych rozwiązań inwestycyjnych;
4. Propagowanie rozwiązań energetycznych służących ochronie środowiska;
5. Podnoszenie i rozpowszechnianie wiedzy w zakresie nowoczesnych rozwiązań służących do produkcji, przesyłu, dystrybucji, obrotu oraz użytkowania energii i paliw;
6. Ochrona interesów producentów, dystrybutorów i użytkowników paliw i energii oraz wytwórców urządzeń zużywających energię i paliwa;



Wiceprezes ZG SPE Tadeusz Żaba podczas wykładu poświęconego kształceniu zawodowemu



Widok starego wyrobiska KWB Bełchatów przygotowanego do zalania

7. Inicjowanie i popieranie twórczości naukowej i technicznej we wszystkich gałęziach energetyki;
8. Oddziaływanie na jakość wyrobów, materiałów i usług energetycznych, popularyzacja bezpiecznej eksploatacji urządzeń, instalacji i sieci energetycznych;
9. Doskonalenie kwalifikacji zawodowych oraz kształtowanie etyki zawodowej energetyków;
10. Integrowanie środowiska i tworzenie więzi koleżeńskich;
11. Działanie na rzecz integracji europejskiej oraz rozwijanie kontaktów i współpracy między społecznościami.

Aktualnie w ramach Stowarzyszenia Polskich Energetyków, którego Zarząd Główny mieści się w Radomiu, funkcjonuje piętnaście oddziałów terenowych w: Warszawie (Warszawa i Warszawa Zachód), Wrocławiu, Bydgoszczy, Białymstoku, Katowicach, Lublinie, Rzeszowie, Bełchatowie, Tomaszowie Mazowieckim, Krakowie, Gdańsku, Włocławku oraz w Zamościu. W ramach każdego Oddziału SPE funkcjonuje komisja kwalifikacyjna, prowadząca szkolenia oraz odbierająca egzaminy od osób zatrudnionych przy eksploatacji lub dozorze w grupach: 1, 2 oraz 3 – zgodnie z wymaganiami Rozporządzenia Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 1 lipca 2022 r. w sprawie szczegó-

wych zasad stwierdzania posiadania kwalifikacji przez osoby zajmujące się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci [Dz.U. z 2022 roku poz. 1392]. Ponadto w Szczecinie funkcjonuje Komisja Egzaminacyjna, wchodząca w skład SPE. Podczas jubileuszowego spotkania w Radomsku odbyło się Walne Zgromadzenie SPE, podczas którego na wiceprezesa Zarządu Głównego został wybrany dr inż. Tadeusz Żaba, dotychczasowy prezes Oddziału Krakowskiego SPE. Podczas trwania Walnego Zgromadzenia Delegatów uczestnicy spotkania niebędący delegatami mogli uczestniczyć w wycieczce do punktu widokowego Kleszczów, skąd rozpościera się widok na stare wyrobisko KWB Bełchatów, przygotowywane obecnie do zalania wodą. Powstanie tam sztuczne jezioro o największej głębokości wśród wszystkich jezior w Polsce. KBW Bełchatów kilka lat temu rozpoczęła eksploatację węgla brunatnego w nowym wyrobisku w miejscowości Szczerców, zaprzestając wydobywania węgla brunatnego w starym wyrobisku, gdzie rozpoczęto kształtowanie dna przyszłego jeziora. Gigantyczna odkrywka, widoczna z punktu widokowego, to ogromna „dziura” z pozornie małymi – wielkości dziecięcych zabawek – a w rzeczywistości z ogromnymi maszynami służącymi do wydobywania, zwałowania i transportu wydobywanego węgla brunatnego.

Podczas jubileuszowego spotkania organizatorzy zorganizowali rozgrywki w kręgielni hotelowej pomiędzy oddziałami Stowarzyszenia oraz zabawę, w której dwie drużyny rywalizowały między sobą o statuetkę „Świat Teleturnieju”. Podczas zabawy w „Świat Teleturnieju” prowadzący opowiedział historię miasta Radomsko oraz historię powstania Kopalni Węgla Brunatnego Bełchatów. Po obiedzie rozpoczęła się uroczysta kolacja, podczas której prezes ZG SPE mgr inż. Marek Tomaszewski zaprezentował historię oraz dotychczasowe osiągnięcia Stowarzyszenia i wyznaczył kierunki działań na najbliższe lata. Następnie wiceprezes ZG SPE dr inż. Tadeusz Żaba wygłosił wykład poświęcony kształceniu zawodowemu w naszym kraju. Podczas części oficjalnej został odczytany list gratulacyjny Ministra Energii Miłosza Motyki. Redaktor naczelny „elektro.info” Julian Wiatr, wspólnie z Bogusławą Wiewiórowską-Paradowską, wydawcą „elektro.info”, wręczyli prezesowi ZG SPE Markowi Tomaszewskiemu pamiątkową statuetkę VERBA DOCENT z podziękowaniem za owocną współpracę „elektro.info” ze Stowarzyszeniem przez mijające 25 lat funkcjonowania miesięcznika na rynku wydawniczym oraz zaprosili na obchody XXV-lecia „elektro.info” w Akademii Pożarniczej w Warszawie, w dniach 5–6 listopada 2026 r. Następnie wśród uczestników jubileuszowego spotkania zostały wylosowane trzy zestawy książek, ufundowanych przez naszą redakcję. W tym miejscu należy podkreślić, że ZG Stowarzyszenia Polskich Energetyków w 2024 roku został po raz pierwszy wyróżniony przez redakcję „elektro.info” statuetką VERBA DOCENT, która stanowi wyróżnienie za prowadzoną działalność dydaktyczną oraz działania na rzecz poprawy bezpieczeństwa eksploatacji urządzeń elektrycznych, ciepłowniczych oraz gazowych. W czasie spotkania, które trwało do późnych godzin nocnych, można było wymienić się doświadczeniami oraz spostrzeżeniami z wycieczki do Kopalni Węgla Brunatnego Bełchatów.

Tekst i fot. WW



Po rozdaniu statuetek „Świat Teleturnieju”



Przedstawicielka Ministerstwa Energii odczytuje list gratulacyjny od Ministra Energii Miłosza Motyki



Uczestnicy jubileuszowego spotkania podczas prelekcji Prezesa ZG SPE Marka Tomaszewskiego

KONFERENCJA „OCHRONA PRZED PORAŻENIEM I PRZED PRZEPIĘCIAMI W SIECIACH ELEKTROENERGETYCZNYCH” 2026

Zapraszamy do udziału w III Konferencji „Ochrona przed porażeniem i przed przepięciami w sieciach elektroenergetycznych”, organizowanej przez Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej w dniach 18–19 czerwca 2026 r. w Kołobrzegu. Głównym celem konferencji jest poszerzenie wiedzy oraz kontynuacja wymiany doświadczeń na forum Operatorów Systemów Elektroenergetycznych, środowiska naukowego, producentów, biur projektowych oraz wszystkich zainteresowanych problematyką ochrony sieci elektroenergetycznych przed porażeniem i przed przepięciami.

Konferencja jest adresowana do przedstawicieli Operatorów Systemów Elektroenergetycznych, środowisk naukowych, ośrodków badawczo-rozwojowych, biur projektowych oraz firm zajmujących się produkcją i dystrybucją urządzeń i elementów sieciowych służących do realizacji ochrony oraz sprawdzania jej skuteczności.

Konferencja będzie poświęcona aktualnym wyzwaniom związanym z ochroną przed porażeniem i przed przepięciami w warunkach dynamicznej

transformacji sektora energetycznego oraz bezpieczeństwem eksploatacji sieci elektroenergetycznych. W programie przewidziano wystąpienia ekspertów reprezentujących uczelnie techniczne, jednostki naukowe oraz firmy branżowe.

Tematyka konferencji obejmuje m.in. takie zagadnienia, jak:

- » odpowiedzialność operatorów za bezpieczną eksploatację sieci elektroenergetycznych,
- » wykorzystanie sztucznej inteligencji, metod obliczeniowych i sieci neuronowych w ochronie przed porażeniem i ochronie odgromowej oraz diagnostyce elektroenergetycznej,
- » ochrona przeciwporażeniowa w sieciach niskiego napięcia zasilanych z lokalnych mikroźródeł energii,
- » dobezpieczanie ograniczników przepięć i koordynacja ochrony przepięciowej,
- » modelowanie i symulacje układów uziemiających oraz ocena skuteczności ochrony przeciwporażeniowej,
- » pomiary napięć rażenia oraz problemy interpretacyjne związane z wymaganiami norm,

» zagadnienia ochrony przed porażeniem i przed przepięciami w pracach pod napięciem i minimalizacja ryzyka w eksploatacji sieci,

» ochrona infrastruktury elektroenergetycznej w warunkach rozwoju energetyki rozproszonej i nowych źródeł zagrożeń.

Program konferencji obejmuje również panel dyskusyjny poświęcony przyszłości ochrony przeciwporażeniowej i przepięciowej w dobie transformacji energetycznej, rozwoju AI oraz rosnących wymagań dotyczących niezawodności i bezpieczeństwa infrastruktury elektroenergetycznej. Wydarzeniu towarzyszyć będzie także wystawa stoisk promocyjnych umożliwiającą wymianę doświadczeń branżowych oraz bezpośrednie konsultacje z przedstawicielami firm i ekspertami technicznymi. Patronami medialnymi konferencji są „elektro.info” oraz „Energia elektryczna”.

Konferencja odbędzie się w dniach 18–19 czerwca 2026 r. w Kołobrzegu, w hotelu Blue&Green Baltic Hotel mediSPA&fit Kołobrzeg. Szczegółowy program oraz formularz zgłoszeniowy dostępne są na stronie: <https://ptpiree.pl/ochrona>.

Oprac. red.

REKLAMA

Specjaliści od technologii do połączeń elektrycznych SN

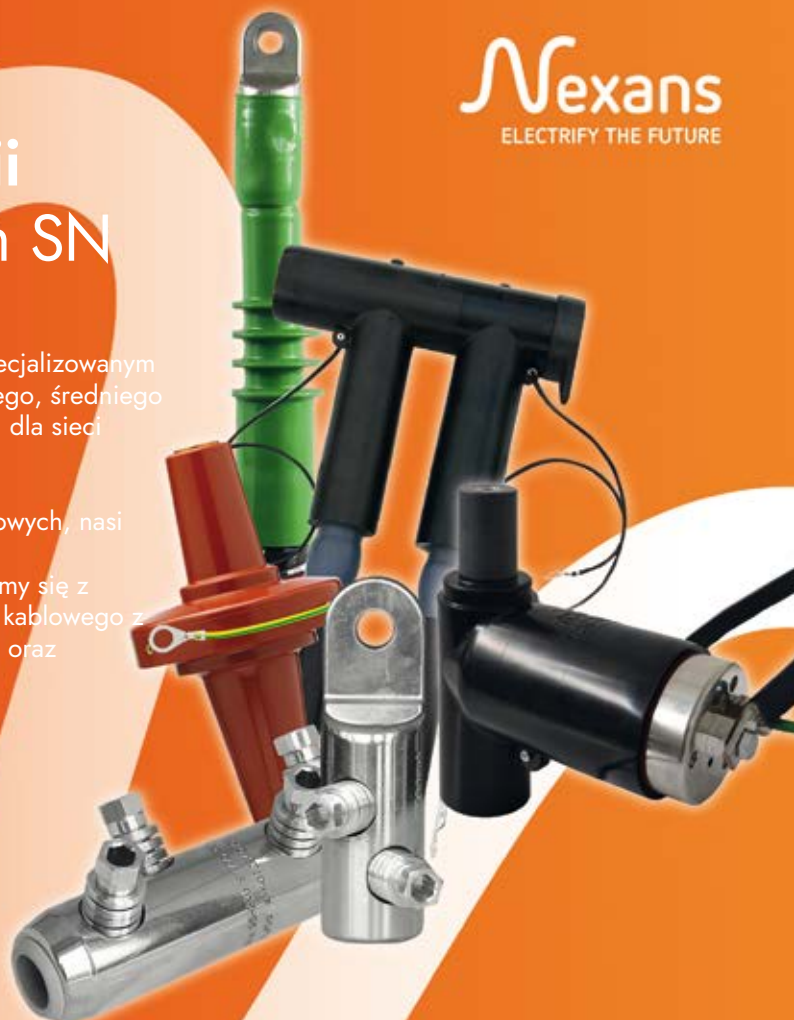
Nexans Power Accessories jest wiodącym europejskim, wyspecjalizowanym innowatorem, producentem i dystrybutorem akcesoriów niskiego, średniego i wysokiego napięcia w zakresie technologii łączeniowej kabli dla sieci wytórczych, przesyłowych i zasilających energii.

Będąc Centrum Kompetencyjnym w zakresie akcesoriów kablowych, nasi inżynierowie przejmują odpowiedzialność za rozwiązania i technologie połączeń kablowych, czym dzielimy się z producentami rozwiązań sieciowych i użytkownikami osprzętu kablowego z szerokiego spektrum rynku rozwiązań do połączeń sieci, stacji oraz transformatorów.

Nexans Power Accessories Poland
Wiejska 18, 47-400 Racibórz

www.nexans.pl/poweraccessories

Nexans
ELECTRIFY THE FUTURE



Innowacyjna infrastruktura, unikalny poligon szkoleniowy oraz bezpłatne szkolenia dla uczniów, dorosłych i nauczycieli zawodu

Dynamiczny rozwój sektora elektroenergetycznego oraz transformacja energetyczna stawiają przed rynkiem pracy bezprecedensowe wymagania. Tradycyjny system oświaty, choć daje solidne podstawy, często napotyka barierę w postaci szybkiego tempa zmian technologicznych. Odpowiedzią na tę lukę jest ogólnopolska sieć Branżowych Centrów Umiejętności (BCU). Wśród placówek wiodących prym w dziedzinie elektroenergetyki szczególne miejsce zajmuje Branżowe Centrum Umiejętności w Dziedzinie Energetyki w Nisku (woj. podkarpackie).

Placówka ta, zlokalizowana przy ul. 3 Maja 32C, stała się kluczowym punktem na mapie edukacyjnej Polski, łącząc naukę i branżę z rynkiem pracy.

Inwestycja o strategicznym znaczeniu

Inicjatywa o łącznej wartości **17 668 606 zł** (z czego aż **15 000 000 zł** stanowi dofinansowanie z Krajowego Planu Odbudowy i Zwiększania Odporności – KPO) jest realizowana w horyzoncie czasowym od września 2023 roku do czerwca 2026 roku. BCU w Dziedzinie Energetyki w Nisku nie funkcjonuje jednak w próżni – jego siłą jest

partnerstwo z kluczowymi podmiotami sektora energetycznego. Działalność centrum wspierają m.in. eksperci z **PGE Dystrybucja S.A.** oraz **Stowarzyszenia Polskich Energetyków (SPE)**, co gwarantuje, że przekazywana tu wiedza jest w pełni skorelowana z realnymi oczekiwaniami rynku pracy.

Nadrzędnym celem niżańskiego BCU jest wspieranie procesu uczenia się przez całe życie (zgodnie ze Zintegrowaną Strategią Umiejętności 2030). Centrum przygotowało kompleksową infrastrukturę, na którą składają się innowacyjne, pełne nowoczesnego sprzętu pracownice specjalistyczne oraz – co stanowi unikalną



Szkolenie z zakresu oceny sieci elektroenergetycznej

wartość – specjalistyczny **poligon szkoleniowy**. To właśnie tam uczestnicy szkoleń i kursów mogą w bezpiecznych, lecz odwzorowujących m.in. prawdziwe realia pracy warunkach, uczyć się oceny napowietrznych i kablowych sieci elektroenergetycznych.

Kompleksowa oferta szkoleniowa: dla osób młodych, dorosłych oraz nauczycieli

Oferta edukacyjna BCU w Dziedzinie Energetyki w Nisku jest do 30.06.2026 r. całkowicie bezpłatna i została precyzyjnie dostosowana pod kątem trzech grup docelowych: osób młodych (uczniowie i studenci w wieku



Wizyta Przedstawicieli Stowarzyszenia Polskich Energetyków w niżańskim BCU

14–24 lata), osób dorosłych chcących podnieść swoje kompetencje lub uzyskać kwalifikacje, a także nauczycieli kształcenia zawodowego, dla których to szansa na aktualizację wiedzy.

W katalogu szkoleń prowadzonych przez BCU w Dziedzinie Energetyki w Nisku znajdują się m.in.:

- » **Automatyka i zabezpieczenia w rozdzielni SN** – obejmujące m.in. analizę pracy układów pomiarowych, konfigurację nastaw zabezpieczeń, a także badanie obwodów sterowniczych i sygnalizacyjnych;
- » **Eksploatacja kablowych i napowietrznych sieci SN i nN** – kursy praktyczne, kładące nacisk na obróbkę kabli, montaż muf i głowic kablowych, wymianę elementów sieci napowietrznych czy realizację kompletnych przyłączy na słupach;
- » **Diagnostyka i inspekcja sieci SN i nN z użyciem nowoczesnych technologii** – szkolenia z wykorzystaniem kamer inspekcyjnych instalowanych na drążkach teleskopowych, uczące bezinwazyjnej oceny stanu technicznego infrastruktury energetycznej z poziomu ziemi;
- » **Układy pomiarowe (bezpośrednie, półpośrednie i pośrednie)** – kompleksowy montaż, obsługa i demontaż nowoczesnej aparatury licznikowej;
- » **Instalacje elektryczne, silniki elektryczne oraz wiele innych.**

Dotychczasowe osiągnięcia i zrealizowane zadania

Mimo stosunkowo krótkiego stażu, energetyczne BCU w Nisku zdążyło trwale wpisać się w świadomość branży dzięki dynamicznej realizacji zadań statutowych. Do najważniejszych osiągnięć placówki należą:



Szkolenie dla uczniów z zakresu silników elektrycznych



Wręczenie Branżowych Certyfikatów Umiejętności dla osób dorosłych

Ogólnopolski Konkurs Wiedzy Energetycznej „Moc Energii” (marzec 2026 r.)

To jedno z najbardziej spektakularnych zadań zrealizowanych przez nizańskie centrum, które odbiło się szerokim echem w całym kraju. Konkurs przyciągnął aż 36 trzyosobowych zespołów młodych pasjonatów elektryki i energetyki z całej Polski. Pierwszy etap (teoretyczny) odbył się online, natomiast finał dla 6 najlepszych drużyn zorganizowano stacjonarnie w Nisku. Młodzież zmierzyła się z wymagającym zadaniem praktycznym.

Rozwój partnerstwa akademickiego i sieciowanie

BCU w Dziedzinie Energetyki w Nisku postawiło na silną integrację środowiska naukowego z biznesem. Jednym z kluczowych osiągnięć jest podpisanie oficjalnego **porozumienia o współpracy z Politechniką Lubelską**. Pozwala to na transfer wiedzy z poziomu akademickiego bezpośrednio do praktyki warsztatowej centrum. Dodatkowo placówka aktywnie realizuje wizyty studyjne i proces tzw. sieciowania, budując mosty pomiędzy różnymi podmiotami sektora edukacji w branży energetycznej.

Działalność informacyjno-doradcza i popularyzacja ZSK

Nizańskie BCU regularnie organizuje oraz współuczestniczy w seminariach regionalnych dotyczących Zintegrowanego Systemu Kwalifikacji (ZSK) oraz roli BCU jako nowoczesnego narzędzia wsparcia lokalnego i krajowego rynku pracy. Dzięki temu przedsiębiorcy zyskują realny wpływ na to, jakich umiejętności uczy się przyszłe kadry.

Przyszłość energetyki zaczyna się w Nisku

Dzięki nowoczesnemu zarządzaniu, unikalnej bazie technicznej oraz silnym relacjom z przemysłem, Branżowe Centrum Umiejętności w Nisku udowadnia, że nowoczesna edukacja branżowa musi być elastyczna i zorientowana na praktykę. Dobiegający końca półmetek 2026 roku pokazuje, że zainwestowane fundusze KPO przynoszą wymierne korzyści – setki przeszkolonych fachowców, unowocześnione kompetencje nauczycieli i młodzież, która na rynku pracy nie musi uczyć się wszystkiego od nowa.

Dla przedsiębiorstw energetycznych poszukujących wykwalifikowanych pracowników, BCU w Nisku staje się kluczowym partnerem, a dla osób wiążących swoją przyszłość z prądem – najlepszym adresem do rozpoczęcia kariery zawodowej.



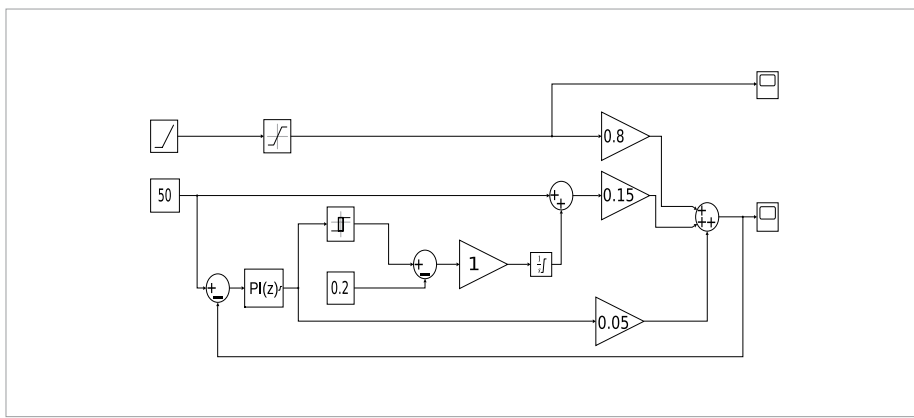
Kontakt dla mediów i zapisy na szkolenia:
Branżowe Centrum Umiejętności w Dziedzinie Energetyki w Nisku
 37-400 Nisko
 ul. 3 Maja 32C,
 tel. 15 687 25 60
 poczta@bcunisko.pl
 www.bcunisko.pl



Modelowanie i analiza stabilności sterowania częstotliwością w mikrosieciach wyspowych o nierównomiernym podziale generacji mocy

Dzisiejsza struktura zdecentralizowanych systemów energetycznych wymusza stosowanie zaawansowanych algorytmów sterowania częstotliwością [1]. W układach wyspowych o mocach znamionowych w przedziale od 1 do 50 MW, gdzie bezwładność systemu jest niska ze względu na dominację interfejsów energoelektronicznych, kluczową rolę odgrywają szybkie źródła regulacyjne. Jednak w sytuacjach, gdy źródło o małej mocy znamionowej musi kompensować ubytki generacji jednostek dominujących, dochodzi do zjawiska nasycenia sygnału sterującego. Problem staje się szczególnie istotny w systemach o dużej asymetrii mocy źródeł wytwórczych.

W klasycznych podejściach regulacyjnych przyjmuje się często równomierny podział obowiązków między źródłami (ang. *power sharing*) [2]. W rzeczywistości mamy do czynienia z hierarchią źródeł, gdzie jednostka o najwyższym udziale mocy stabilizuje system, a mniejsze jednostki pełnią rolę wspomagającą. W przypadku wystąpienia znacznego uchybu częstotliwości, małe źródła regulacyjne, dążąc do stabilizacji parametrów magistrali, mogą zostać wprowadzone w stan



Rys. 1. Schemat blokowy modelu behawioralnego mikrosieci rys. G. Szklarek

STRESZCZENIE

Obecne mikrosieci wyspowe o mocach znamionowych w zakresie od 1 do 50 MW często cechują się nierównym rozkładem udziału mocy w sieci (np. dominujące źródło konwencjonalne oraz rozproszone źródła o mniejszej mocy, w tym OZE pracujące w trybie *grid-forming*). Głównym problemem takiej konfiguracji jest ograniczona zdolność małych, szybkich jednostek regulacyjnych do samodzielnego ustabilizowania systemu w przypadku zaburzenia w źródle dominującym, co uniemożliwia powrót częstotliwości do poziomu zadanego i zagraża stabilności układu. W badaniach przyjęto model o asymetrycznej strukturze wytwórczej, charakterystyczny dla mikrosieci wyspowych, obejmujący jednostkę gazową (80%), źródła OZE (15%) oraz jednostki dieslowskie pełniące funkcję rezerwowo-regulacyjną (5%). Skupiając się na dynamice częstotliwości, przy pominięciu analizy przepływu mocy i energii, zaproponowano model o zredukowanej złożoności do oceny stabilności pracy wyspowej w trybie online.

Słowa kluczowe: stabilność częstotliwości, mikrosieć wyspowa, model matematyczny częstotliwości wypadkowej, saturacja, algorytm anti-windup, logika przekąźnikowa z histerezą, modelowanie behawioralne, nasycenie układów regulacji, sterowanie hierarchiczne, asymetryczne źródła wytwórcze.

nasycenia, co przy braku odpowiednich mechanizmów kontrolnych (np. układów *anti-windup* [3]) prowadzi do trwałego błędu regulacji i utraty zdolności do reagowania na kolejne zaburzenia. Praca skupia się na analizie dynamiki zmian częstotliwości w mikrosieciach o małej bezwładności oraz badaniu interakcji między źródłami o różnej dynamice reakcji w warunkach nagłej desynchronizacji jednostki dominującej.

W niniejszym opracowaniu przyjęto podejście skupione bezpośrednio na analizie dynamiki częstotliwości podstawowej, celowo ograniczając zakres badań poprzez pominięcie szczegółowego modelowania przepływów mocy czynnej i biernej oraz długoterminowego bilansowania energii. Mimo że z fizycznego punktu widzenia zmiany częstotliwości wynikają z dynamiki procesów generacji, priorytet badawczy w niniejszej pracy stanowi analiza

sposobu reakcji systemu oraz zmienność częstotliwości w stanach przejściowych.

Zaproponowana struktura charakteryzuje się niską złożonością obliczeniową, co pozwala na efektywną ocenę pracy wyspowej w trybie czasu rzeczywistego (online). Tak sformułowane uproszczenie pozwala na natychmiastową diagnostykę stanów zagrożenia, bez konieczności angażowania znacznych zasobów sprzętowych, co jest niezbędne w systemach o wysokiej dynamice zmian i ograniczonej inercji.

I Model symulacyjny

W niniejszym rozdziale przedstawiono założenia techniczne opracowanego modelu oraz strukturę układu sterowania częstotliwością w mikrosieci wyspowej. Analizę zachowania mikrosieci wyspowej w stanach zakłóceń oparto na modelowaniu behawioralnym. W po-

dejsi tym skupiono się bezpośrednio na częstotliwości jako głównej zmiennej procesowej. Współczesne mikro sieci, zdominowane przez rozproszone źródła o małej bezwładności, cechuje bardzo szybka dynamika. Strome odchyłki częstotliwości stanowią dla nich krytyczne zagrożenie. Mogą one wyzwolić zabezpieczenia nadążne, powodując kaskadowe odłączanie jednostek wytwórczych i całkowite załamanie stabilności systemu. Z tego względu niezwykle istotne staje się badanie szybkości reakcji układów regulacji oraz ich fizycznych ograniczeń.

W przyjętym modelu częstotliwość magistrali (f_{bus}) wyznaczana jest jako suma ważona częstotliwości poszczególnych źródeł, co w ogólnym przypadku opisuje równanie [4]:

$$f_{bus} = \sum_{i=1}^n w_i \cdot f_i$$

gdzie f_{bus} to wypadkowa częstotliwość na magistrali mikro sieci, f_i oznacza częstotliwość generowaną przez i -te źródło, natomiast w_i określa wagę (udział mocy) i -tego źródła w systemie, przy spełnionym warunku $\sum_{i=1}^n w_i = 1$. Opracowany układ charakteryzuje się skrajną asymetrią, odpowiadającą typowej topologii z dominującym źródłem formującym sieć. Zdefiniowano trzy tory generacji: jednostkę dominującą ($w_1 = 0,80$), jednostkę wspomagającą ($w_2 = 0,15$), aktywowaną w stanach awaryjnych, oraz jednostkę regulacyjną ($w_3 = 0,05$). Ta ostatnia, dysponująca najmniejszą mocą, lecz charakteryzująca się największą szybkością reakcji, odpowiada za niwelowanie bieżących odchyłek.

Model zaimplementowano w środowisku MA-TLAB/Simulink, wykorzystując solver ze stałym krokiem całkowania (ang. *Fixed-step*). Do obliczeń wybrano algorytm ode14x (*extrapolation*) z fundamentalnym krokiem próbkowania wynoszącym $1e^{-3}$ s, ustalając czas symulacji na 60 sekund. Topologię opracowanego układu sterowania, realizującą równanie sumy ważonej, zaimplementowano w postaci trójtowego schematu blokowego (rys. 1.).

Dynamika odpowiedzi układu w stanach przejściowych jest określona za pomocą nastaw parametrów nieliniowego toru wspomagającego, w tym przez funkcję progu aktywacji przekaźników oraz stałą czasową integratora. Rozwiązanie to pozwala narzucić pożądaną szybkość zmian częstotliwości (df/dt), chroniąc przed zbędnym odłączaniem odbiorów.

Wzmocnienia sygnałowe (ang. *Gain*) na końcu każdego z torów odpowiadają bezpośrednio za wagi poszczególnych źródeł, a ich wyjścia są sumowane, dając wypadkową częstotliwość układu.

Każdy z torów pełni w badanym układzie ściśle określoną funkcję:

» **Tor zakłócenia (źródło dominujące 80%):** do wygenerowania profilu desynchronizacji największego źródła wykorzystano kaskadowe połączenie bloku rampy (ang. *Ramp*) oraz bloku nasycenia. Rampa pozwala na precyzyjne zadanie stromości spadku częstotliwości, natomiast blok nasycenia pełni rolę ogranicznika, który stabilizuje częstotliwość na nowym, obniżonym poziomie, symulując przejście uszkodzonego źródła do błędnego punktu pracy ustalonej.

» **Tor regulacji ciągłej (źródło najszybsze 5%):** tor ten wyposażono w dyskretny regulator proporcjonalno-całkujący (PI). Jego wejście stanowi uchyb między częstotliwością referencyjną (50 Hz) a bieżącą częstotliwością układu. Optymalne nastawy wyznaczono narzędziem PID Tuner (wzmocnienie $P \approx 0,10$, część całkująca $I \approx 200,00$). Bloki nasycenia (ang. *Saturation*) w tym torze chronią przed wyznaczeniem nierealnych fizycznie wartości sterujących (limity od 0 Hz do 55 Hz). Całość wspiera mechanizm *anti-windup* typu *clamping* [3]. Zapobiega on nadmiernemu narastaniu części całkującej przy nasyceniu wyjścia, co gwarantuje natychmiastową reakcję układu po ustąpieniu zakłócenia.

» **Tor wspomagający (źródło średnie 15%):** w torze tym zastosowano układ logiczny oparty na bloku przekaźnika z histerezą (ang. *Relay*), który monitoruje poziom występowania źródła 5%. W momencie osiągnięcia przez najszybsze źródło limitu nasycenia, przekaźnik załącza tor całkujący (ang. *Integrator*). Układ ten płynnie zwiększa generację częstotliwości przez jednostkę 15%, przejmując tym samym część ciężaru kompensacji uchybu. Pozwala to na odciążenie źródła najmniejszego i przywrócenie jego zdolności do reagowania na kolejne stany dynamiczne w sieci (odzyskanie zapasu regulacyjnego, ang. *Headroom*) [5].

Warto zaznaczyć, że w przyjętej architekturze mikro sieci wyspowej wszystkie jednostki pracują w trybie formowania sieci (ang. *grid-forming*), narzucając parametry częstotliwościowe magistrali. Jednostka dieslowska (5%) charakteryzuje się małym udziałem w inercji wypadkowej całego systemu, co jest kluczowym założeniem przy badaniu stabilności w warunkach dużej asymetrii mocy. Zaproponowana struktura sterowania nadrzędnego nie wymaga modyfikacji lokalnych parametrów statycznych falowników poszczególnych źródeł. Zamiast tego, regulatory

w sposób ciągły korygują częstotliwości referencyjne jednostek, co pozwala na aktywne kształtowanie trajektorii częstotliwości wypadkowej bez ingerencji w ich wewnętrzne pętle regulacji.

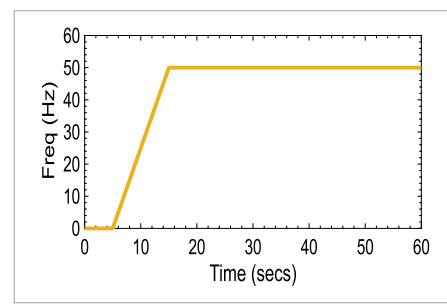
Przedstawiony do analizy model dla lepszej czytelności został uproszczony i skupia się na sytuacji, w której mniejsze źródła pracują już w pełnej synchronizacji z siecią przy znamionowej częstotliwości 50 Hz, a największe źródło nagle zaczyna desynchronizować układ. W tym celu początkową wartość integratora w bloku PI ustalono na 50 (analiza pełnego stanu rozruchowego z wykorzystaniem dodatkowych przebiegów narastających zostanie przedstawiona w rozdziale dotyczącym wyników symulacji). Stan równowagi zostaje zaburzony w 8. sekundzie, kiedy to na źródle 80% wymuszony zostaje spadek częstotliwości z poziomu 50 Hz do 49 Hz ze stromością narastania błędu (ang. *slope*) wynoszącą $-0,25$ Hz/s. Taka konfiguracja zdarzeń w przejrzysty sposób wymusza reakcję najmniejszego źródła i pozwala zaobserwować moment jego nasycenia, co z kolei inicjuje pracę logiki toru wspomagającego.

I Wyniki badań symulacyjnych

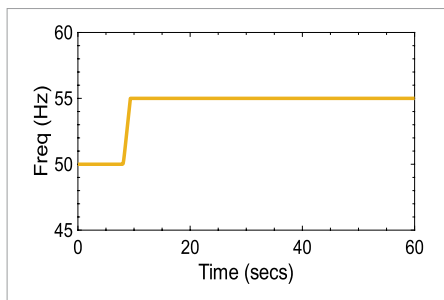
W niniejszym rozdziale przedstawiono wyniki badań symulacyjnych modelu mikro sieci, których celem było zbadanie dynamiki zmian częstotliwości w układzie o małej bezwładności oraz ocena interakcji między źródłami o różnej dynamice reakcji w obliczu nagłej desynchronizacji jednostki dominującej, a także ocena efektywności zaproponowanego algorytmu sterowania hierarchicznego [5].

W pierwszej kolejności zweryfikowano ogólną stabilność zaproponowanego modelu matematycznego oraz poprawność działania pętli sprzężenia zwrotnego.

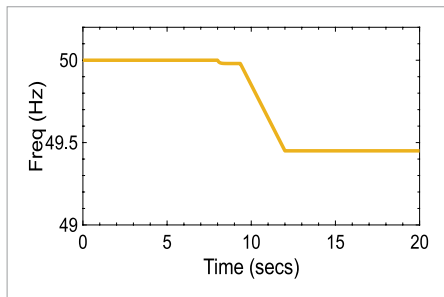
Na wykresie przedstawionym na **rysunku 2.** zobrazowano pełny cykl pracy układu z uwzględnieniem procedury łagodnego rozruchu (ang. *soft start*). W zaprezentowanym scenariuszu początkowa wartość integratora w bloku



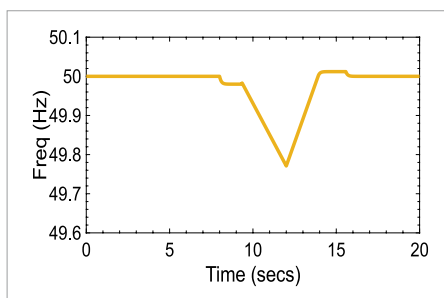
Rys. 2. Przykładowe wyniki symulacji cyklu pracy modelu w przedziale czasowym 60 sekund
rys. G. Szklarek



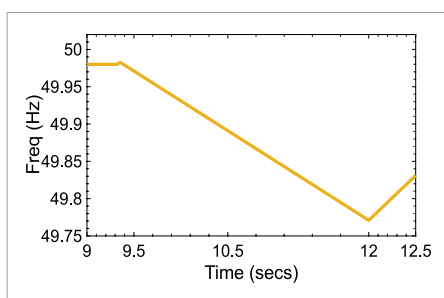
Rys. 3. Częstotliwość za regulatorem PI źródła o najmniejszym udziale mocy 5% rys. G. Szklarek



Rys. 4. Częstotliwość wypadkowa magistrali rys. G. Szklarek



Rys. 5. Dołączenie źródła 15% na przełomie 9,4 sekundy rys. G. Szklarek



Rys. 6. Częstotliwość wypadkowa w wyniku dołączenia się źródła 15% rys. G. Szklarek

PI wynosi 0, podobnie jak dolne ograniczenie nasycenia (ang. *lower saturation*). W przedziale od 0 do 5. sekundy symulacji zadana częstotliwość wynosi 0 Hz, po czym wprowadzona zostaje rampa o stromości 5 Hz/s, wymuszająca stopniowy wzrost wartości aż do osiągnięcia punktu pracy. Takie podejście ma za zadanie odwzorować realną sytuację, w której rampowe narastanie parametrów (częstotliwości i napięcia) pozwala na uniknięcie szkodliwych prądów

udarowych oraz niestabilności w stanach przejściowych podczas formowania sieci. Poprawne podążanie modelu za zadaną trajektorią potwierdza jego poprawność matematyczną i stanowi podstawę do dalszych badań.

Po weryfikacji poprawności matematycznej modelu sprawdzono zachowanie układu bez aktywacji systemu wspomagania. Przeprowadzono symulacje w przypadku, w którym najszybsza jednostka o najmniejszym udziale mocy całkowitej (5%) próbuje samodzielnie skompensować uchyb częstotliwości magistrali.

Wyniki przedstawione na **rysunkach 3. i 4.** wykazały krytyczną słabość układów asymetrycznych. Małe źródło, dążąc do stabilizacji częstotliwości systemu, błyskawicznie osiąga swój limit nasycenia w ciągu 0,4 s od wystąpienia zaburzenia. Ze względu na małą wagę ($w_3=0,05$) nawet maksymalny sygnał sterujący nie jest w stanie wymusić powrotu f_{bus} do 50 Hz i jedynie chwilowo opóźnia spadek częstotliwości. W efekcie częstotliwość systemowa stabilizuje się na poziomie ok. 49,45 Hz.

W ostatnim etapie sprawdzono zachowanie układu w sytuacji, gdy źródło o większej mocy odciąża jednostkę o mniejszej mocy przed jego nasyceniem. W tym celu wykorzystano logikę przekaźnikową z histerezą (typu *relay*) oraz algorytm *anti-windup* z metodą *clamping*.

Początkowe wystąpienie zjawiska desynchronizującego w 8 s powoduje uchyb częstotliwości, który w pierwszej fazie kompensowany jest wyłącznie przez małe źródło o ograniczonych możliwościach regulacyjnych (tor o wzmocnieniu 0,05). Źródło to nasyci się w ciągu 1,4 sekundy od wystąpienia zaburzenia. Gdy jego sygnał sterujący osiąga progową wartość 54,9 Hz, blok *Relay* poprawnie aktywuje tor wspomagający o większym wkładzie mocy (15%). Charakterystyczny, niewielki pik częstotliwości widoczny w 9,4 s na powiększonym fragmencie wykresu (**rys. 5.**) jest bezpośrednim efektem stanu przejściowego, nagłej iniekcji dodatkowej mocy kompensacyjnej do systemu. Włączenie drugiego źródła skutecznie odciąża małe źródło, pozwalając mu na wycofanie się ze stanu nasycenia (**rys. 6.**). W przeciwieństwie do klasycznego układu bez wsparcia, w którym częstotliwość stabilizowała się z trwałym uchybem na poziomie 49,54 Hz, zaproponowana topologia pozwala na całkowitą eliminację błędu ustalonego. Dzięki zastosowaniu mechanizmu *anti-windup* (metoda *clamping*) w sprzężeniu zwrotnym regulatora PI zapobiegnięto nadmiernemu całkowaniu uchybu w okresie, gdy małe źródło było nasy-

cone. W efekcie, po osiągnięciu minimum w 12. sekundzie, częstotliwość wypadkowa f_{bus} płynnie powraca do poziomu referencyjnego 50 Hz, wykazując jedynie minimalne, szybko tłumione przeregulowanie, co potwierdza wysoką skuteczność zaimplementowanego algorytmu.

Wnioski

Zweryfikowano poprawność modelu matematycznego poprzez procedurę łagodnego rozruchu (ang. *soft start*). Dzięki zastosowaniu rampy o stromości 5 Hz/s układ płynnie osiągnął zadany punkt pracy 50 Hz. Pozwala to uniknąć szkodliwych prądów udarowych oraz niestabilności w fazie formowania mikrosieci.

Przeprowadzone badania wykazały, że w mikrosieciach o dużej dysproporcji mocy między źródłami (rozkład 80/15/5%), standardowe, niezależne układy regulacji nie radzą sobie z utrzymaniem parametrów sieci. Wynika to z faktu, że po awarii głównej jednostki małe źródło (5%) nie posiada wystarczającej mocy, by samodzielnie skompensować niedobór. Mimo wysokiej inercji własnej generatora dieslowskiego, mały udział w generacji mocy sprawia, że ma znikomy wpływ na inercję wypadkową całego systemu. W efekcie pracuje ono w stanie ciągłego nasycenia, co prowadzi do trwałego obniżenia częstotliwości systemu do poziomu 49,54 Hz.

Zaproponowany układ wykorzystujący logikę przekaźnikową oraz metodę *anti-windup* (*clamping*) pozwala na całkowitą eliminację uchybu

ABSTRACT

Modeling and Stability Analysis of Frequency Control in Islanded Microgrids with Uneven Power Generation Sharing

Modern islanded microgrids with rated capacities ranging from 1 to 50 MW often exhibit an uneven distribution of power sources within the grid, e.g., a dominant conventional source alongside smaller-scale distributed sources, including renewable energy sources operating in grid-forming mode. The main problem with such a configuration is the limited ability of small, fast control units to stabilize the system on their own in the event of a disturbance in the dominant source, which prevents the frequency from returning to the setpoint and threatens system stability. The study adopted a model with an asymmetric generation structure, characteristic of island microgrids, comprising a gas unit (80%), RES sources (15%), and diesel units serving a reserve and control function (5%). Focusing on frequency dynamics while omitting the analysis of power and energy flow, a simplified model was proposed to assess the stability of island operation in online mode.

Keywords: Frequency stability, Islanded microgrid, Aggregate frequency mathematical model, Saturation, Anti-windup algorithm, Relay logic with hysteresis, Behavioral modeling, Saturation of control systems, Hierarchical control, Asymmetric generation sources

częstotliwości. Przyjęta architektura sterowania nadrzędnego nie wpływa na wewnętrzne pętle regulacji oraz nie modyfikuje lokalnych parametrów statycznych poszczególnych falowników. W zamian, regulatory w ciągły sposób śledzą wartości referencyjne i wprowadzają do nich poprawki, pozwalając na aktywne sterowanie dynamiką częstotliwości w systemie.

W kolejnym scenariuszu: 1,4 sekundy po wystąpieniu zaburzenia sygnał sterujący małego źródła osiąga wartość progową 54,9 Hz, co automatycznie aktywuje tor wspomagający (źródło 15%). Moment ten jest widoczny na wykresie w 9,4 sekundzie jako charakterystyczny, niewielki pik częstotliwości – jest to krótkotrwały stan przejściowy wynikający z nagłego dołączenia dodatkowego sygnału kompensacyjnego. Dodatkowe wsparcie skutecznie odciąża najmniejszą jednostkę, pozwalając jej wyjść ze stanu nasycenia. Kluczowym wnioskiem z badań jest konieczność znalezienia kompromisu projektowego. Należy precyzyjnie dobrać zarówno wartości progowe częstotliwości (moment aktywacji wspomagania), współczynniki wagowe (w_i) poszczególnych źródeł, które definiują ich udział w formowaniu częstotliwości wypadkowej, oraz stałą czasową integratora. Parametry

te bezpośrednio określają dynamikę odpowiedzi układu, pozwalając narzucić pożądaną szybkość zmian częstotliwości (df/dt). Zbyt mała moc wspomaganie mogłaby doprowadzić do nasycenia obu źródeł jednocześnie, natomiast niewłaściwy próg aktywacji mógłby opóźnić powrót układu do równowagi. Dzięki zastosowaniu mechanizmu clamping w regulatorze PI, który zapobiega nadmiernemu narastaniu błęd, częstotliwość f_{bus} po aktywacji wsparcia sprawnie wraca do poziomu 50 Hz.

Przyjęte w pracy podejście, skupione na analizie dynamiki częstotliwości z pominięciem szczegółowych przepływów mocy, pozwoliło na uzyskanie niskiej złożoności obliczeniowej, co jest kluczowe dla efektywnej oceny pracy wyspowej w trybie czasu rzeczywistego (online). Model ten umożliwia precyzyjną ocenę zjawiska szybkości reakcji poszczególnych źródeł oraz skuteczne przeciwdziałanie powstaniu szkodliwych oscylacji częstotliwości w stanach przejściowych. Opracowany algorytm pełni istotną funkcję buforową, stabilizując parametry sieci – pozwala zyskać cenny czas na ocenę ryzyka i podjęcie ewentualnej decyzji o selektywnym odłączeniu części odbiorników (ang. *load shedding*), minimalizując ryzyko całkowitego załamania systemu.

I Literatura

1. M. Abu Sarhan, A. Bień, S. Barcentewicz, *Use of analytical hierarchy process for selecting and prioritizing islanding detection methods in power grids*, „International Journal of Electrical and Computer Engineering” (IJECE), tom 14, nr 3, pp. 2422-2435, czerwiec 2024.
2. J. C. Vasquez, J. M. Guerrero, J. Miret, M. Castilla, L. Garcia de Vicuna, *Hierarchical Control of Intelligent Microgrids*, „IEEE Industrial Electronics Magazine”, tom 4, nr 4, pp. 23–29, styczeń 2011.
3. A. Visioli, *Modified Anti-windup scheme for PID controllers*, „IEE Proceedings – Control Theory and Applications”, tom 150, nr 1, pp. 49–54, luty 2003.
4. S. You, H. Li, S. Liu, K. Sun, W. Wang, W. Qiu, Y. Liu, *Calculate Center-of-Inertia Frequency and System RoCoF Using PMU Data*, arXiv, październik 2020.
5. J.M. Guerrero, J.C. Vasquez, R. Teodorescu, *Hierarchical Control of Droop-Controlled DC and AC Microgrids – A General Approach Towards Standardization*, „IEEE Transactions on Industrial Electronics”, tom 58, nr 1, pp. 158–172, styczeń 2011.

REKLAMA

Najbardziej wytrzymałe TRANSFORMATORY na rynku*

Grupa SGB-SMIT specjalizuje się w produkcji transformatorów energetycznych i jest jednym z największych producentów transformatorów w Europie.

Oferujemy między innymi:

Transformatory suche-żywiczne od **100 kVA** do **24 000 kVA** produkowane w niezwykle wytrzymałej technologii wzmocnionej włóknem szklanym.

Dowiedz się więcej i projektuj z nami transformatory suche:

www.sgb-smit.pl

* Współczynniki awaryjności naszych produktów mierzone są w ułamkach procenta.



Transformatory żywiczne w stacjach betonowych – zalety, ograniczenia i wymagania eksploatacyjne

W ostatnich latach obserwuje się coraz większe zainteresowanie stosowaniem transformatorów suchych, w szczególności transformatorów żywicznych, w kontenerowych i wewnętrznych stacjach transformatorowych. Rozwiązania te są często promowane jako bezpieczniejsza alternatywa dla transformatorów olejowych, głównie ze względu na brak ciekłego dielektryka oraz niższą gęstość obciążenia ogniowego.

W praktyce projektowej coraz częściej spotyka się jednak błędne założenie, że zastosowanie transformatora żywicznego automatycznie rozwiązuje problemy związane z ochroną przeciwpożarową oraz lokalizacją stacji transformatorowej. Tymczasem transformatory suche posiadają również istotne ograniczenia techniczne, które muszą być uwzględnione już na etapie projektowania stacji. Dotyczy to przede wszystkim wymagań związanych z chłodzeniem i skutecznym odprowadzaniem ciepła.

DLACZEGO WARTO WYBRAĆ ICZ-E?

Dzięki zastosowaniu unikalnych rozwiązań, wewnętrzna, kompaktowa stacja transformatorowa ICZ-E generuje o wiele niższe straty ciepła niż tradycyjne stacje transformatorowe (zarówno kontenerowe, jak i słupowe). Przedsiębiorca stosujący stację transformatorową ICZ-E do zasilania swojego zakładu zużywa o ok. 20% mniej energii elektrycznej w stosunku do rozwiązania tradycyjnego.

Wewnętrzna stacja transformatorowa ICZ-E jest produkowana w typoszerzegu 100, 250, 400, 630, 800, 1000 kVA. Jest urządzeniem kompaktowym, mogącym zawierać cztery zintegrowane elementy tworzące jedną całość:

- » rozdzielnicę SN,
- » transformator żywiczny zgodny z rozporządzeniem (UE) 1783/2019
- » rozdzielnicę nn,
- » baterię kondensatorów lub innych urządzeń pomocniczych.

Charakterystyka transformatorów żywicznych

Transformator żywiczny jest odmianą transformatora suchego, w którym uzwojenia są zalane żywicą epoksydową. Rozwiązanie takie zapewnia:

- » wysoką odporność na zawilgocenie,
- » dużą wytrzymałość mechaniczną uzwojeń,
- » ograniczenie ryzyka wycieku substancji izolacyjnej,
- » niższą gęstość obciążenia ogniowego w porównaniu z transformatorami olejowymi,
- » możliwość stosowania wewnątrz obiektów przemysłowych i użyteczności publicznej.

W wielu przypadkach transformatory żywiczne wykonywane są również w klasie środowiskowej i ogniowej F1, co ogranicza emisję toksycznych gazów i dymu podczas pożaru.

Nie oznacza to jednak, że urządzenia te są całkowicie niepalne. Materiał izolacyjny w postaci żywicy nadal stanowi materiał palny, a podczas długotrwałego oddziaływania wysokiej temperatury może ulec degradacji termicznej.

Problem odprowadzania ciepła

Największym ograniczeniem transformatorów żywicznych jest konieczność zapewnienia bardzo skutecznego chłodzenia. W przeciwieństwie do transformatorów olejowych, w których olej transformatorowy pełni jednocześnie funkcję izolacyjną i chłodzącą, w transformatorach suchych odprowadzanie ciepła odbywa się praktycznie wyłącznie poprzez przepływ powietrza.

Powoduje to kilka istotnych konsekwencji:

- » większą wrażliwość na temperaturę otoczenia,
- » mniejszą przeciążalność,
- » większe wymagania dotyczące wentylacji,



- » ryzyko przegrzewania przy niewłaściwej cyrkulacji powietrza.

Problem ten jest szczególnie istotny w przypadku stacji wykonywanych w obudowach betonowych.

Stacje betonowe a warunki chłodzenia

Obudowy betonowe charakteryzują się dużą bezwładnością cieplną oraz ograniczoną wymianą powietrza. W praktyce bardzo często projektowane są z naciskiem na odporność mechaniczną i ogniową, natomiast zagadnienia związane z wentylacją są traktowane marginalnie.

W rezultacie w wielu stacjach betonowych występują:

- » niewystarczające przekroje kanałów wentylacyjnych,
- » brak wymuszonego przepływu powietrza,
- » nieprawidłowy obieg powietrza wewnątrz komory transformatorowej,
- » lokalne strefy kumulacji gorącego powietrza,
- » nadmierny wzrost temperatury uzwojeń.

W przypadku transformatorów żywicznych skutki takich błędów są znacznie bardziej odczuwalne niż dla jednostek olejowych.

Wpływ temperatury na trwałość izolacji żywicznej

Podstawowym czynnikiem decydującym o trwałości transformatora suchego jest temperatura pracy uzwojeń. Każde przekroczenie dopuszczalnej temperatury powoduje przyspieszone starzenie izolacji żywicznej.

W praktyce może to prowadzić do:

- » powstawania mikropeęknięć żywicy,
- » pogorszenia parametrów dielektrycznych,
- » zmniejszenia wytrzymałości zwarciowej,
- » skrócenia żywotności transformatora,
- » zwiększenia ryzyka awarii.

Należy podkreślić, że uszkodzenia termiczne transformatorów żywicznych często mają charakter postępujący i przez długi czas pozostają niewidoczne podczas standardowej eksploatacji.

Straty mocy i wydzielanie ciepła

W wielu przypadkach transformatory suche generują większe straty jałowe niż transformatory olejowe o tej samej mocy. Oznacza to większą ilość energii wydzielanej w postaci ciepła.

Dla przykładu transformator suchy o mocy 1000 kVA może generować straty jałowe przekraczające 1500 W, co przy pracy ciągłej powoduje znaczne obciążenie cieplne pomieszczenia stacji.

W przypadku niewielkich stacji betonowych, szczególnie instalowanych wewnątrz hal przemysłowych, problem ten może prowadzić do przekroczenia dopuszczalnej temperatury pracy nawet przy nominalnym obciążeniu transformatora.

Wymagania projektowe

Projektowanie stacji wyposażonych w transformatory żywiczne powinno obejmować analizę cieplną, a nie wyłącznie analizę przeciwpożarową. W szczególności należy zweryfikować:

- » bilans strat cieplnych transformatora,
- » wymaganą wydajność wentylacji,
- » temperaturę powietrza nawiewanego,



- » możliwość odprowadzenia gorącego powietrza,
- » wpływ temperatury otoczenia latem,
- » możliwość pracy przeciążeniowej.

W wielu przypadkach konieczne staje się stosowanie:

- » wentylacji wymuszonej,
- » wentylatorów osiowych,
- » kanałów wyciągowych,
- » automatyki sterowania temperaturą,
- » czujników temperatury uzwojeń.

Bezpieczeństwo pożarowe

Niewątpliwą zaletą transformatorów żywicznych pozostaje niższa gęstość obciążenia ogniowego. Pozwala to na zmniejszenie wymaga-

nych klas odporności ogniowej obudowy stacji oraz ograniczenie wymaganych odległości od innych obiektów. Nie należy jednak utożsamiać niższego obciążenia ogniowego z brakiem zagrożenia pożarowego.

Przy długotrwałym oddziaływaniu wysokiej temperatury lub łuku elektrycznego transformator suchy również może ulec zapłonowi. W przypadku niewłaściwej wentylacji ryzyko takie dodatkowo wzrasta wskutek przegrzewania izolacji.

Wnioski

Transformatory żywiczne stanowią bardzo dobre rozwiązanie dla wielu zastosowań przemysłowych i wewnątrzowych, szczególnie tam,



gdzie istotne są wymagania środowiskowe oraz ograniczenie obciążenia ogniowego.

Nie można jednak traktować ich jako urządzeń całkowicie pozbawionych ograniczeń eksploatacyjnych. W praktyce największym problemem transformatorów żywicznych pozostaje zapewnienie skutecznego odprowadzania ciepła. Problem ten ma szczególne znaczenie

ZALETY WNĘTRZOWEJ STACJI TRANSFORMATOROWEJ ICZ-E:

- » Wnętrzowa stacja transformatorowa ICZ-E wymaga znacznie mniejszej ilości kabli nn oraz skróconej ich długości, co ma duże przełożenie na oszczędności energii.
- » Zredukowanie do minimum odległości pomiędzy stacją transformatorową a zakładem produkcyjnym, poprzez umieszczenie stacji transformatorowej wewnątrz hali produkcyjnej, tak aby znajdowała się jak najbliżej maszyn i urządzeń elektrycznych.
- » Stacja transformatorowa ICZ-E ma przygotowane miejsca do przyłączenia zewnętrznych kanałów wentylacji wymuszonej (nawiewno-wywiewnej).
- » Przewidziano możliwość zabudowy układu SZR w stacji transformatorowej ICZ-E na potrzeby zasilania rezerwowego oraz przyłączenia zespołu prądotwórczego.
- » Opcjonalnie można wbudować zdalny monitoring z wizualizacją pracy stacji transformatorowej, tj. poboru mocy, zdalnego otwarcia/zamknięcia wyłącznika głównego, wyłączenia napięcia czy „zrzutu mocy”.
- » Dzięki zastosowaniu nowoczesnych systemów sterowania ICZ-E może być nadzorowana zdalnie, dzięki czemu stacja jest praktycznie bezobsługowa.
- » Jej obsługa sprowadza się do okresowych przeglądów i konserwacji, co obniża koszty eksploatacji.
- » Jakość stacji potwierdzona jest posiadanymi certyfikatami.

Wnętrzowe stacje transformatorowe ICZ-E zostały opatentowane pod numerem 14690 w Unii Europejskiej. Wnętrzowe stacje transformatorowe ICZ-E realizują strategię dotyczącą efektywności energetycznej, która jest integralnym elementem pakietu znanego jako „Fit for 55” – gospodarka niskoemisyjna poprzez zmniejszenie zużycia energii elektrycznej. Zostały również wyróżnione godłem „Eko-Inspiracja 2013” w kategorii produkt.



w przypadku stacji wykonywanych w obudowach betonowych, które często nie zapewniają odpowiednich warunków wentylacyjnych.

Prawidłowe projektowanie takich stacji wymaga więc nie tylko analizy ochrony przeciwpożarowej, ale również szczegółowej analizy cieplnej i wentylacyjnej. Pominięcie tych zagadnień może prowadzić do przegrzewania transformatora, skrócenia jego żywotności oraz zwiększenia ryzyka awarii.

Wentylacja dachowa a skuteczność chłodzenia transformatorów żywicznych

W praktyce projektowej często spotyka się rozwiązanie polegające na montażu wentylatora dachowego na obudowie betonowej stacji transformatorowej. Rozwiązanie takie bywa traktowane jako wystarczające zabezpieczenie przed przegrzewaniem transformatora suchego. W rzeczywistości jednak samo zastosowanie wentylatora dachowego bardzo często nie zapewnia skutecznego chłodzenia transformatora żywicznego.

Skuteczność chłodzenia zależy bowiem nie tylko od wydajności wentylatora, ale przede wszystkim od prawidłowo zaprojektowanego przepływu powietrza przez komorę transformatorową. W wielu stacjach betonowych występują niekorzystne warunki aerodynamiczne powodujące:

- » powstawanie lokalnych stref zalegania gorącego powietrza,
- » krótkie spięcia strumieni wentylacyjnych,
- » brak przepływu powietrza przez uzwojenia transformatora,
- » zasysanie gorącego powietrza z górnej części komory,

» nierównomierne chłodzenie transformatora.

W praktyce oznacza to, że mimo pracy wentylatora dachowego, temperatura uzwojeń może nadal przekraczać wartości dopuszczalne przez producenta transformatora. Szczególnie niekorzystna sytuacja występuje w okresie letnim, gdy temperatura wewnątrz betonowej obudowy dodatkowo wzrasta wskutek nagrzewania ścian i dachu przez promieniowanie słoneczne. W takich warunkach wentylator dachowy często usuwa jedynie część nagranego powietrza, nie zapewniając odpowiedniego chłodzenia strefy bezpośrednio wokół transformatora.

Dlatego projektowanie wentylacji stacji wyposażonych w transformatory żywiczne powinno obejmować analizę rzeczywistego przepływu powietrza, rozmieszczenia otworów nawiewnych i wyciągowych oraz wpływu temperatury otoczenia. Sam montaż wentylatora dachowego nie może być traktowany jako wystarczające potwierdzenie zapewnienia prawidłowych warunków chłodzenia transformatora suchego.


ELEKTROBUD
ELEKTROBUD P.S.A.

67-400 Wschowa, ul. Nowopolna 10

tel. 65 547 66 00

faks 65 547 66 09

wschowa@elektrobud.pl

www.elektrobud.pl
www.stacjetransformatorowe.pl

Transformatory żywiczne

160–6000 kVA do 36 kV



RESICAST

[technologia próżniowa]

RESIGLAS

[technologia rowingowa]

TRIHAL

[technologia próżniowa]
na licencji Schneider Electric



+48 32 77 28 222



poland@green-transfo.com



www.mefta.pl



[linkedin](#)

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

Żwirki i Wigury 52

43-190 Mikołów, Poland



PRODUKOWANE
W POLSCE

Kontenerowe stacje transformatorowe EmiteR – własna technologia i pełna odpowiedzialność za produkt

Rynek kontenerowych stacji transformatorowych od lat opiera się głównie na modelu integracji komponentów wielu producentów. Obudowy betonowe, rozdzielnice średniego napięcia czy transformatory pochodzą zwykle od różnych dostawców, a finalny wykonawca odpowiada jedynie za ich zestawienie. Przy standardowych realizacjach rozwiązanie to funkcjonuje poprawnie, jednak bardziej wymagające inwestycje często ujawniają ograniczenia wynikające z rozproszonej odpowiedzialności technologicznej i projektowej. W praktyce oznacza to konieczność koordynacji kilku dostawców, różnych dokumentacji technicznych oraz odmiennych standardów produkcyjnych.

ZUP EmiteR Sp. z o.o. zdecydował się na rozwój własnego, kompleksowego systemu produkcji stacji transformatorowych SN. Firma uruchomiła zakład produkcyjny w Zgierzu, opracowała własne rozdzielnice średniego napięcia oraz technologię monolitycznych obudów betonowych wykonywanych w formach 3D. W efekcie powstał kompletny produkt jednego producenta – od konstrukcji betonowej po wyposażenie elektroenergetyczne. Takie podejście pozwala zachować pełną kontrolę nad procesem projektowym, produkcyjnym i jakościowym na każdym etapie realizacji inwestycji.

I Od prefabrykacji po produkcję

Rozwój EmiteR rozpoczął się od segmentu niskiego napięcia. Firma od lat produkuje m.in. rozdzielnice NN, obudowy kompozytowe i metalowe, rozłączniki bezpiecznikowe oraz prze-



kładniki prądowe. Pierwsze stacje transformatorowe powstawały jeszcze z wykorzystaniem komponentów zewnętrznych, jednak doświadczenia zdobywane podczas realizacji projektów dla klientów zagranicznych pokazały potencjał budowy własnych rozwiązań w obszarze średniego napięcia.

Przełomowym momentem był rok 2020, kiedy podjęto decyzję o wejściu w segment SN. Stacja transformatorowa została potraktowana jako platforma integrująca rozwijane wcześniej rozwiązania elektroenergetyczne w jeden spójny system. Strategia ta wymagała wieloletnich inwestycji technologicznych oraz rozbudo-

wy kompetencji projektowych i produkcyjnych. Rozwój prowadzono etapowo, równolegle budując zaplecze inżynierskie oraz własne kompetencje w zakresie projektowania urządzeń średniego napięcia.

Kluczowym etapem była budowa nowego zakładu produkcyjnego w Zgierzu. Projekt rozpoczęto w 2023 roku, a produkcja seryjna ruszyła na początku 2026 roku, po zakończeniu procesu certyfikacji zakładu i stacji transformatorowych. Obecnie EmiteR samodzielnie realizuje cały proces produkcyjny – od prefabrykacji konstrukcji betonowych po produkcję urządzeń elektroenergetycznych i montaż gotowych stacji. Po-

zwoliło to uniezależnić harmonogramy produkcyjne od zewnętrznych dostawców kluczowych komponentów.

Równolegle rozwijano własne rozdzielnice średniego napięcia. Pierwsza konstrukcja – EMVS – została opracowana i przebadana w ciągu jednego roku. Zmiany regulacyjne dotyczące wycofania gazu SF₆ wymusiły jednak opracowanie nowego rozwiązania. Odpowiedzią firmy była rozdzielnica EMVS Eco, zaprojektowana w technologii suchego powietrza. Projekt potwierdził zdolność zespołu do szybkiego reagowania na zmieniające się wymagania rynku i regulacji europejskich.

W trakcie rozwoju produktu firma uwzględniła również kierunek zmian związanych z unifikacją wymiarów stacji transformatorowych dla operatorów systemów dystrybucyjnych. Dzięki temu finalne rozwiązania zostały przygotowane z myślą o przyszłych wymaganiach rynku energetycznego oraz większej standaryzacji infrastruktury.

Efektem kilkuletniego procesu rozwoju są stacje transformatorowe typu ETSI dostępne w wersjach z obsługą wewnętrzną. Własne formy odlewnicze umożliwiają elastyczne dostosowanie wymiarów i konfiguracji do wymagań konkretnej inwestycji – zarówno dla energetyki zawodowej, jak i przemysłu czy farm fotowoltaicznych.

Jednym z najważniejszych projektów realizowanych przez Emitera była dostawa 13 stacji transformatorowych dla inwestycji znajdującej się w Bochni. Klient zdecydował się zasilć swój zakład energią z własnej farmy fotowoltaicznej. Inwestycję realizowała spółka EkoEner-



gia Polska Sp. z o.o., lider i dostawca rozwiązań OZE dla firm, domów i społeczności.

Firmy współpracowały już wcześniej przy projektach związanych z rozdzielnicami średniego napięcia, dlatego przy tej realizacji ponownie postawiono na rozwiązania Emitera. Projekt wielkoskalowej farmy fotowoltaicznej był jednym z najbardziej wymagających w historii firmy.

Trzynaście konfiguracji w jednym projekcie

Realizację rozpoczęto od zaprojektowania instalacji oraz doboru rozwiązań dostosowanych do parametrów sieciowych i wymagań inwestora. Projekt realizowano w okresie wycofywania

SF₆, dlatego zastosowano rozdzielnice wykonane w nowej technologii. EkoEnergia Polska opracowała rozwiązania projektowe, natomiast Emitter dostarczył stacje w wymaganym standardzie, potwierdzając gotowość do realizacji inwestycji tej skali.

Każda z trzynastu stacji wymagała indywidualnego projektu. Różniły się przyłączami kablowymi, układem aparatury oraz geometrią obudów, ponieważ zostały dostosowane do liczby podłączonych inwerterów i mocy obsługiwanej części farmy. Wszystkie stacje zostaną uruchomione wraz z farmą składającą się z blisko 73 tysięcy paneli PV o mocy około 43 MW.

Obecnie Emitter rozwija model współpracy oparty na projektowaniu indywidualnych rozwiązań już na etapie koncepcji inwestycji. Produkcja seryjna uruchomiona w Zgierzu stanowi kolejny etap długofalowej strategii rozwoju kompetencji technologicznych i produkcyjnych firmy.



emiter®

ZUP Emitter Sp. z o.o.

Oddział w Zgierzu

95-100 Zgierz

Dąbrówka Wielka, ul. Dąbrowska 9

tel. 42 717 84 85

zgierz@emiter.com

www.emiter.com

Wymagania dotyczące lokalizacji kontenerowych stacji transformatorowych pod względem ochrony ppoż.

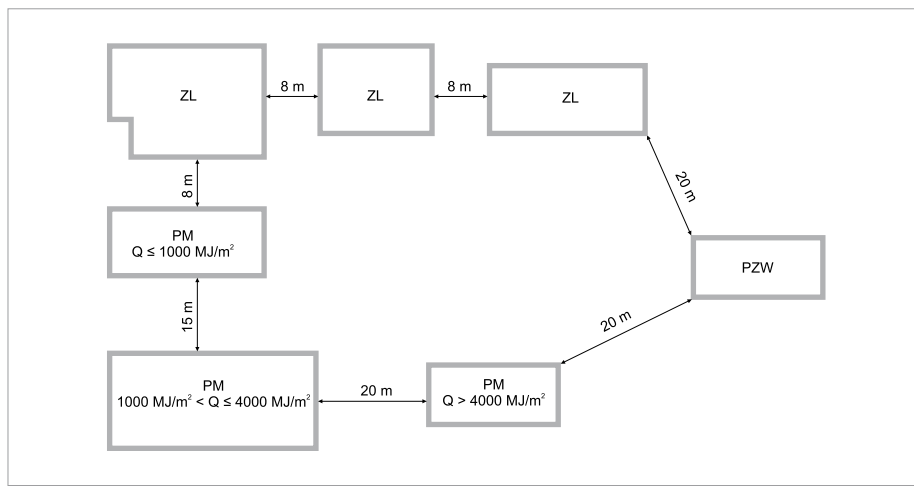
Wymagania dotyczące ochrony ppoż. w odniesieniu do budynków i ich usytuowania zostały zapisane w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2022 r., poz. 1225 z późniejszymi zmianami) [8]. W rozporządzeniu tym określono pięć klas odporności ogniowej budynków: A, B, C, D, E. Każdej klasie przypisane są odpowiednie wymagania co do konstrukcji ścian i stropów. W ust. 3 § 209 rozporządzenia [8] określono, że stację transformatorową (kontenerową stację transformatorową) należy zaliczyć do kategorii użytkowania PM (budynki produkcyjne i magazynowe)¹⁾, dla których wymagania odporności ogniowej elementów konstrukcyjnych przedstawiono w tabeli 1.

Ponieważ elementem określającym zagrożenie pożarowe budynku jest gęstość obciążenia ogniowego Q , która określa ilość ciepła wydzielanego przy spalaniu określonej substancji palnej w przeliczeniu na powierzchnię użytkową, w $[MJ/m^2]$, w § 271 rozporządzenia [8] zostały określone wymagania dotyczące odległości między sąsiednimi ścianami budynków niebędącymi ścianami oddzielenia przeciwpożarowego, a w § 216 ust. 1 określone zostały wymagane klasy odporności pożarowej budynków stacji oraz klasy odporności ogniowej elementów oddzielenia przeciwpożarowego. Podstawowe wymagania w tym zakresie zostały przedstawione w tabelach 2. i 3.

Przy czym zgodnie z tabelą zamieszczoną w § 216 ust. 1 – kolumna 5 rozporządzenia [8]²⁾,

¹⁾ Zgodnie z interpretacją przepisów techniczno-budowlanych (Ustawa Prawo budowlane oraz akty wykonawcze z nią związane), kontenerowa stacja transformatorowa traktowana jest jak urządzenie. W zakresie ochrony ppoż. jest to błędna interpretacja. Kontenerową stację transformatorową w rozumieniu przepisów dotyczących ochrony ppoż. należy zaliczyć do kategorii budynków PM (produkcyjno-magazynowe) – podział budynków zdefiniowano w rozporządzeniu [8].

²⁾ Rozporządzenie traci ważność z dniem 21 września 2026 roku. Zostanie zastąpione Rozporządzeniem Ministra Rozwoju i Technologii, którego projekt z dnia 13 czerwca 2025 roku, w sprawie warunków technicznych jakim powinny od-



Rys. 1. Podstawowe odległości pomiędzy ścianami zewnętrznymi budynków określone w § 271 ustępie 1–3 Rozporządzenia [8], gdzie: PZW – pomieszczenie zagrożone wybuchem (zgodnie z rozporządzeniem [2] pomieszczenie lub budynek jest kwalifikowany jako zagrożony wybuchem, gdy spodziewany przyrost ciśnienia wynosi $\Delta P \geq 5$ kPa) rys. J. Wiatr

ściana zewnętrzna w zależności od klasy odporności pożarowej budynku powinna spełniać następujące wymagania:

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

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

powiadać budynki i ich usytuowanie jest obecnie opiniowany. W praktyce wymagania dotyczące odległości opisane w niniejszym artykule pozostają w mocy. Projektowane zmiany w przedmiotowym dotyczącym treści artykułu zostały zamieszczone w Rozdziale 7 Działu VI Bezpieczeństwo Pożarowe, Projektu Rozporządzenia [13], ze zmienioną numeracją artykułów w stosunku do tracącego moc Rozporządzenia [8].

nia przeciwpożarowego należy wyprowadzić ponad pokrycie dachu na wysokość co najmniej 0,3 m lub zastosować wzdłuż ściany pas materiału niepalnego o szerokości co najmniej 1 m i klasie odporności ogniowej EI 60.

Przedstawione w tabeli 2. odległości zgodnie z § 271 ust. 1–3 i następne, rozporządzenia [8] mogą ulec zwiększeniu w następujących przypadkach:

1) odległość między zewnętrznymi ścianami budynków niebędącymi ścianami oddzielenia przeciwpożarowego, a mającymi na powierzchni większej niż 65% klasę odporności ogniowej (E), określoną w § 216 ust. 1 w 5 kolumnie tabeli, nie powinna, z zastrzeżeniem ust. 2 i 3, być mniejsza niż odległość w metrach określona tabeli 2.,

2) jeżeli jedna ze ścian zewnętrznych usytuowana od strony sąsiedniego budynku lub przekrycie dachu jednego z budynków jest rozprzestrzeniające ogień, wówczas odległość określoną w tabeli 2. należy zwiększyć o 50%, a jeżeli dotyczy to obu ścian zewnętrznych lub przekrycia dachu obu budynków – o 100%,

3) jeżeli w sąsiednim budynku znajduje się pomieszczenie zagrożone wybuchem, wówczas

PRODUKUJEMY:



ROZDZIELNICE nn



ROZDZIELNICE SN



STACJE
TRANSFORMATOROWE



ZŁĄCZA
KABLOWE



LAMEL[®]
ROZDZIELNICE



Bezpieczeństwo potwierdzone przez ITB

Nasze stacje transformatorowe z obsługą od zewnątrz (typu BKSZ) i od wewnątrz (typu BKSW), mogą posiadać ściany i dach w **klasie odporności ogniowej REI 120 lub REI 240 oraz kratki wentylacyjne z klapami PPOŻ w klasie EI 120**. Klasa odporności ogniowej została potwierdzona przez Instytut Techniki Budowlanej (ITB).

KONTAKT:

Lamel Rozdzielnice Sp. z o.o.

ul. Gdańska 3,
83-330 Pępowo
tel: +48 58 685 40 50
lamel@lamel.com.pl



WWW.LAMEL.COM.PL

Klasa odporności pożarowej budynku	Klasa odporności ogniowej elementów budynku	
	Główna konstrukcja nośna	Konstrukcja dachu
A	REI 240	RE 30
B	REI 120	RE 30
C	REI 60	RE 30
D	REI 30	RE 30
E	(-)	(-)

Objaśnienia: R – nośność ogniowa, w [min], określona zgodnie z Polską Normą dotyczącą zasad ustalania klas odporności ogniowej elementów budynku; E – szczelność ogniowa, w [min], określona jw.; I – izolacyjność ogniowa, w [min], określona jw.; (-) – nie stawia się wymagań.

Tab. 1. Wymagania w zakresie klasy odporności ogniowej elementów konstrukcyjnych budynku stacji transformatorowej [8]

Rodzaj budynku oraz dla budynku PM maksymalna gęstość obciążenia ogniowego Q_d , w [MJ/m ²], strefy pożarowej PM	Rodzaj budynku oraz dla budynku PM maksymalna gęstość obciążenia ogniowego Q_d , w [MJ/m ²], strefy pożarowej PM				
	ZL	IN	PM		
			$Q_d \leq 1000$	$1000 < Q_d \leq 4000$	$Q_d > 4000$
ZL	8	8	8	15	20
IN	8	8	8	15	20
PM $Q_d \leq 1000$	8	8	8	15	20
PM $1000 < Q_d \leq 4000$	15	15	15	15	20
PM $Q_d > 4000$	20	20	20	20	20

Zgodnie z § 209 rozporządzenia [A24] budynki dzieli się na następujące kategorie: ZL – budynki mieszkalne, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej charakteryzowane kategorią zagrożenia ludzi: ZL I – zawierające pomieszczenia do jednoczesnego przebywania ponad 50 osób niebędących ich stałymi użytkownikami, a przeznaczone przede wszystkim do użytku ludzi o ograniczonej zdolności poruszania się, ZL II – przeznaczone przede wszystkim do użytku ludzi o ograniczonej zdolności poruszania się, takie jak szpitale, żłobki, przedszkola, domy dla osób starszych, ZL III – użyteczności publicznej, niezakwalifikowane do ZL I i ZL II, ZL IV – mieszkalne, ZL V – zamieszkania zbiorowego, niezakwalifikowane do ZL I i ZL II, PM – budynki produkcyjne i magazynowe, IN – budynki inwentarskie służące do hodowli inwentarza.

Tab. 2. Odległości między zewnętrznymi ścianami budynków niebędącymi ścianami oddzielenia przeciwpożarowego, mającymi na powierzchni większej niż 65% klasę odporności ogniowej „E” [8]

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

Tab. 3. Wymagane klasy odporności pożarowej budynków stacji oraz klasy odporności ogniowej elementów oddzielenia przeciwpożarowego [8]

Klasa odporności pożarowej	Klasa odporności ogniowej	
	Elementów oddzielenia pożarowego ścian	Drzwi przeciwpożarowych
„A”	REI 240	REI 120
„B” i „B”	REI 120	REI 60
„D” i „E”	REI 60	REI 30

Tab. 4. Wymagana klasa odporności ogniowej elementów oddzielenia przeciwpożarowego oraz zamknięć znajdujących się w nich otworów [8]

odległość między ich zewnętrznymi ścianami nie powinna być mniejsza niż 20 m,

4) jeżeli ściana zewnętrzna budynku ma na powierzchni nie większej niż 65%, lecz nie mniejszej niż 30%, klasę odporności ogniowej (E), wówczas odległość między tą ścianą lub jej

częścią a ścianą zewnętrzną drugiego budynku należy zwiększyć w stosunku do określonej w tabeli 2 i punkcie nr 1 o 50%,

5) jeżeli ściana zewnętrzna budynku ma na powierzchni mniejszej niż 30% klasę odporności ogniowej „E”, wówczas odległość między tą ścia-

ną lub jej częścią a ścianą zewnętrzną drugiego budynku należy zwiększyć w stosunku do określonej w tabeli 2 i punkcie 1 o 100%,

6) odległość między ścianami zewnętrznymi budynków lub częściami tych ścian może być zmniejszona o 50% w stosunku do określonej w tabeli 2 i punktach 1–4, jeżeli we wszystkich strefach pożarowych budynków, przylegających odpowiednio do tych ścian lub ich części, są stosowane stałe urządzenia gaśnicze wodne,

7) odległość od ściany zewnętrznej budynku lub jej części do ściany zewnętrznej drugiego budynku może być zmniejszona o 25% w stosunku do określonej w tabeli 2 i punktach 1–4, jeżeli we wszystkich strefach pożarowych budynku, przylegających odpowiednio do tej ściany lub jej części, są stosowane stałe urządzenia gaśnicze wodne,

8) najmniejszą odległość budynków ZL, PM, IN od granicy (konturu) lasu, rozumianego jako grunt leśny (Ls) określony na mapie ewidencyjnej lub teren przeznaczony w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego jako leśny, przyjmuje się jako odległość ścian tych budynków od ściany budynku ZL z przykryciem dachu rozprzestrzeniającym ogień. (Odległość budynku stacji transformatorowej odczytaną z tabeli 2, w zależności od gęstości obciążenia ogniowego budynku stacji, względem budynku ZL, należy powiększyć o 50%. Budynek stacji należy ustawiać ścianą bez okien w stosunku do ściany lasu). Interpretację graficzną opisanych wymagań przedstawiają rysunki 2–4.

Najmniejsza odległość budynków wymienionych w § 213 rozporządzenia [8], wykonanych z elementów nierozprzestrzeniających ognia, niezawierających pomieszczeń zagrożonych wybuchem oraz posiadających klasę odporności pożarowej wyższą niż wymagana zgodnie z § 212 rozporządzenia [8], od granicy (konturu) lasu zlokalizowanej na:

1) sąsiedniej działce – wynosi 4 m,

2) działce, na której sytuuje się budynek – nie określa się:

– jeżeli teren, na którym znajduje się granica (kontur) lasu, przeznaczony jest w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego pod zabudowę niezwiązaną z produkcją leśną, a w przypadku braku planu miejscowego – grunty leśne są objęte zgodą na zmianę przeznaczenia na cele nieleśne uzyskaną przy sporządzaniu miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego, które utraciły moc na podstawie art. 1 lit. a Ustawy z dnia 21 grudnia 2001 r. o zmianie ustawy o zagospodarowaniu przestrzennym (Dz.U. poz. 1804) oraz art. 87

ust. 3 ustawy z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz.U. z 2018 r., poz. 1945 oraz z 2019 r. poz. 60, 235, 730 i 1009). Ilustrację graficzną wymaganych odległości od granicy działki przedstawia **rysunek 5**.

Odległości, o których mowa w **tabeli 2.**, można zmniejszyć o 25%, jeżeli budynki są zwrócone do siebie ścianami i dachami nierozprzestrzeniającymi ognia oraz nie mają otworów. Dotyczy to następujących budynków:

- » o wysokości nie większej niż 3 kondygnacje nadziemne łącznie:
 - mieszkalnych: jednorodzinnych, zagrodowych i rekreacji indywidualnej,
 - mieszkalnych i administracyjnych w gospodarstwach leśnych,
- » wolno stojących do dwóch kondygnacji nadziemnych łącznie:
 - o kubaturze brutto do 1500 m³, przeznaczonych do celów turystyki i wypoczynku,
 - gospodarczych o zabudowie jednorodzinnej i zagrodowej oraz w gospodarstwach leśnych,
 - o kubaturze brutto do 1000 m³, przeznaczonych do wykonywania zawodu lub działalności usługowej i handlowej, także z częścią mieszkalną,
- » wolno stojących garaży o liczbie stanowisk postojowych nie większej niż 2, bez pomieszczeń zagrożonych wybuchem.

Ogólnie wymagania określone w § 271 ust. 1–3 rozporządzenia [8] można przedstawić graficznie jak na **rysunku 1**.

Opisane dotychczas wymagania przedstawiono na **rysunkach 2–5**.

UWAGA!

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

Zgodnie z § 271 ust. 13 rozporządzenia [8] otwarte składowisko, ze względu na usytuowanie, należy traktować jak budynek PM.

Zgodnie z § 182 rozporządzenia [8] w przypadku umieszczenia stacji transformatorowej w budynku o innym przeznaczeniu należy spełniać następujące warunki⁷⁾:

⁷⁾ Odległość między ścianą zewnętrzną, stanowiącą obudowę klatki schodowej, a inną ścianą zewnętrzną tego samego lub innego budynku, powinna być ustalona zgodnie z § 271 rozporządzenia [8], jeżeli jedna z tych ścian nie spełnia wy-

1) zachować odległość poziomą i pionową do pomieszczeń przeznaczonych na stały pobyt ludzi co najmniej 2,8 m,

2) ściany i stropy będą stanowiły oddzielenia przeciwpożarowe oraz będą miały zabezpieczenia przed przedostawaniem się cieczy i gazów.

Przedstawione w **tabeli 2.** odległości nie dotyczą następujących przypadków [8]:

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

W przypadku gdy ściany zewnętrzne obu budynków tworzą kąt 60° lub większy, lecz mniejszy niż 120°, dopuszcza się zmniejszenie odległości o 50%. Ponadto, zgodnie z rozporządzeniem [8], odległość budynkowej stacji transformatorowej powinna wynosić:

- » 3 m od zbiornika podziemnego oleju opałowego przykrytego warstwą ziemi o grubości nie mniejszej niż 0,5 m oraz od urządzenia spustowego, oddechowego i pomiarowego tego zbiornika⁸⁾,
- » 7,5 m od granicy sąsiedniej niezabudowanej działki⁹⁾.

Zgodnie z wymaganiami § 271.10 w pasie terenu o szerokości określonej w ust. 1–7 § 271, otaczającym ściany zewnętrzne budynku, niebędące ścianami oddzielenia przeciwpożarowe-

magań klasy odporności ogniowej określonej wg § 216 RMI [8] jak dla stropu budynku z taką klatką schodową. Wymagania te mają znaczenie przy lokalizacji kontenerowej stacji transformatorowej w pobliżu klatki schodowej budynku położonego na tej samej działce budowlanej.

⁸⁾ Odległość kontenerowej stacji transformatorowej od naziemnego zbiornika oleju opałowego przeznaczonego na własne potrzeby, zgodnie z § 11 ust. 2 pkt 2 Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 roku w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz.U. nr 109/2010, poz. 719), nie może być mniejsza niż 5 m.

Odległość kontenerowej stacji transformatorowej od stacji gazowej, zgodnie z Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 26 kwietnia 2013 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać sieci gazowe (Dz.U. z 2013 roku poz. 640), powinna być większa od spodziewanego zasięgu strefy zagrożonej wybuchem wyznaczonej dla stacji gazowej. Takie same wymagania stawia się tłoczniom gazu.

⁹⁾ Odległość kontenerowej stacji transformatorowej od granic sąsiedniej działki może zostać zmniejszona do wartości określonej w § 12 RMI [8], jeżeli ściana budynku stacji od strony tej działki jest ścianą oddzielenia pożarowego o klasie odporności ogniowej określonej w **tabeli 3**.

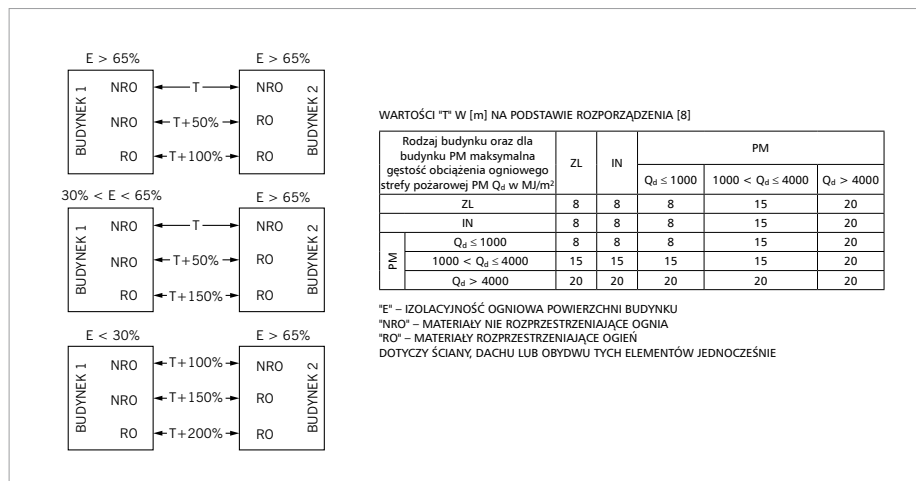
go, ściany zewnętrzne innego budynku powinny spełniać wymagania określone w § 232 ust. 5 dla ścian oddzielenia przeciwpożarowego obu budynków, określone w **tabeli 4**.

Praktyczne zastosowanie wymagań określonych w § 235 oraz § 271 rozporządzenia [8] przedstawia **rysunek 6**. Ponieważ budynki 1 oraz 4 tworzą z jednej strony kąt $135,3^\circ > 120^\circ$, zgodnie z § 235 ust. 2 należy ścianę oddzielenia pożarowego wysunąć poza linię ściany na odległość nie mniejszą niż 30 cm lub zastosować alternatywne rozwiązanie w postaci pasa materiału niepalnego o odporności ogniowej EI 60 na całej wysokości budynku. Natomiast z drugiej strony budynki te tworzą kąt $108,3^\circ$, co wymusza zastosowanie ściany oddzielenia pożarowego równej połowie wymaganej odległości pomiędzy tymi budynkami, czyli $0,5 \cdot 8 = 4$ m. Natomiast pomiędzy budynkami 1 oraz 3 (zgodnie z **tabelą 2.**) wymagana odległość wynosi 15 m. Budynek 3 jest kontenerową stacją transformatorową o gęstości obciążenia $1000 \text{ MJ/m}^2 < Q_d 4000 \text{ MJ/m}^2$. W przypadku żądania odległości mniejszej, należy zastosować w budynku 3 ścianę oddzielenia pożarowego REI 120 (**tab. 3.**). Budynki te tworzą między sobą kąt 90° , przez co zgodnie z ust. 11 § 271 rozporządzenia [8] wymagana odległość pomiędzy nimi może zostać zmniejszona o 50%, czyli do wartości 7,5 m. W przypadku konieczności zmniejszenia tej odległości, wymiar 7,5 m musi zostać zachowany do granicy ściany oddzielenia pożarowego, jak zostało to przedstawione na **rysunku 6**.

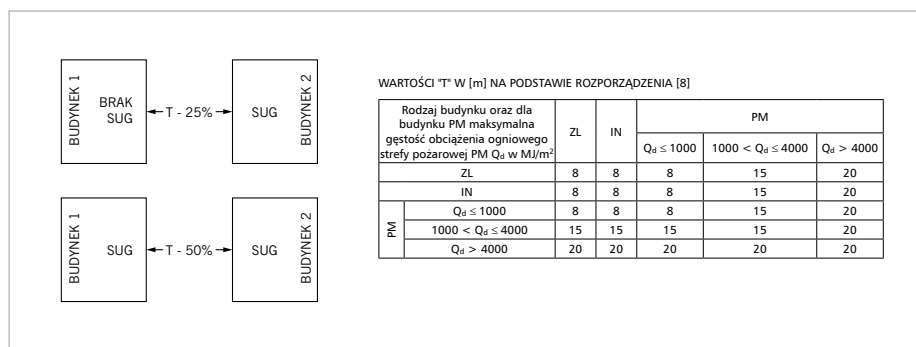
Natomiast budynki 1 oraz 2, zgodnie z wymaganiami przedstawionymi w **tabeli 2.**, powinny być oddalone od siebie o 20 m. Ponieważ budynki te stykają się, tworząc kąt 90° , należy na długości styku oraz poza nim na długości 10 m wykonać ścianę oddzielenia przeciwpożarowego.

W **tabelach 5–7** zostały przedstawione zbiorcze wymagania dotyczące odległości budynków, określone w § 271 rozporządzenia [8].

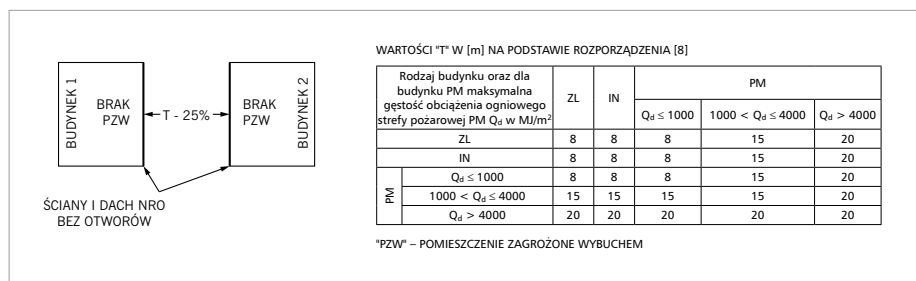
Odległość budynku stacji transformatorowej od zbiorników naziemnych oraz od innych obiektów technologicznych na terenie bazy lub stacji paliw należy przyjmować zgodnie z wymaganiami Rozporządzenia Ministra Klimatu i Środowiska z 24 lipca 2023 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać bazy i stacje paliw płynnych, rurociągi przesyłowe dalekosiężne służące do transportu ropy naftowej i produktów naftowych i ich usytuowanie (Dz.U. z 2023 roku, poz. 1707).



Rys. 2. Metodyka określania wymaganych odległości w przypadku gdy budynki mają inną niż w tabeli 2. powierzchnię w klasie odporności ogniowej „E” rys. J. Wiatr



Rys. 3. Metodyka określania wymaganych odległości w przypadku gdy budynek lub budynki wyposażone są w stałe urządzenia gaśnicze (SUG) rys. J. Wiatr



Rys. 4. Metodyka określania wymaganych odległości w przypadku gdy budynki są zwrócone do siebie ścianami i dachem z materiałów NRO i bez otworów rys. J. Wiatr

Gęstość obciążenia ogniowego kontenerowej stacji transformatorowej powinna zostać podana przez producenta w DTR stacji. W przypadku braku tej informacji, można ją wyznaczyć na podstawie normy PN-B-02852:2001 *Ochrona pożarowa budynków. Obliczanie gęstości obciążenia ogniowego oraz wyznaczanie względnego czasu trwania pożaru*. Zgodnie z wymaganiami wymienionej normy, gęstość obciążenia ogniowego należy obliczyć z wykorzystaniem następującego wzoru:

$$Q_d = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot Q_{ci}}{F} \quad (1)$$

gdzie:

Q – gęstość obciążenia ogniowego stacji transformatorowej, w [MJ/m²],
n – liczba materiałów palnych zgromadzonych w kontenerze stacji, w [-],
F – powierzchnia rzutu poziomego budynku stacji, w [m²],
m_i – masa poszczególnych materiałów palnych zgromadzonych w stacji, w [kg],
Q_{ci} – ciepło spalania poszczególnych materiałów palnych zgromadzonych w budynku stacji – dla oleju transformatorowego można przyjmować wartość Q_c = 48 MJ/kg; dla żywic stosowanych jako izolacja uzwojeń – 29 MJ/kg.

Z analizy wzoru (1) wynika, że duży wpływ na obciążenie ogniowe ma masa materiałów palnych

oraz ciepło spalania. W transformatorach suchych masa materiału palnego jest znacznie mniejsza niż masa oleju w transformatorach olejowych. Skutkuje to znacznie mniejszą wartością obciążenia ogniowego transformatorów suchych niż transformatorów olejowych o takiej samej mocy.

I Przykład

Kontener stacji transformatorowej posiada powierzchnię rzutu poziomego F = 9,84 m² i jest wyposażony w transformator o mocy S = 630 kVA, który zawiera V = 420 l oleju transformatorowego. Ciężar właściwy oleju transformatorowego wynosi q = 0,82 kg/l, ciepło spalania oleju transformatorowego wynosi Q_c ≈ 48 MJ/kg. Należy określić minimalną odległość usytuowania kontenera stacji transformatorowej od ściany lasu:

$$Q_d = \frac{m \cdot Q_c}{F} = \frac{q \cdot V \cdot Q_c}{F} = \frac{0,82 \cdot 420 \cdot 48}{9,94} = 1680 \text{ MJ/m}^2$$

Zgodnie z tabelą 2. oraz wymaganiami § 271 pkt 8 rozporządzenia [8], minimalna odległość ściany stacji, bez okien, od krawędzi lasu, który jest traktowany w ochronie ppoż. jak budynek ZL, dla Q_d ∈ <1000÷4000> MJ/m², wynosi:

$$l = 1,5 \cdot 15 = 22,5 \text{ m}$$

W przypadku stacji wyposażonych w transformator olejowy, dopuszcza się pominięcie pozostałego wyposażenia palnego. Przy wyposażeniu budynku stacji w transformator suchy należy przeprowadzić dokładniejsze obliczenia gęstości obciążenia ogniowego z uwzględnieniem palnego wyposażenia, gdyż uwzględnienie jedynie ciepła spalania żywicy może prowadzić do zaniżonych wyników, skutkujących błędną oceną wymagań w zakresie ochrony przeciwpożarowej.

Aby spełnić wysokie wymagania w zakresie ochrony środowiska, produkowane są transformatory, w których olej został zastąpiony masą żywiczną. Transformatory z izolacją żywiczną odznaczają się następującymi właściwościami:

- » bardzo wysoką odpornością na zawilgoce nie izolacji,
- » pełną hermetyzacją uzwojeń, uniemożliwiającą przenikanie do uzwojeń wilgoci i oparów substancji chemicznych,
- » wysoką odpornością na osiowe i promieniowe siły zwarcia,
- » wysoką wytrzymałością dielektryczną,
- » izolacja jest trudno zapalna i samogasnąca, a przy wysokich temperaturach nie wydzielają żadnych toksycznych gazów,

WYKONAWSTWO SPECJALISTYCZNYCH USŁUG ELEKTROENERGETYCZNYCH

Serwis awaryjny stacji transformatorowych czynny 24/h
Remonty i badania transformatorów energetycznych
Badania i naprawy wyłączników oraz zabezpieczeń nN, SN, WN
Przeglądy i modernizacje stacji transformatorowych
Specjalistyczne badania w elektroenergetyce

Firma Kompleksowe usługi elektroenergetyczne, budowlane i projektowe Sebastian Wasztan specjalizuje się w realizacji zadań dotyczących stacji transformatorowych, w tym ich badań, diagnostyki, napraw, przeglądów i utrzymania. Remontujemy transformatory SN/nN i WN/SN.

Zespół pracowników posiada praktykę w branży elektroenergetyki oraz regularnie poszerza swoją wiedzę na szkoleniach i seminariach branżowych.

Zgrana i wyselekcjonowana grupa młodych ludzi otwartych na wyzwania stanowi trzon naszej firmy. Na wiarygodność i wysoką jakość świadczonych usług wskazują otrzymane certyfikaty i wyróżnienia przyznane przez firmy sektora budżetowego i prywatnego. Kadre pomiarowców stanowią inżynierowie – praktycy.



KONTAKT:

tel. 570-406-700 (Serwis 24/h)

tel. 535-065-799 (Serwis 24/h)

**Działamy na terenie
całej Polski!**

GŁÓWNE OBSZARY NASZEGO DZIAŁANIA:

- Serwis 24/h stacji transformatorowych i instalacji elektroenergetycznych
- Wynajem zastępczych urządzeń (transformatorów, stacji transformatorowych, rozdzielnic)
- Przeglądy/serwis/utrzymanie/budowa/modernizacja /naprawa/ stacji transformatorowych i instalacji elektroenergetycznych
- Naprawy transformatorów SN/nN (suche i olejowe) oraz WN/SN
- Pomiary diagnostyczne tg delta izolacji transformatorów
- Badanie oleju transformatorowego [zaawansowane]
- Badania SFRA transformatorów
- Pomiary wyładowań niezupełnych
- Specjalistyczne pomiary instalacji elektroenergetycznych (stacje trafo, rozdzielnie, podstacje)
- Badania zabezpieczeń w stacjach elektroenergetycznych 110kV – zarówno bardzo nowoczesnych, jak i bardzo przestarzałych
- Badania i przeglądy wyłączników SN i nN, obejmujące między innymi: zdjęcie charakterystyk rozruchowych, badanie czasów działania, pomiary niejednoczesności pracy styków głównych wyłączników, testy zabezpieczeń polowych, pomiary styków
- Remonty i naprawy wyłączników olejowych SN, np. SCI
- Dosycanie głowic kabli olejowych SN i nN, naprawy kabli olejowych
- Montaż głowic i muf kablowych SN
- Naprawa i lokalizacja uszkodzeń linii kablowych SN i nN
- Badanie posadzek elektrostatycznych
- Badanie napięć rażenia i napięcia krokowego stacji elektroenergetycznych
- Analiza jakości energii elektrycznej
- Badania termowizyjne stacji elektroenergetycznych
- Nadzór energetyczny i doradztwo techniczne w branży elektroenergetycznej



**Kompleksowe usługi elektroenergetyczne,
budowlane i projektowe Sebastian Wasztan**

01-625 Warszawa, ul. Mickiewicza 37/58
biuro@wasztan.pl
www.wasztan.pl

**REFERENCJE, PRZYKŁADY REALIZACJI
ORAZ PRAKTYCZNE PORADY ZNAJDZIESZ NA
WWW.WASZTAN.PL**

Rodzaj budynku i gęstość obciążenia ogniowego Q_d , w [MJ/m ²]	Rodzaj budynku oraz gęstość obciążenia ogniowego Q , w [MJ/m ²]				
	ZL	IN	PM		
			$Q_d \leq 1000$	$1000 < Q_d \leq 4000$	$Q_d > 4000$
ZL	8	8	8	15	20
IN	8	8	8	15	20
PM: $Q_d \leq 1000$	8	8	8	15	20
PM: $1000 < Q_d \leq 4000$	15	15	15	15	20
PM: $Q_d > 4000$	20	20	20	20	20
PZW ^{*)}	20	20	20	20	20

Objaśnienia: *) PZW – pomieszczenie zagrożone wybuchem (zgodnie z rozporządzeniem [12] pomieszczenie lub budynek są kwalifikowane jako zagrożone wybuchem, gdy spodziewany przyrost ciśnienia wynosi $\Delta P > 5$ kPa)

Tab. 5. Wymagania dotyczące odległości budynków zgodnie z § 271 ust. 1 i 3 [8] – odległości w [m]

Rodzaj budynku i gęstość obciążenia ogniowego Q_d , w [MJ/m ²]	Rodzaj budynku oraz gęstość obciążenia ogniowego Q , w [MJ/m ²]				
	ZL	IN	PM		
			$Q_d \leq 1000$	$1000 < Q_d \leq 4000$	$Q_d > 4000$
ZL	12	12	12	22,5	30
IN	12	12	12	22,5	30
PM: $Q_d \leq 1000$	12	12	12	22,5	30
PM: $1000 < Q_d \leq 4000$	22,5	22,5	22,5	22,5	30
PM: $Q_d > 4000$	30	30	30	30	30
PZW ^{*)}	30	30	30	30	30

*) PZW – pomieszczenie zagrożone wybuchem (zgodnie z rozporządzeniem [12] pomieszczenie lub budynek jest kwalifikowany jako zagrożony wybuchem, gdy spodziewany przyrost ciśnienia wynosi $\Delta P > 5$ kPa)

Tab. 6. Wymagania dotyczące odległości budynków zgodnie z § 271 ust. 4 [8] – odległości w [m]

Rodzaj budynku i gęstość obciążenia ogniowego Q_d , w [MJ/m ²]	Rodzaj budynku oraz gęstość obciążenia ogniowego Q , w [MJ/m ²]				
	ZL	IN	PM		
			$Q_d \leq 1000$	$1000 < Q_d \leq 4000$	$Q_d > 4000$
ZL	16	16	16	30	40
IN	16	16	16	30	40
PM: $Q_d \leq 1000$	16	16	16	30	40
PM: $1000 < Q_d \leq 4000$	30	30	30	30	40
PM: $Q_d > 4000$	40	40	40	40	40
PZW ^{*)}	40	40	40	40	40

*) PZW – pomieszczenie zagrożone wybuchem (zgodnie z rozporządzeniem [12] pomieszczenie lub budynek jest kwalifikowany jako zagrożony wybuchem, gdy spodziewany przyrost ciśnienia wynosi $\Delta P > 5$ kPa)

Tab. 7. Wymagania dotyczące odległości budynków zgodnie z § 271 ust. 5 [8] – odległości w [m]

- » bardzo cichą pracą transformatora,
- » brakiem jakichkolwiek zagrożeń dla środowiska naturalnego,
- » wyższym kosztem w porównaniu do klasycznych wykonanych,
- » większymi stratami (jałowymi i obciążeniowymi) w porównaniu do transformatora olejowego,
- » niższą gęstością obciążenia ogniowego.

W przypadku zastosowania transformatora suchego konieczne jest zastosowanie wydajnej wentylacji, przez co transformatory tego typu charakteryzują się mniejszą zdolnością do przeciążeń.

Z kolei w przypadku transformatorów suchych o gęstości obciążenia ogniowego decyduje ciepło spalania żywicy, które wynosi 29 MJ/kg, podczas gdy ciepło spalania oleju transformatorowego – 48 MJ/m², a jego ilość w kadzi transformatora jest znacznie większa niż masa żywicy w transformatorze suchym. W jednostkach o mocy do 400 kVA, gęstość obciążenia ogniowego, która zależy także od powierzchni kontenera stacji transformatorowej, nie przekracza 500 MJ/m². Dla jednostek większych, ale nieprzekraczających mocy 1600 kVA, nie przekracza 1000 MJ/m². W odniesieniu do

jednostek o mocy 2500 kVA gęstość obciążenia może nieznacznie przekraczać wartość 1000 MJ/m². Informację w tym zakresie należy uzyskać od producenta. Niemniej obciążenie ogniowe stacji transformatorowych z transformatorami suchymi jest znacznie niższe niż stacji z transformatorami olejowymi przy tych samych mocach. Dla przykładu przy powierzchni 5 m² stacja z transformatorem olejowym o mocy 2500 kVA ma gęstość obciążenia ogniowego $Q = 8480$ MJ/m², podczas gdy po zastąpieniu transformatorem suchym spada do wartości 1280 MJ/m². Skutkuje to zmniejszeniem wymaganych odległości od innych budynków. W tabeli 8. przedstawiono wybrane parametry stacji transformatorowych o mocy 630 kVA oraz 1000 kVA, wyposażonych w transformator olejowy lub transformator suchy. Natomiast w tabeli 9. porównano parametry dla stacji wyposażonej w transformator olejowy o mocy 2500 kVA oraz takiej samej mocy transformator suchy.

Transformatory suche doskonale nadają się do instalowania na hali produkcyjnej, ze względu na brak oleju transformatorowego, co ułatwia eksploatację oraz mniejszą gęstość obciążenia ogniowego. Przykładem takich rozwiązań mogą być stacje ICZ-E, produkcji ELEKTRO-BUD S.A. Wschowa o mocy nieprzekraczającej 400 kVA. Przy takich mocach gęstość obciążenia ogniowego nie przekroczy 500 MJ/m². Posadowienie na hali produkcyjnej stacji ICZ-E powoduje, że zostaje ona zaliczona do wyposażenia budynku i przy wyznaczeniu gęstości obciążenia budynku należy ją uwzględnić. W zakresie lokalizacji stacji transformatorowych w budynku należy pamiętać o wymaganiach określonych Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2022 roku poz. 1225). Zgodnie z § 209.3 stacje transformatorowe są odrębną strefą pożarową: „Wymagania dotyczące bezpieczeństwa pożarowego budynków oraz części budynków stanowiących odrębne strefy pożarowe, określanych jako PM, odnoszą się również do garaży, hydroforni, kotłowni, węzłów ciepłowniczych, rozdzielni elektrycznych, stacji transformatorowych, central telefonicznych oraz innych o podobnym przeznaczeniu.”

Oznacza to, że zabudowa stacji musi spełniać wymagania dotyczące odporności ogniowej ścian, zgodnie z tabelą 3.

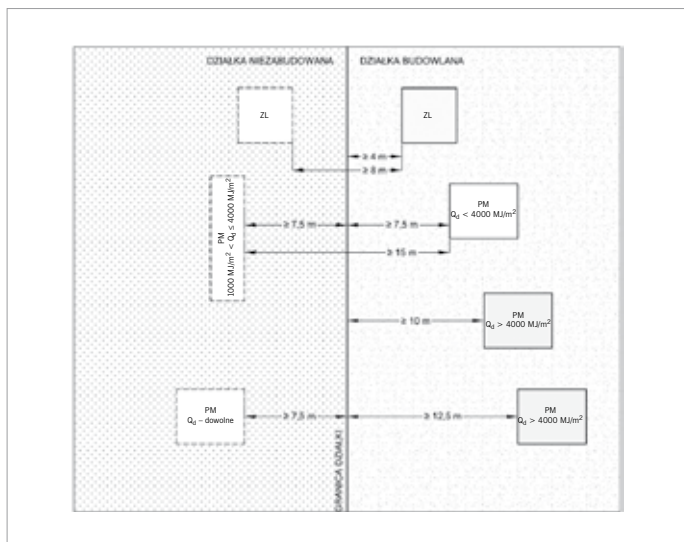
Na uwagę zasługują stacje transformatorowe wyposażone w transformatory wykon-

Moc transformatora	Parametr	Jednostka	Transformator olejowy (przykładowy) zgodny z [A9]	Transformator suchy (przykładowy) zgodny z [A9]
630 15/0,4 kV	Maksymalne straty mocy czynnej stanu jałowego P_0	W	600	1100
	Maksymalne obciążeniowe straty mocy czynnej P_k P_k dla temp. 75°C dla transformatora olejowego P_k dla temp. 120°C dla transformatora suchego	W	6500	7600
	Min. powierzchnia komory transformatorowej	m ²	5	5
	Wartość energetyczna oleju	MJ/kg	48	0
	Obciążenie ogniowe	MJ	16320	3150
	Gęstość obciążenia ogniowego Q_d	MJ/m ²	3264	630
	Klasa odporności pożarowej budynku	A-B-C-D-E	B	D
	Klasa odporności ogniowej elementów budynku	REI 240-120-120-60-60	REI 120	REI 60
	Długość	mm	1400	1550
	Szerokość	mm	1000	850
	Wysokość	mm	1580	1800
	Masa całkowita	kg	1700	2100
	Masa oleju	kg	340	0
	Masa oleju	kg	570	0
1000 15/0,4 kV	Maksymalne straty mocy czynnej stanu jałowego P_0	W	770	1550
	Maksymalne obciążeniowe straty mocy czynnej P_k P_k dla temp. 75°C dla transformatora olejowego P_k dla temp. 120°C dla transformatora suchego	W	10500	9000
	Min. powierzchnia komory transformatorowej	m ²	5	5
	Wartość energetyczna oleju	MJ/kg	48	0
	Obciążenie ogniowe	MJ	27360	4250
	Gęstość obciążenia ogniowego Q_d	MJ/m ²	5472	850
	Klasa odporności pożarowej budynku	A-B-C-D-E	A	D
	Klasa odporności ogniowej elementów budynku	REI 240-120-120-60-60	REI 240	REI 60
	Długość	mm	1700	1650
	Szerokość	mm	1000	1000
	Wysokość	mm	1790	2050
	Masa całkowita	kg	2600	3050
	Masa oleju	kg	570	0
	Masa oleju	kg	570	0

Tab. 8. Porównanie parametrów transformatorów olejowych i suchych o mocach 630 oraz 1000 kVA [wg Legrand Polska]

Moc transformatora	Parametr	Jednostka	Transformator olejowy (przykładowy) zgodny z [A9]	Transformator suchy (przykładowy) zgodny z [A9]
2500 15/0,4 kV	Maksymalne straty mocy czynnej stanu jałowego P_0	W	2500	3100
	Maksymalne obciążeniowe straty mocy czynnej P_k P_k dla temp. 75°C dla transformatora olejowego P_k dla temp. 120°C dla transformatora suchego	W	22000	19000
	Min. powierzchnia komory transformatorowej	m ²	5	5
	Wartość energetyczna oleju	MJ/kg	46	0
	Obciążenie ogniowe	MJ	42240	6400
	Gęstość obciążenia ogniowego Q_d	MJ/m ²	8448	1280
	Klasa odporności pożarowej budynku	A-B-C-D-E	A	C
	Klasa odporności ogniowej elementów budynku	REI 240-120-120-60-60	REI 240	REI 120
	Długość	mm	2200	2150
	Szerokość	mm	1200	1400
	Wysokość	mm	2150	2430
	Masa całkowita	kg	4750	6100
	Masa oleju	kg	880	0
	Masa oleju	kg	880	0

Tab. 9. Porównanie parametrów transformatora olejowego i suchego o mocy 2500 kVA [wg Legrand Polska]



Rys. 5. Ilustracja graficzna wymaganych odległości od granicy działki rys. J. Wiatr

ne w klasie ognioodporności F1. Transformatory wykonane w klasie ognioodporności F1, podlegają zagrożeniu pożarowemu o zmniejszonej palności z właściwościami samogasnącymi. Transformatory wykonane w tej klasie nie wytwarzają gęstego dymu oraz pierwiastków halogenowych. Dzięki tym właściwościom, transformatory F1 minimalizują ryzyko rozprzestrzeniania się ognia oraz toksycznych emisji, co czyni je „bezpiecznym” wyborem dla zastosowań w miejscach o podwyższonym ryzyku pożarowym.

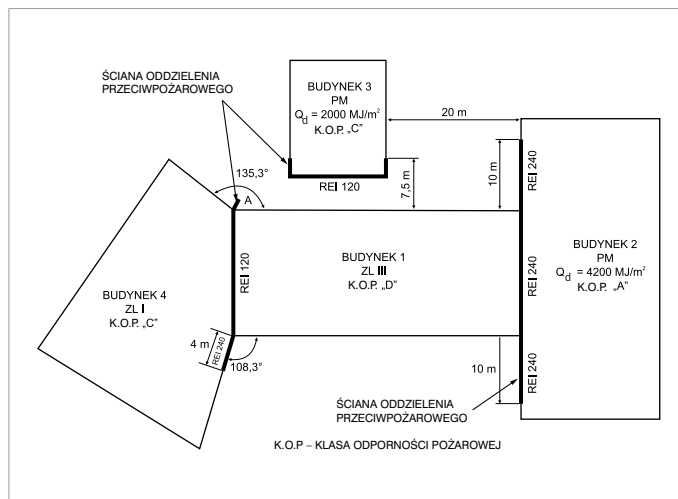
Stacja transformatorowa w takim wykonaniu może być instalowana na hali przemysłowej, pod warunkiem zapewnienia możliwości wyłączenia zasilania w czasie pożaru aparatem wykonawczym PWP, instalowanym poza budynkiem. Należy mieć świadomość, że pomimo klasy F1, materiał staje się palny przy dłuższej ekspozycji w czasie pożaru. Klasa F1 gwarantuje jedynie funkcjonowanie urządzenia w czasie pożaru w przedziale <60–90> minut. Niewątpliwie dużą zaletą takiego rozwiązania jest brak halogenków podczas pożaru, czyli: chlorków, fluorków, bromków oraz jodków a także siarki i kwasów: fluorowodorowego (HF), chlorowodorowego (HCl – solnego), bromowodorowego (HBr) oraz jodowodorowego (HI).

Przy projektowaniu układu zasilania, z zastosowaniem stacji ICZ-E o mocach większych od 400 kVA, przeznaczonych do instalacji wewnątrz hali produkcyjnej, należy sprawdzić gęstość obciążenia ogniowego z wykorzystaniem wzoru (1). O gęstości obciążenia ogniowego decyduje obciążenie ogniowe stacji, czyli suma iloczynów masy i ciepła spalania materiałów palnych stanowiących wyposażenie stacji oraz powierzchnia wnętrza stacji.

Przekroczenie gęstości obciążenia ogniowego o wartości 500 MJ/m² jest związane z wymogiem zwiększonej odporności ogniowej kontenera stacji, określonej w tabeli 3. Przyjmowanie gęstości obciążenia ogniowego w stosunku do wszystkich kontenerowych stacji transformatorowych, wyposażonych w transformator suchy o wartości nie większej od 500 MJ/m², bez sprawdzenia, może prowadzić do błędów. Gdyby okazało się, że gęstość obciążenia ogniowego stacji ICZ-E przekracza 500 MJ/m², należy kontener stacji umieścić w specjalnie przygotowanym pomieszczeniu stanowiącym osobną strefę pożarową, zgodnie z wymaganiami określonymi w tabeli 3. oraz tabeli 4. Przyjmowanie bez sprawdzenia lub pozyskania danych od producenta założenia, że gęstość obciążenia ogniowego dla kontenerowej stacji transformatorowej nie przekracza 500 MJ/m², może prowadzić do błędów, skutkujących błędnymi założeniami w zakresie ochrony przeciwpożarowej.

Literatura

1. J. Wiatr, M. Orzechowski, P. Musielak, Metodyka projektowania oraz odbiorów przeciwpożarowego wyłącznika prądu, Grupa MEDIUM, Warszawa, 2023, wydanie II.
2. J. Wiatr, Metodyka zasilania urządzeń przeciwpożarowych w energię elektryczną oraz dopuszczanie wyrobów budowlanych w ochronie przeciwpożarowej. Zagadnienia wybrane, Grupa MEDIUM, Warszawa 2024.
3. PN-EN ISO 13943:2010 Bezpieczeństwo pożarowe. Terminologia.
4. PN-ISO 8421-1:1997 Ochrona przeciwpożarowa. Terminologia. Terminy ogólne i dotyczące zjawiska pożaru.



Rys. 6. Ilustracja graficzna przypadków umożliwiających zmniejszenie odległości budynków ze względu na wymagania przepisów ochrony przeciwpożarowej rys. J. Wiatr

5. PN-EN 1363-2:2001 Badanie odporności ogniowej. Część 2: Procedury alternatywne i dodatkowe.
6. Strona internetowa: <https://www.promat.com/pl-pl/budownictwo/centrum-wiedzy/strefa-eksperta/45770/czym-sa-krzywe-rozwoju-pożaru>, [dostęp: 15.02.2025].
7. PN-B-02852 Ochrona przeciwpożarowa. Obliczanie gęstości obciążenia ogniowego oraz wyznaczanie względnego czasu trwania pożaru.
8. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2022 roku poz. 1225 z późniejszymi zmianami).
9. PN-B-02851 Ochrona przeciwpożarowa budynków. Metoda badania odporności ogniowej elementów budynku. Badania odporności ogniowej elementów budynku.
10. PN-EN 1363-1:2012 Badania odporności ogniowej. Część 1: Wymagania ogólne.
11. PN-EN 1991-1-2:2006 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-2: Oddziaływania ogólne. Oddziaływania na konstrukcje w warunkach pożaru.
12. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 roku w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz.U. z 2023 poz. 822 z późniejszymi zmianami).
13. Projekt Rozporządzenia Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 13 czerwca 2025 roku, w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.
14. E. Ziębaczewski – VII Seminarium Szkoleniowe Rozwiązywanie Trudnych Problemów Ochrony Przeciwpożarowej – aspekty inżynierskie i formalne – Warszawa 10 marca 2026.



Transformator Peritus z przełącznikiem zaczepów pod obciążeniem (OLTC)

Nieprzerwana praca transformatorów podczas zmiany zaczepów jest idealnym rozwiązaniem dla miejsc instalacji wymagających ciągłego zasilania. Gwarantuje to innowacyjny przełącznik zaczepów pod obciążeniem, w który wyposażony jest każdy transformator POT naszej produkcji.

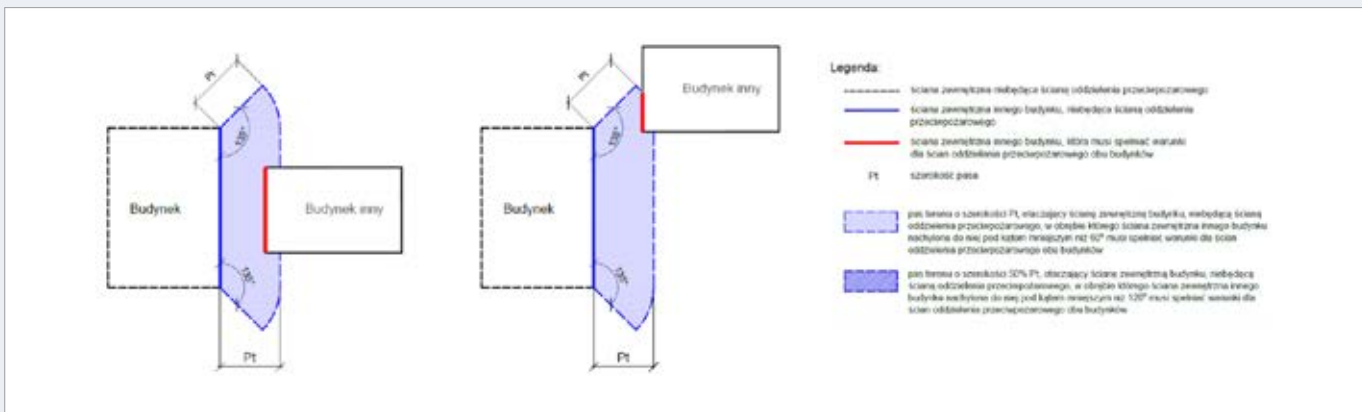
Niezmiennie IMEFY oferuje transformatory suche, olejowe oraz wysokomocowe, zapewniając kompleksowe rozwiązania dla energetyki zawodowej, przemysłu i sektora OZE. Dzięki wieloletniemu doświadczeniu i innowacyjnym technologiom nasze transformatory łączą niezawodność, wysoką sprawność i dbałość o środowisko.

IMEFY działa na rynku polskim od 15 lat, w czasie których udowodniła swój potencjał i możliwości produkcyjne. Dzięki spełnianiu wymagań obu Ecodekretów, rozwinęła swoją obecność na rynku energetyki zawodowej i umocniła swoją rolę jako przodujący producent w Polsce poprzez współpracę z wieloma producentami stacji transformatorowych.

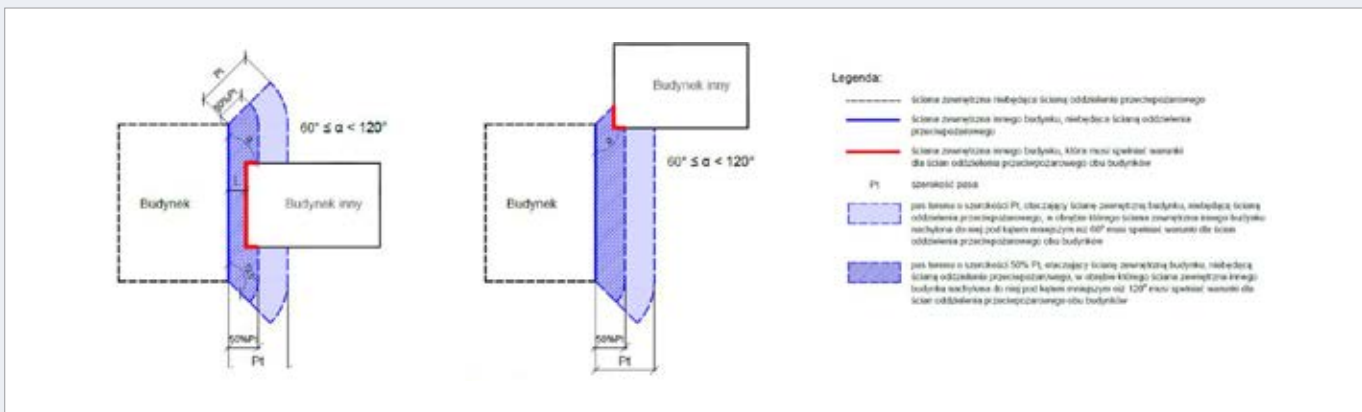
Obecnie IMEFY Polska pracuje nad rozpowszechnieniem wśród klientów nowego rozwiązania – transformatora olejowego z płynną regulacją napięcia pod obciążeniem. Było to możliwe dzięki zastosowaniu przełącznika ECOTAP, produkcji MR Reinhausen. Rozwiązanie to przeznaczone jest dla energetyki zawodowej oraz branży PV. Transformatory pod nazwą Peritus OLTC są już dostarczane do energetyki zawodowej w Niemczech i we Francji.



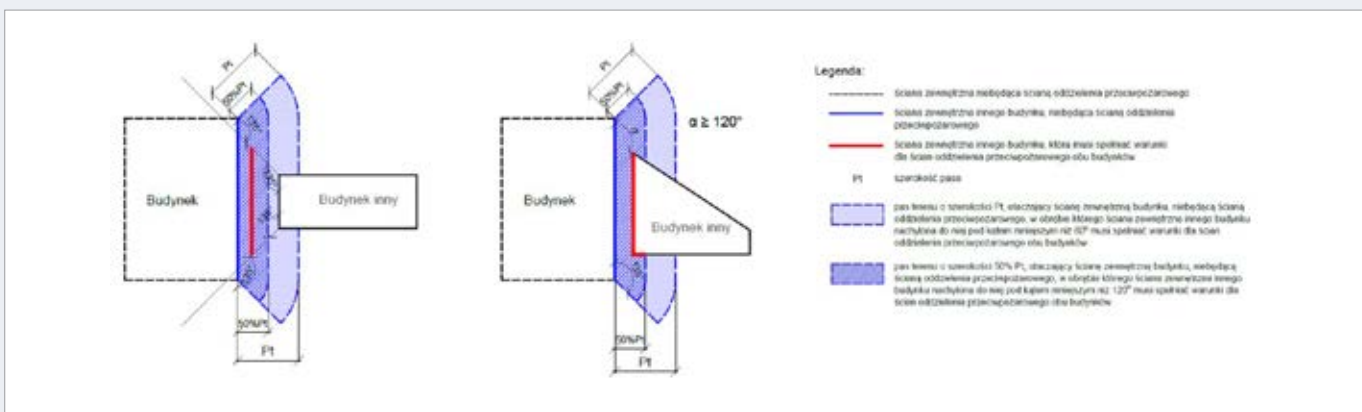
Projektowane zmiany dotyczące tematyki zawartej w artykule [14]



Wyznaczanie pasa terenu wokół budynku, zgodnie z ust. 11 § 283 Projektu Rozporządzenia Ministra Technologii i Rozwoju z dnia 13.06.2025, w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [14]



Wyznaczanie pasa terenu wokół budynku, zgodnie z ust. 11 i 12 § 283 Projektu Rozporządzenia Ministra Technologii i Rozwoju z dnia 13.06.2025, w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [14]



Wyznaczanie pasa terenu wokół budynku, zgodnie z ust. 11 i 13 § 283 Projektu Rozporządzenia Ministra Technologii i Rozwoju z dnia 13.06.2025, w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [14]

Zgodnie z **ust. 8 § 283 Projektu Rozporządzenia Ministra Technologii i Rozwoju z dnia 13 czerwca 2025 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie**, najmniejszą odległość budynku ZL, PM, IN od granicy (konturu) lasu, rozumianego jako grunt leśny (Ls) określony na mapie ewidencyjnej lub teren przeznaczony w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego jako leśny, które samoistnie lub wspólnie z innymi takimi gruntami lub terenami tworzą kompleks leśny o powierzchni ponad 0,5 ha, przyjmuje się, zgodnie z ust. 1–6, jako odległość ścian tego budynku od ściany budynku ZL mającej na powierzchni większej niż 65% klasę odporności ogniowej E, określoną w § 227 ust. 1 w 5 kolumnie tabeli, z przykryciem dachu niebędącym NRO, niezależnie od tego, czy ściana budynku ZL, PM, IN jest ścianą oddzielenia przeciwpożarowego. Przepisów ust. 11–13 nie stosuje się.



GEN-SYS Sp. z o.o. – Dystrybutor i Serwis agregatów firmy REHLKO w Polsce.
Od 21 lat współpracuje z francuską fabryką agregatów REHLKO, dawniej KOHLER/SDMO.
Oferuje profesjonalne urządzenia w przedziale mocy od **2 kVA** do **4500 kVA**.

GEN-SYS jest profesjonalną, polską firmą z długoletnim doświadczeniem w branży zasilania gwarantowanego. Zajmuje się dystrybucją, serwisem oraz montażem. Posiada zespół inżynierów-techników wyspecjalizowany w projektowaniu i wykonywaniu kompletnych systemów.

STEROWNIKI POLOWE

megaMUZ-2



Producent: ELEKTROBUDOWA sp. z o.o.

Napięcie znamionowe, w [V]: DC 24/110/220, AC 230

Wymiary zewnętrzne (szer.xwys.xgł.), w [mm]: 236×236×134

Masa, w [kg]: 8

Stopień ochrony obudowy (kod IP): IP40 (IP54 płyta czołowa)

Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]: od –10 do 65

Uwagi techniczne:

Sterownik megaMUZ-2 wyposażony jest w: kolorowy, dotykowy wyświetlacz LCD 5,7", 4 przyciski sterownicze, 4 przyciski na ekranie oraz 16 diod trójkolorowych. Sterownik może być wyposażony w wejścia prądowe z przekładników (1 A/5 A) albo sensorów (225 mV), wejścia napięciowe z przekładników albo sensorów, do 48 wejść binarnych, do 32 wyjść binarnych, 4 wejścia/wyjścia 20 mA/10 V, 3/6 wejść Pt100 i 4/8 czujników błysku. megaMUZ-2 realizuje zabezpieczenie łukoodchronne rozdzielnic 1- i 2-systemowej oraz wizualizację i sterowanie 10 łącznikami. Obsługuje protokoły komunikacji Modbus RTU/TCP, IEC 60870-5-103, DNP3.0, IEC 61850, CANBus/PPM2, Profibus oraz łącze inżynierskie. Wersje specjalne zawierają szereg udogodnień dla górnictwa oraz rynku

dystrybucji i przemysłu, w tym automatykę SZR, ZS, LRW, SCO, SPZ, PDZ, AWSC, AZBK, synchrocheck, zabezpieczenie różnicowe silnika, linii, transformatora lub generatora. Sterownik posiada rejestrator zdarzeń, zakłóceń, kryterialny i PQA.



ELEKTROBUDOWA

GRUPA ZARMEN

Producent:

ELEKTROBUDOWA sp. z o.o.

Zakład Produkcji Rozdzielnic Konin

62-510 Konin, ul. Przemysłowa 156

tel. 698 765 034

rozdzielnice.zabezpieczenia@elektrobudowa.com.pl

www.elektrobudowa.com.pl

megaMUZ-smart



Producent: ELEKTROBUDOWA sp. z o.o.

Napięcie znamionowe, w [V]: DC 24/110/220, AC 230

Wymiary zewnętrzne (szer.xwys.xgł.), w [mm]: 236×236×141

Masa, w [kg]: 8

Stopień ochrony obudowy (kod IP):

IP40 (IP54 płyta czołowa)

Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]: od –10 do 60

Uwagi techniczne:

Sterownik wyposażony jest w kolorowy, dotykowy 10" wyświetlacz LCD, 3 przyciski sterownicze, 5 programowalnych przycisków na ekranie oraz wielokolorowy wskaźnik stanu pola, a także 18 programowalnych diod dwukolorowych. Sterownik może mieć wbudowane wejścia prądowe (1 A/5 A lub 225 mV/A), wejścia napięciowe (100 V lub 3,25/√3 V), do 48 wejść binarnych, do 32 wyjść binarnych, 4 wejścia/wyjścia 20 mA/10 V, 3/6 wejść Pt100 i 4/8 czujników błysku. megaMUZ-smart realizuje zabezpieczenie łukoodchronne rozdzielnic 1- i 2-sekcyjnej oraz wizualizację i sterowanie 10 łącznikami. Obsługuje protokoły komunikacji Modbus RTU/ TCP, IEC 60870-5-103, DNP3.0, IEC 61850, CANBus/PPM2, Profibus oraz łącze inżynierskie USB i Ethernet. Sterownik jest

wyposażony w rejestrator zdarzeń, zakłóceń, kryterialny i PQA. megaMUZ-smart umożliwia zmianę poziomów uprawnień 8 użytkowników oraz podgląd na ekranie danych rejestratorów, aktualnej logiki, opisów wejść/wyjść i LED, zapis/odczyt na pamięć USB konfiguracji, logiki i danych rejestratorów.



ELEKTROBUDOWA

GRUPA ZARMEN

Producent:

ELEKTROBUDOWA sp. z o.o.

Zakład Produkcji Rozdzielnic Konin

62-510 Konin, ul. Przemysłowa 156

tel. 698 765 034

rozdzielnice.zabezpieczenia@elektrobudowa.com.pl

www.elektrobudowa.com.pl

CZAZ-NT



Producent: ZEG-ENERGETYKA sp. z o.o.

Napięcie znamionowe, w [V]:

ac 110–230 lub dc 110–220,
inne w uzgodnieniu z producentem

Wymiary zewnętrzne (szer.xwys.xgł.), w [mm]:

205/255/306×227×147 (jednostka główna)

205×227×30 (panel operatora)

Masa, w [kg]: 5–8

Stopień ochrony obudowy (kod IP): IP40

Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]: od –20 do 55

Uwagi techniczne:

CZAZ-NT to nowoczesny sterownik polowy składający się z jednostki centralnej oraz panelu operatora. Panel ma kolorowy, dotykowy wyświetlacz (7") o rozdzielczości 480×800 oraz programowalne diody RGB i przyciski. Jednostka centralna o modułowej budowie dostępna jest w 3 rozmiarach umożliwiających zastosowanie 8, 12 lub 16 kart wejść/wyjść, takich jak: karty wejść dwustanowych, wyjść przekaźnikowych, karty wejść analogowych 4–20 mA, 0–10 V, PT100, PT1000, karty czujników błysku oraz karty komunikacyjne. Dostępny zestaw interfejsów komuni-

kacyjnych: USB, Ethernet, RS-485 z optoizolacją, światłowodowy, umożliwiające realizację protokołów komunikacyjnych, takich jak: modbus RTU i TCP, IEC103, DNP3, IEC61850. Sterownik CZAZ-NT ma bogaty zestaw konfigurowalnych zabezpieczeń oraz automatyki, co w połączeniu z wbudowanym sterownikiem programowalnym pozwala na ochronę każdego rodzaju pola.



Dystrybutor:

ZEG-ENERGETYKA Sp. z o.o.

43-200 Pszczyna, ul. Zielona 27

tel. 32 775 07 80, faks 32 775 07 83

biuro@zeg-energetyka.pl

www.zeg-energetyka.pl

STEROWNIKI POLOWE

e²TANGO-600, -800, -1000, -1200



Producent: Elektrometal Energetyka SA

Napięcie znamionowe, w [V]:
dc 110/220 (80–300 V), ac 230 (88–265 V)
w uzgodnieniu z producentem, np. 24; 48 V

Wymiary zewnętrzne (szer.xwys.xgł.), w [mm]:
235×147×41,5 (e²TANGO-600/1200)
252×215×41,5 (e²TANGO-800/1000)

Masa, w [kg]: 6

Stopień ochrony obudowy (kod IP): IP4X/IP54

Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]: od –10 do 55

Uwagi techniczne:

Sterownik polowy e²TANGO-600, -800, -1000, 1200 składa się z panelu operatorskiego i jednostki centralnej. Panel operatorski występuje w 4 wersjach wykonania (każdy wyposażony jest w kolorowy ekran 6 lub 7 cali o wysokiej rozdzielczości 800×480). Jednostka centralna występuje w 3 wersjach wykonania z możliwością zabudowy różnej liczby kart rozszerzeń: J6 (6 kart), J10 (10 kart) i J14 (14 kart). Istnieje możliwość wyposażenia sterownika karty we/wy (do 168 wejść dwustanowych i do 39 wyjść przekaźnikowych) oraz karty wejść lub wyjść analogowych 4...20 mA, 0–10 V,

karty pomiaru temperatury PT100, światłowodowe czujniki łuku itp. Sterownik polowy e²TANGO ma szereg interfejsów komunikacyjnych, m.in. USB, Ethernet, OPTO, RS-485, umożliwiających komunikację m.in. w protokołach IEC-103, Modbus, CANBus, Profibus, DNP3, IEC 61850. Sterownik polowy realizuje funkcje zabezpieczeniowe, pomiarowe, sterownicze i rejestracyjne (rejestratory zdarzeń, zakłóceń, jakości energii i parametrów sieci). Oprócz funkcji zabezpieczeniowych dla ochrony każdego rodzaju pola, sterownik realizuje szereg rodzajów automatyki, m.in. ZS, LRW, SCO, SPZ, PDZ, AWSC, AZBK, SZR.



Elektrometal Energetyka SA

Pomysły z energią

Producent:

Elektrometal Energetyka SA
02-234 Warszawa, ul. Działkowa 67
tel. 22 350 75 50, faks 22 350 75 51
eaz@ee-sa.pl
www.elektrometal-energetyka.pl

e²TANGO-450



Producent: Elektrometal Energetyka SA

Napięcie znamionowe, w [V]:
dc 110/220 (80–300 V), ac 230 (88–265 V)

Wymiary zewnętrzne (szer.xwys.xgł.), w [mm]: 147×115×235

Masa, w [kg]: 1

Stopień ochrony obudowy (kod IP): IP3X

Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]: od –25 do 55

Uwagi techniczne:

Sterownik polowy SN e²TANGO-450 posiada kompaktową, jednoczęściową budowę. Wyposażony jest w 4,3-calowy kolorowy wyświetlacz graficzny o wysokiej rozdzielczości 480×752. Istnieje możliwość wyposażenia sterownika karty we/wy (do 39 wejść dwustanowych i do 30 wyjść przekaźnikowych) oraz karty wejść lub wyjść analogowych 4...20 mA, 0–10 V, karty pomiaru temperatury PT100 czy światłowodowe czujniki łuku. Posiada możliwość pomiaru napięcia z cewek Rogowskiego oraz sensorów napięcia. Sterownik polowy e²TANGO-450 ma szereg interfejsów komunikacyjnych, m.in. USB, Ethernet, OPTO, RS-485, umożliwiających komunikację m.in. w protokołach IEC-103, Modbus, CANBus, Profibus, DNP3. Sterownik polowy realizuje funkcje zabezpieczeniowe, pomiarowe, sterownicze i rejestracyjne (rejestratory zdarzeń, zakłóceń, jakości energii i parametrów sieci). Oprócz funkcji zabez-

pieczeniowych dla ochrony każdego rodzaju pola, sterownik realizuje szereg rodzajów automatyki, m.in. ZS, LRW, SCO, SPZ, AWSC, AZBK. Sterowniki polowe e²TANGO-450 mogą być stosowane w każdym rodzaju pola, o różnym przeznaczeniu i charakterze pracy np.: w polu zasilającym, liniowym, dopływowo-odpływowym, transformatorowym, pomiarowym, sprężelowym, baterii kondensatorów dla sieci średnich napięć. Posługują w szczególności jako zabezpieczenie pól we wszystkich rodzajach elektrowni zasilanych odnawialnymi źródłami energii, takich jak m.in. farmy wiatrowe i fotowoltaiczne.



Elektrometal Energetyka SA

Pomysły z energią

Producent:

Elektrometal Energetyka SA
02-234 Warszawa, ul. Działkowa 67
tel. 22 350 75 50, faks 22 350 75 51
eaz@ee-sa.pl
www.elektrometal-energetyka.pl

e²TANGO-2000 STP



Producent: Elektrometal Energetyka SA

Napięcie znamionowe, w [V]:
dc 110/220 (80–300 V), ac 230 (88–265 V)
w uzgodnieniu z producentem, np. 24; 48 V

Wymiary zewnętrzne (szer.xwys.xgł.), w [mm]:
222×103×187/234/281

Masa, w [kg]: 6

Stopień ochrony obudowy (kod IP): IP4X/IP54

Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]: od –10 do 55

Uwagi techniczne:

Sterownik polowy WN e²TANGO-2000 STP składa się z panelu operatorskiego i jednostki centralnej. Panel operatorski występuje w 4 wersjach wykonania (każdy wyposażony jest w kolorowy ekran 7 cali o wysokiej rozdzielczości 800×480). Jednostka centralna występuje w 3 wersjach wykonania z możliwością zabudowy różnej liczby kart rozszerzeń: J6 (6 kart), J10 (10 kart) i J14 (14 kart). Istnieje możliwość wyposażenia sterownika karty we/wy (do 168 wejść dwustanowych i do 39 wyjść przekaźnikowych) oraz karty wejść lub wyjść analogowych 4...20 mA, 0–10 V, karty pomiaru temperatury PT100 itp. Sterownik polowy e²TANGO-2000 STP ma szereg interfejsów komunikacyjnych, m.in.

USB, Ethernet, OPTO, RS-485, umożliwiających komunikację m.in. w protokołach IEC-103, Modbus, CANBus, Profibus, DNP3, IEC 61850. Sterownik polowy realizuje funkcje zabezpieczeniowe, pomiarowe, sterownicze i rejestracyjne (rejestratory zdarzeń, zakłóceń, jakości energii i parametrów sieci). Oprócz funkcji zabezpieczeniowych dla ochrony każdego rodzaju pola, sterownik realizuje szereg rodzajów automatyki, m.in. LRW, SCO, SPZ, SZR. Zespoły zabezpieczeń e²TANGO-2000 STP mogą być stosowane w polach o różnym przeznaczeniu i charakterze pracy, np. w polach transformatorowych WN/SN.



Elektrometal Energetyka SA

Pomysły z energią

Producent:

Elektrometal Energetyka SA
02-234 Warszawa, ul. Działkowa 67
tel. 22 350 75 50, faks 22 350 75 51
eaz@ee-sa.pl
www.elektrometal-energetyka.pl

STEROWNIKI POLOWE

Zespół zabezpieczeń iZAZ350



Producent: ZAZ-En sp. z o.o.

Napięcie znamionowe, w [V]: 110 DC/220 DC/230 AC
24 lub 60 DC w uzgodnieniu z producentem,

Wymiary zewnętrzne (szer.xwys.xgł.), w [mm]:
Obudowa typu: „S” (182×170×160), „M” (287×170×160),
„L” (431×170×160)

Masa, w [kg]: 5 kg/8 kg/11 kg

Stopień ochrony obudowy (kod IP): IP40 (IP54 płyta czołowa)

Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]: od -20 do 55

Uwagi techniczne:

Urządzenia iZAZ350 to seria cyfrowych zespołów automatyki zabezpieczeniowej o dużej mocy obliczeniowej, wielofunkcyjnych, realizujących komunikację poprzez protokoły MODBUS, IEC 60870-5-103, DNP3, CanBUS, IEC 61850. Jednostka centralna występuje w 3 wersjach S, M i L. W maksymalnym rozwiązaniu posiada 32 wejścia analogowe, 108 wejść dwustanowych i 108 wyjść przekaźnikowych. Zabezpieczenia te, mogą pracować w układach automatyki jako sterowniki pól SN, WN, zabezpieczeń PV i FW oraz generatorów. Dostępne automatyki: SCO, SPZ, SNO,

ZS, SZR, APZ, LRW, a także automatyka regulatora przełącznika zaczepów TRU oraz automatycznej synchronizacji generatora ASG. Istnieje możliwość zastosowania iZAZ350 jako zabezpieczenia odległościowego pięciostrefowego z charakterystykami poligonalnymi oraz lokalizacją miejsca zwarcia.



Producent:

ZAZ-En sp. z o.o.
41-100 Siemianowice Śląskie
ul. Marii Konopnickiej 13
tel. +48 32 726 69 23
marketing@zaz-en.pl
http://zaz-en.pl

Zespół zabezpieczeń iZAZ400



Producent: ZAZ-En sp. z o.o.

Napięcie znamionowe, w [V]: 110 DC/220 DC/230 AC
24 lub 60 DC w uzgodnieniu z producentem,

Wymiary zewnętrzne (szer.xwys.xgł.), w [mm]: 249×249×165

Masa, w [kg]: 8

Stopień ochrony obudowy (kod IP): IP40 (IP54 płyta czołowa)

Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]: od -20 do 55

Uwagi techniczne:

Urządzenia iZAZ400 to seria cyfrowych zespołów automatyki zabezpieczeniowej o dużej mocy obliczeniowej, wielofunkcyjnych, realizujących komunikację poprzez protokoły MODBUS, IEC 60870-5-103, DNP3, CanBUS, IEC 61850, o 12 wejściach analogowych (w różnych konfiguracjach). Urządzenia te, charakteryzujące się wysoką dokładnością i pewnością działania, mogą pracować w układach automatyki jako sterowniki pól średnich napięć, pól wysokich napięć, zabezpieczeń PV i FW oraz generatorów. Dostępne automatyki: SCO, SPZ, SNO, ZS, SZR, APZ, LRW, a także automatyka regulatora przełącznika zaczepów TRU oraz

automatycznej synchronizacji generatora ASG. Istnieje możliwość zastosowania iZAZ400 jako zabezpieczenia odległościowego pięciostrefowego z charakterystykami poligonalnymi oraz lokalizacją miejsca zwarcia.



Producent:

ZAZ-En sp. z o.o.
41-100 Siemianowice Śląskie
ul. Marii Konopnickiej 13
tel. +48 32 726 69 23
marketing@zaz-en.pl
http://zaz-en.pl

REKLAMA



RADOSŁAW LENARTOWICZ

EGZAMIN KWALIFIKACYJNY

GRUPA 1 Kurs przygotowawczy

Stan prawny styczeń 2026

Nowe wydanie: rozszerzone i uzupełnione

Zamówienia:

eib@ksiegarniatechniczna.com.pl
www.ksiegarniatechniczna.com.pl





Wynajem agregatów samojezdnych i stacjonarnych o mocy do 5000 kW
Szybkie dostawy sprzętu na terenie całej Polski
Agregaty przystosowane do zasilania urządzeń elektronicznych i pracy w synchronizacji
Duży wybór profesjonalnych agregatów prądotwórczych o mocy od 50 do 5000 kW



Agregaty

Niezawodne zasilanie i rozdział energii elektrycznej, doświadczona obsługa techniczna, całodobowa, profesjonalna pomoc.



Kable/najazdy

Wynajmujemy kable dla dużych mocy oraz bezpieczne najazdy – obciążenie aż do 7 ton.



Rozdzielnie

Różnego typu rozdzielnie z zabezpieczeniami pozwalające na sprawną kontrolę nad urządzeniami zasilającymi.

ZESPOŁY PRĄDOTWÓRCZE – PODSTAWOWE PARAMETRY

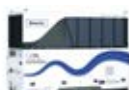
Dystrybutor	 Bergerat Monnoyeur Sp. z o.o. oddział Eneria 05-092 Łomianki k. Warszawy ul. Modlińska 11, Izabelin-Dziekanówek tel.: +48 607 294 320 agregaty@eneria.pl, www.eneria.pl	
Producent	Caterpillar	
Oznaczenie katalogowe	Seria XQP STAGE V	CATERPILLAR DE9,5–DE850
		
Parametry techniczne		
Znamionowa moc wyjściowa, w [kVA]	22–550	9,5–850
Znamionowe napięcie wyjściowe, w [V] (± regulacja napięcia, w [%])	3f~400 (±0,5)	3 fazy (400 V) regulacja napięcia +/-0,5%
Prąd znamionowy generatora I_n , w [A]	32–794 A w zależności od mocy	13,7–1227 A w zależności od mocy
Rodzaj pracy silnika	ciągła	dorywcza/ciągła
Typ silnika (pojemność silnika, w [cm ³])	silnik wysokoprężny CAT (pojemność zależnie od modelu)	silnik wysokoprężny CAT (pojemność zależnie od modelu)
Rozruch: ręczny/automatyczny/wbudowany układ SZR	+ / + / opcja	+ / + / opcja
Rodzaj paliwa (pojemność wbudowanego zbiornika, w [l])	olej napędowy (standardowa autonomia pracy 8 h przy 100% obciążenia)	olej napędowy (standardowa autonomia pracy 8 h przy 100% obciążenia)
Zużycie paliwa przy obciążeniu 75%, w [l/h]	od 4 l/h – 94,5 l/h	2,1–132 l/h w zależności od modelu
Sprawność prądnicy η przy obciążeniu 75%, w [%]	> 90% (zależnie od modelu)	> 90% (zależnie od modelu)
Dopuszczalne przeciążenie, w [%]	dla agregatów do pracy awaryjnej obciążenie zmienne bez możliwości przeciążenia; dla agregatów do pracy ciągłej 10% przez 1 h na każde 12 h pracy	dla agregatów do pracy awaryjnej obciążenie zmienne bez możliwości przeciążenia; dla agregatów do pracy ciągłej 10% przez 1 h na każde 12 h pracy
Współczynnik zawartości harmonicznych na wyjściu (THDu/THDi), w [%]	< 2%	< 2%
Współczynnik mocy $\cos \phi$ na wyjściu, w [-]	0,8	0,8
Współpraca z UPS-em/obciążenie początkowe, w [%]	tak/100	tak/100
Krotność prądu zwarciegowego na zaciskach oraz czas jego utrzymania	3· I_n przez 10 s	3· I_n przez 10 s
Zabezpieczenie: zwarciove/przeciążeniowe/termiczne	+ / + / +	+ / + / +
Stopień ochrony obudowy (kod IP)	w zależności od modelu	w zależności od modelu
Rodzaj obudowy	obudowa galwanizowana, podwójnie zabezpieczona dla pełnej ochrony przed czynnikami atmosferycznym	obudowy fabrycznie wyciszone i odporne na wpływ czynników atmosferycznych/wersje do zabudowy wewnątrz obiektu
Moc akustyczna L_{WA} w odległości 1 m, w [dB(A)]	w zależności od modelu	w zależności od modelu i sposobu zabudowy nawet 55 dB@1m
Wymiary zewnętrzne (dł.xszer.xwys.), w [mm]	w zależności od modelu	w zależności od modelu
Masa zespołu bez paliwa, w [kg]	w zależności od modelu	w zależności od modelu
Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]	od –20 do 40 (również wykonania specjalne)	od –20 do 40 (również wykonania specjalne)
Informacje dodatkowe		
Uwagi techniczne	homologowane podwozia projektowane specjalnie dla agregatów dostępne w wersjach jedno- i dwuosiowych, standardowa konfiguracja obejmuje wzmocnioną ramę, hamulec najazdowy, zaczep kulowy, koło podporowe, koło zapasowe, podpory stabilizacyjne, dyszel prosty lub łamany (tzw. „bocian”) oraz oznakowanie i oświetlenie obrysowe, zgodne z KD UE; wzmocniony zbiornik z wanną retencyjną, zgodny ze standardami DEFRA, 100% zabezpieczenia przed ewentualnymi wyciekami, zapewniający autonomię 24 h przy 75% obciążenia	oferta zespołów prądotwórczych CAT z silnikami C 1.1-C18 o mocy od 7,6 do 680 kW, charakteryzującymi się niskimi kosztami utrzymania; dzięki podramowym, solidnym, stalowym zbiornikom paliwa zespół zapewnia od 8 do 15 godzin pracy non stop (zależnie od modelu) przy obciążeniu na poziomie 100%; wytrzymałe, mocno wyciszone obudowy; możliwość montażu rozbudowanych układów paliwowych
Normy, atesty, certyfikaty, standardy, znaki jakości	ISO-8528, ISO 9001, ISO14001, IEC60034-1, IEC60034-22, ISO3046, ISO8528, NEMA MG 1-32, NEMA MG 1-33, 2004/108/EC, 2006/42/EC, 2006/95/EC, klasa G2 i G3, certyfikat CE, EURO STAGE V	ISO-8528, ISO 9001, ISO14001, IEC60034-1, IEC 60034-22, ISO 3046, ISO 8528, NEMA MG 1-32, NEMA MG 1-33, 2004/108/EC, 2006/42/EC, 2006/95/EC, klasa G2 i G3, certyfikat CE
Gwarancja, w [miesiącach]	12 (bez ograniczeń czasu pracy), opcja do 10 lat w systemie Caterpillar ESC	12 (bez ograniczeń czasu pracy), 60 standby (do 500 h/rok), opcja do 10 lat w systemie Caterpillar ESC

Dane zamieszczone w zestawieniu zostały nadesłane i zautoryzowane przez firmy

ZESPOŁY PRĄDOTWÓRCZE – PODSTAWOWE PARAMETRY



Bergerat Monnoyeur Sp. z o.o. oddział Eneria
05-092 Łomianki k. Warszawy
ul. Modlińska 11, Izabelin-Dziekanówek
tel.: +48 607 294 320
agregaty@eneria.pl, www.eneria.pl

Caterpillar		EODev
CATERPILLAR 3412-C175	Seria GC	GEH2
		
900–4000	33–1500	100
3 fazy (400 V) regulacja napięcia +/- 0,5%	3f~400 (±0,5)	400 VAC/480 VAC
1299–6300 w zależności od mocy dorywcza/ciągła	47,6–2165,1 w zależności od mocy dorywcza	159
Caterpillar, silnik wysokoprężny, pojemność zależnie od modelu	silnik wysokoprężny CAT (pojemność zależnie od modelu)	dorywcza/ciągła ogniwo paliwowe
+ / + / opcja	+ / + / opcja	+ / + / +
możliwość montażu rozbudowanych układów paliwowych	olej napędowy (standardowo autonomia pracy 8 h przy 100% obciążenia)	wodór
od 143,8 l/h zależnie od modelu	5,8–232,8 l/h w zależności od modelu	3,2 kg/hr
powyżej 90%, zależnie od modelu	>90% (zależnie od modelu)	98%
dla agregatów do pracy awaryjnej obciążenie zmienne bez możliwości przeciążenia; dla agregatów do pracy ciągłej 10% przez 1 h na każde 12 h pracy	brak możliwości	10/1 h
THF 2%	<2%	<2
0,8	0,8	0,8
tak/100	tak/100	tak/100
3·I _n przez 10 s	3·I _n przez 10 s	–
+ / + / +	+ / + / +	+ / + / +
w zależności od modelu	w zależności od modelu	IP43
zabudowy kontenerowe (również o bardzo wysokim stopniu wyciszenia)/ wersje do zabudowy wewnątrz obiektu	obudowy fabrycznie wyciszone i odporne na wpływ czynników atmosferycznych/wersje do zabudowy wewnątrz obiektu	zamknięta wyciszona
w zależności od modelu i sposobu zabudowy	w zależności od modelu i sposobu zabudowy nawet 55 dB@1m	<50
w zależności od modelu	w zależności od modelu	3300×1100×2252
w zależności od modelu	w zależności od modelu	3400
od –20 do 40 (również wykonania specjalne)	od –20 do 40 (również wykonania specjalne)	od –20 do 40
gama zespołów prądotwórczych z 6-, 12- i 6-cylindrowymi silnikami CAT serii C 032, 3400, 3500 oraz 175, moc silników: od 720 do 3200 kW; dzięki elektronicznie sterowanemu wtryskowi paliwa, zapewniającemu jego precyzyjne dawkowanie i szybką reakcję na zmiany obciążenia, gwarantują stabilną pracę nawet przy najbardziej wymagających odbiorach; możliwość montażu rozbudowanych układów paliwowych		możliwa instalacja w pomieszczeniu, możliwość hybrydyzacji z innymi generatorami; moc silnika: 88 kW
ISO-8528, ISO 9001, ISO14001, IEC60034-1, IEC 60034-22, ISO3046, ISO8528, NEMA MG 1-32, NEMA MG 1-33, 2004/108/EC, 2006/42/EC, 2006/95/EC, klasa G2 i G3, certyfikat CE		–
12 (bez ograniczeń czasu pracy), 24 (do 500 h/rok), opcja do 10 lat w systemie Caterpillar ESC		24

ZESPOŁY PRĄDOTWÓRCZE – PODSTAWOWE PARAMETRY

Dystrybutor	HIMOINSA A YANMAR COMPANY HIMOINSA POLSKA Sp. z o.o. 05-074 Stary Konik, Stary Konik 58 tel. 22 868 19 18, faks 22 868 19 31 polska@himoinsa.pl www.himoinsa.pl	
Producent	HIMOINSA	
Oznaczenie katalogowe	HFW-500 T5	HYW-45 T5 S5
Parametry techniczne		
Znamionowa moc wyjściowa, w [kVA]	538	48
Znamionowe napięcie wyjściowe, w [V] (± regulacja napięcia, w [%])	3f~400 (±1)	3f~400 (±1)
Prąd znamionowy generatora I_n , w [A]	800	80
Rodzaj pracy silnika	ciągła	ciągła
Typ silnika (pojemność silnika, w [cm³])	wysokoprężny	wysokoprężny/DPF
Rozruch: ręczny/automatyczny/wbudowany układ SZR	+ / + / opcja	+ / + / opcja
Rodzaj paliwa (pojemność wbudowanego zbiornika, w [l])	olej napędowy	olej napędowy
Zużycie paliwa przy obciążeniu 75%, w [l/h]	75,45	7,59
Sprawność prądnicy η przy obciążeniu 75%, w [-]	0,94	0,94
Dopuszczalne przeciążenie, w [%]	10/1 h	10/1 h
Współczynnik zawartości harmoniczných na wyjściu (THDu/THDi), w [%]	<2	<2
Współczynnik mocy $\cos \phi$ na wyjściu, w [-]	0,8	0,8
Współpraca z UPS-em/obciążenie początkowe, w [%]	tak/75	tak/75
Krotność prądu zwarcowego na zaciskach oraz czas jego utrzymania	3· I_n przez 10 s	3· I_n przez 10 s
Zabezpieczenie: zwarcowe/przeciążeniowe/ termiczne	+ / + / +	+ / + / +
Stopień ochrony obudowy (kod IP)	IP44	IP44
Rodzaj obudowy	zamknięta wyciszona	zamknięta wyciszona
Moc akustyczna L_{WA} w odległości 1 m, w [dB(A)]	90	64
Wymiary zewnętrzne (dł.xszer.xwys.), w [mm]	4100×1600×2200	2350×1110×1450
Masa zespołu bez paliwa, w [kg]	4707	1255
Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]	od –30 do 50	od –30 do 50
Informacje dodatkowe		
Uwagi techniczne	mikroprocesowy panel sterowania z wyświetlaczem LCD do monitoringu pracy CAN/LAN, CAN/USB, C2CLOUD-GSM/GPRS, praca równoległa, synchronizacja z siecią lub zespołem agregatów	mikroprocesowy panel sterowania z wyświetlaczem LCD do monitoringu pracy CAN/LAN, CAN/USB, C2CLOUD-GSM/GPRS, możliwość powiększenia zbiornika paliwa
Normy, atesty, certyfikaty, standardy, znaki jakości	2014/30/UE, 2006/42/CE, 2014/35/UE, 2000/14/WE, EN 12100, EN 13857, EN 60204, ISO 3046, ISO 8528-1:2018	Stage V, 2006/42/CE, 2014/30/UE, 2014/35/UE, 2000/14/WE, 2005/88/WE, 97/68/WE, 2012/46/EU, EN 12100, EN 13857, EN 60204, ISO 3046, ISO 3046, ISO 8528-5:2018, ISO 8528-1:2018
Gwarancja, w [miesiącach]	24	24

Dane zamieszczone w zestawieniu zostały nadesłane i zautoryzowane przez firmy

ZESPOŁY PRĄDOTWÓRCZE – PODSTAWOWE PARAMETRY

SUMERA
Iotor
AGREGATY PRĄDOTWÓRCZE



Sumera Motor sp. z o.o. sp.k.
34-120 Andrychów, ul. Przemysłowa 50
tel. 33 870 40 60
biuro@sumeramotor.pl
www.sumeramotor.pl

Sumera Motor sp. z o.o. sp.k.

SMG-20....600L/I/SD



SMG-20....600L/I/SD-S



SMG-20....100L-S/5



20–600

3f~400(±1)

28–867

ciągła lub awaryjna

wysokoprężny KOHLER, IVECO, ANDORIA,
1500 obr./min 1900–16000

+ / + / opcja

olej napędowy (80–1000)

4,5–115

86–96%

10%

<2

0,8

tak/70

3·I_n przez 10 s

+ / + / +

IP23

otwarty do montażu w pomieszczeniu

agregat otwarty do montażu w pomieszczeniu

od 1400×800×980
do 4500×1500×2300

350–6000

od –40 do 50

pełne zabezpieczenie silnika i prądnicy; wyłącznik
magnetotermiczny 4-biegunowy; na życzenie
klienta: modem GSM, komunikacja Ethernet, montaż
dodatkowych gniazd wg możliwości, wybór koloru
obudowy (standard RAL 1028)

klasa H; Dyrektywy 2006/42/WE; 2006/95/WE;
2004/108/WE; 2000/14/WE; Normy En60034-1;
IEC34-1; EN60439-1; PN-EN12601, PN-EN1679-1,
PN-IEC60364-5-551; PN-ISO8528-1; PN-ISO8528-2;
PN-ISO8528-4; PN-ISO8528-5; PN-ISO8528-6

12–60

20–600

3f~400(±1)

28–867

ciągła lub awaryjna

wysokoprężny KOHLER, IVECO, ANDORIA,
1500 obr./min 1900–16000

+ / + / opcja

olej napędowy (80–1000)

4,5–115

86–96%

10%

<2

0,8

tak/70

3·I_n przez 10 s

+ / + / +

IP44

zamknięta wyciszona

90–97

od 1400×800×980
do 4500×1500×2300

350–6000

od –40 do 50

obudowa ze stali ocynkowanej, pełne zabezpieczenie
silnika i prądnicy; wyłącznik magnetotermiczny
4-biegunowy; na życzenie klienta: modem GSM,
komunikacja Ethernet, montaż dodatkowych gniazd
wg możliwości, wybór koloru obudowy
(standard RAL 1028)

klasa H; Dyrektywy 2006/42/WE; 2006/95/WE;
2004/108/WE; 2000/14/WE; Normy En60034-1;
IEC34-1; EN60439-1; PN-EN12601, PN-EN1679-1,
PN-IEC60364-5-551; PN-ISO8528-1; PN-ISO8528-2;
PN-ISO8528-4; PN-ISO8528-5; PN-ISO8528-6

12–60

20–100

3f~400(±1)

28–144

ciągła lub awaryjna

wysokoprężny KOHLER KDi TCR Stage V
1500 obr./min 1900–3400

+ / + / opcja

olej napędowy (90–240)

4,5–23,5

86–93%

10%

<2

0,8

tak/70

3·I_n przez 10 s

+ / + / +

IP44

zamknięta wyciszona – agregat przewoźny

90–97

od 2200×900×1360
do 2620×1100×1790

630–1520

od –40 do +50

silnik spełniający normę emisji spalin STAGE V, obudowa
ze stali ocynkowanej, pełne zabezpieczenie silnika
i prądnicy; wyłącznik magnetotermiczny 4-biegunowy;
na życzenie klienta: modem GSM, komunikacja Ethernet,
montaż dodatkowych gniazd wg możliwości, wybór
koloru obudowy (standard RAL 1028)

klasa H; Dyrektywy 2006/42/WE; 2006/95/WE;
2004/108/WE; 2000/14/WE; Normy En60034-1;
IEC34-1; EN60439-1; PN-EN12601, PN-EN1679-1,
PN-IEC60364-5-551; PN-ISO8528-1; PN-ISO8528-2;
PN-ISO8528-4; PN-ISO8528-5; PN-ISO8528-6

12–60

ZESPOŁY PRĄDOTWÓRCZE – PODSTAWOWE PARAMETRY

Dystrybutor	FAST Group Sp. z o.o. 00-391 Warszawa, Al. 3 Maja 12 tel. 22 625 10 18, faks 22 625 19 19 info@fast-group.com.pl www.fast-group.com.pl	Riello Delta Power Sp. z o.o. 02-849 Warszawa ul. Krasnowolska 82R tel. 22 379 17 00 faks 22 379 17 01 biuro.warszawa@deltapower.pl www.riello-deltapower.pl
Producent	FAST Group Sp. z o.o.	VISA SpA
Oznaczenie katalogowe	Hercules D/IA – D/VP	V415B
Parametry techniczne		
Znamionowa moc wyjściowa, w [kVA]	30–800	410/450
Znamionowe napięcie wyjściowe, w [V] (± regulacja napięcia, w [%])	3f~400 (±1)	3f~400 (±1)
Prąd znamionowy generatora I_n , w [A]	43–1250	586
Rodzaj pracy silnika	dorywcza/ciągła	ciągła/dorywcza
Typ silnika (pojemność silnika, w [cm ³])	wysokoprężny (3200–20 080)	wysokoprężny (12 130)
Rozruch: ręczny/automatyczny/wbudowany układ SZR	+ / + / opcja	+ / + / opcja
Rodzaj paliwa (pojemność wbudowanego zbiornika, w [l])	olej napędowy (100–3000)	olej napędowy (890)
Zużycie paliwa przy obciążeniu 75%, w [l/h]	6,5–113	61,3
Sprawność prądnicy η przy obciążeniu 75%, w [%]	0,92–0,95	0,941
Dopuszczalne przeciążenie, w [%]	10/1 h	10/1 h
Współczynnik zawartości harmonicznych na wyjściu (THDu/THDi), w [%]	≤ 3	< 2
Współczynnik mocy $\cos \phi$ na wyjściu, w [-]	0,8	0,8
Współpraca z UPS-em/obciążenie początkowe, w [%]	tak/50–75	tak/100
Krotność prądu zwarcowego na zaciskach oraz czas jego utrzymania	3· I_n przez 10 s	3· I_n przez 5–30 s (regulowana)
Zabezpieczenie: zwarcowe/przeciążeniowe/ termiczne	+ / + / opcja	+ / + / +
Stopień ochrony obudowy (kod IP)	IP23 (opcjonalnie wyższa)	IP23 (wersja otwarta)
Rodzaj obudowy	otwarta, zamknięta wyciszona lub kontenerowa	otwarta (opcja: zamknięta wyciszona)
Moc akustyczna L_{WA} w odległości 1 m, w [dB(A)]	w obudowie standard ≤ 85	< 112
Wymiary zewnętrzne (dł.xszer.xwys.), w [mm]	od 1600×700×1235 do 6058×2438×2591	2050×1300×3100
Masa zespołu bez paliwa, w [kg]	od 676 do 8236	3580
Temperatura pracy (otoczenia), w [°C]	od –30 do 50	od –30 do 45
Informacje dodatkowe		
Uwagi techniczne	krótki czas i niezawodny rozruch, pełna automatyka startu i nadzoru pracy, tryby: automatyczny, ręczny, niskie zużycie paliwa, mechaniczny lub elektroniczny regulator obrotów, praca równoległa agregat–agregat lub sieć–agregat	opcjonalnie: panel do pracy równoległej agregatów lub z siecią, zbiorniki paliwa o różnej pojemności, zabudowy agregatu w osłonach, kontenerach, podwozia jezdne
Normy, atesty, certyfikaty, standardy, znaki jakości	CE, ISO 9001, klasa G2 lub G3 (PN-ISO 8528-1)	CE, ISO 9001:2000, ISO 14001, TA Luft/2, EPA:TIER 2, klasa G3
Gwarancja, w [miesiącach]	24	24 (możliwość wydłużenia)

Dane zamieszczone w zestawieniu zostały nadesłane i zautoryzowane przez firmy

ZESPOŁY PRĄDOTWÓRCZE – PODSTAWOWE PARAMETRY



Virtute Maris Sp. z o.o.
02-801 Warszawa
ul. Puławska 405
Mobile +48 600666346
pawel.mazuruk@virtutemaris.pl
www.virtutemaris.pl



Zolmot Energia J.B. Zieliński sp.j.
62-025 Kostrzyn Wlkp.
ul. Okrężna 11
tel. 61 8178 973, faks 61 8178 738
biuro@zolmotenergia.com.pl
www.zolmotenergia.com.pl

Lister Petter

LPP4200iS/M



Zolmot Energia

ZE10...2500PE5x



4,2

10–2500

230

3f~400 (±0,5–1)

15–3620

ciągła

dorywcza/ciągła

benzynowy, LP224i, 224

wysokoprężny Perkins (1131–61 123)

w wersji M rozruch elektryczny

+/-/+

benzyna, 12 litrów

olej napędowy (75–3000)

1,5

2–373

0,90

85–96

10/1h

10/1 h

<2,5

<2/w zależności od rodzaju obciążenia

1,0

0,8

tak/-

3·I_n przez 10 s

+/-/+

IP54

IP23

zamknięta wyciszona

otwarty/wyciszony

<75

84–97

690 x 530 x 565

od 950×1270×710
do 2750×6100×2250

49

od 400 do 12500

od –20 do 40

od –30 do 50

możliwość pracy na balkonach, tarasach, campingach

możliwość powiększenia zbiornika paliwa, praca równoległa, synchronizacja z siecią, komunikacja poprzez Ethernet, RS-232, RS-485 lub GSM, możliwość podłączenia do usługi Teleserwis

CE, inwerterowy

CE, klasa G2/G3 (PN-ISO 8528-1),
PN-EN 60204-1, PN-EN 61000-6-4

24

12 (możliwość wydłużenia)

ETI



ETITEC ML

T123 300/12,5

Typ 1 + Typ 2 + Typ 3
1+0, 2+0, 3+0, 4+0, 1+1, 3+1; RC

ETITEC CM

T23 275/20

Typ 2 + Typ 3
2+0, 4+0, 1+1, 3+1; RC



Ograniczniki przepięć przeznaczone do ochrony instalacji elektrycznych prądu przemiennego (AC) przed skutkami przepięć łączeniowych oraz przepięć powstałych w następstwie wyładowań atmosferycznych.

Uproszczony projekt przyłącza napowietrznego do linii elektroenergetycznej 3 x 230/400 V

Podstawa opracowania

1. Zlecenie inwestora.
2. Warunki techniczne przyłączenia wydane przez spółkę dystrybucyjną.
3. Wizja lokalna w budynku.
4. PN-HD 60364-5-52:2011 *Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5-52: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Oprzewodowanie.*
5. PN-HD 60364-4-41:2017-09 *Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym.*
6. N SEP-E 001 *Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przed porażeniami.*
7. 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 21.09.2026.
8. Album projektowy przyłączy napowietrznych i kablowych niskiego napięcia wykonanych przewodami izolowanymi (AsXSn) oraz kablami (YKY, YKXS, YAKY, YAKXS) – opracowanie SICAME Polska 2014.

Podstawa opracowania

Osiedle domków jednorodzinnych, na którym wznoszony będzie projektowany budynek, jest zasilane z linii napowietrznej wykonanej kablem AsXSn 4x70 rozwieszonym na słupach wirowanych. Linia nn jest zasilana z systemu elektroenergetycznego przez transformator SN/nn o mocy 250 kVA. Plan elektroenergetycznej linii nn zasilającej osiedle przedstawia **rysunek 1.**, na którym określono szczytowe spodziewane pobory mocy w charakterystycznych punktach linii.

Wyciąg z warunków technicznych przyłączenia wydanych przez spółkę dystrybucyjną

Budynek należy przyłączyć do istniejącej elektroenergetycznej linii napowietrznej nn za pomocą kabla AsXSn 4x16 lub o przekroju większym – w zależności od wyników obliczeń.

Na elewacji budynku należy zainstalować szafkę złączowo-licznikową. Bezpośredni układ pomiarowy zużytej energii należy zainstalować w szafce złączowo-licznikowej. Układ zasilania sieci dystrybucyjnej: TN-C. Układ zasilania w instalacji odbiorcy: TN-C-S.

Moc umowna $P_u = 12,5 \text{ kW}$ przy współczynniku $\text{tg } \varphi \leq 0,4$ ($\cos \varphi \geq 0,93$). Projekt przyłącza należy uzgodnić w spółce dystrybucyjnej wydającej warunki zasilania.

Stan projektowany

Pomiędzy słupem nr 7/I (**rys. 1.**) a projektowanym budynkiem należy rozwiesić przęsło przyłącza wykonane kablem AsXSn 4x25. Kabel przy-

łącza należy wprowadzić do szafki złączowo-licznikowej zainstalowanej na elewacji budynku, z której należy wyprowadzić WLZ, wykonany kablem YKYżo 5x10 do zasilania rozdzielnic budynku (poza zakresem opracowania). Schemat zasilania budynku przedstawia **rysunek 2.** Profil projektowanego przyłącza przedstawia **rysunek 3.**

Obliczenia

Dobór kabla przyłącza ze względu na zwarcia

- » parametry zwarciove transformatora (tabela Z.3.3 w: J. Wiatr, M. Orzechowski, „Poradnik projektanta elektryka”, Warszawa 2012):

$$R_T = 0,0092 \Omega$$

$$X_T = 0,0304 \Omega$$

- » linia elektroenergetyczna nn, wykonana kablem AsXSn 4x70, o długości 320 m:

$$R_l = \frac{l}{\gamma \cdot S} = \frac{320}{35 \cdot 70} = 0,13 \Omega$$

- » wymagany przekrój przewodów przyłącza przy zwarcu symetrycznym (zwarcie w miejscu przyłączenia do istniejącej linii elektroenergetycznej):

$$Z_{k_3} = \sqrt{(R_T + R_l)^2 + (X_T)^2} = \sqrt{(0,0092 + 0,13)^2 + 0,0304^2} \approx 0,14 \Omega$$

$$I_{k_3} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k_3}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 0,14} \approx 1651 \text{ A}$$

Przy wyznaczonej wartości spodziewanego prądu zwarcia symetrycznego zadziałanie bezpiecznika WTN1gG125 nastąpi w czasie nie dłuższym od 0,1 s, przez co dla wyznaczenia wymaganego minimalnego przekroju przewodów przyłącza należy posłużyć się wartością całki Joule’a wyłączenia.

$$S \geq \frac{1}{k} \cdot \sqrt{\frac{I^2 \cdot t_w}{1}} = \frac{1}{74} \cdot \sqrt{\frac{104000}{1}} \approx 4,36 \text{ mm}^2 \ll 16 \text{ mm}^2$$

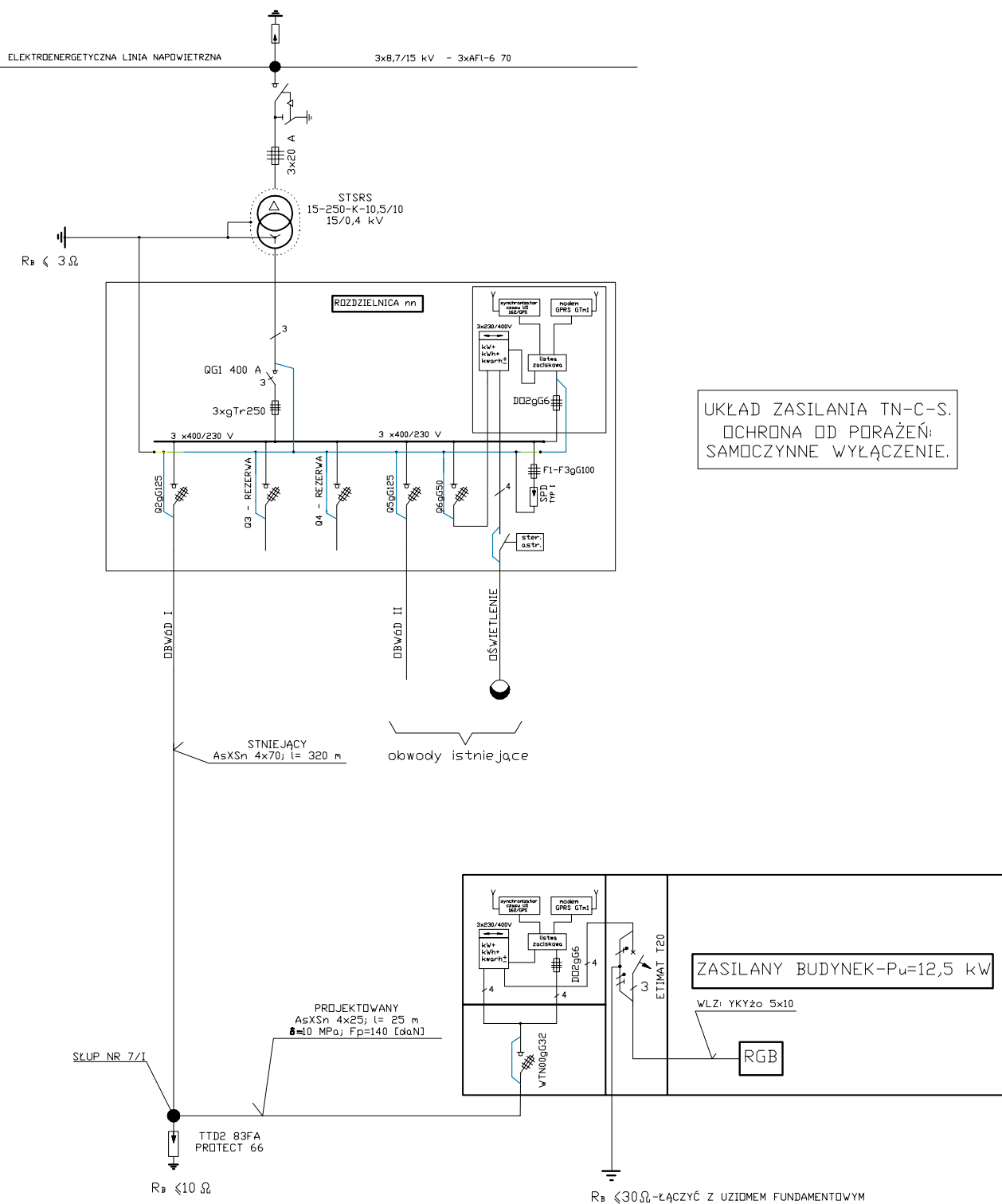
- » wymagany przekrój przewodów przyłącza przy zwarcu jednofazowym:

$$Z_{k_1} = \sqrt{(R_T + 2 \cdot R_l)^2 + (X_T)^2} = \sqrt{(0,0092 + 2 \cdot 0,13)^2 + 0,0304^2} \approx 0,27 \Omega$$

$$I_{k_1} = \frac{U_o}{Z_{k_1}} = \frac{230}{0,27} = 851,85 \text{ A}$$

Przy takiej wartości spodziewanego prądu zwarcia jednofazowego w miejscu przyłączenia kabla przyłącza do istniejącej linii elektroenerge-





Rys. 2. Schemat zasilania budynku rys. J. Wiatr

tycznej, przewidywany czas trwania zwarcia, odczytany z charakterystyki $T=f(I_k)$ bezpiecznika topikowego WTN1gG125, wyniesie 4 s.

$$S \geq \frac{1}{k} \cdot \sqrt{\frac{I^2 \cdot T_k}{1}} = \frac{1}{74} \cdot \sqrt{\frac{851^2 \cdot 4}{1}} = 23 \text{ mm}^2 > 16 \text{ mm}^2$$

Należy zatem przyjąć kabel AsXS_n 4x25.

Sprawdzenie dobranego kabla z warunku spadku napięcia (wartości P_i oraz I_i zostały określone na rys. 1.):

$$\begin{aligned} \Delta U &= \frac{100 \cdot 10^3}{\gamma \cdot S \cdot U_n^2} \cdot \sum_{i=1}^5 P_i \cdot I_i + \frac{P_u}{\gamma \cdot S \cdot U_f^2} = \\ &= \frac{10^5}{35 \cdot 70 \cdot 400^2} \cdot (82,5 \cdot 20 + 75,6 \cdot 50 + 35 \cdot 50 + 26,25 \cdot 50 + 20 \cdot 50 + 12,5 \cdot 50) + \\ &\quad + \frac{12500 \cdot 35 \cdot 100}{35 \cdot 25 \cdot 400^2} \approx 2,9\% < 5\% \end{aligned}$$

Dobór zabezpieczeń zalicznikowych:

$$I_n \geq \frac{P_u}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{12500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,93} \approx 19,43 \text{ A}$$

Należy przyjąć zabezpieczenie przeciążeniowe ETIMAT T20.

Jako zabezpieczenie przedlicznikowe (zwarceniowe) należy przyjąć bezpieczniki topikowe WTN00gG32.

Spodziewany prąd zwarcia jednofazowego na końcu przyłącza:

$$\begin{aligned} R_p &= \frac{I_p}{\gamma \cdot S} = \frac{35}{35 \cdot 25} = 0,04 \Omega \\ Z_{k1} &= \sqrt{(R_T + 2 \cdot R_l + 2 \cdot R_p)^2 + (X_T)^2} = \\ &= \sqrt{(0,0092 + 2 \cdot 0,13 + 2 \cdot 0,04)^2 + 0,0304^2} \approx 0,35 \Omega \\ I_{k1} &= \frac{0,8 \cdot U_o}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1}} = \frac{184}{0,35} = 525,71 \text{ A} > I_a = 288 \text{ A} \end{aligned}$$

Spodziewany prąd zwarcia jednofazowego w szafce złączowo-licznikowej gwarantuje samoczynne wyłączenie bezpiecznika topikowego WTN00gG32 w czasie nie dłuższym od 0,2 s. Przyjęty układ zabezpieczeń umożliwia instalowanie w rozdzielnicach budynku wyłączników nadprądowych instalacyjnych o prądzie znamionowym do 16 A oraz gwarantuje zachowanie wybiórczości działania w całej projektowanej instalacji budynku, z jednoczesnym ograniczeniem poboru mocy do wartości umownej przyjętej w umowie przyłączeniowej.

Uwagi końcowe

1. Ochrona przeciwporażeniowa przy uszkodzeniu – samoczynne wyłączenie.
2. Wszelkie prace montażowe w zakresie projektowanego przyłącza należy wykonać zgodnie z wymaganiami „Albumu projektowego przyłączy napowietrznych i kablowych niskiego napięcia wykonanych przewodami izolowanymi (AsXS_n) oraz kablami (YKY, YKXS, YSKY, YAKXS)” – opracowanie: SICAME Polska.
3. Po wykonaniu instalacji należy przeprowadzić pomiary i procedury odbiorcze, zgodnie z wymaganiami normy PN-HD 60364-6.
4. Szafka złączowo-licznikowa instalowana na elewacji w II klasie ochronności.



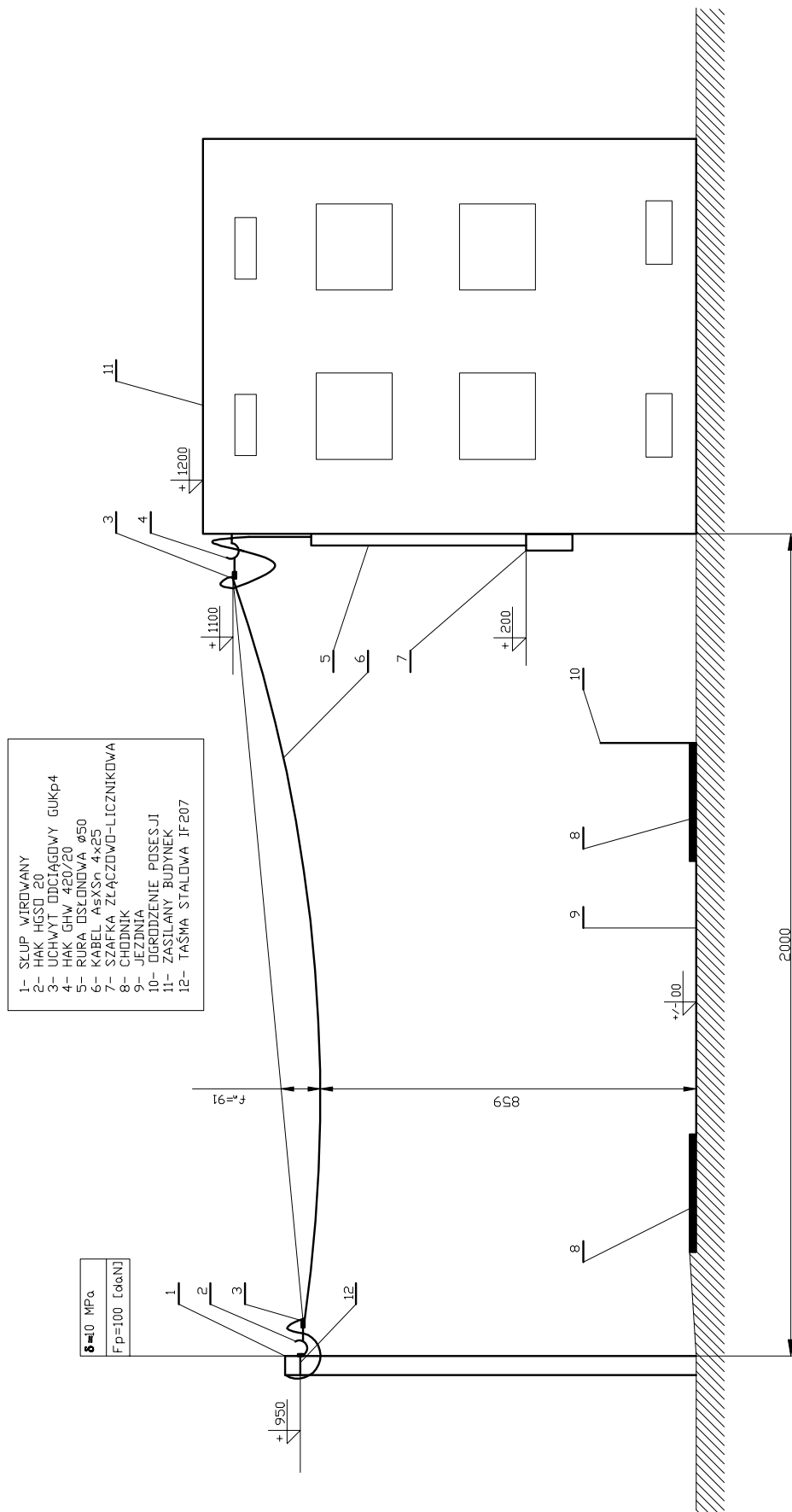
HVI light plus

przewód odprowadzający
o izolacji wysokonapięciowej

- ochrona przed napięciem dotykowym
- równoważny odstęp separujący w powietrzu: 60 cm
- dopuszczenie do stosowania w strefach zagrożonych wybuchem (Ex)
- klasa odporności ogniowej Eca
- jednodrutowa żyła wewnętrzna
- bezahalogenowy
- kolor szary sygnałowy (RAL 7004), możliwość malowania
- nie jest konieczne dodatkowe połączenie wyrównawcze



DEHN protects.



Rys. 3. Profil projektowanego przyłącza rys. J. Wiatr

Kształtujemy bezpieczniejszą przyszłość



QDX



MSX



90 RCD



ReStart



90 MCB



90 AM

Energy

Bezpieczna instalacja. Sprawdzonej jakości.

Dzięki ponad 25-letniemu doświadczeniu w zakresie ochrony i dystrybucji energii oraz ponad 50-letniej historii firmy, dostarczamy systemy tworzone z myślą o trwałości. Każdy produkt jest z dumą projektowany we Włoszech, łącznie z wysoką jakością, niezawodnością i dbałością o detale. Bo prawdziwy spokój zaczyna się od sprawdzonych rozwiązań.

5 lat gwarancji

na aparaturę modułową Gewiss na projektach*

*Zapytaj swojego dystrybutora lub opiekuna handlowego o szczegóły warunków 5 letniej gwarancji.

GEWISS

Trendy w rozwoju zasilania obiektów Data Center (część 2.)

Zapotrzebowanie energetyczne oraz trendy architektoniczne

Dynamiczny rozwój obiektów Data Center powiązany jest ściśle z problemem zapotrzebowania energetycznego (ewolucja oraz prognozy). Rozwój Data Center to również widoczne zmiany w trendach architektonicznych.

Zapotrzebowanie energetyczne: ewolucja i prognozy

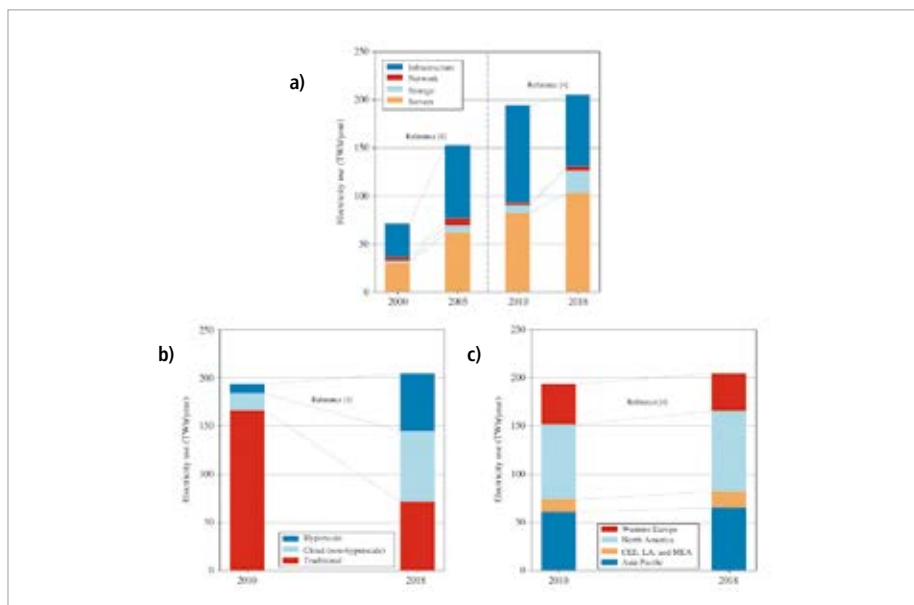
Zapotrzebowanie energetyczne centrów danych stanowi jeden z kluczowych parametrów determinujących rozwój infrastruktury IT. Dynamiczny wzrost liczby usług cyfrowych, migracja do środowisk chmurowych oraz rosnąca gęstość upakowania serwerów powodują systematyczne zwiększanie mocy przyłączeniowej wymaganej przez Data Center. W początkowym okresie rozwoju centrów danych zapotrzebowanie energetyczne było zbliżone do potrzeb niewielkich serwerowni korporacyjnych, jednak w miarę rozwoju usług 24/7 oraz platform przetwarzania rozproszonego obiekty zaczęły osiągać moce rzędu kilku, a następnie kilkunastu megawatów, kończąc na obecnych trendach sięgających kilkudziesięciu megawatów, a nawet setek megawatów dla poszczególnych kampusów Data Center. **Rysunek 1.** przedstawia globalne zużycie energii elektrycznej przez centra danych, z podziałem na główne elementy infrastruktury (a), typ obiektu (tradycyjne, chmurowe i hyperscale) (b) oraz regiony geograficzne (c). Zestawienie ilustruje zarówno historyczny wzrost zapotrzebowania na energię, jak i zmianę struktury jej wykorzystania wynikającą z rozwoju usług chmurowych oraz ekspansji dużych operatorów hyperscale [1].

W kolejnych latach zapotrzebowanie energetyczne centrów danych zaczęło rosnąć szybciej niż tempo wzrostu liczby użytkowników sieci energetycznej, co wynika przede wszystkim

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono zagadnienia dotyczące zapotrzebowania energetycznego (ewolucja oraz prognozy) oraz omówiono trendy architektoniczne Data Center.

Słowa kluczowe: Data Center, zapotrzebowanie energetyczne, prognozy, trendy architektoniczne.



Rys. 1. Globalne zużycie energii przez centra danych według sposobu wykorzystania, typu centrum danych oraz regionu geograficznego, wg [1]

z intensyfikacji obciążeń obliczeniowych oraz stosowania serwerów o coraz wyższej gęstości mocy. Organizacje branżowe wskazują, że mimo znacznej poprawy efektywności energetycznej infrastruktury krytycznej, całkowite zużycie energii przez Data Center nadal dynamicznie rośnie. Według analiz Międzynarodowej Agencji Energii (IEA) oraz raportów Uptime Institute, udział centrów danych w globalnym zużyciu energii elektrycznej wynosi już ok. 2–3% i może sięgnąć poziomu 5–8% w najbliższej dekadzie [2].

Wzrost zapotrzebowania na energię wywołuje również konsekwencje systemowe, szczególnie w krajach o wysokiej koncentracji infrastruktury chmurowej. Raporty branżowe zwracają uwagę na konieczność rozbudowy infrastruktury elektroenergetycznej, budowę nowych stacji transformatorowych oraz wprowadzanie ograniczeń dla lokalizacji nowych Data Center w regionach o niewystarczającej dostępności mocy

przyłączeniowej. W wielu państwach europejskich, m.in. w Irlandii i Holandii, wprowadzono regulacje, które uzależniają możliwość budowy nowych centrów danych od oceny ich wpływu na sieć elektroenergetyczną [2, 3].

Równolegle rośnie znaczenie efektywności energetycznej systemów Data Center. Parametr PUE (Power Usage Effectiveness) stał się jednym z kluczowych wskaźników porównawczych i jest wykorzystywany zarówno przez operatorów, jak i inwestorów do oceny efektywności infrastruktury. Obecne trendy obejmują stosowanie technologii odzysku ciepła, chłodzenia adiabatychnego oraz automatycznej optymalizacji pracy systemów zasilania i chłodzenia z wykorzystaniem algorytmów sztucznej inteligencji [3].

Prognozy rozwoju wskazują, że w kolejnych latach istotną rolę w ograniczaniu zużycia energii odegra integracja Data Center z lokalnymi źródłami odnawialnymi oraz budowa regionalnych mikrosieci energetycznych. W niektórych

regionach, szczególnie w krajach skandynawskich, obserwuje się trend lokalizowania nowych centrów danych w pobliżu dużych farm wiatrowych lub elektrowni wodnych, co pozwala na ograniczenie emisji związanych z produkcją energii oraz zmniejszenie obciążeń infrastruktury przesyłowej [3].

W kontekście rosnącego wpływu centrów danych na krajowy system elektroenergetyczny istotne znaczenie mają również inicjatywy branżowe realizowane w ramach Stowarzyszenia Polish Data Center Association (PLDCA). Organizacja ta prowadzi działania mające na celu rozwój polskiego sektora centrów danych, reprezentowanie branży w relacjach ze społeczeństwem, administracją publiczną, regulatorami oraz międzynarodowymi instytucjami, a także upowszechnianie wiedzy na temat roli Data Center w gospodarce cyfrowej. Współautor artykułu aktywnie uczestniczy w pracach PLDCA, co pozwala na bieżące monitorowanie trendów technologicznych i zmian regulacyjnych dotyczących infrastruktury Data Center w Polsce. Jednym z obszarów analiz podejmowanych przez Stowarzyszenie są zagadnienia związane z efektywnością energetyczną, w tym wykorzystaniem ciepła odpadowego pochodzą-

cego z systemów chłodzenia centrów danych, co stanowi istotny kierunek rozwoju w kontekście transformacji energetycznej i zwiększania udziału technologii niskoemisyjnych w gospodarce.

Wzrost zużycia energii w Data Center

Rosnące zapotrzebowanie na energię w centrach danych jest konsekwencją intensywnego wzrostu mocy obliczeniowej oraz rozwoju usług chmurowych, mediów strumieniowych i aplikacji opartych na sztucznej inteligencji. Wzrost wolumenu danych przetwarzanych w skali globalnej powoduje konieczność stosowania coraz bardziej wydajnych układów serwerowych oraz infrastruktury sieciowej, co bezpośrednio przekłada się na całkowite zużycie energii w obiektach Data Center [1, 2].

Istotnym czynnikiem determinującym wzrost zużycia energii jest zwiększająca się gęstość upakowania szaf serwerowych. W nowoczesnych obiektach wartości rzędu kilkunastu kilowatów na szafę stały się standardem, a wdrażanie infrastruktury przeznaczonej do obciążeń AI prowadzi do obciążeń przekraczających nawet 30-40 kW na pojedynczy rack [1, 2].

Raporty Uptime Institute oraz analizy branżowe wskazują, że całkowite zużycie energii elektrycznej przez centra danych wzrosło w ostatniej dekadzie o kilkadziesiąt procent, pomimo postępu technologicznego w zakresie efektywności energetycznej infrastruktury chłodzenia i zasilania. Oznacza to, że zyski wynikające z poprawy parametrów PUE są kompensowane przez gwałtowny wzrost zapotrzebowania na moc obliczeniową [2].

Z perspektywy projektowej, kluczowe jest uwzględnienie planowanego wzrostu obciążenia w całym okresie eksploatacji obiektu. Centra danych projektowane na horyzont 15-20 lat muszą zapewnić możliwość zwiększenia mocy infrastruktury krytycznej, co w praktyce oznacza konieczność stosowania modułowych systemów UPS, skalowalnych transformatorów oraz możliwości rozbudowy przyłącza energetycznego lub budowy specjalnych punktów zasilania [1, 2].

Współautor niniejszego artykułu, projektując obiekty dla międzynarodowych klientów z segmentu hyperscale, ma na co dzień styczność z najnowszymi wymaganiami dotyczącymi zasilania szaf rack zarówno o niskiej, jak i bardzo wysokiej gęstości mocy. Jeszcze około roku temu

REKLAMA

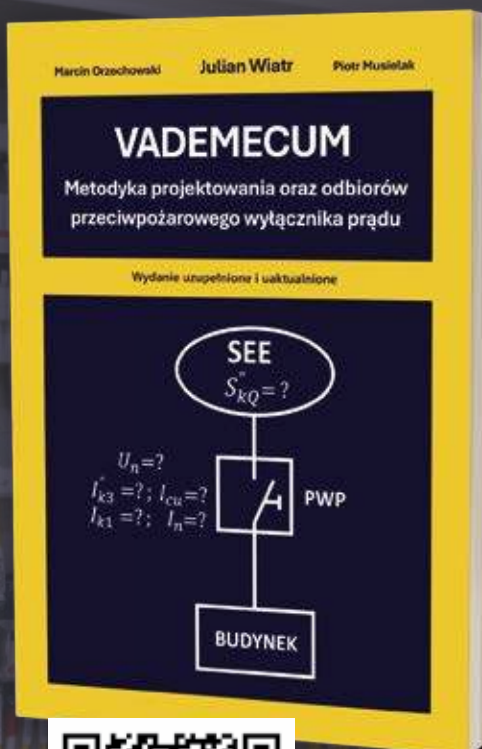
Marcin Orzechowski

Julian Wiatr

Piotr Musielak

VADEMECUM

Metodyka projektowania
oraz odbiorów
przeciwpożarowego
wyłącznika prądu



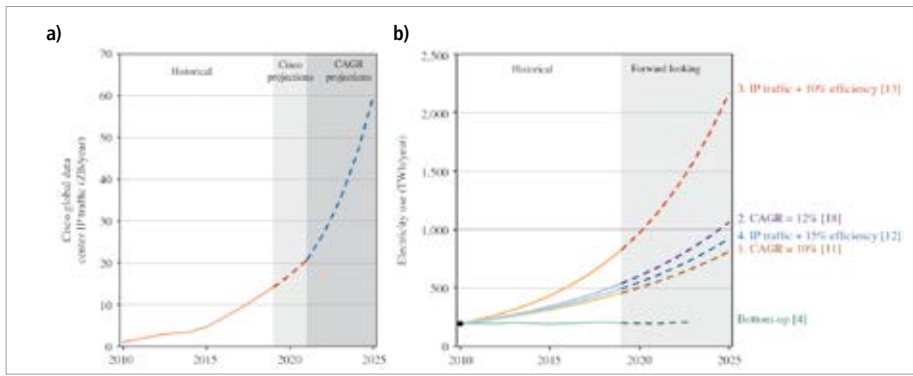
Nowe wydanie: rozszerzone i uzupełnione

Zamówienia:

eib@ksiegarniatechniczna.com.pl

www.ksiegarniatechniczna.com.pl

epirasa.pl ca50b5fb7a



Rys. 2. Prognozy wzrostu ruchu IP oraz zapotrzebowania energetycznego centrów danych w zależności od przyjętego modelu analiz prognostycznych, wg [1]

w dokumentacjach projektowych szafy serwerowe o niskiej gęstości mocy definiowano jako jednostki o obciążeniu do ok. 17,2 kW na szafę. Dla takich szaf zakładano maksymalnie 300 kW mocy całkowitej na pojedynczy rząd, przy średniej wartości 200 kW oraz typowej liczbie 24 szaf w rzędzie (22 szafy serwerowe oraz 2 szafy sieciowe). Szafy serwerowe o wysokiej gęstości mieściły się natomiast w przedziale 34-130 kW na jednostkę. W ich przypadku wymagano już zastosowania wielu obwodów o prądzie znamionowym 63 A na każdy tor zasilania w redundancji 2N (przy konieczności ograniczenia prądu zwarcowego do poziomu 10 kA na pojedynczą szafę). Dla takich rzędów przyjmowano maksymalnie 680 kW mocy całkowitej i średnio 500 kW na rząd, również przy założeniu 24 szaf rack (w tym 16 szaf serwerowych oraz 8 sieciowych). Szafy takie już wówczas wymagały zastosowania bezpośredniego chłodzenia cieczą (*direct liquid cooling*) ze względu na bardzo wysoką gęstość mocy.

Aktualne wymagania projektowe, stosowane obecnie przy planowaniu dużych obiektów hyperscale, każą przyjmować średnio 600 kW mocy IT na pojedynczy rząd szaf już na etapie wstępnego określania ich liczby. Szafy serwerowe o niskiej gęstości mocy obejmują obecnie jednostki o mocy od 34 kW do 54 kW, natomiast szafy sieciowe i pamięci masowej – od 14 kW do 34 kW. Zasilanie szaf o niskiej gęstości realizowane jest za pomocą podwójnych obwodów trójfazowych, co zapewnia redundancyjność oraz ciągłość zasilania. Maksymalna moc pojedynczego rzędu niskiej gęstości wynosi obecnie 845 kW. Szafy wysokiej gęstości (przeznaczone głównie dla infrastruktury GPU) projektuje się natomiast na moc od 1,1 MW do nawet 2,2 MW na jedną szafę, przy wykorzystaniu wielu obwodów trójfazowych o prądach znamionowych rzędu 100 A, 200 A lub 400 A (przy konieczności ograniczenia prądu zwarcowego poniżej poziomu 10 kA dla obwodów o mniejszych prądach oraz

20 kA dla największych obciążeń). Maksymalna moc projektowa pojedynczego rzędu takiej gęstości sięga 4,8 MW, przy założeniu 24 szaf rack (w tym 16 szaf serwerowych oraz 8 sieciowych).

Tak duże obciążenia powodują konieczność stosowania wielu kaset zasilających o prądach od 100 do 400 A na każdy tor zasilania oraz starannego planowania układu szynoprzewodów w komorach serwerowych zarówno ze względu na selektywność zabezpieczeń, jak i możliwość przyszłej rozbudowy infrastruktury. Jednocześnie nie wymuszają stosowania zaawansowanych systemów bezpośredniego chłodzenia cieczą o przepływach sięgających 2 litrów na minutę na każdy kilowat mocy IT oraz redundancji układów dystrybucji chłodu (N+1), przy czym pojedynczy system technologiczny chłodzenia cieczą nie powinien obsługiwać więcej niż 20 MW mocy IT.

W konsekwencji obserwowanych trendów, branża rozważa obecnie także rozwiązania wykraczające poza klasyczne zasilanie szaf napięciem 400-415 V AC. W literaturze oraz wytycznych producentów infrastruktury IT pojawiają się koncepcje zasilania szaf o wysokiej gęstości mocy napięciem stałym rzędu 800 VDC (lub 400 VDC), co może pozwolić na efektywne przesyłanie bardzo dużych mocy przy niższych prądach niż w dotychczasowych architekturach wykorzystujących napięcia rzędu 48-54 V DC. Zastosowanie wyższego poziomu napięcia w magistralach DC może oznaczać mniejsze straty cieplne oraz mniejsze przekroje torów prądowych wynikające głównie z podniesienia napięcia, a nie z samego faktu wykorzystania prądu stałego. Jednocześnie uproszczona architektura zasilaczy serwerowych, pozbawiona części przekształtników koniecznych przy zasilaniu AC, umożliwia zwiększenie gęstości mocy modułów, zmniejszenie ich gabarytów oraz podniesienie sprawności energetycznej. Obecnie rozwiązania takie są rozwijane i testowane przede wszystkim z myślą o szafach AI i GPU o bar-

dzo wysokiej gęstości mocy, w których tradycyjne systemy dystrybucji energii zasilanej prądem przemiennym zaczynają osiągać swoje granice techniczne.

Podsumowując, wzrost zapotrzebowania na energię w centrach danych wynika nie tylko z rosnącej liczby przetwarzanych danych, ale przede wszystkim z gwałtownego zwiększania gęstości mocy serwerów oraz ekspansji infrastruktury przeznaczonej do obciążeń AI i GPU. O ile jeszcze kilka lat temu pojedyncza szafa serwerowa wymagała kilku do kilkunastu kilowatów mocy, o tyle obecnie wartości rzędu kilkudziesięciu, a w najbliższych latach nawet powyżej jednego megawata na szafę stają się realnym scenariuszem projektowym. Tendencja ta bezpośrednio zwiększa zużycie energii przez obiekty Data Center oraz wymusza stosowanie rozwiązań infrastrukturalnych o większej skali, obejmujących zarówno systemy zasilania, jak i chłodzenia. **Rysunek 2.** przedstawia prognozy dotyczące dalszego wzrostu zapotrzebowania centrów danych na zasoby sieciowe oraz energię elektryczną, ilustrując rosnący globalny ruch IP (a) oraz przewidywane zużycie energii w zależności od przyjętych scenariuszy rozwojowych i założeń dotyczących efektywności energetycznej (b). Prognozy na **rysunku 2.** obejmują horyzont do 2025 r., dlatego należy je traktować jako ilustrację kierunku zmian. W praktyce po 2020 r. dodatkowym czynnikiem wzrostu jest rozwój obciążeń AI/GPU, co wzmacnia presję na moc przyłączeniową oraz skalowanie infrastruktury krytycznej. Zestawienie pokazuje, że nawet przy znaczących usprawnieniach technologicznych prognozowany wzrost ruchu sieciowego może w kolejnych latach prowadzić do dalszego zwiększenia zapotrzebowania na energię elektryczną. W kolejnych latach to właśnie rosnąca gęstość mocy serwerów, a nie sama liczba urządzeń, będzie stanowiła główny czynnik wpływający na zapotrzebowanie energetyczne centrów danych, co znajduje odzwierciedlenie w prognozach rozwoju sektora przedstawionych w dalszej części niniejszego artykułu [1].

I Prognozy globalne i europejskie

Prognozy zapotrzebowania energetycznego dla sektora Data Center wskazują na dalszy, istotny wzrost w skali globalnej. Raporty Uptime Institute oraz innych organizacji branżowych pokazują, że udział centrów danych w całkowitym zużyciu energii elektrycznej na świecie może wzrosnąć z obecnych 2-3% do poziomu rzędu 5-8% w perspektywie najbliższych dziesięciu lat. Trend ten jest szczególnie widoczny

w krajach o wysokiej koncentracji usług cyfrowych, takich jak Stany Zjednoczone, Irlandia, Holandia czy Singapur, gdzie infrastruktura Data Center staje się jednym z kluczowych odbiorców energii w krajowych systemach elektroenergetycznych [2, 3].

W Europie prognozy są równie wymagające. Szacuje się, że do 2030 roku zużycie energii przez centra danych może co najmniej się podwoić w porównaniu z rokiem 2018, co stanowi istotne wyzwanie dla operatorów systemów elektroenergetycznych. W niektórych państwach, takich jak Irlandia czy Holandia, wprowadzono już regulacje ograniczające tempo budowy nowych obiektów, uzależniając wydanie pozwoleń od dostępności mocy przyłączeniowej i wpływu inwestycji na lokalną infrastrukturę przesyłową. Jednocześnie państwa Europy Środkowo-Wschodniej, w tym Polska, postrzegają rozwój Data Center jako element przyciągania inwestycji w sektorze nowoczesnych usług, co wymaga przyspieszonej modernizacji sieci oraz budowy nowych źródeł zasilania dla dużych kampusów centrów danych [2, 3].

Na prognozy zużycia energii wpływa również kierunek rozwoju technologii IT. Rosnące znaczenie zastosowań sztucznej inteligencji,

przetwarzania brzegowego, usług 5G oraz technologii blockchain powoduje zwiększoną intensywność obliczeniową, a w konsekwencji wyższe zapotrzebowanie na moc IT i energię elektryczną. Równolegle wprowadzane są rozwiązania mające ograniczyć dynamikę wzrostu, takie jak zaawansowane systemy zarządzania obciążeniem, optymalizacja pracy układów chłodzenia oraz większa integracja z lokalnymi odnawialnymi źródłami energii i magazynami energii [2, 3].

Skutki dla sieci elektroenergetycznych

Wzrost zapotrzebowania na moc w centrach danych wywiera bezpośredni wpływ na funkcjonowanie systemów elektroenergetycznych. Obiekty klasy hyperscale oraz duże ośrodki kolo-kacyjne wymagają przyłączy o mocy rzędu kilkudziesięciu megawatów, co sprawia, że są odbiorcami porównywalnymi pod względem poboru energii z dużymi zakładami przemysłowymi. W efekcie operatorzy systemów przesyłowych i dystrybucyjnych muszą uwzględniać nowe inwestycje Data Center jako istotny element długofalowych planów rozbudowy sieci oraz zapewnienia stabilności dostaw energii [1, 2].

Jednym z głównych wyzwań jest konieczność zapewnienia odpowiedniej niezawodności zasilania. Ze względu na krytyczny charakter usług hostowanych w centrach danych wszelkie przerwy w dostawie energii muszą być minimalizowane, co w praktyce oznacza konieczność budowy nowych stacji elektroenergetycznych, rozbudowy linii wysokiego napięcia oraz stosowania zaawansowanej automatyki zabezpieczeniowej. W wielu przypadkach centra danych wykorzystują własne źródła energii rezerwowej w postaci agregatów prądotwórczych oraz magazynów energii, tworząc lokalne układy umożliwiające zasilanie obiektu również w przypadku zakłóceń po stronie sieci publicznej [1, 2, 3].

Kolejnym aspektem jest wpływ centrów danych na profil obciążenia sieci elektroenergetycznych. Są to odbiorcy charakteryzujący się wysokim, stabilnym i całodobowym poborem mocy, co w skali lokalnej może prowadzić do przeciążeń infrastruktury dystrybucyjnej oraz konieczności modernizacji transformatorów, rozdzielnic średniego napięcia oraz linii kablowych. W niektórych regionach, na przykład w Irlandii czy Holandii, konieczność modernizacji sieci była jednym z czynników prowadzących do wprowadzenia ograniczeń w lokalizacji nowych centrów danych [2, 3].

REKLAMA

Efektywny sposób na oszczędne wytwarzanie energii



- **SYSTEMY MAGAZYNOWANIA ENERGII**
BESS, układy hybrydowe
- **SYSTEMY ZASILANIA AWARYJNEGO**
agregaty prądotwórcze, zasilacze UPS
- **SYSTEMY KOGENERACYJNE**
biogaz, gaz ziemny, wodór
- **SYSTEMY UZDATNIANIA BIOGAZU**
- **DOSTAWA, MONTAŻ, SERWIS**



ELTECO Sp. z o.o.
ul. XX Pijarów 5, 31-466 Kraków
Tel. +48 604 789 281
marketing@elteco.pl
serwis@elteco.pl

W kontekście europejskiej polityki klimatycznej coraz większego znaczenia nabiera integracja Data Center z odnawialnymi źródłami energii oraz lokalnymi magazynami energii. Operatorzy centrów danych dążą do ograniczania emisji CO₂ poprzez kontrakty PPA (*Power Purchase Agreement*), tj. długoterminowe umowy zakupu energii elektrycznej, często powiązane z wytwarzaniem w źródłach OZE, obejmujące energię z farm wiatrowych i fotowoltaicznych, natomiast operatorzy systemów elektroenergetycznych muszą uwzględniać zwiększony udział źródeł niestabilnych przy jednoczesnym, dynamicznie rosnącym zapotrzebowaniu na moc ze strony infrastruktury krytycznej [2, 3].

I Trendy architektoniczne

Rozwój centrów danych w ostatniej dekadzie jest ściśle powiązany z ewolucją architektury tych obiektów i dostosowaniem ich do rosnących wymagań w zakresie mocy IT, niezawodności oraz efektywności energetycznej. W odpowiedzi na zwiększone zapotrzebowanie na usługi cyfrowe wykształciły się trzy dominujące podejścia architektoniczne: duże obiekty typu hyperscale, elastyczne rozwiązania modułowe oraz lokalne cen-

tra obliczeniowe typu edge. Każdy z tych modeli odpowiada na inne potrzeby użytkowników, jednak wspólnym ich celem pozostaje możliwość skalowania zasobów obliczeniowych i ograniczania energochłonności infrastruktury [1].

Zmieniające się wymagania odbiorców usług cyfrowych oraz rozwój technologii chmurowych powodują, że architektura Data Center musi obejmować nie tylko warstwę fizyczną, lecz także systemy sterowania i zarządzania, które integrują takie obszary, jak zasilanie gwarantowane, chłodzenie oraz bezpieczeństwo fizyczne. Współczesne obiekty rozwijane są z myślą o ciągłej rozbudowie, przy czym moduły infrastruktury mogą zostać dodane bez przerywania działania pozostałej części centrum danych [1].

Istotnym kierunkiem rozwoju architektury jest projektowanie obiektów z uwzględnieniem krytycznych wymagań energetycznych i potrzeb wynikających z wysokiej gęstości IT. Nowoczesne obiekty hyperscale przekraczają moce przyłączeniowe rzędu kilkudziesięciu megawatów (w przypadku największych kampusów Data Center w niedalekiej perspektywie nawet rzędu gigawatów), co wymusza projektowanie przyłączy wysokiego napięcia, własnych

stacji energetycznych oraz modułowych systemów UPS zdolnych do liniowego skalowania mocy. Tak duże zapotrzebowanie na energię powoduje, że architektura Data Center staje się elementem infrastruktury elektroenergetycznej o znaczeniu strategicznym [2].

Kolejnym trendem architektonicznym jest szerokie stosowanie rozwiązań modułowych i prefabrykowanych (w tym kontenerowych), które pozwalają skrócić czas realizacji inwestycji, zwiększają powtarzalność procesów projektowych oraz umożliwiają szybkie reagowanie na zmieniające się potrzeby rynku. Modułowość wykorzystywana jest zarówno w budowie kampusów hyperscale (w formie powtarzalnych modułów budynkowych), jak i mniejszych obiektów kolokacyjnych, co umożliwia skalowanie infrastruktury w zależności od stopnia wykorzystania powierzchni oraz mocy IT [1].

Wraz z rozwojem usług cyfrowych pojawia się również potrzeba lokalizacji mniejszych obiektów obliczeniowych blisko użytkowników końcowych i źródeł danych. Architektura edge umożliwia przetwarzanie danych w czasie rzeczywistym, ograniczenie opóźnień i zmniejszenie obciążenia sieci szkieletowej. Większość obiektów edge budowana jest w oparciu o moduły prefabrykowane lub kontenerowe, jednakże nie stanowią one osobnej kategorii modułowej, lecz odrębny model lokalizacji i funkcjonalności Data Center. Obiekty te stanowią uzupełnienie dużych centrów hyperscale, szczególnie w aplikacjach wynikających z rozwoju internetu, sieci 5G oraz autonomizacji infrastruktury technicznej miast [1].

W literaturze oraz analizach branżowych pojawia się także koncepcja architektury hybrydowej, w której jeden globalny dostawca usług łączy duże obiekty hyperscale rozmieszczone w strategicznych lokalizacjach z siecią lokalnych ośrodków edge. Takie podejście pozwala na optymalizację kosztów, redukcję opóźnień transmisji i minimalizację obciążenia globalnych zasobów obliczeniowych [1, 2].

Należy podkreślić, że trendy architektoniczne są obecnie silnie determinowane przez rozwój aplikacji opartych na sztucznej inteligencji i wysokiej gęstości obciążen GPU. Rosnące zapotrzebowanie na moc IT wymusza modyfikację istniejącej infrastruktury oraz stopniowe zastępowanie tradycyjnych układów chłodzenia powietrzem technologiami związanymi z chłodzeniem cieczą oraz integracją rozwiązań o podwyższonej sprawności energetycznej. Tendencje te znajdują odzwierciedlenie zarówno w rozwiązaniach dostawców globalnych,

Kryterium	Hyperscale	Modułowe/ Prefabrykowane	Edge
Typowa moc przyłączeniowa	20–150 MW	0,5–10 MW	0,1–5 MW
Typowy model rozbudowy	etapowa budowa modułów w skali kampusu (kilkakilkanaście MW)	szybka skalowalność poprzez dołączanie modułów	elastyczna rozbudowa lokalna w zależności od potrzeb
Lokalizacja	w pobliżu głównych węzłów sieci elektroenergetycznej i telekomunikacyjnej	tam, gdzie dostępna infrastruktura oraz szybki dostęp inwestycyjny	blisko użytkownika końcowego, źródeł danych i węzłów ruchu
Zastosowanie	usługi chmurowe, obciążenia obliczeniowe o dużej skali (AI, HPC, GPU)	kolokacja, prywatna infrastruktura IT, szybka rozbudowa	IoT (internet rzeczy), sieć 5G, systemy czasu rzeczywistego, automatyka przemysłowa, smart city
Efektywność energetyczna	bardzo wysoka (optymalizacja PUE, odzysk ciepła)	wysoka, zależna od konfiguracji modułu	średnia, często ograniczona przez skalę, zależna od warunków lokalnych
Technologia chłodzenia	systemy oparte na wodzie lodowej z <i>free coolingiem</i> , układy wodne wspomagane chłodzeniem adiabaticznym, bezpośrednie chłodzenie cieczą typu <i>direct liquid cooling</i> (DLC)	zintegrowane systemy chłodzenia powietrznego lub cieczą, zależnie od modułu	układy freonowe (DX) lub klimatyzacja precyzyjna; w wyjątkowych przypadkach chłodzenie cieczą
Typ użytkownika	globalni operatorzy chmury oraz przetwarzania danych (tzw. hyperscale)	operatorzy kolokacyjni, duże przedsiębiorstwa	operatorzy telekomunikacyjni, przemysł, administracja
Czas wdrożenia	2–5 lat (cały kampus)	6–24 miesiące	kilka miesięcy

Tab. 1. Porównanie głównych typów architektury Data Center pod względem mocy, lokalizacji i przeznaczenia, wg [1]

blacktec®

www.blacktec.pl

Infrastruktura Serwerowa Szyta na Miarę

Bezpieczne i skalowalne środowiska IT dla firm, które nie mogą pozwolić sobie na przestoje.



Szafy rack 42U/47U o
nośności do 1500kg



Skalowalna zabudowa
datacenter



Wysokowydajna klimatyzacja
in-row i split



Zasilanie awaryjne UPS
od 1kVA do 600kVA+



Projekt ✓

Prefabrykacja i testy ✓

Dostawa ✓

Wdrożenie ✓

Serwis i wsparcie ✓

Data center | Przemysł | Medycyna | IT | Finanse

Al Projekt Centrala
ul. Kutrzeby 42a
05-082 Stare Babice
+48 577 221 993
handlowy@alprojekt.pl

al PROJEKT®
www.alprojekt.pl
www.b2b.alprojekt.pl

Al Projekt Poznań
ul. Strzeszyńska 35/37
60-479 Poznań
+48 537 324 400
poznan@alprojekt.pl



Fot. 1. Budynek centrum danych stanowiący część kampusu typu hyperscale fot. Mariusz Kordeczka

jaki w rekomendacjach organizacji branżowych, w tym Stowarzyszenia Polish Data Center Association. **Tabela 1.** zawiera porównanie głównych typów architektury Data Center.

Data Center typu hyperscale

Centra danych typu hyperscale powstały jako odpowiedź na szybki wzrost zapotrzebowania na moc obliczeniową oraz przestrzeń serwerową generowaną przez globalnych dostawców usług cyfrowych. Obiekty tego rodzaju osiągają moce przyłączeniowe rzędu kilkudziesięciu megawatów, a w skrajnych przypadkach nawet powyżej 100 MW, co powoduje, że należą do największych odbiorców energii elektrycznej w sektorze infrastruktury IT i stawiane są w jednej kategorii z dużymi zakładami przemysłowymi pod względem wymagań energetycznych [1, 4].

Architektura hyperscale zakłada budowę kampusów składających się z powtarzalnych modułów obiektowych, które mogą być uruchamiane etapowo w zależności od potrzeb

użytkownika i strategii komercyjnej operatora. Każdy budynek kampusu wyposażony jest w niezależne systemy zasilania, chłodzenia oraz bezpieczeństwa, projektowane w układach modułowych umożliwiających liniowe skalowanie mocy. Koordynacja pracy poszczególnych modułów realizowana jest poprzez nadrzędny system zarządzania infrastrukturą obiektu (np. BMS – *Building Management System*, DCIM – *Data Center Infrastructure Management*, IDCM – *Inteligent Data Center Management*) [1, 4].

Ze względu na bardzo wysokie zapotrzebowanie energetyczne, obiekty hyperscale wymagają przyłączy wysokiego napięcia, a w wielu przypadkach również budowy przeznaczonych specjalnie dla nich stacji elektroenergetycznych. Układy zasilania w takich centrach projektowane są w pełnej redundancji, najczęściej w konfiguracji 2N lub N+1, co oznacza zastosowanie wielu torów zasilających, modułowych systemów UPS (o jednostkowej mocy rzędu kilku megawatów) oraz zespołów

agregatów prądowórczych o dużej mocy jednostkowej [11].

Lokalizacja centrów danych typu hyperscale wybierana jest z uwzględnieniem uwarunkowań energetycznych i telekomunikacyjnych. Obiekty sytuowane są w pobliżu głównych węzłów sieci przesyłowych i teletransmisyjnych, co zapewnia im dostęp do niezawodnych źródeł zasilania i łączności oraz umożliwia minimalizację opóźnień transmisji danych. Coraz częściej lokalizacje te uzależnia się również od dostępności energii odnawialnej, możliwości odzysku ciepła oraz wymagań strategii zrównoważonego rozwoju [1].

Na **fotografii 1.** przedstawiono przykład budynku centrum przetwarzania danych będącego częścią większego kampusu typu hyperscale. Obiekty tego rodzaju realizowane są jako powtarzalne moduły infrastrukturalne, które mogą być uruchamiane etapowo i integrowane w ramach jednego kampusu.

Data Center modułowe i prefabrykowane

Data Center modułowe i prefabrykowane powstały jako odpowiedź na potrzebę skrócenia czasu realizacji inwestycji infrastrukturalnych oraz umożliwienia etapowej rozbudowy systemów technicznych obiektu. W odróżnieniu od dużych centrów typu hyperscale, których budowa wymaga wieloletnich przygotowań i znacznych nakładów inwestycyjnych, rozwiązania modułowe pozwalają na stopniowe zwiększanie mocy obliczeniowej i elastyczne skalowanie infrastruktury energetycznej oraz chłodniczej w miarę wzrostu obciążeń IT [1].

Centra modułowe buduje się w oparciu o powtarzalne sekcje techniczne i prefabrykowane komponenty wyposażone w podstawowe systemy zasilania, chłodzenia i bezpieczeństwa. Modułowość dotyczy najczęściej infrastruktury serwerowni oraz zaplecza technicznego (np. pomieszczeń transformatorowych, stref UPS lub modułów agregatowych), co pozwala na powtarzalność rozwiązań projektowych oraz redukcję czasu realizacji inwestycji. Poszczególne moduły mogą być uruchamiane etapowo oraz integrowane w większe struktury, tworząc elastyczne rozwiązania umożliwiające skalowanie obiektu w horyzoncie jego eksploatacji [1].

Pod względem elektroenergetycznym infrastruktura modułowa opiera się najczęściej na skalowalnych systemach UPS, kontenerowych rozdzielniach niskiego i średniego napięcia oraz prefabrykowanych stacjach transformatorowych, które można instalować etapowo wraz ze wzrostem obciążeń IT. Rozwiązanie to po-



Fot. 2. Obiekt Data Center w technologii prefabrykowanej, z modułową częścią energetyczną obejmującą kontenerowe stacje SN i nn oraz kontenerowe agregaty prądowórcze fot. Mariusz Kordeczka



FASTGROUP

Niezawodna serwerownia? To nasza specjalność.

PROWADZIMY CAŁY PROCES



KONCEPCJE, PROJEKTOWANIE
SERWEROWNI



BUDOWA LUB MODERNIZACJA
SERWEROWNI „POD KLUCZ”



ZASILACZE UPS -
MODUŁOWE I MONOBLOKOWE
O SPRAWNOŚCI >97%



AGREGATY PRĄDOTWÓRCZE,
KOGENERACJA
I TRIGENERACJA



KLIMATYZACJA
PRECYZYJNA



SYSTEMY GASZENIA GAZEM
I DETEKCJI



PRODUKCJA I DOSTAWA
SERWEROWNI
KONTENEROWYCH



INSTALACJE ELEKTRYCZNE
I NISKOPRĄDOWE



CERTYFIKACJA UPTIME,
TIA-942, EN 50600



UTRZYMANIE WSZYSTKICH
SYSTEMÓW SERWEROWNI

Inżynierska firma rodzinna działająca od 1990 roku.



**Skontaktuj się
z nami**

Al. 3 Maja 12
00-391 Warszawa

tel: +48 22 625 10 18
email: info@fast-group.pl

www.fast-group.pl

zwala ograniczać ryzyko przewymiarowania na wczesnym etapie inwestycji oraz utrzymywać elastyczność kosztową, przy jednoczesnym zapewnieniu wymaganej redundancji zasilania [1].

W praktyce projektowej modułowość nie musi dotyczyć całego budynku wraz z infrastrukturą szaf serwerowych. Współautor niniejszego artykułu realizował projekty, w których moduły obejmowały wyłącznie część energetyczną, w tym modułowe kontenerowe stacje SN i nn, oraz kontenerowe agregaty prądotwórcze, instalowane etapowo w celu rozbudowy poszczególnych torów zasilania, bez konieczności przerywania pracy pozostałej infrastruktury obiektu [1].

W kontekście systemów chłodzenia rozwiązania prefabrykowane mogą obejmować również modułowe centrale chłodnicze, moduły *drycoolerów* lub prefabrykowane sekcje *free coolingu*, instalowane w zależności od przyjętej architektury energetycznej i klimatycznej obiektu. Podejście takie umożliwia etapową rozbudowę chłodzenia równoległe ze wzrostem obciążenia IT, jednocześnie skracając czas realizacji inwestycji oraz ograniczając zakres robót budowlanych i instalacyjnych [1].

W ramach projektów realizowanych na rynku polskim coraz częściej stosuje się rozwiązania łączące prefabrykowane budynki technologiczne z modułową infrastrukturą energetyczną. Na **fotografii 2.** przedstawiono przykład obiektu, w którym część serwerowa i klimatyzacyjna została wykonana jako prefabrykowany budynek o układzie powtarzalnych komór, natomiast zespoły zasilania obejmujące kontenerowe stacje średniego i niskiego napięcia, rozdzielnice oraz moduły UPS zlokalizowano w wydzielonych jednostkach kontenerowych. Integralną częścią układu są również kontenerowe agregaty prądotwórcze tworzące kompletną konfigurację zasilania gwarantowanego i rezerwowego. Takie podejście znacznie skraca czas realizacji inwestycji, umożliwia etapowanie wdrożenia oraz pozwala na prefabrykację, testowanie i uruchamianie modułów energetycznych poza placem budowy.

I Edge Data Center

Rozwój technologii 5G, internetu rzeczy (IoT) oraz aplikacji czasu rzeczywistego spowodował powstanie koncepcji Edge Data Center. Są to niewielkie obiekty zlokalizowane blisko użytkownika końcowego lub źródła generowania danych. Ich podstawowym zadaniem jest minimalizacja opóźnień transmisji oraz odciążenie centralnych ośrodków obliczeniowych, co ma szczególne znaczenie dla usług wymagających przetwarzania danych w czasie rzeczywistym [1].



Rys. 3. Przykład modułowego kontenera Data Center oferowanego na rynku, wyposażonego w infrastrukturę serwerową, zasilania i chłodzenia (materiały własne – Mariusz Kordeczka/AoDC Sp. z o.o.)

Edge Data Center charakteryzują się zazwyczaj mocą przyłączeniową od kilkuset kilowatów do kilku megawatów. Wyposażone są w podstawowe systemy zasilania gwarantowanego, klimatyzacji precyzyjnej oraz zabezpieczeń fizycznych. Architektura tych obiektów jest najczęściej modułowa, co umożliwia szybkie wdrożenie oraz skalowanie infrastruktury w zależności od zapotrzebowania [1].

W obszarze zasilania kluczowe jest zapewnienie kompromisu między niezawodnością a kosztami. Ze względu na mniejszą skalę inwestycji standardowe konfiguracje redundancji ograniczają się najczęściej do układów N+1 zarówno po stronie UPS, jak i agregatów prądotwórczych. Ważnym elementem koncepcji edge jest także możliwość integracji z lokalnymi źródłami odnawialnymi, co pozwala ograniczyć koszty energii oraz poprawić niezależność obiektu [1].

Edge Data Center pełnią coraz większą rolę w obsłudze aplikacji krytycznych dla przemysłu, transportu i usług miejskich. Ich lokalizacja umożliwia realizację obliczeń blisko miejsca generowania danych, co jest niezbędne m.in. w systemach autonomicznego transportu, inteligentnych sieci elektroenergetycznych oraz rozwiązaniach smart city [1].

W praktyce edge data center funkcjonują bardzo często w postaci jednostek kontenerowych, instalowanych jako obiekty stałe lub w formie mobilnej infrastruktury, możliwej do przemieszczenia w zależności od potrzeb użytkownika. Rozwiązania tego typu stosowane są między innymi w projektach infrastruktury krytycznej, gdzie liczy się szybkie wdrożenie i możliwość natychmiastowego uruchomienia usług w miejscu o ograniczonej dostępności odpowiedniej infrastruktury energetycznej i teleinformatycznej [1].

Na **rysunku 3.** przedstawiono przykład mobilnego kontenera serwerowego wykorzystywanego w projektach dla klientów lokalnych oraz międzynarodowych, stanowiącego jednocześnie obszar specjalizacji współautora niniejszego artykułu w zakresie projektowania obiektów infrastruktury krytycznej na rynku polskim.

Tematyka trendów w rozwoju zasilania obiektów Data Center będzie kontynuowana w części 3. artykułu.

I Literatura

1. H. Geng, *Data Center Handbook: Plan, Design, Build, and Operations of a Smart Data Center*, 2nd ed., Wiley, 2021.
2. Uptime Institute, *Annual Outages Analysis* (seria, wydania z lat 2019–2024), New York, Uptime Institute Global.
3. Uptime Institute, *The Gathering Storm: Climate Change and Data Center Resiliency*, New York, Uptime Institute Global, 2022.
4. Schneider Electric, *Data Center Power and Cooling Handbook*, Riyadh, Schneider Electric, 2022.
5. M. Kordeczka, *Trendy w rozwoju zasilania obiektów Data Center*, praca dyplomowa magisterska, Wydział Elektryczny, Politechnika Warszawska, Warszawa 2026.

ABSTRACT

Trends in the Development of Power Supply for Data Center Facilities – Part 2: Energy Demand and Architectural Trends

The article presents the issue of energy demand (its evolution and forecasts) and discusses architectural trends in Data Centers.

Keywords: Data Center, energy demand, forecasts, architectural trends.

Energoelektroniczne kompensatory mocy biernej ASTec SVG dużej mocy

Rosnące wymagania dotyczące jakości energii elektrycznej oraz dynamiczna zmienność obciążeń w zakładach przemysłowych czynią kompensację mocy biernej kluczową z perspektywy technicznej i ekonomicznej. W obliczu wzrastających kosztów energii biernej oraz konieczności spełnienia rygorystycznych norm, coraz większą rolę odgrywają nowoczesne rozwiązania, takie jak statyczne generatory mocy biernej (SVG) o prądzie znamionowym 150 A i 200 A. Dzięki zaawansowanym parametrom, możliwościom rozbudowy i dynamicznej kompensacji, stanowią odpowiedź na wyzwania związane z zapewnieniem wysokiej jakości energii.

Elastyczność rozbudowy to kluczowy atut kompensatorów SVG ASTec. Pozwalają one na podłączenie do ośmiu modułów w jednym systemie, co umożliwia osiągnięcie znacznej mocy kompensacyjnej. Łączenie wielu systemów pozwala na pracę na jeden punkt, co sprawia, że rozwiązanie jest w pełni skalowalne, nawet w największych zakładach przemysłowych. Taka konstrukcja ułatwia stopniową rozbudowę w miarę wzrostu zapotrzebowania na moc bierną.

W przeciwieństwie do tradycyjnych układów opartych na bateriach kondensatorów, kompensatory SVG zapewniają szybką reakcję, elastyczność w korekcie mocy biernej indukcyjnej i pojemnościowej oraz możliwość symetryzacji fazy. Przekłada się to na obniżenie kosztów operacyjnych i zwiększenie trwałości instalacji.



Fot. 1. Statyczny generator mocy biernej SVG ASTec o znamionowym prądzie fazowym 200 A

Kompensatory SVG znajdują zastosowanie w energochłonnych zakładach przemysłowych, halach produkcyjnych i centrach logistycznych. Ich uniwersalność oraz zdolność do pracy w szerokim zakresie napięć i częstotliwości czynią je

idealnym rozwiązaniem do instalacji wymagających wysokiej jakości energii.

Wdrożenie kompensatorów SVG ASTec przynosi korzyści techniczne i ekonomiczne. Umożliwia utrzymanie wysokiego współczynnika mocy $\cos \phi$, co obniża koszty zakupu energii elektrycznej. Redukcja strat mocy czynnej zwiększa efektywność energetyczną, a dynamiczna kompensacja zapewnia stabilność parametrów jakościowych energii, nawet przy gwałtownych zmianach obciążenia. Zaawansowane interfejsy komunikacyjne (RS485, Modbus, TCP/IP) umożliwiają ciągły monitoring parametrów pracy.

Parametr	OPIS
Napięcie robocze	230 (176–264)/400 (304–456)
Częstotliwość sieci	50/60 (zakres: 45–62.5)
Struktura okablowania	3P3W/3P4W
Kompensacja mocy biernej	Regulowana od –1 do +1
Korekcja nierównowagi	100% korekcja nierównowagi
Przekładnik prądowy	50/5–8000/5 A/A
Poziom hałasu	< 65 dBA
Czas reakcji	50 μ s
Częstotliwość przełączania IGBT	20 kHz
Projekt topologii	3-poziomowa
Port komunikacyjny	RS485
Protokół komunikacji	Modbus TCP/IP
Interfejs wyświetlacza modułu	4.3" lub 7/10" (opcjonalnie)
Wilgotność względna	5–95 (bez kondensacji)
Temperatura pracy	od –10 do 45°C
Klasa ochrony	IP20 (możliwość dostosowania)

Tab. 1. Wybrane parametry kompensatorów mocy biernej SVG

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

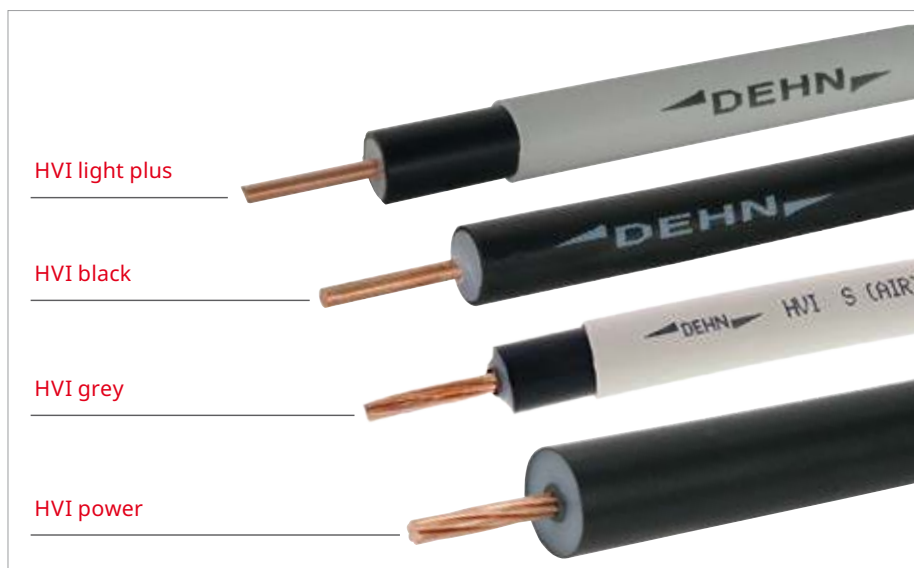
Nowoczesna izolowana ochrona odgromowa: przewód HVI light plus jako standard w dobie Przemysłu 4.0

W konwencjonalnej ochronie odgromowej kluczowym parametrem bezpieczeństwa jest odstęp separujący „s”. Jest to bezpieczna odległość między elementami urządzenia piorunochronnego (zwodami, przewodami odprowadzającymi) a metalowymi instalacjami i urządzeniami elektrycznymi wewnątrz lub na dachu budynku. Brak zachowania tego odstępu grozi niekontrolowanymi przeskokami iskrowymi, co może prowadzić do pożarów, porażeń prądem oraz nieodwracalnego zniszczenia aparatury elektronicznej.

Współczesna architektura – z ograniczoną przestrzenią dachową nasyconą systemami HVAC, instalacjami fotowoltaicznymi i masztami antenowymi – sprawia, że obliczeniowe zachowanie dużych odstępów separujących (często przekraczających 50-70 cm) staje się w praktyce niemożliwe. Rozwiązaniem tego impasu jest zastosowanie przewodów odprowadzających o izolacji wysokonapięciowej (HVI, *High Voltage Insulation*).

I Czym jest technika HVI?

HVI to specjalistyczny przewód, który dzięki swojej specjalnej budowie pozwala na odprowadzenie prądu pioruna do uziomu w sposób kontrolowany, bez ryzyka wystąpienia przeskoku iskry na sąsiednie, metalowe elementy instalacji. Kluczem jest warstwa półprzewodzą-



Rys. 1. Oferta przewodów HVI firmy DEHN



Rys. 2. Budowa przewodu HVI light plus

ca, która steruje rozkładem pola elektrycznego na powierzchni przewodu. Dzięki temu „izolowany” przewód może stykać się z różnymi przewodzącymi elementami dachu. W przypadku zwykłego drutu aluminiowego skończyłoby się przepływem częściowych prądów pioruna przez instalacje i wniknięciem ich do wnętrza budynku, a w konsekwencji – pożarem lub zniszczeniem elektroniki. Przewody HVI łączą w sobie funkcję przewodzenia prądu pioruna z zaawansowaną izolacją, która zastępuje fizyczny odstęp w powietrzu.

I Budowa przewodu HVI

Budowa takiego przewodu jest wielowarstwowa:

1. żyła wewnętrzna – miedziana, jednodrutowa lub wielodrutowa (zależnie od wersji), od-

powiedzialna za odprowadzenie prądu pioruna;

- izolacja wysokonapięciowa – specjalna warstwa dielektryczna wytrzymująca różnice potencjałów rzędów setek kV;
- plaszcz półprzewodzący – kluczowy element kontrolujący efekty pojemnościowe i zapobiegający powstawaniu wyładowań ślizgowych na powierzchni przewodu;
- powłoka zewnętrzna – w przypadku wersji z szarym płaszczem zewnętrznym dodatkowo powłoka zapewnia ochronę przed czynnikami mechanicznymi oraz ochronę przed napięciem dotykowym.

I Przewód HVI light plus

Przewód HVI light plus pojawił się w ofercie firmy DEHN w roku 2023 i stanowi ewolucję w rodzinie przewodów DEHN, łącząc zalety różnych wersji w jednym produkcie. Zastąpił on poprzednią wersję przewodu o nazwie HVI light. Jest on przeznaczony do obiektów o klasie ochrony odgromowej (LPS) od II do IV.

Zastosowanie HVI light plus może znacznie zredukować stopień skomplikowania projektu ochrony odgromowej. W odróżnieniu od tradycyjnych przewodów odprowadzających

Dane techniczne		HVI light plus
Nr kat.	100 m 500 m docinane na zamówienie (6–70 m)	819 600 819 605 819 609
Średnica zewnętrzna		Ø 21 mm
Kolor płaszcz zewnętrzny		szary sygnałowy; RAL 7004
Maks. dł. przewodu ($k_c = 1$) w zależności od klasy LPS		II: 10,00 m; III / IV: 15,00 m
Minimalna długość zamówionego przewodu		6 m
Równoważny odstęp separujący [s] (w powietrzu)		≤ 60 cm
Klasa LPS		II – IV
Wytrzymałość na prąd pioruna (klasa / I_{imp})		H1 / 150 kA
Minimalny promień gięcia		210 mm
Obciążalność ogniowa		3,7 kWh/m
Klasa reakcji na ogień		Eca
Ochrona przed napięciem dotykowym		tak
Dopuszczenie do stosowania w strefach Ex		tak
Możliwość malowania		tak

Rys. 3. Parametry przewodu HVI light plus

montowanych na wspornikach dystansowych – z wymaganym zachowaniem odstępu „s” – przewód HVI light plus można układać bezpośrednio przy rurach, kablach zasilających czy elementach konstrukcji. Zapewnione jest

przy tym bezpieczeństwo instalacji – nie nastąpi przeskok iskrowy do innych instalacji przewodzących.

Najważniejsze korzyści, jakie daje wykorzystanie przewodu HVI light plus:

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

DWULETNI

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

cena: 425,00 zł

Prenumerata PDF



ROCZNA

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

cena: 225,00 zł

DWULETNI

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

cena: 382,00 zł

Prenumerata papierowa + PDF



ROCZNA

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

cena: 362,00 zł

DWULETNI

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

cena: 616,00 zł

REKLAMA

FORMULARZ ZAMÓWIENIA

Zamawiam:

■ Prenumeratę papierową:

☐ edukacyjną – 145 zł ☐ półroczną – 145 zł
☐ roczną – 250 zł ☐ dwuletnią – 425 zł od numeru

■ Prenumeratę PDF:

☐ roczną – 225 zł ☐ dwuletnią – 382 zł od numeru

■ Prenumeratę papierową + PDF:

☐ roczną – 362 zł ☐ dwuletnią – 616 zł od numeru

Nazwa firmy

Ulica i numer

Kod pocztowy

Miejscowość

Osoba zamawiająca

Rodzaj działalności

NIP

Telefon kontaktowy

e-mail:

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

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

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



Rys. 4. Ochrona przed napięciem dotykowym

1. Brak konieczności dodatkowego wyrównania potencjałów – jeśli zachowany jest odstęp $s \leq 45$ cm. Nie jest wtedy wymagane dodatkowe podłączenie do metalowych nadbudówek dachowych, co upraszcza instalację i obniża koszty;
2. Ochrona przed napięciem dotykowym dzięki dodatkowej szarej powłoce zewnętrznej – zapewnia ona bezpieczeństwo ludziom przebywającym w pobliżu przewodów podczas wyładowania (np. przy wejściach do budynków czy na tarasach);
3. Możliwe jest zastosowanie przewodu HVI light plus w strefach zagrożonych wybuchem (strefy Ex). Przewód posiada dopuszczenia do pracy w strefach zagrożonych wybuchem (strefy 1, 21 oraz 2, 22), co jest niezbędne przy realizacji ochrony odgromowej

w zakładach przemysłowych, chemicznych i silosach;

4. Zastosowanie przewodu HVI light plus pozwala na łatwą modernizację urządzenia piorunochronnego na dachach modernizowanych budynków. Przewód idealnie nadaje się do doposażania istniejących budynków, gdzie po instalacji nowych systemów HVAC tradycyjna ochrona przestała spełniać normy bezpieczeństwa, a występują problemy z zachowaniem wymaganego odstępu „s”.

I Podsumowanie

Przewód HVI light plus to wszechstronne rozwiązanie typu „wszystko w jednym”. Łączy 20-letnie doświadczenie firmy DEHN w dziedzinie systemów izolowanej ochrony odgromowej z wymaganiami nowoczesnego budownictwa.



Rys. 5. Zastosowanie przewodu HVI light plus po modyfikacji systemu LPS na dachu (dodanie instalacji fotowoltaicznej)

Kluczowe parametry techniczne przewodu HVI light plus:

- » przewód zapewnia równoważny odstęp separujący (s) wynoszący 60 cm w powietrzu lub 120 cm w materiale stałym (drewno, beton, cegła);
- » przewód może odprowadzać prąd pioruna limp 150 kA (dla kształtu fali udarowej 10/350 μ s);
- » budowa żyły jest jednodrutowa, co ułatwia montaż i obróbkę przy użyciu standardowych narzędzi;
- » średnica zewnętrzna przewodu to jedynie 21 mm, co czyni go najbardziej kompaktowym rozwiązaniem w swojej klasie;
- » kolorystyka: jasnoszary (RAL 7004), idealnie komponujący się z betonowymi elewacjami; powłoka zewnętrzna przewodu jest przystosowana do malowania;
- » klasyfikacja ogniowa: Eca, materiał wolny od halogenów.

Dzięki zredukowanej średnicy, braku konieczności skomplikowanego wyrównywania potencjałów oraz dopuszczeniu do stref zagrożonych wybuchem, stanowi on najbardziej ekonomiczny i bezpieczny wybór dla obiektów o wysokim nasyceniu technologią.

Projektanci systemów ochrony odgromowej mogą korzystać ze specjalistycznego oprogramowania, takiego jak DEHNplan (projektowanie BIM) oraz DEHNrisk (analiza ryzyka), aby w pełni zoptymalizować system ochrony pod konkretne uwarunkowania lokalne, uwzględniając nawet obciążenia wiatrowe zgodnie z Eurokodami.

Więcej informacji na temat przewodów HVI można znaleźć na stronie www.dehn.pl/przewody-hvi.



DEHN Polska Sp. z o.o.

02-675 Warszawa

ul. Wołoska 16

tel. 22 299 60 40 do 41

info@dehn.pl

www.dehn.pl

dr inż. Jarosław Wiater – Politechnika Białostocka, mgr Marcin Nowak – Polska Izba Rozwoju Elektromobilności, mgr inż. Mariusz Wasilewski, mgr inż. Dariusz Cendlewski – Urząd Dozoru Technicznego

Ochrona odgromowa i przeciwprzebieciowa w infrastrukturze ładowania pojazdów elektrycznych (część 1.)

Politechnika Białostocka

PIRE Polska Izba Rozwoju Elektromobilności

URZĄD DOZORU TECHNICZNEGO

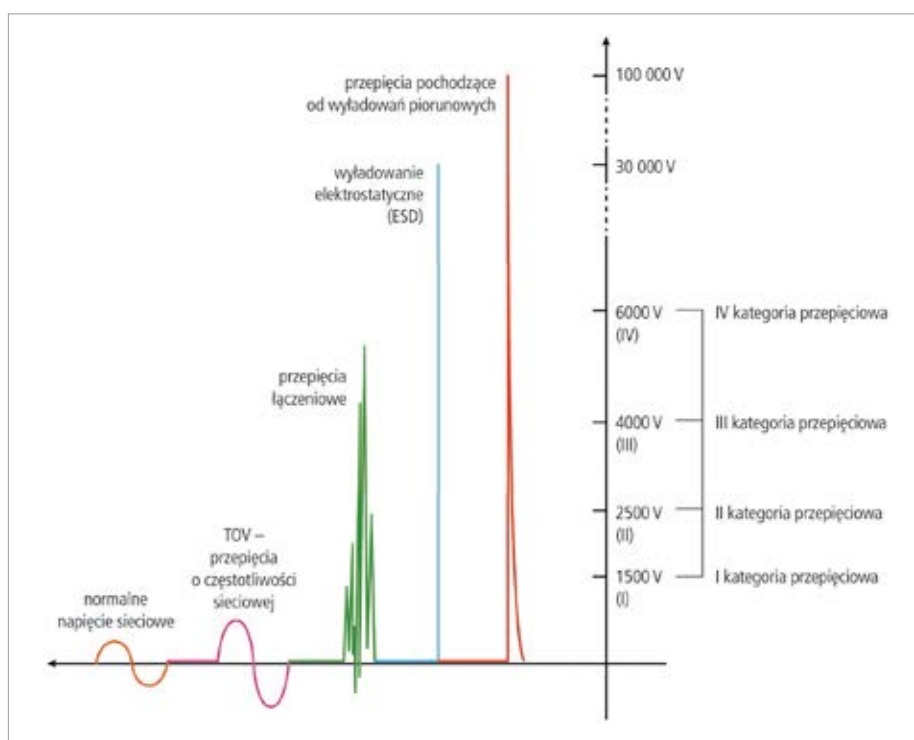
Wobec rosnącej popularności pojazdów elektrycznych kwestie związane z bezpieczeństwem i efektywnością infrastruktury ładowania zyskują na znaczeniu. W cyklu artykułów skupimy się na aspektach ochrony odgromowej i przeciwprzebieciowej stacji oraz punktów ładowania pojazdów elektrycznych. Opracowanie przygotowane we współpracy przedstawicieli Politechniki Białostockiej, Polskiej Izby Rozwoju Elektromobilności i Urzędu Dozoru Technicznego stanowi więc kluczowe kompendium wiedzy dla projektantów, wykonawców i zarządców infrastruktury. Szczególną uwagę poświęcamy wyładowaniom piorunowym i przebiegom – zjawiskom, które mogą powodować poważne uszkodzenia infrastruktury oraz stanowić zagrożenie dla użytkowników. Poddajemy analizie źródła tych zjawisk oraz metody przeciwdziałania ich skutkom, a także opisujemy odpowiednie środki ochrony, jakie mogą wpłynąć na zmniejszenie ryzyka uszkodzenia i zwiększenie trwałości infrastruktury ładowania.

Z roku na rok częściej słyszymy o zmianach klimatu, coraz bardziej intensywnych zjawiskach pogodowych i klęskach żywiołowych. Żyjemy w dynamicznie zmieniającym się świecie. Nie zastanawiamy się nad tym do momentu, w którym sami doświadczymy siły zjawisk naturalnych. W obecnych czasach powszechna staje się sytuacja, gdy naprawa zepsutego sprzętu okazuje się mniej korzystna niż zakup nowego. Jedną z przyczyn uszkodzeń urządzeń elektrycznych są przebiegi. Czy jako użytkownicy możemy podjąć kroki, aby zapobiec negatywnym skutkom ich występowania?

I Czym są przebiegi?

Przebieg to zgodnie z definicją każdy wzrost napięcia ponad jego wartość znamionową w sieci lub w układzie. Zazwyczaj urządzenia elektroniczne są odporne na kilkunastoprocentowy wzrost napięcia ponad określoną wartość, dla której zostały zaprojektowane. Jeśli urządzenie zasilane jest napięciem 230V, to zgodnie z normami powinno wytrzymać o 10% więcej, czyli 253 V. Jeśli napięcie wzrośnie ponad tę wartość, urządzenie może ulec uszkodzeniu.

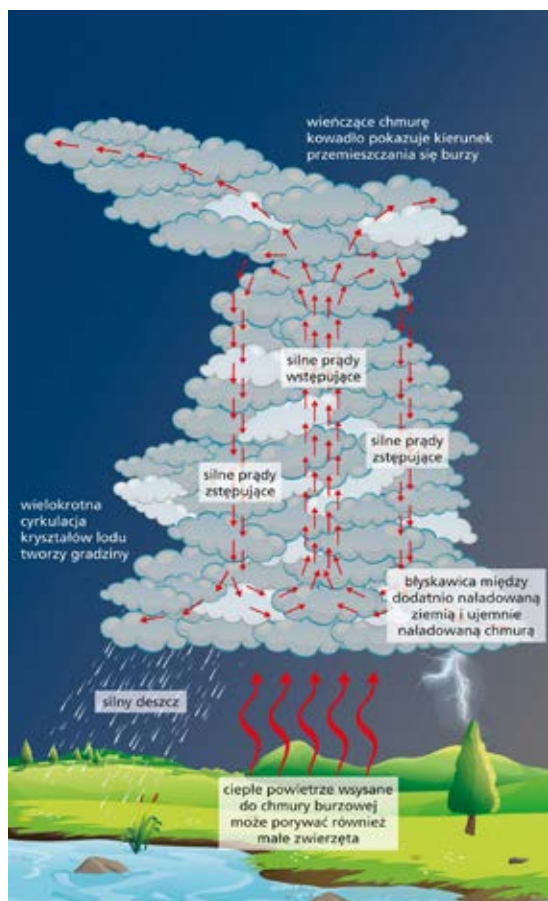
Większość stacji ładowania pojazdów elektrycznych jest przyłączona do sieci elektro-



Rys. 1. Możliwe amplitudy różnych rodzajów przebiegów rys. J. Wiater, M. Nowak, M. Wasilewski, D. Cendlewski

energetycznej, dlatego przy ich projektowaniu i instalowaniu należy uwzględnić ryzyko oddziaływania przebiegów spowodowanych wyładowaniami atmosferycznymi lub operacjami łączeniowymi. Ponadto należy wziąć pod uwagę

także inne rodzaje napięć przejściowych (np. przebiegi dorywcze o częstotliwości sieciowej, TOV ang. *Temporary Overvoltage*) oraz wyładowania elektrostatyczne (ESD ang. *Electrostatic Discharge*) (rys. 1.).



Rys. 2. Mechanizm powstawania wyładowań piorunowych rys. J. Wiater, M. Nowak, M. Wasilewski, D. Cendlewski

I Skąd biorą się przebiecia?

Bez względu na to, czy tego chcemy, czy nie, urządzenia elektryczne i elektroniczne są zmuszone do pracy w środowisku narażonym na przebiecia. Przebiecie nie widać i bardzo często nie zdajemy sobie sprawy z ich istnienia.

Najwięcej przebiecie powstaje w instalacjach elektrycznych w wyniku różnych operacji łączeniowych, zwarć, zmian konfiguracji układu połączeń, np. dołączania nowych odbiorników energii elektrycznej w domu. Są to tak zwane przebiecia wewnętrzne. Nie mają one zbyt dużych wartości, niemniej jednak występują dość licznie. Wielokrotnie pojawiają się w instalacjach elektrycznych i stopniowo (tak jak kropla drążąca skałę) nadwyrażają urządzenia, ich układ izolacyjny, tory prądowe, pomiarowe, sygnałowe itp. Oczywiście sprzęt, który użytkujemy, w pewnym stopniu jest na nie odporny, ale do czasu. Wyznaczając prawdopodobieństwo wystąpienia przebiecia i odnosząc to do parametrów znamionowych elementów użytych do budowy urządzenia elektrycznego, można oszacować średni czas pracy do uszkodzenia (ang. MTTF, *Mean Time to Failure*).

Najbardziej niebezpieczne dla wszelkich urządzeń są bezpośrednie lub pośrednie wyładowania piorunowe, które też są źródłem przebiecie. W takim przypadku możemy spodziewać się w instalacjach elektrycznych napięć na poziomie tysięcy woltów, co przy braku ochrony przeciwprzebieciowej na pewno skończy się bezpowrotnym uszkodzeniem urządzeń w instalacji. Statystycznie w Polsce urządzenia i systemy elektroniczne są kilkakrotnie (od 5 do 8 razy) w ciągu roku narażone na uszkodzenia pochodzące od wyładowań piorunowych [9].

Pojazdy elektryczne są uważane za bezpieczne miejsca przebywania podczas burzy ze względu na ich metalowe nadwozie (zasada klatki Faradaya), a ich elektronika – odizolowana od sieci energetycznej – jest również stosunkowo dobrze zabezpieczona przed uszkodzeniem. Warunki te ulegają jednak zmianie podczas ładowania, ponieważ elektronika pojazdu jest w tym czasie podłączona do sieci energetycznej. Pojawiające się w instalacji przebiecia, za pośrednictwem połączenia galwanicznego, mogą zostać doprowadzone do pojazdu i tym

samym stanowić poważne zagrożenie dla urządzeń elektrycznych i elektronicznych pojazdu.

Skąd biorą się wyładowania piorunowe?

Ogólnie można wyróżnić dwa rodzaje burz piorunowych: burze frontowe i burze termiczne. Pierwsze powstają na granicy zderzających się mas ciepłego i zimnego powietrza oraz tych mas z pochyłościami terenu. Przy zderzeniu wilgotne, ciepłe powietrze wyniesione zostaje na duże wysokości, tworząc chmurę burzową. To jest bardzo rozległe zjawisko, które może obejmować setki kilometrów. Jest ono charakterystyczne dla klimatu umiarkowanego, ale nie towarzyszy mu duża gęstość piorunów. Bardziej intensywne są burze termiczne, które powstają pod wpływem silnego nagrzania i unoszenia ku górze, nawet do wysokości 15 km, dolnych mas wilgotnego powietrza [10].

W górnych warstwach atmosfery następuje silne ochłodzenie powietrza i skroplenie zawartej w nim pary wodnej, a następnie zamarzanie cząstek wody w temperaturze dochodzącej w najwyższych partiach nawet do -50°C . Unoszeniu się powietrza towarzyszą silne zawirowania. W procesach tych formuje się naelektryzowana chmura burzowa [10] (rys. 2.). Silny wiatr, intensywny deszcz czy grad nie są konieczne do tego, aby doszło do wyładowania piorunowego. Czasami dochodzi do niego w momencie, gdy świeci słońce. Wszyscy znamy też powiedzenie, że coś spadło na nas jak grom z jasnego nieba.

Gdy natężenie pola elektrycznego w naładowanej chmurze burzowej osiągnie lokalnie krytyczną wartość rzędu 1 kV/cm , to z kropel deszczu lub z kryształków lodu zaczynają się rozwijać tzw. wyładowania wstępne, które zapoczątkowują kanał wyładowania piorunowego [10]. Kanał piorunowy powstaje skokowo i może rozwijać się w kierunku ziemi lub w kierunku nagromadzonego w chmurze ładunku przeciwnej biegunowości, tworząc (w dużym uproszczeniu) wyładowanie piorunowe.

Wyładowanie piorunowe, które wszyscy znamy, to nie jest pojedyncze uderzenie. Zwykle po pierwszym wyładowaniu doziemnym, w odstępach kilkudziesięciu milisekund, występują kolejne wyładowania, które ze względu na bezwładność naszego wzroku uważamy za jedno. Odsetek pojedynczych wyładowań jest szacowany na około 20%. Maksymalna liczba wyładowań składowych wynosi 40-50, natomiast liczba przeciętna jest szacowana na 3-4 [11, 2]. Po uderzeniu pioruna należy się spodziewać uszkodzeń



Sterowanie
i monitorowanie



Ładowanie



Niezawodność
zasilania



Sieć
i komunikacja



Montaż
i oznakowanie



Łączenie

Ochrona przed przepięciami dla stacji EV

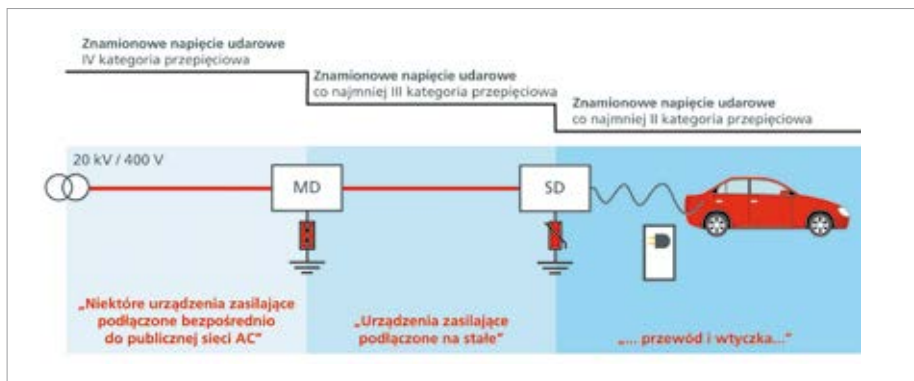
Zapewnij bezpieczeństwo
swoim stacjom ładowania pojazdów

Nasze ograniczniki przepięć chronią elektronikę i obwody zasilania
przed skutkami wyładowań oraz przepięciami z sieci zasilającej.

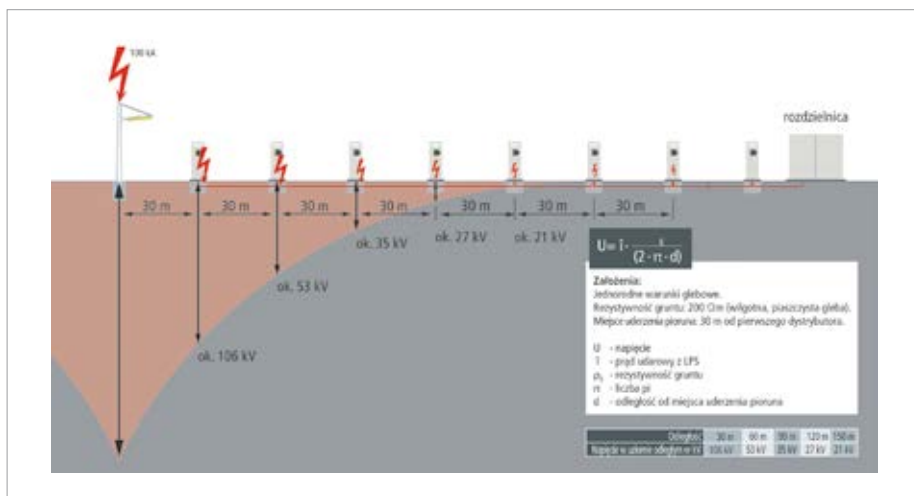
W ofercie Phoenix Contact dostępne są również rozwiązania
dla obwodów AKPiA oraz sieci informatycznych.

> Dowiedz się więcej:





Rys. 3. Wzrost potencjału w przypadku wyładowania atmosferycznego w bezpośrednim sąsiedztwie stacji ładowania
rys. J. Wiater, M. Nowak, M. Wasilewski, D. Cendlewski



Legenda: SPD (ang. Surge Protection Device) – urządzenie do ograniczania przepięć, MD – główna rozdzielnica zasilająca, SD – rozdzielnica zasilająca punkt ładowania

Rys. 4. Zależność między znamionowym napięciem uderzeniowym a poziomem ochrony zapewnianym przez SPD
rys. J. Wiater, M. Nowak, M. Wasilewski, D. Cendlewski

termicznych, mechanicznych, zapłonów materiałów palnych i wybuchowych, porażenia ludzi. Skutki te mogą być wywołane zarówno bezpośrednim oddziaływaniem prądu piorunowego, jak i przez powodowane nim sprzężenia, prądy i przepięcia indukowane [9].

Powszechne jest błędne przekonanie, że „nie należy obawiać się wyładowań piorunowych, bo obok stoi wyższy maszt/drzewo/budynek i piorun z pewnością uderzy tam”. Niestety w rzeczywistości jest zupełnie inaczej. W momencie gdy dojdzie do wyładowania piorunowego w pobliski obiekt, prąd piorunowy nie zniknie jak za dotknięciem magicznej różdżki; będzie się rozprzyskał dookoła. Spójrzmy na rysunek 3. Napięcia spadają, ale nie od razu i nie do zera. Bardzo często zdarza się, że wyładowanie piorunowe oddziałuje również na pobliskich „sąsiadów”. Badania naukowe pokazują, iż promień takiego oddziaływania może sięgać nawet 2 km od miejsca doziemnego wyładowania piorunowego [9]. Bardzo często wówczas nie kojarzymy „uszkodzeń” z wyładowaniem piorunowym.

I Zagrożenia stacji ładowania

Codziennie spotykamy się z różnego rodzaju pojazdami elektrycznymi, takimi jak: samochody, skutery, hulajnogi czy też rowery elektryczne. Przeważnie stosowane są w nich baterie litowo-jonowe, które służą do magazynowania energii i umożliwiają napędzanie pojazdów. Poza bezsprzecznymi zaletami baterii litowo-jonowych są też wady, które powinny zwrócić uwagę użytkownika i skłonić do podjęcia działań celem minimalizacji ryzyka pożaru w następstwie uszkodzenia układu ładowania – przeładowania ogniwa, mogącego skutkować jego samozapłonem.

Proces ładowania baterii litowo-jonowych wymaga stosowania układów (najczęściej scalonych) specjalnie zaprojektowanych tak, aby zabezpieczyć je na wypadek uszkodzenia, przeładowania, zbyt głębokiego rozładowania lub przekroczenia wartości prądu granicznego. W przypadku, gdy zostaną przekroczone wartości graniczne, może nastąpić niekontrolowany wzrost temperatury poszczególnych ogniw.

Baterie litowo-jonowe, ze względu na obecność związków litu, pozbawione warstwy ochronnej ulegają samozapłonowi w obecności tlenu atmosferycznego. „Bezpośrednią przyczyną niebezpiecznego zjawiska jest zwiększenie temperatury ogniwa lub drastyczne przeładowanie ogniwa, które prowadzi do dekompozycji jego elementów składowych określanej jako efekt «thermal runaway»” [11]. Proces ten jest silnie egzotermiczny i samopodtrzymujący się. Przekroczenie temperatury granicznej ogniwa powoduje stopienie folii wewnętrznej, co z kolei doprowadza do gwałtownego spalania związków litu. Mechanizm ten jednoznacznie skłania do zwrócenia uwagi na wartości graniczne prądów poszczególnych ogniw.

Punkty ładowania i naściennne stacje ładowania (wallbox) wytrzymują – w zależności od ich lokalizacji – przepięcia od 4 do 6 kV (kategoria przepięciowa III i IV), podczas gdy pojazdy elektryczne – ze względu na wbudowaną elektronikę – mają odporność najczęściej na poziomie 2,5 kV (kategoria przepięciowa II). Taka wytrzymałość jest często niewystarczająca do zapewnienia odpowiedniego bezpieczeństwa pojazdu w przypadku wystąpienia silnych przepięć. Jak widać na rysunku 3., podczas aktywnego procesu ładowania przepięcia dochodzące do infrastruktury ładowania często przekraczają wartości znamionowe, co w efekcie oznacza awarie o nieokreślonych konsekwencjach dla elektroniki zainstalowanej w pojeździe. Dlatego w instalacji ładowania konieczne jest zastosowanie ograniczników przepięć pozwalających na obniżenie amplitudy zakłóceń do poziomu wytrzymywanego przez podlegające ochronie urządzenia elektroniczne (rys. 4.).

Chcąc prawidłowo i skutecznie zabezpieczyć pojazd elektryczny podczas ładowania, należy mieć na uwadze potencjalne źródła zagrożeń, przed którymi musimy się chronić:

- » bezpośrednie wyładowanie piorunowe w elementy instalacji ładowania pojazdów elektrycznych,
- » wyładowanie piorunowe w sąsiadujące ze stacją ładowania instalacje, urządzenia, budynki,
- » przepięcia łączeniowe występujące na skutek przełączeń, zwarć i innych stanów przejściowych występujących w sieci elektroenergetycznej zasilającej stację ładowania.

W kolejnych numerach przybliżymy zagadnienia związane prawidłowym projektowaniem ochrony odgromowej i przeciwprzepięciowej stacji ładowania.



literatura do artykułu na
elektro.info.pl



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

Infrastruktura ładowania pojazdów elektrycznych w polskich miastach

Rozwój elektromobilności w Polsce coraz wyraźniej widać w przestrzeni miejskiej: instalacje do ładowania pojazdów elektrycznych pojawiają się przy centrach handlowych, biurach, hotelach, na stacjach paliw, parkingach P+R i przy budynkach mieszkalnych. Ale choć jest ich coraz więcej, nadal istnieje wiele barier, które hamują tempo powstawania nowych ładowarek w polskich miastach i należałoby te bariery zlikwidować.

Według danych „Licznika Elektromobilności”, pod koniec marca 2026 roku w Polsce działały 12 543 ogólnodostępne punkty ładowania pojazdów elektrycznych. Z tego 48% stanowiły punkty szybkiego ładowania DC, a 52% – ładowarki AC o mocy do 22 kW.

I Duże miasta na czele

Największe miasta pozostają naturalnymi liderami rozwoju infrastruktury ładowania – ponad połowa całej krajowej infrastruktury znajduje się w dużych aglomeracjach.

Na koniec marca 2026 r. najwięcej punktów ładowania miała Warszawa – 896, następnie Gdańsk – 411, Poznań – 391, Kraków – 364, Wrocław – 337, Szczecin – 331, Łódź – 292, Katowice – 239, Bydgoszcz – 195 i Częstochowa – 168. To pokazuje, że infrastruktura koncentruje się przede wszystkim tam, gdzie jest największa liczba samochodów elektrycznych, największy ruch flotowy oraz największa rotacja użytkowników.

W dużych miastach dominują dwa modele ładowania. Pierwszy to ładowanie wolniejsze, AC, typowe dla miejsc, w którym samochód

pozostaje na dłuższy postój, takich jak: parkingi przy biurach, hotelach, urzędach, galeriach handlowych i na osiedlach mieszkaniowych. Drugi model to ładowanie szybkie DC – coraz częściej instalowane przy trasach wyłotowych z miast, supermarketach, parkach handlowych i węzłach komunikacyjnych. Rosnący udział ładowarek DC jest ważny, ponieważ zmienia sposób korzystania z infrastruktury: ładowarka przestaje być wyłącznie „parkingowym dodatkiem”, a staje się elementem szybkiej obsługi kierowcy.

Z ogólnodostępnych ładowarek korzystają zarówno osoby prywatne, jak i firmy. W miastach dużą grupę użytkowników stanowią kierowcy flot służbowych, firm kurierskich, taksówek, administracji publicznej i miejskich spółek. Wynika to z faktu, że w Polsce auta firmowe (nabywane w formie leasingu, wynajmu długoterminowego lub na REGON) w segmencie pojazdów elektrycznych stanowią aż ok. 80 proc. wszystkich nowych rejestracji.

Prywatni właściciele najczęściej ładują swoje elektryki przy domu lub w miejscu pracy. Ogólnodostępna sieć ładowania jest kluczowa dla mieszkańców budynków wielorodzinnych – bez własnego miejsca postojowego, dla podróżnych oraz dla użytkowników, którzy potrzebują szybkiego doładowania pojazdu w ciągu dnia. Tymczasem wiele punktów powstało na terenach prywatnych – przy centrach handlowych, stacjach paliw, hotelach czy biurach – do których dostęp jest utrudniony lub możliwy tylko w określonych godzinach. Dobrym przykładem jest Wrocław, gdzie w 2025 roku działało ok. 260 ogólnodostępnych stacji ładowania, ale były one zlokalizowane głównie na terenach komercyjnych, takich jak stacje benzynowe, centra handlowe czy osiedla deweloperskie. Dopiero jesienią 2025 r. uruchomiono pierwsze stacje na terenach gminnych.

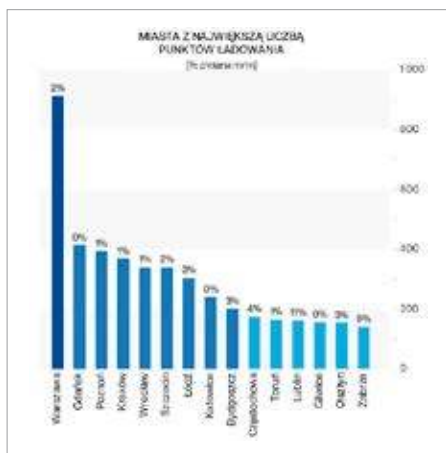


Ładowarki na osiedlu mieszkaniowym to wciąż rzadki widok w naszym kraju fot. emobilnosc.com

Wrocław pokazuje też ciekawy model współpracy samorządu z inwestorami. Miasto udostępnia tereny pod budowę nowych stacji, natomiast prywatni operatorzy budują i eksploatują stacje. Dzięki temu samorząd może rozwijać infrastrukturę bez pełnego finansowania inwestycji z budżetu miasta. Podobny kierunek widać w Warszawie, gdzie Zarząd Dróg Miejskich prowadzi przetargi na dzierżawę terenów w pasach drogowych pod budowę i eksploatację stacji ładowania pojazdów elektrycznych.

Przeszkody na drodze do szybszego rozwoju

Największe bariery w budowie nowych stacji nie wynikają dziś wyłącznie z braku kapitału. Branża elektromobilna wskazuje przede wszystkim na długie procedury przyłączeniowe, ograniczenia sieci elektroenergetycznej, trudną koordynację z operatorami systemów dystrybucyjnych, problemy z dostępnością mocy oraz skomplikowane uzgodnienia formalne. Przedstawiciele rynku podkreślają, że opóźnienia w budowie przyłączy i niespójne procedury mogą blokować uruchomienie gotowych inwestycji.



Liczba punktów ładowania w miastach, źródło: „Licznik elektromobilności” – marzec 2026

Szczególnie wymagające są stacje dużej mocy. W przypadku hubów DC lub ładowania HPC (*High Power Charging*) potrzebne są moce rzędu setek kilowatów, a czasem kilku megawatów. To oznacza konieczność rozbudowy przyłączy, budowy stacji transformatorowych, a niekiedy także modernizacji sieci średniego napięcia. Podobny problem dotyczy infrastruktury przy drogach szybkiego ruchu i MOP-ach (Miejsca Obsługi Pasażerów), ale w miastach także lokalizacje przy dużych parkingach, centrach logistycznych czy węzłach przesiadkowych wymagają znacznie większych mocy niż standardowe przyłącza obiektów komercyjnych.

Zbyt mało punktów ładowania przy blokach

Kolejną barierą jest mała dostępność ładowarek w zabudowie wielorodzinnej. Dla wielu mieszkańców bloków własna ładowarka w garażu podziemnym byłaby najwygodniejszym rozwiązaniem, ale praktyka pokazuje, że wspólnota i zarządcy często opóźniają lub blokują montaż takich instalacji. W 2025 r. głośny był wyrok warszawskiego sądu, który uznał, że wspólnota bezprawnie blokowała montaż punktu ładowania przy prywatnym miejscu postojowym. Na szczęście, to się już zmieniło. Obecnie, po nowelizacji ustawy o elektromobilności, która obowiązuje od 1 stycznia 2026 roku, wspólnoty i spółdzielnie mieszkaniowe nie mogą już odmawiać zgody na montaż ładowarki bez merytorycznego uzasadnienia. Wspólnota lub spółdzielnia może odmówić zgody na taką inwestycję tylko w ściśle określonych przypadkach (np. negatywna ekspertyza techniczna, brak prawa do lokalu, brak zobowiązania wnioskodawcy do pokrycia kosztów). Aby zamontować stację na swoim wyłącznym miejscu postojowym, właściciel lokalu musi złożyć odpowiedni wniosek i ponieść wszelkie koszty związane z instalacją stacji ładowania i montażem podlicznika zużycia energii. Wspólnota ma 30 dni na zlecenie ekspertyzy technicznej, a po jej otrzymaniu – 7 dni na powiadomienie mieszkańca o wynikach tej ekspertyzy. Jeśli terminy te upłyną, a wspólnota lub spółdzielnia nie wywiąże się ze swoich obowiązków, mieszkaniowiec może samodzielnie zlecić ekspertyzę, by jej rezultaty przedstawić wspólnocie. Jeżeli ekspertyza będzie pozytywna, tj. nie stwierdzi przeciwwskazań do montażu punktu ładowania oraz nie wystąpią inne przesłanki ustawowe do odmowy (wymienione powyżej), mieszkaniowiec ma prawo rozpocząć instalację punktu ładowania o mocy do 11 kW (na własny koszt). Jak bowiem wynika



Stacja ładowania autobusów elektrycznych firmy Medcom w Jaworznie fot. PKM Jaworzno

z Barometru Nowej Mobilności 2026 (przygotowanego przez PSNM i Otomoto), możliwość ładowania w domu może być czynnikiem, który w największym stopniu decyduje o gotowości zakupu samochodu elektrycznego – aż 70% osób, które wskazały tę przeszkodę, uznaje ją za bardzo istotną – to więcej niż w przypadku zasięgu auta, ceny czy obaw technologicznych.

Ładowarki powinny powstawać przede wszystkim tam, gdzie samochód stoi przez określony czas z przyczyn naturalnych. Punkty ładowania AC dobrze sprawdzają się przy osiedlach, parkingach miejskich, urzędach, szkołach, obiektach sportowych, hotelach i biurach. Szybkie DC powinny być lokalizowane przy trasach wylotowych, stacjach paliw, galeriach handlowych, dużych supermarketach, węzłach przesiadkowych, dworcach, parkingach P+R i centrach logistycznych. Coraz ważniejsze będą też huby ładowania, czyli miejsca z kilkoma lub kilkunastoma stanowiskami do ładowania, pozwalające obsłużyć większy ruch bez kolejek.

Infrastrukturę ładowania rozwijają zarówno firmy wyspecjalizowane w branży elektromobilności (GreenWay, Ekoen, Powerdot), jak i koncerny paliwowe, sieci handlowe oraz operatorzy energetyczni. GreenWay Polska należy do największych operatorów w kraju – według najnowszych danych sieć ta ma ponad 2900 punktów ładowania (łącznie stacje własne i partnerskie), z czego 1160 to punkty szybkiego ładowania prądem stałym (DC). Powerdot w 2025 r. uruchomił w Polsce 370 punktów ładowania, zwiększając swoją sieć do ponad 1100 punktów w ponad 500 lokalizacjach. ORLEN rozwija sieć ORLEN Charge i uruchamia huby dużej mocy – do 400 kW. Takie huby powstają w miastach zwykle tam, gdzie nieopodal przebiega trasa szybkiego ruchu.

Ładowarki do miejskich autobusów

Osobnym zagadnieniem jest infrastruktura ładowania autobusów elektrycznych. W kwietniu



Hub ładowania przy ul. Postępu w Warszawie oferuje ładowanie z mocą do 350 kW fot. Ekoen

2026 roku zarejestrowanych było w Polsce 2061 autobusów elektrycznych – większość oczywiście w dużych miastach. Największe floty posiadają: Warszawa – ponad 160 pojazdów elektrycznych i Kraków – ponad 120 pojazdów. Poznań, Katowice, Zielona Góra i Lublin mają floty liczące od kilkudziesięciu do ponad 100 sztuk. Ciekawym przypadkiem jest Jaworzno – to jedno z pierwszych miast, gdzie elektryki stanowią już ponad połowę całego miejskiego taboru.

Ładowarki do autobusów elektrycznych to urządzenia dużej mocy, dostosowane do wielkich baterii. W zależności od potrzeb infrastruktury, ładują one pojazdy na dwa podstawowe sposoby: za pomocą wtyczki (plug-in, na zajezdniach) lub poprzez pantograf (szybkie ładowanie uliczne, na pętlach). Ładowarki zajezdniowe plug-in zazwyczaj mają moc od 50 kW do 150 kW, natomiast stacje pantografowe zapewniają moce rzędu 150–450 kW. Umożliwiają szybkie doładowanie pojazdu (np. w 15–20 minut) na trasie przejazdu lub końcowych pętlach autobusowych. Infrastrukturę ładowania dla transportu publicznego dostarczają wyspecjalizowane firmy, m.in. Ekoenergetyka, Enika Łódź, EVplus oraz warszawski Medcom, który ma w ofercie wszystkie rodzaje ładowarek autobusowych: plug in,

pantografowe, mobilne oraz – jako jedni z nielicznych na rynku – ładowarki w technologii V2G (Vehicle-to-Grid).

I Na jakim etapie dziś jesteśmy?

Polskie miasta są już po pierwszym etapie budowy infrastruktury ładowania. Sieć stacji ładowania istnieje, rośnie i coraz częściej obejmuje szybkie ładowarki DC. Kolejny etap będzie jednak trudniejszy: chodzi nie tylko o zwiększenie liczby punktów, lecz także o ich właściwe rozmieszczenie, niezawodność, dostępność mocy i integrację z miejską polityką transportową – to od tych czynników zależy, czy ładowanie samochodu elektrycznego stanie się w mieście tak proste i przewidywalne jak parkowanie czy tankowanie. Kierowcy samochodów elektrycznych potrzebują infrastruktury, która nie tylko znajduje się w dogodnych lokalizacjach, lecz przede wszystkim zapewnia szybkie ładowanie, odpowiednią liczbę stanowisk i gwarancję, że punkt ładowania będzie dostępny w momencie przyjazdu.

W zakresie budowy infrastruktury ładowania bardzo wiele zależy od polityki i nastawienia władz miasta, a z tym bywa bardzo różnie. W wielu miejscach realizowanie inwestycji przebiega w sposób bardzo dobry lub przynajmniej poprawny, jednak są też miasta, gdzie inwestorzy bardzo narzekają na jakość współpracy z jednostkami samorządu terytorialnego: urzędnicy mają duże trudności w doprowadzeniu do wynajęcia terenu na potrzeby instalacji stacji ładowania. Może to wynikać z braku chęci decydentów do takiego działania, skomplikowanych procedur czy braku decyzyjności w tym obszarze. Często się zdarza, że w urzędzie miasta nie ma pełnomocnika czy wydziału, który byłby oddelegowany do zajmowania się rozwojem elektromobilności. Wiele miast nie pracuje w odpowiednim tempie, aby wydzierżawić tereny pod stacje ładowania, nawet nie wszystkie duże miasta umożliwiły dzierżawienie nieruchomości pod infrastrukturę dla pojazdów elektrycznych.

Co trzeba zmienić, by sieć ładowania rozwijała się szybciej?

Samorządy powinny wspierać rozwój infrastruktury, bo jest to przecież w interesie ich mieszkańców. Powinny oferować korzystne warunki dzierżawy. Bardzo często np. okres dzierżawy to tylko 3 lata, a biorąc pod uwagę czas oczekiwania na realizację przyłącza elektroenergetycznego przez OSD, taki okres pozwoli na użytkowanie stacji zaledwie przez kilka, maksymalnie kilkanaście miesięcy. To zbyt krótko,



Stacja ładowania na parkingu Galerii Krakowskiej
fot. Powerdot

aby inwestycja była opłacalna. Także wygląd, moc czy wymiary stacji ładowania bardzo często są ograniczane przez wytyczne wyznaczone przez standardy architektoniczne – to powoduje brak możliwości budowy stacji większych mocy lub znacznie ogranicza listę producentów stacji, które mogą być wykorzystane w danym miejscu.

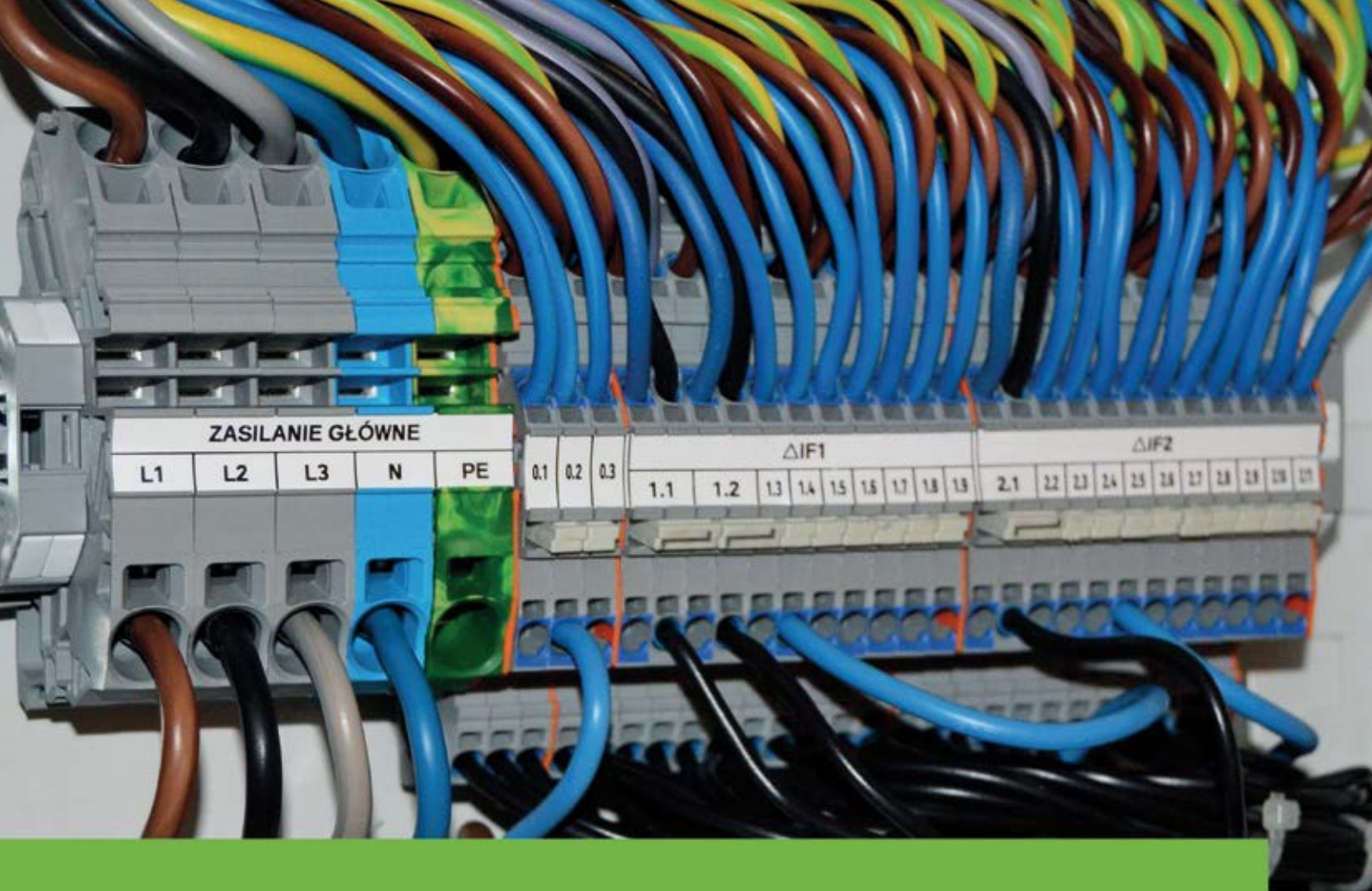
Istotną trudnością w realizacji inwestycji są kwestie przyłączeniowe. Czas realizacji przyłączy przez OSD bywa bardzo długi. Należałoby uzgodnić miejsce budowy infrastruktury pomiędzy organami samorządowymi a OSD, tak aby podczas dzierżawy nieruchomości mieć pełną wiedzę o mocach dostępnych w danym miejscu i możliwych terminach realizacji inwestycji. To pozwoli uniknąć zawierania umów, z których część nie ma szansy być zrealizowana – ze względu na bardzo niekorzystne warunki przyłączenia. Bardzo pomocne byłoby wyznaczenie odpowiedniej jednostki w ramach np. urzędu miasta, która byłaby odpowiedzialna za wsparcie lub koordynację procesu projektowego czy inwestycyjnego. Skróciłoby to znacznie czas niezbędny na uzgodnienie odpowiednich rozwiązań z jednostkami odpowiedzialnymi za tereny zielone, drogi miejskie, obszary ochrony archeologiczne czy zabytkowe.

A zatem konieczne jest skrócenie i ujednolicenie procedur przyłączeniowych. Po drugie, miasta powinny aktywnie wskazywać lokalizacje pod ładowarki, szczególnie na terenach publicznych i w pasach drogowych. Po trzecie, potrzebna jest lepsza koordynacja planów rozwoju sieci elektroenergetycznej z planami transportowymi miast. Po czwarte, warto promować model partnerstwa publiczno-prywatnego, w którym samorząd udostępnia lokalizację, a operator odpowiada za inwestycję i eksploatację. I byłoby dobrze, gdyby te zmiany zostały wprowadzone na szczeblu ogólnokrajowym – na drodze regulacji prawnych – aby w każdym mieście obowiązywały te same zasady, a nie – jak obecnie – „od Sasa do Lasa”.

EVB PARTNER DAYS 2026

Już 9 i 10 czerwca 2026 r. w Zegrzu koło Warszawy odbędzie się jedno z najważniejszych wydarzeń branży elektromobilności w Polsce i Europie. Piąta edycja EVB PARTNER DAYS zgromadzi około 120 praktyków oraz decydentów kształtujących przyszłość rynku EV i infrastruktury energetycznej. Tegoroczna agenda wydarzenia to odpowiedź na aktualne wyzwania rynku – od bezpieczeństwa infrastruktury ładowania (plaga kradzieży), przez regulacje prawne (planowane zmiany legislacyjne), aż po inteligentne zarządzanie CSMS i integrację systemów w oparciu o AI. W programie m.in.: narzędzia do planowania infrastruktury ładowania, prezentacja systemu antykradzieżowego kabli EV, prezentacja systemu CSMS 6. GENERACJI w 100% oparciu o AI, zmiany legislacyjne dotyczące budowy infrastruktury ładowania, jazdy testowe najnowszymi modelami samochodów elektrycznych oraz wodnymi skuterami elektrycznymi po jeziorze.

Więcej informacji o wydarzeniu na stronie: www.evbpartnerdays2026.pl



IDEALNE DLA ROZDZIELNIC BUDYNKOWYCH

Dowiedz się więcej o zastosowaniach piętrowych
złączek TOPJOB® S w rozdzielnicach budynkowych.



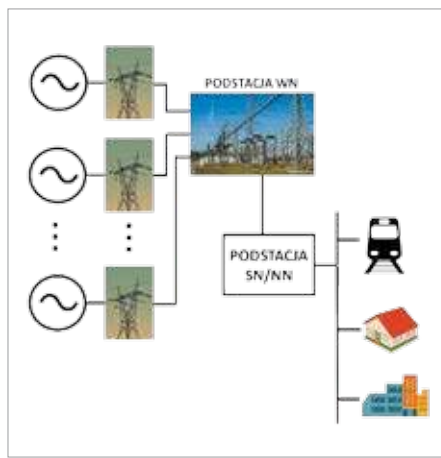
Konwertery jako narzędzie stabilizacji sieci elektroenergetycznej

W artykule opisano rolę konwerterów stabilizujących sieć elektroenergetyczną, tzw. GFM (ang. *Grid ForMing Converters*), w transformacji energetycznej polegającej na przejściu od sieci z dominującym udziałem generatorów napędzanych paliwami kopalnianymi do sieci z wyjątkowym lub dominującym udziałem źródeł odnawialnych. Przedstawiono podstawowe cechy konwerterów GFM oraz różnice między konwerterami GFM a konwerterami GFL (ang. *Grid FoLLowing Converters*) – te ostatnie były powszechnie i są nadal stosowane z odnawialnymi źródłami energii.

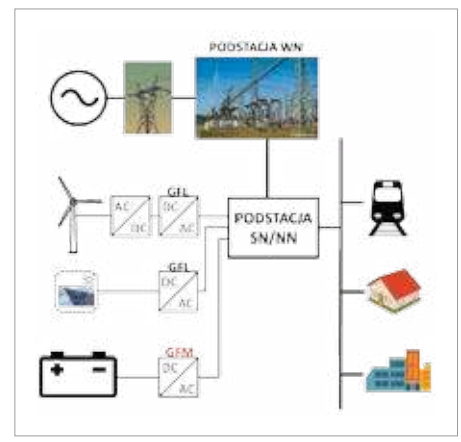
Europejski Zielony Ład to aspiracja Unii Europejskiej do stania się do 2050 roku pierwszym obszarem z zerowym poziomem emisji gazów cieplarnianych netto. Aby to osiągnąć, konieczne jest zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii (OZE) w produkcji energii elektrycznej do 55-60% do 2030 r. i do 84% do 2050 r. Aby zapewnić stabilność sieci elektroenergetycznej zdominowanej przez OZE, konieczne jest zainstalowanie w sieci odpowiedniej liczby konwerterów, zwanych również inwerterami lub falownikami, mogących stabilizować sieć elektroenergetyczną (ang. *Grid ForMing Converter*, GFM) przez dostarczanie mocy czynnej i biernej w skali czasu liczonoj w milisekundach.

Rola konwerterów GFM w sieci elektroenergetycznej

Konwertery GFM mają za zadanie zapewnienie stabilności sieci elektroenergetycznej w przypadku, gdy źródła energii odnawialnej są przeważającym lub jedynym źródłem energii elektrycznej. W takim przypadku, stosowane powszechnie z odnawialnymi źródłami energii konwertery nadążające GFL (ang. *Grid FoLLowing Converter*) nie są w stanie zapewnić stabilnej pracy sieci, gdyż wymagają istnienia



Rys. 1. Tradycyjna sieć elektroenergetyczna
rys. A. Lisowiec, J. Chudorliński



Rys. 2. Sieć elektroenergetyczna z przeważającą ilością energii generowanej ze źródeł odnawialnych
rys. A. Lisowiec, J. Chudorliński

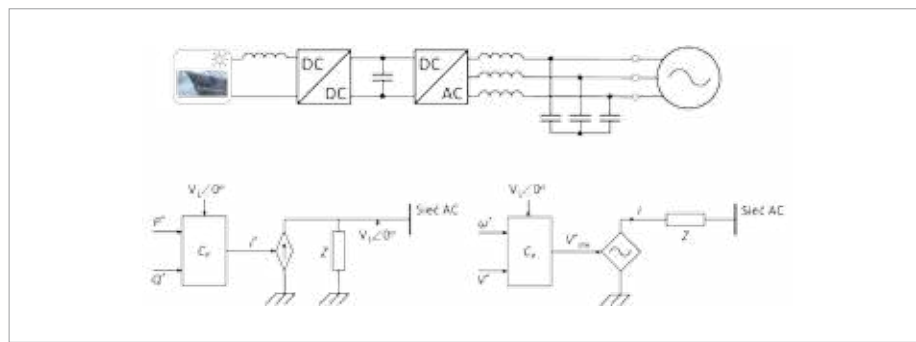
w sieci napięcia, do którego muszą się dostosować. Konwertery GFM są w stanie samodzielnie generować napięcie sieci o odpowiednich parametrach w przypadku pracy wyspowej lub stabilizować to napięcie przez dostarczanie mocy czynnej i biernej w skali czasu milisekund. Tradycyjna sieć elektroenergetyczna, składająca się wyłącznie lub w przeważającej części ze źródeł energii w postaci generatorów synchronicznych, została przedstawiona na **rysunku 1**.

W przypadku awarii i odłączenia jednego z generatorów w takiej sieci, energia zgromadzona

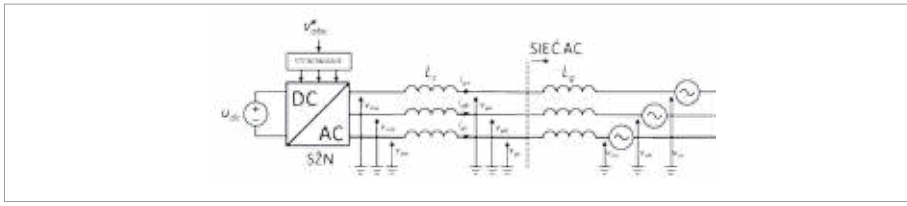
w wirującej masie pozostałych generatorów jest w stanie podtrzymać napięcie w sieci i nie dopuścić do nadmiernego spadku częstotliwości przez okres czasu niezbędny do rekonfiguracji sieci. Korzystną cechą generatorów synchronicznych jest również to, że po dołączeniu ponownie do sieci mają one naturalną tendencję do zsynchronizowania się z innymi generatorami.

Obecnie coraz więcej źródeł energii w sieci stanowią źródła energii odnawialnej, a sieć energetyczna przekształca się do postaci przedstawionej na **rysunku 2**.

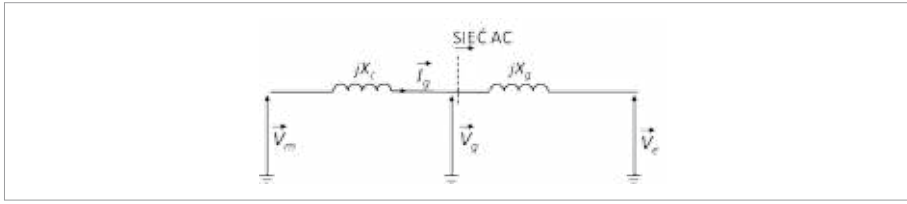
Źródła energii odnawialnej są dołączone do sieci za pomocą konwerterów zmieniających napięcie stałe na napięcie sieci elektroenergetycznej o odpowiedniej częstotliwości. W przypadku, gdy wszystkie (lub prawie wszystkie) konwertery są konwerterami nadążającymi GFL, sieć staje się niestabilna. Powodem jest sposób działania konwerterów GFL, które muszą najpierw zmierzyć napięcie lub częstotliwość w sieci, aby dostarczyć prąd wyjściowy w celu jej stabilizacji. Reakcja GFL jest opóźniona – prąd jest wstrzykiwany z opóźnieniem w stosunku do pomiaru, co pro-



Rys. 3. Sposób dołączenia oraz schematy blokowe konwerterów GFM i GFL
rys. A. Lisowiec, J. Chudorliński



Rys. 4. Uproszczony model elektryczny sieci elektroenergetycznej z dołączonym konwerterem GFM
rys. A. Lisowiec, J. Chudorliński



Rys. 5. Schemat ilustrujący rozptył prądów w jednej fazie rys. A. Lisowiec, J. Chudorliński

wadzi do niebezpiecznego dodatniego sprzężenia zwrotnego i utraty stabilności sieci.

Konwertery GFM działają inaczej. W przypadku zaburzenia utrzymują wartość swojego napięcia wyjściowego oraz jego częstotliwość na stałym poziomie przez kilka okresów sieci, jednocześnie dostosowując swoje napięcie wyjściowe i częstotliwość do innych generatorów w sieci przez okres czasu rzędu kilku–kilkunastu sekund. Różnica między konwerterami typu GFL i GFM tkwi głównie w oprogramowaniu i sposobie kontroli prądu wyjściowego. Analizy pokazują [1], że w przypadku sieci elektroenergetycznej z przeważającą ilością energii generowanej przez źródła odnawialne, konwertery typu GFM powinny stanowić przynajmniej 30% ogólnej liczby konwerterów.

Zasada działania konwerterów typu GFM

Zasadę działania konwerterów oraz sposób ich dołączenia do sieci elektroenergetycznej ilustruje **rysunek 3**. Rozpatrzony został przypadek, gdy konwerter musi dostarczyć moc czynną w celu stabilizacji częstotliwości.

Konwerter typu GFL, przedstawiony schematycznie w dolnym prawym rogu **rysunku 3**, opisuje się jako źródło prądowe dołączone do sieci elektroenergetycznej. Konwerter typu GFM, przedstawiony w dolnym lewym rogu **rysunku 3**, opisuje się jako źródło napięcia o niewielkiej impedancji wyjściowej (w powszechnie stosowanym żargonie: jako źródło napięcia za niewielką impedancją).

Do analizy matematycznej przyjmuje się model sieci przedstawiony na **rysunkach 4** oraz **5**.

Napięcia V_m , V_g , V_e oraz prąd I_g można przedstawić w postaci fazorów:

$$\vec{V}_m = V_m e^{j\delta_m}, \quad \vec{V}_g = V_g e^{j\delta_g} \quad (1)$$

$$\vec{V}_e = V_e e^{j\delta_e}, \quad \vec{I}_g = \frac{\vec{V}_m - \vec{V}_g}{j \cdot X_c}$$

Moc czynna w punkcie przyłączenia konwertera do sieci elektroenergetycznej jest wyrażona wzorem:

$$P = \operatorname{Re}(\vec{V}_g \cdot \vec{I}_g^*) \quad (2)$$

Podstawiając do wyrażenia (2) wyrażenia (1) i stosując tożsamości trygonometryczne, otrzymuje się następujące wyrażenie na moc czynną w punkcie przyłączenia:

$$P = \frac{V_g \cdot V_m}{X_c} \cdot \sin(\delta_m - \delta_g) \quad (3)$$

Wyrażenie (3) pokazuje, że moc czynną w punkcie przyłączenia można regulować za pomocą różnicy faz między napięciem w punkcie przyłączenia a napięciem z konwertera.

I Podsumowanie

Konwertery GFM, formujące sieć elektroenergetyczną, są niezbędnymi elementami nowoczesnych sieci elektroenergetycznych z dominującym lub wyłącznym udziałem OZE w generacji energii. Konwertery te są w stanie samodzielnie generować napięcie zmienne o odpowiedniej częstotliwości. Powinny być instalowane w miejscach sieci, gdzie jej bezwładność energetyczna jest niewystarczająca. W instalacjach pilotażowych [2] umieszcza się je też za magazynami energii.

I Literatura

1. <https://www.nrel.gov/docs/fy24osti/90256.pdf>.
2. <https://spectrum.ieee.org/electric-inverter>.

Rozwiązania fotowoltaiczne Weidmüller: najwyższa jakość i bezpieczeństwo

Wśród wielu produktów do systemów fotowoltaicznych, oferowanych przez firmę Weidmüller, przedstawiamy dwa innowacyjne rozwiązania, dzięki którym instalacja PV będzie działać efektywnie przez długie lata.

PV Next – rozdzielnice nowej generacji

Istotną częścią każdej instalacji fotowoltaicznej jest rozdzielnica, która służy do łączenia kilku stringów oraz ochrony przed przepięciami, ale ma też inne funkcje. Co wyróżnia rozdzielnice PV Next?

Mają one konstrukcję modułową, aby umożliwić jak największą liczbę wariantów przy jak najmniejszej liczbie produktów końcowych, np. jeśli instalacja PV wymaga wersji z jednym wejściem i jednym wyjściem, można użyć rozdzielnic z 3 wejściami i 3 wyjściami. Zapewnia to wysoką dostępność magazynową, elastyczność użytkowania i optymalizację kosztów.

PV Next to pierwsza na świecie koncepcja rozdzielnic fotowoltaicznych oparta na znormalizowanej konstrukcji płytki drukowanej. Jednym z istotnych aspektów koncepcji modułowej jest użycie bardzo ograniczonej liczby płytek drukowanych lub PCB. Logika jest prosta: jedna płytka drukowana potrzebna jest do 1 MPP. Tak więc jeśli falownik ma 3 MPP, wymagany jest sumator PV Next z 3 płytkami PCB. Dodatkowo istnieje zoptymalizowane rozwiązanie z 2 MPP na jednej płycie drukowanej.

Zaletą rozdzielnic PV Next jest też zmniejszenie o 25% wykorzystanie takich materiałów jak miedź i tworzywa sztuczne, a ich wygląd umożliwia łatwą, szybką i bezpieczną instalację. Zin-



Rozdzielnice PV Next chronią system fotowoltaiczny przed przepięciami i zwarciami, a także zapewniają opcję łączenia stringów

WARTO WIEDZIEĆ

Inne ważne cechy i funkcje rozdzielnic PV Next:

- » **uziemiające funkcjonalne** gwarantuje prawidłowe funkcjonowanie i bezawaryjną pracę instalacji elektrycznej,
- » można je zamówić wraz z **wyłącznikiem do włączania i wyłączania przepływu prądu stałego** – podstawowa konstrukcja, w tym liczba płytek drukowanych i rozmiar obudowy, pozostaje taka sama, producent musi tylko przygotować pokrywę, zamontować wyłącznik i podłączyć kable do płytki PCB, w wykonaniach bez wyłącznika ta część jest zmostkowana kablem (fabrycznie zainstalowanym); w razie potrzeby wszystkie wyłączniki można łatwo zablokować lub zaplombować,
- » połączenie stringów (wejście +/-) można zrealizować na dwa sposoby: przez użycie złącza Weidmüller PV z szybkim zaciskiem poza skrzynką lub poprowadzenie kabli stringów przez standardowe dławiki kablowe do wnętrza skrzynki – wewnątrz skrzynki można łatwo wykonać połączenie za pomocą złączek szeregowych PUSH-IN; ta technologia wymaga tylko odizolowanego kabla, który można wprowadzić bezpośrednio do zacisku złączki szeregowej (wymagany jest tylko standardowy śrubokręt),
- » rozdzielnice są często instalowane w trudnych warunkach klimatycznych, co prowadzi do kondensacji, aby pozbyć się wilgoci, wszystkie skrzynki PV Next mają **zintegrowany element kompensacji ciśnienia**,
- » stan ograniczników przepięć można rozpoznać po kodzie kolorystycznym (zielony – sprawny, czerwony – do wymiany), taka wizualna kontrola wymaga przezroczystej pokrywy skrzynki; alternatywą jest sprawdzenie stanu w systemie monitoringu i w tym celu wszystkie wersje PV Next mają **zdalny styk**, który umożliwia połączenie kablowe z jednostką komunikacyjną.

tegrowana technologia PUSH IN zmniejsza też czas instalacji i ryzyko błędów oraz ich konsekwencji. Wszystkie instalacje fotowoltaiczne montowane na budynkach na terenie Unii Europejskiej muszą być zabezpieczone przed przepięciami po stronie DC – w zależności od rodzaju instalacji, wymagana jest ochrona przeciwprzepięciowa typu II lub typu I+II. Portfolio rozdzielnic PV Next oferuje odpowiednie rozwiązanie dla obu typów. W ofercie Weidmüller jest wiele różnych wariantów PV Next przeznaczonych do budynków komercyjnych i mieszkalnych.

Przełącznik PV Next Fireman do bezpiecznego zdalnego wyłączenia

Dachowe systemy fotowoltaiczne wymagają urządzenia odłączającego w pobliżu modułów fotowoltaicznych, które jest podłączone do źródła zasilania w domu. Przepływ prądu z modułów fotowoltaicznych zostaje przerwany w momencie wyłączenia zasilania wewnątrz



Przełącznik PV Next Fireman Switch z ochroną przeciwprzepięciową

lub na zewnątrz domu – dzięki temu straż pożarna może przeprowadzić akcję gaśniczą bez narażania się na niebezpieczeństwo.

WARTO WIEDZIEĆ

Najważniejsze cechy przełącznika PV Next Fireman Switch:

- » automatyczne (zdalne) odłączanie modułów fotowoltaicznych od sieci w przypadku pożaru,
- » efektywne łączenie ciągów fotowoltaicznych – oszczędność kabli do 50%,
- » prosta, kompaktowa konstrukcja, zajmująca niewiele miejsca,
- » dodatkowa funkcja: ochrona przeciwprzepięciowa – w wybranych wariantach.

W takiej sytuacji doskonale sprawdza się przełącznik PV Next Fireman Switch, który łączy ciągi fotowoltaiczne i może je automatycznie rozłączyć w przypadku pożaru, a po przywróceniu zasilania przełącznik automatycznie ponownie łączy ciągi fotowoltaiczne. Dzięki takiemu roz-

wiązaniu ekipa gaśnicza może bezpiecznie pracować, a pożar można ugasić szybciej. W odróżnieniu od innych rozwiązań, pobór prądu następuje jedynie podczas przełączania. Dodatkowo zaletą przełącznika jest to, że zajmuje bardzo mało miejsca.

PV Next Fireman Switch występuje w dwóch wersjach: z ochroną przeciwprzepięciową i bez takiej ochrony.

Weidmüller

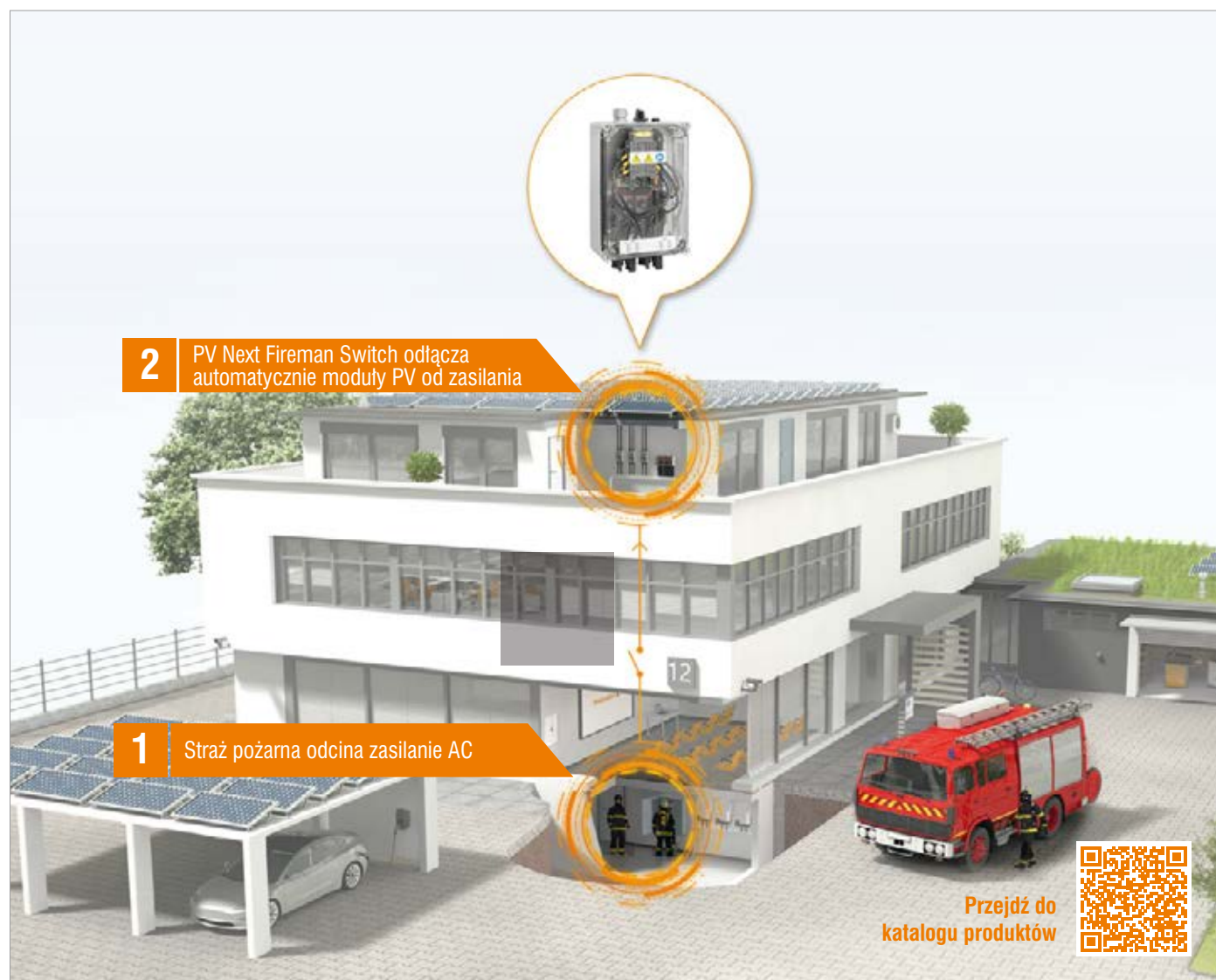
Weidmüller Sp. z o.o.

00-876 Warszawa, ul. Ogrodowa 58

tel. 22 510 09 40, faks 22 510 09 41

biuro@weidmuller.com

www.weidmuller.pl



2

PV Next Fireman Switch odłącza automatycznie moduły PV od zasilania

1

Straż pożarna odcina zasilanie AC

Przejdź do
katalogu produktów



Ochrona instalacji PV przed przepięciami i automatyczne wyłączenie w przypadku pożaru z wykorzystaniem produktów Weidmüller

Optymalny rozdział potencjałów dzięki nowym złączkom TOPJOB® S

Rodzina złączek listwowych TOPJOB® S poszerzyła się o nowe rozwiązanie – kompaktowe bloki rozdzielcze, które pozwalają na wydajny rozdział potencjałów za pomocą jednej tylko złączki – bez żadnych dodatkowych elementów.

Rozdział energii jest jednym z częściej spotykanych zadań technicznych, które stoją przed instalatorami zarówno w instalacjach budynkowych, jak i przemysłowych. Można wręcz powiedzieć, że jest integralną częścią wszystkich instalacji elektrycznych, maszyn i urządzeń.

Na rynku dostępnych jest bardzo wiele rozwiązań, począwszy od prostych, klasycznych bloków rozdzielczych, przez listwy zaciskowe aż po zaawansowane i wygodne rozwiązanie, jakim są złączki listwowe. Często jednak potrzeba rozwiązania, które pozwoli w szybki i wygodny sposób powielić potencjały na niewielkiej przestrzeni, np. gdy w rozdzielnicach niemal brakuje już miejsca, a inwestor prosi o wyste-

rowanie lub zasilenie dodatkowych urządzeń. Odpowiedzią na to wyzwanie są nowe złączki rozgałęźne WAGO z serii 2006, które w kompaktowej obudowie, w formie niewielkiego „plasterka” i bez żadnych dodatkowych akcesoriów (np. ścianek końcowych) pozwalają na rozdział z jednego przewodu zasilającego na sześć odpływów.

Wielkie możliwości w małej obudowie

Złączki rozgałęźne WAGO z serii 2006 na szerokości zaledwie 9 mm pozwalają na podłączenie przewodu zasilającego o przekroju znamionowym do 10 mm² (przewód jednodrutowy, wielodrutowy lub linka bez tulejki przewodowej) lub 6 mm² (linka z końcówką).

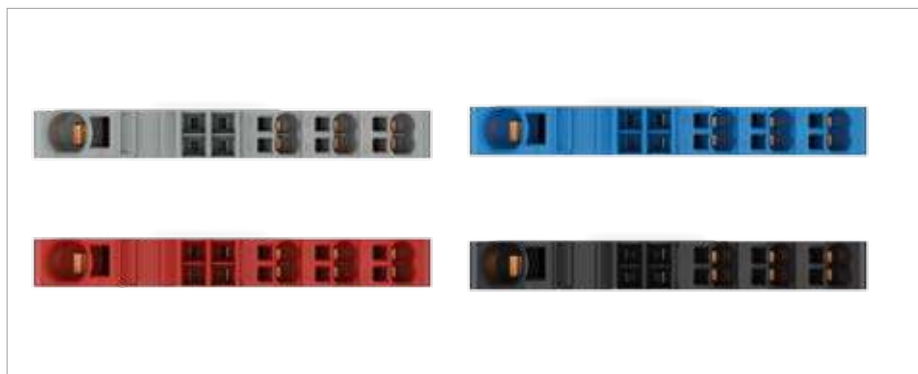
WARTO WIEDZIEĆ

Zalety złączek rozgałęźnych TOPJOB® S:

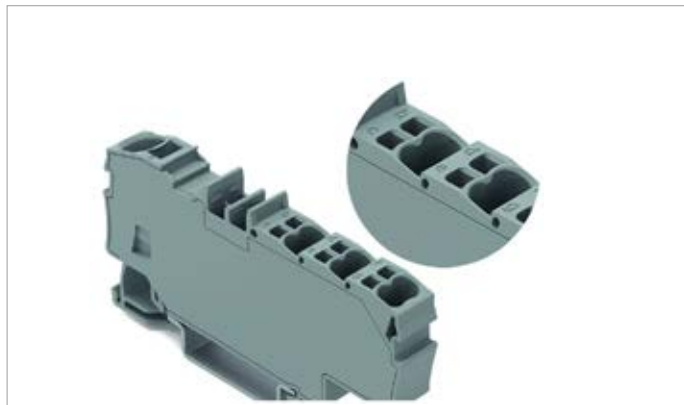
- » Nie wymagają stosowania ścianki końcowej = tylko jeden produkt!
- » 6 odpływów na szerokości zaledwie 9 mm
- » Obciążalność prądowa wejścia aż do 57 A
- » Dwa kanały do mostkowania
- » Kompatybilne ze standardowymi akcesoriami do złączek z serii TOPJOB® S
- » Oznaczenia przyłączy zgodne z systemem CAD.

wej) lub 6 mm² (linka z końcówką). Po drugiej stronie złączki mamy wizualnie odseparowaną stronę odpływów, wyposażoną w 6 wyjść do przewodów o przekroju maks. 1,5 mm² (2,5 mm² dla przewodów jednodrutowych lub linek bez tulejki przewodowej).

Znamionowa obciążalność prądowa pojedynczej złączki wynosi 57 A (dla przewodu zasilającego 10 mm²). Złączki są montowane na szynie TS 35, a podłączenie odbywa się poprzez zaciski Push-in z otworem montażowym, a więc przewody jednodrutowe i linki z końcówką montuje się wtykowo, bez użycia narzędzi. Każdy zacisk jest wyposażony w formowa-



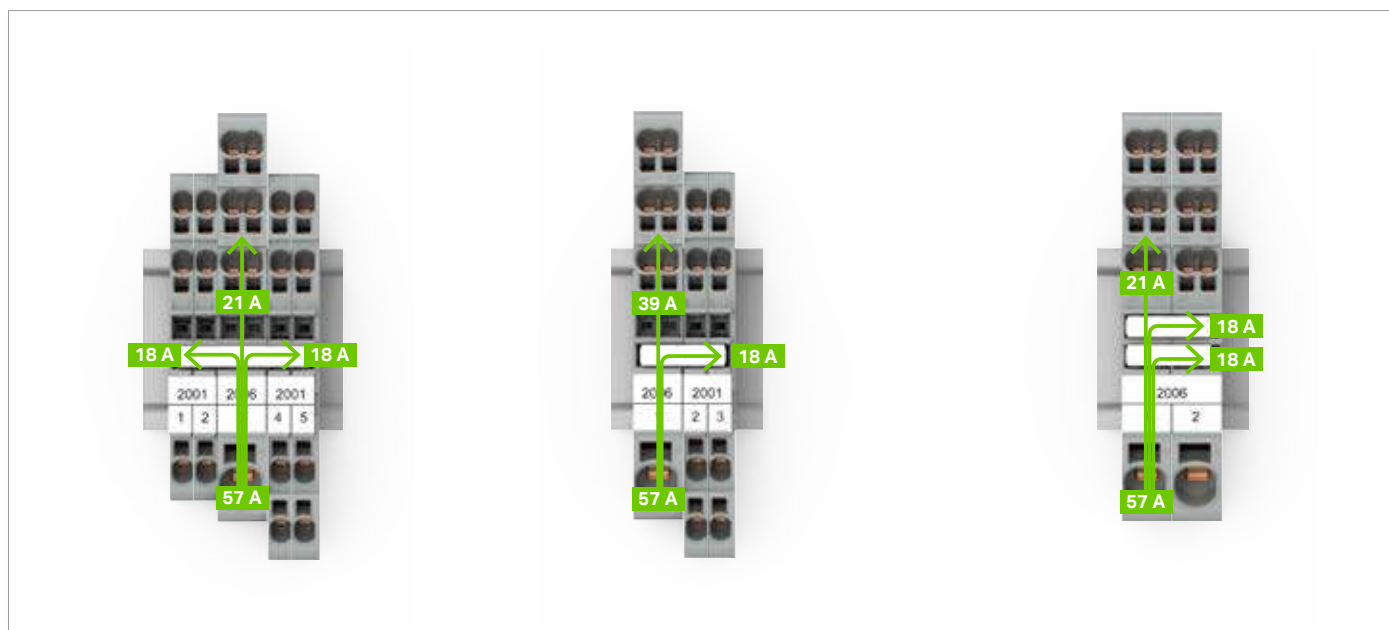
Złączki rozgałęźne występują w kilku wariantach kolorystycznych



Formowane wtryskowo opisy przyłączy zgodne z CAD



Kompaktowa złączka rozgałęźna TOPJOB® S 2006-8031



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

ne wtryskowo oznaczenie wejścia przewodu, co spełnia wymagania wielu systemów CAE dla złączek rozgałęźnych.

Ponadto złączkę można opisać w standardowy dla rodziny TOPJOB® S sposób, a więc za pomocą paska oznacznikowego lub oznaczników WMB. Dla łatwiejszego przyporządkowania potencjałów zaciski są dostępne w czterech wariantach kolorystycznych: szarym, niebieskim, czerwonym i czarnym. Złączka jest uzupełnieniem sprawdzonej serii TOPJOB® S, na którą składają się m.in. złączki listwowe, paski oznacnikowe i mostki oraz inne akcesoria. Każda złączka rozgałęźna z serii 2006 ma dwa otwory pod standardowe mostki z serii TOPJOB® S 2001 o obciążalności znamionowej 18 A.

Bogactwo zastosowań

Nowe złączki rozgałęźne znajdują zastosowanie głównie tam, gdzie wymagane jest podłączenie wielu przewodów na niewielkiej przestrzeni. Doskonałym przykładem będzie podłączenie sygnałów w automatyce budynkowej. Dostępność kilku wersji kolorystycznych dodatkowo ułatwia przyporządkowanie potencjałów, szczególnie właśnie w automatyce.

Wspomniane wyżej kompaktowe wymiary to nie tylko niewielka szerokość złączki. Głębokość złączki rozgałęźnej 2006 to zaledwie 32,9 mm, a jej wysokość 73,8 mm, dzięki czemu można ją zastosować w naprawę ciasnych przestrzeniach, wszędzie tam, gdzie różnego rodzaju standardowe bloki rozdzielcze

i listwy zaciskowe o podobnych parametrach będą zbyt duże.

Pomimo że złączki rozgałęźne z serii 2006 dostępne są w sprzedaży, znalazły już liczne praktyczne zastosowanie w przemyśle produkcyjnym, na morzu i w strefie przybrzeżnej, w technice kolejowej oraz w przemyśle procesowym. Dodatkowo, dzięki standardowym mostkom, złączki rozgałęźne mogą posłużyć jako baza do budowy większych bloków rozdzielczych do podłączenia nawet ponad 20 przewodów na jednym potencjale. Kilka przykładów takich bloków przedstawiono w ramce. Złączki rozgałęźne można już projektować w konfiguratorze WAGO Smart Designer, dostępne są także w formie modeli 3D do systemów CAD/CAE.

Już wkrótce rodzina złączek rozgałęźnych TOPJOB® S powiększy się o kolejne, nowe, praktyczne warianty – z zaciskami otwieranymi za pomocą przycisku i w nowych wersjach kolorystycznych!

Nr katalogowy/kolor złączki Szara: Czerwona: Niebieska: Czarna:	2006-8031 2006-8033 2006-8034 2006-8035
Przekrój przewodów Zasilanie:	1x Drut: 0,5...10 mm ² Linka: 0,5...10 mm ² Linka z końcówką: 0,5...6 mm ²
Odpływy:	6x Drut: 0,25...2,5 mm ² Linka: 0,25...2,5 mm ² Linka z końcówką: 0,25...1,5 mm ²
Prąd znamionowy:	41 A (57 A)
Napięcie znamionowe	800 V
Napięcie udarowe	8 kV
Mostkowanie poprzeczne	4x gniazdo pod mostki z serii 2001, I _n = 18 A
Opakowanie jednostkowe	12 szt.

Tab. 1. Podstawowe parametry złączek rozgałęźnych



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

Ochrona przeciwpożarowa kanałów i tuneli kablowych (część 1.)

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.*)

Zgodnie z § 207 ust. ww. rozporządzenia, budynek i urządzenia z nim związane powinny być projektowane i wykonywane w sposób ograniczający możliwość powstania pożaru, w razie jego wystąpienia zapewniający:

- » zachowanie nośności konstrukcji przez określony czas,
- » ograniczenie rozprzestrzeniania się ognia i dymu wewnątrz budynku,
- » ograniczenie rozprzestrzeniania się pożaru na sąsiednie obiekty budowlane lub tereny przyległe,
- » umożliwienie ewakuacji ludzi lub ich uratowania w inny sposób,
- » uwzględnienie bezpieczeństwa ekip ratowniczych.

Z analizy zagrożeń związanych z eksploatacją instalacji elektrycznych wynika, że znaczna część pożarów powstaje na skutek niewłaściwego doboru, użytkowania i wykonania instalacji, a zwłaszcza przewodów i kabli elektrycznych.

Z punktu widzenia bezpieczeństwa pożarowego najważniejszym zagadnieniem jest zapewnienie ochrony przed oddziaływaniem cieplnym instalacji na otoczenie i odwrotnie.

Aby zmniejszyć ryzyko powstania pożaru i ograniczyć negatywne skutki, należy na etapie projektowania dokonać właściwego doboru rozwiązań i zapewnić późniejsze poprawne wykonanie instalacji.

Dobór kabli lub przewodów polega na wyznaczeniu minimalnego ich przekroju ze względu na:

- » długotrwałą obciążalność prądową i przeciążalność,
- » warunki zwarciove,
- » spadek napięcia,
- » skuteczność ochrony przeciwporażeniowej.

Bardzo istotnym zagadnieniem jest dobór właściwej izolacji ze względu na napięcie nominalne instalacji. Przewód lub kabel o niepoprawnie dobranej izolacji będzie ulegał szybkiemu nagrzewaniu wskutek prądów upływowych, które w konsekwencji mogą doprowadzić do zapalenia się izolacji. Dobierając kable lub prze-

Lp.	Rodzaj oddziaływania	Przykład pomieszczenia	Wymagania dla izolacji kabli
1.	Niska wilgotność	Pomieszczenia suche, pokoje, mieszkania, szkoły, budynki zamieszkania zbiorowego	Przewody lub kable ogólnego przeznaczenia
2.	Wysoka wilgotność	Pomieszczenia o dużej wilgotności, wiaty, piwnice, magazyny	Przewody lub kable z izolacją odporną na wnikanie wilgoci
3.	Obszary i przestrzenie mokre i o bardzo dużej wilgotności	Instalacje podziemne, napowietrzne, pralnie, myjnie samochodowe	Przewody lub kable z izolacją odporną na działanie wilgoci i wpływy atmosferyczne
4.	Wysoka temperatura	Pomieszczenia o temperaturze powyżej temperatury otoczenia, np. odlewnie, huty, hartownie	Przewody lub kable z izolacją odporną na działanie podwyższonej temperatury
5.	Zimno	Pomieszczenia o temperaturze poniżej -10°C, np. chłodnie	Przewody lub kable z izolacją z materiału mrozoodpornego
6.	Obszary szczególnie zagrożone możliwością powstania pożaru	Magazyny materiałów łatwopalnych, kina, teatry, centra handlowe	Przewody lub kable z izolacją z materiałów trudno zapalnych, nierozprzestrzeniających płomienia o małej wartości wydzielanej energii, niewydzielające podczas spalania substancji szkodliwych i toksycznych
7.	Obszary zagrożone wybuchem	Magazyny cieczy i gazów, pomieszczenia, w których może wytworzyć się mieszanina pyłów lub par z powietrzem	Przewody lub kable o odpowiedniej konstrukcji umożliwiające wykonanie instalacji i uszczelnień w przejściach, do których są doprowadzone
8.	Materiały agresywne chemicznie	Magazyny i pomieszczenia produkcyjne	Izolacja kabla lub przewodu powinna być wykonana z materiałów odpornych na działanie substancji tam występujących
9.	Oleje, smary, paliwa	Pomieszczenia magazynowe, rafinerie, stacje benzynowe, bazy paliw płynnych	Izolacje wykonane z tworzyw odpornych na działanie olejów i rozpuszczalników

Tab. 1. Przykłady doboru przewodów i kabli do warunków otoczenia [5]

* 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,

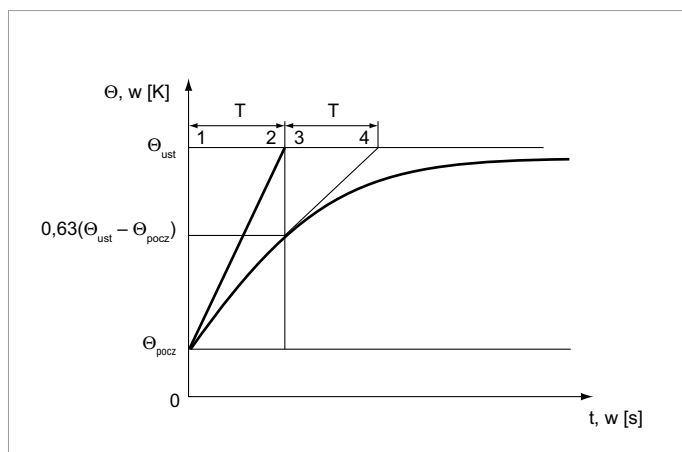
ZL IV – mieszkalne,

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

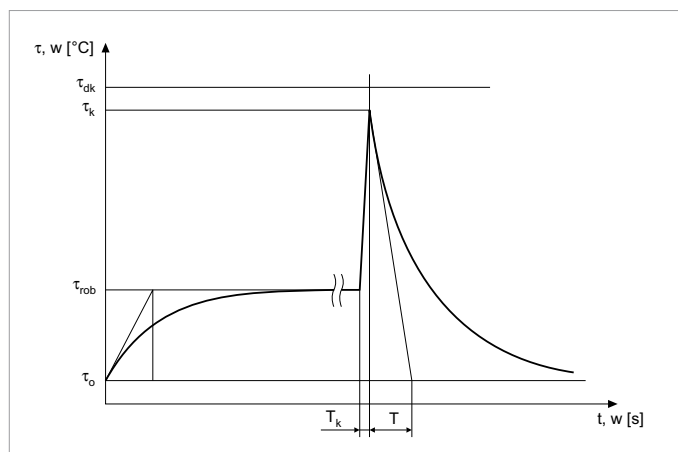
2) produkcyjne i magazynowe, określane jako PM,

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. Przebieg nagrzewania przewodu, temperatura Θ_{ust} jest osiągnięta po 5T
rys. J. Wiatr, K. Herlender



Rys. 2. Przebieg czasowy nagrzewania przewodu w czasie zwarcia
rys. J. Wiatr, K. Herlender

wody, należy również przeanalizować warunki środowiskowe, w jakich będą one pracowały. Wytyczne w zakresie doboru przewodów do warunków otoczenia przedstawione zostały w tabeli 1.

Przekroczenie dopuszczalnych temperatur (tab. 2.) w czasie normalnej eksploatacji grozi zniszczeniem izolacji, zwarcie żył przewodu, a w konsekwencji – zainicjowaniem pożaru i szybkim rozprzestrzenianiem się ognia. Długotrwałe zwiększenie dopuszczalnej temperatury pracy o każde 8°C powoduje skrócenie trwałości izolacji o połowę trwałości wyznaczonej dla normalnych warunków eksploatacji.

Właściwy dobór przewodów oraz ich zabezpieczeń powoduje, że są one bardziej trwałe, nie stanowią zagrożenia, a izolacja nie ulega tak szybkiemu uszkodzeniu. Tym samym zmniejsza się ryzyko powstania pożaru wskutek uszkodzenia izolacji, a w szczególności jej degradacji powodowanej prądami upływu.

Nagrzewanie przewodów przez prąd elektryczny

Zgodnie z prawem Joule'a, we wszystkich przewodach, w których płynie prąd, a które posiadają niezerową rezystancję, wytwarza się ciepło, które można obliczyć ze wzoru [1]:

$$\Theta = 0,0573 \cdot \Delta P \cdot t \quad (1)$$

gdzie:

$\Delta P = k \cdot I^2 \cdot R$ – moc wydzielona na rezystancji zastępczej, w [W],

k – współczynnik zależny od liczby faz lub biegunów, przez które przepływa prąd ($k = 3$ dla obwodów trójfazowych, $k = 2$ dla obwodów jednofazowych), w [-],

R – rezystancja jednej fazy lub bieguna, w [Ω],

I – prąd przepływający przez przewód, w [A],

t – czas przepływu prądu, w [s].

Część wytworzonego ciepła powoduje wzrost temperatury, a część zostaje oddana do otoczenia. Ilość oddanego do otoczenia ciepła jest tym większa, im mniejsza jest pojemność cieplna izolacji oraz większa różnica temperatur pomiędzy nagrzewanym elementem a otoczeniem. Ilość wytworzonego ciepła w głównej mierze zależy od wartości płynącego prądu. Dodatkowym oporem, jaki napotyka płynący prąd, jest rezystancja styków w miejscach łączenia przewodów.

Punktem wyjścia do rozważań nagrzewania przewodów jest bilans cieplny, który wyrazić można równaniem [1]:

$$I^2 \cdot R \cdot dt = b \cdot s \cdot c \cdot L d\Theta + \Theta \quad (2)$$

gdzie:

I – prąd płynący przez przewód, w [A],

R – rezystancja przewodu, w [Ω],

b – współczynnik balastu cieplnego przewodu,

c – ciepło właściwe żyły, w [$W \cdot s / (mm^3 \cdot K)$],

s – przekrój żyły przewodu, w [mm^2],

Θ – przyrost temperatury żyły przewodu ponad temperaturę otoczenia, w [K],

L – długość przewodu, w [m],

k – oporność cieplna, w [$K \cdot m / W$].

Lewa strona równania (2) jest ciepłem dostarczanym do przewodu w czasie dt . Prawa strona równania określa ilość ciepła wpływającą na podwyższenie temperatury przewodu oraz ilość ciepła oddaną do otoczenia.

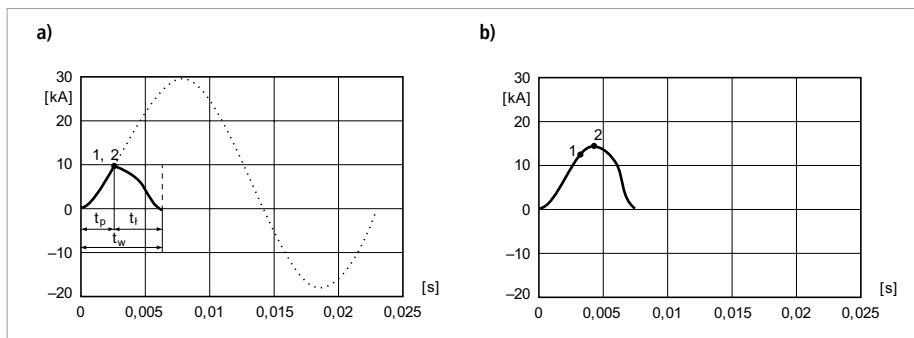
Wielkość: $b \cdot c \cdot s \cdot k = T$ określa stałą czasową, która jest miarą szybkości osiągnięcia przez przewód ustalonej temperatury.

W wyniku rozwiązania równania (2) otrzymuje się:

$$\Theta = \Theta_{ust} \cdot \left[1 - \exp\left(-\frac{t}{T}\right) \right] + \Theta_{pocz.} \quad (3)$$

Element urządzenia elektrycznego	Dopuszczalna temperatura graniczna	
	Długotrwale $\tau_{pz} = \tau_{dd}$, w [°C]	Przy zwarcie τ_{dz} , w [°C]
Przewody i kable o izolacji z gumy naturalnej ułożone na stałe	60	130
Przewody ułożone na stałe i kable o izolacji polwinitowej	70	160
Przewody o izolacji z polwinitu ciepłoodpornego klasy Y	90	200
Przewody o izolacji z polwinitu ciepłoodpornego klasy A	105	200
Przewody o izolacji z gumy etyleno-propylenowej	90	250
Przewody o izolacji z polietylenu sieciowanego	155	280
Przewody o izolacji z gumy silikonowej	180	150
Kable o izolacji papierowo-olejowej o syciwie zwykłym: $U_n \leq 6$ kV $U_n \leq 10$ kV $U_n \leq 15$ kV 15 kV $\leq U_n \leq 60$ kV	70 60 50 45	200 200 170 150
Kable o izolacji papierowo-olejowej o syciwie nieściekającym: $U_n \leq 15$ kV $U_n \leq 20$ kV Kable o izolacji z polietylenu termoplastycznego PE Kable o izolacji z polietylenu termoplastycznego PE-X	65 65 65 90	170 150 150 250 – żyła robocza (350 – żyła powrotna)

Tab. 2. Najwyższe dopuszczalne temperatury kabli średniego napięcia [2]



Rys. 3. Oscylogram wyłączenia prądu zwarcowego przez: a) bezpiecznik topikowy o prądzie nominalnym 160 A, b) wyłącznik ograniczający o prądzie minimalnym 160 A [2]

gdzie:

θ – przyrost temperatury przewodu po czasie

t , w [K],

$\theta_{ust.}$ – przyrost temperatury, który ustaliłby się przy długotrwałym przepływie prądu, w [K],

$\theta_{pocz.}$ – przyrost temperatury w chwili początkowej, w [K],

T – cieplna stała czasowa, w [s].

Przebieg czasowy nagrzewania przewodów został przedstawiony na **rysunku 1**.

Na podstawie obliczeń można określić T jako czas, w którym przyrost temperatury przewodu określa 0,63 przyrostu ustalonego. Krzywa nagrzewania przewodów powstaje przy założeniu dostarczania i oddawania ciepła. Gdyby założyć nagrzewanie bez oddawania ciepła, temperatura przewodu wzrosłaby według prostej θ_{pocz} (prosta 2 – **rys. 1.**), a więc do nieskończoności. Z przeprowadzonych rozważań teoretycznych wynika, że istnieje wartość prądu, która może przepływać nieskończenie długi czas i nie spowoduje uszkodzenia przewodu oraz jego izolacji.

Na podstawie równania stanu ustalonego można zapisać następującą zależność:

$$I^2 \cdot R = \theta \cdot \frac{1}{K'} = \lambda \cdot S \cdot \theta \cdot I \quad (4)$$

gdzie:

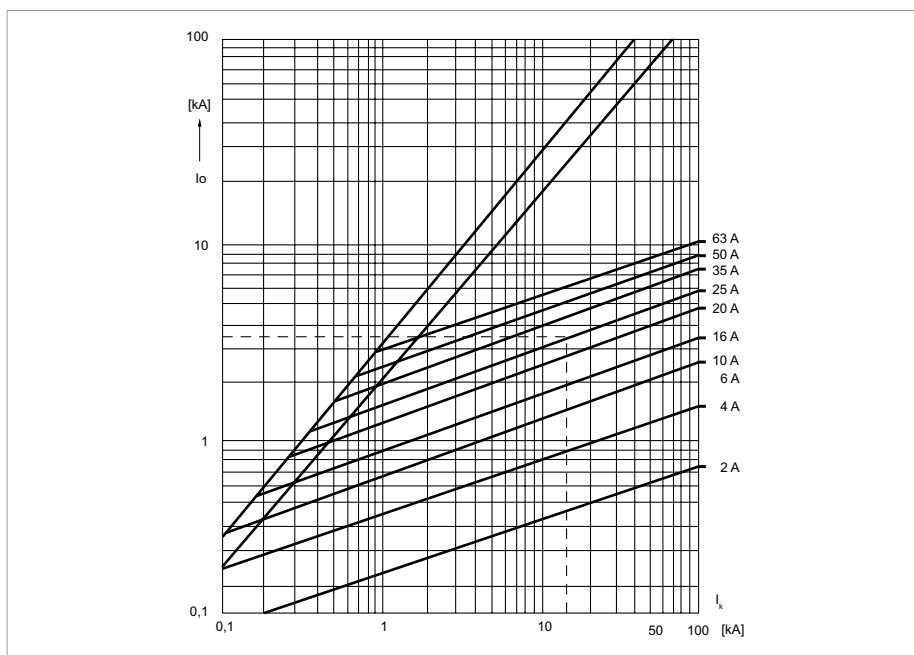
$\lambda \cdot S = 1/K'$; λ – straty ciepła na jednostkę przewodu, w [W/(mm² · K)],

S – powierzchnia zewnętrzna przewodu, w [mm²].

Jest to wzór teoretyczny, w którym duże trudności sprawia wyznaczenie współczynnika λ . Wyznaczoną wartość prądu dopuszczalnego należy potwierdzić doświadczalnie^{*)}.

Oprócz dopuszczalnego długotrwałe prądu obciążenia określa się maksymalną dopuszczalną temperaturę w warunkach normalnych przy zwarciu. W warunkach zwarcowych występują

^{*)} Tabele dopuszczalnych długotrwałych obciążeń prądowych dla przewodów eksploatowanych w różnych warunkach zamieszczono w publikacji: J. Wiatr – „Dobór przewodów i kabli elektrycznych niskiego napięcia oraz ich zabezpieczeń”, Grupa Medium, Warszawa 2024.



Rys. 4. Charakterystyki prądu ograniczenia dla bezpieczników topikowych rys. J. Wiatr, K. Herlender

duże prądy, znacznie większe niż w warunkach normalnych. Podczas zwarcia mamy do czynienia z **adiabaticznym** wydzielaniem ciepła. Temperatura przewodu oraz izolacji gwałtownie rośnie i może być przyczyną zapłonu izolacji.

W **tabeli 2**. zostały przedstawione dopuszczalne temperatury pracy w warunkach normalnych oraz podczas zwarcia dla przewodów powszechnie stosowanych w elektroenergetyce.

Przekroczenie tych temperatur w czasie normalnej eksploatacji grozi zainicjowaniem zapłonu i szybkim rozprzestrzenianiem się ognia. Należy również zauważyć, że dopuszczalna temperatura powstająca przy zwarciu jest określona dla czasów trwania zwarć nie dłuższych niż 5 s.

W związku z tym podstawowym środkiem ograniczającym możliwość zapłonu przewodów elektrycznych wskutek przepływu prądu jest właściwe ich zabezpieczenie przed skutkami zwarć oraz przeciążeń i właściwa koordynacja dobranych zabezpieczeń i przekrojów poszczególnych żył. Przebieg czasowy nagrzewania się przewodów w czasie zwarcia przedstawia **rysunek 2**.

Ograniczenie prądu zwarcowego^{*)}

Ograniczenia prądu zwarcowego można dokonać:

- » pasywnie, poprzez projektowanie układów o zwiększonej impedancji zwarcowej Z_k , tzn. poprzez unikanie zbyt dużych mocy znamionowych transformatorów (generatorów) zasilających, prowadzenie równoległe ułożonych przewodów itp.,
- » aktywnie, poprzez „szybkie” wyłączenie zwarcia przez urządzenie wyłączające o wymuszonym gaszeniu łuku, które nie dopuszcza do wystąpienia spodziewanej szczytowej wartości prądu zwarcowego.

Jako zabezpieczenie stosuje się zarówno bezpieczniki topikowe, jak i wyłączniki nadprądowe. Przebieg wyłączenia prądu zwarcowego przedstawia **rysunek 3**.

W wyłącznikach ograniczających od chwili elektrodynamicznego odrzutu styków (pkt 1 na **rys. 3b**) mija znaczny czas do chwili ugaszenia łuku (pkt 2 na **rys. 3b**). W przypadku bezpieczników topikowych punkty 1 i 2 na **rysunku 3a** pokrywają się. Oznacza to, że bezpiecznik topikowy znacznie lepiej ogranicza skutek cieplny wywoływany przez prąd zwarcowy.

Producenci bezpieczników i wyłączników ograniczających podają charakterystyki prądu

^{*)} Więcej informacji na ten temat zamieszczono w rozdziale 6. „Poradnika projektanta elektryka” – J. Wiatr, M. Orzechowski, Grupa Medium, Warszawa 2021 (dodruk 2023)

ograniczonego, z których można odczytać maksymalną wartość prądu zwarciovego przepuszczaną przez nie – przy spodziewanym prądzie początkowym zwarcia.

Dla przykładu, przy początkowym prądzie zwarciovym $I_k'' = 15$ kA wkładka bezpiecznikowa WTNgG25 skutecznie ogranicza prąd do wartości 3,5 kA (**rys. 4.**). Natomiast wyłącznik ograniczający wymaga dłuższego czasu. Wyłącza praktycznie przy drugim naturalnym przejściu prądu przez zero.

Efekt cieplny charakteryzowany całą Joule'a jest zatem w bezpiecznikach topikowych znacznie mniejszy niż w wyłącznikach ograniczających, które przepuszczają cały prąd zwarciovym.

Dla ograniczenia prądów zwarciovych stosuje się również inne rozwiązania, takie jak:

- » stosowanie transformatorów o zwiększonym napięciu zwarcia, co powoduje wzrost impedancji źródła,
- » wzrost impedancji obwodu zwarciovego poprzez właściwy podział obwodów odbiorczych wykonywanych przewodami o mniejszych przekrojach.

Dlatego też dla zachowania bezpieczeństwa pożarowego przewody oraz ich zabezpieczenia powinny być dobierane zgodnie z wymaganiami aktualnie obowiązujących norm i przepisów techniczno-prawnych.

Źle dobrany przewód lub jego zabezpieczenie może być przyczyną zainicjowania pożaru wskutek przepływu prądów przetężeniowych, które powodują gwałtowny wzrost temperatury izolacji przewodów. Zagrożenie pożarowe mogą stwarzać również powszechnie stosowane w instalacjach elektrycznych ograniczniki przepięć, jeżeli zostaną pozbawione dodatkowych zabezpieczeń lub przyłączone przewodami o zbyt małym przekroju.

Wyłącznik różnicowoprądowy w roli ochrony przeciwpożarowej

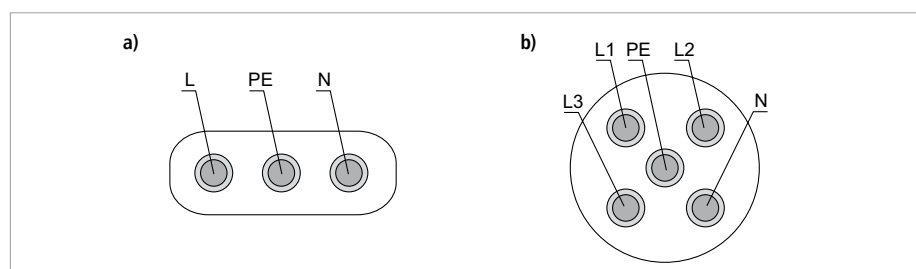
W każdej instalacji elektrycznej występują upływy prądu, które są wynikiem skończonej rezystancji izolacji przewodów. W budynkach powszechnie są stosowane wyłączniki różnicowoprądowe jako środek uzupełniającej ochrony przeciwporażeniowej o znamionowym prądzie $I_{\Delta n} \leq 30$ mA.

Wyłączniki te przy prądzie $I_{\Delta n} \leq 300$ mA doskonale nadają się do ochrony przeciwpożarowej.

Prąd upływu o wartości $I \geq 300$ mA wskutek przepływu przez podłoże palne może spowodować wydzielanie ciepła o wartości mogącej spowodować jego zapłon. Szczególnie podatny jest kurz osiadły na przewodach lub kablach.

Typ zabezpieczenia	Graniczne warunki zadziałania zabezpieczenia		Graniczna moc wydzielona w miejscu ścieżki upływu lub zwarcia	Energia wydzielona do chwili zadziałania zabezpieczenia		
	A	s		1 h	0,5 s	0,2 s
Bezpiecznik 10 A	15	3600	3450	12,4		
Wyłącznik instalacyjny 10 A	14,5	3600	3335	12,0		
Wyłącznik $I_{\Delta n} = 0,5$ A, typu S	0,5	0,5	115		57,5	
Wyłącznik $I_{\Delta n} = 0,3$ A, typu S	0,3	0,5	69		34,5	
Wyłącznik $I_{\Delta n} = 0,3$ A	0,3	0,2	69			13,89
Wyłącznik $I_{\Delta n} = 0,1$ A	0,1	0,2	23			4,6
Wyłącznik $I_{\Delta n} = 0,03$ A	0,03	0,2	6,9			1,4

Tab. 3. Porównanie różnych zabezpieczeń występujących w instalacjach powszechnego użytku w zależności od granicznych warunków ich zadziałania [3]



Rys. 5. Zalecany sposób umieszczania przewodu PE w przewodach wielożyłowych: a) trójżyłowym, b) pięciożyłowym rys. J. Wiatr, K. Herlender

W tabeli 3. podano porównanie różnych zabezpieczeń w instalacjach powszechnego użytku, w zależności od granicznych parametrów ich zadziałania.

Podane w tabeli 3. wartości należy traktować jako orientacyjne z uwagi na rozrzut parametrów urządzeń zabezpieczających. Należy jednak pamiętać, że wyłącznik różnicowoprądowy reaguje tylko na prądy doziemne¹⁾. Prądy upływu zamykające się między żyłami roboczymi przewodów nie będą wykrywane i wyłączane przez te urządzenia. Wyłączenie takiego obwodu z uszkodzoną izolacją roboczą nastąpi w momencie przekroczenia prądu zadziałania zabezpieczenia nadmiarowo-prądowego.

Przy inicjacji pożaru od urządzeń elektrycznych bardzo ważnym parametrem jest czas trwania zwarcia. Dlatego też w normie PN-HD 60364-4-41:2017 zostały określone czasy dotyczące ochrony przeciwporażeniowej. Praktyka wykazuje, że spełnienie wymagań w zakresie czasu samoczynnego wyłączenia określonego przez normę PN-HD 60364-4-41:2017 przy nagrzaniu przewodów wskutek działania prądów zwarciovych nie spowoduje zainicjowania zapłonu izolacji. W przypadku, gdy instalacja jest

narażona na obecność palnych pyłów, celowe jest przyjęcie granicznego prądu upływu o wartości równej 0,1 A [3].

Uszkodzenie izolacji w przewodzie wielożyłowym pomiędzy żyłami roboczymi powoduje przepływ prądu i wydzielanie energii w ścieżce upływu, która spowoduje podgrzewanie oraz postępującą degradację izolacji. Powstające w wyniku tego zjawiska ciepło jest odprowadzane do ziemi poprzez izolację powłoki przewodu, która tym samym jest narażona na uszkodzenie. Wynika z tego, że uszkodzenia izolacji roboczej powodują uszkodzenia izolacji (powłoki przewodu) i zadziałanie wyłącznika różnicowoprądowego. Takie wnioskowanie może prowadzić do błędnej oceny, gdyż zadziałanie wyłącznika nastąpi wskutek wtórnego zjawiska towarzyszącego zwarceniu wewnętrznemu, które powoduje degradację powłoki przewodu. To negatywne zjawisko można by wyeliminować przez produkcję przewodów wielożyłowych, tak aby uziemiony przewód ochronny PE znajdował się pomiędzy żyłami roboczymi. Graficznie zostało to przedstawione na rysunku 5.

¹⁾ Opis działania wyłącznika różnicowoprądowego zamieszczono w rozdziale 13. „Poradnika projektanta elektryka” – J. Wiatr, M. Orzechowski, Grupa Medium, Warszawa 2021 (dodr. 2023)



literatura do artykułu na
elektro.info.pl



MIROŚLAW ANDZELEWICZ

(1909 – 1991)

Mirosław Andzelewicz: inżynier elektryk, specjalista w zakresie trakcji elektrycznych oraz zasłużony działacz Stowarzyszenia Elektryków Polskich. Wspominany przez współpracowników i przyjaciół jako człowiek oddany ideom, zawsze pogodny, opanowany i życzliwy.



Mirosław Andzelewicz przyszedł na świat 14 lipca 1909 r. w Chersoniu nad Morzem Czarnym – mieście należącym obecnie do Ukrainy. Był synem inżyniera, który budował porty w Odessie i Piotrogradzie (obecnie: Sankt Petersburg). Od najmłodszych lat był związany z harcerstwem – po raz pierwszy z ruchem skautowym zetknął się w 1916 r. Po odzyskaniu przez Polskę niepodległości Andzelewicz przyjechał wraz z rodzicami do Chełma Lubelskiego, gdzie rozpoczął naukę w Gimnazjum im. Stefana Czarnieckiego.

W roku 1921 wstąpił do Związku Harcerstwa Polskiego w Chełmie Lubelskim, gdzie aktywnie działał aż do roku 1929, kiedy wyjechał na studia do Poznania. W latach 1929–1934 studiował w Wyższej Szkole Budowy Maszyn i Elektrotechniki w Poznaniu, uzyskując dyplom inżyniera elektryka. Na ostatnim roku studiów Mirosław Andzelewicz odbywał staż zawodowy w słynnych Zakładach Cegielskiego, a jako pracownik karierę rozpoczął od Zarządu Kolei Leśnych w Zagłębiu.

Inżynier elektryk i żołnierz Armii Krajowej

W roku 1937 Andzelewicz podjął pracę w dziale trakcji elektrycznej Dyrekcji Okręgowej Kolei Państwowych Warszawa.

Podczas okupacji hitlerowskiej łączył pracę na kolei z działalnością w podziemiu. Był zatrudniony w podstacji trakcyjnej w podwarszawskim Brwinowie, a później – na strategicznie ważnej stacji Warszawa Zachodnia. Stanowisko to pozwalało mu na prowadzenie działań wywiadowczych i sabotażowych w obszarze komunikacji kolejowej, bo jednocześnie był żołnierzem związanym z Armią Krajową. Służył w ramach Rejonu „Helenów” (obejmującego m.in. Pruszków, Piastów, Ursus i Sękocin), wchodzącego w skład VII Obwodu „Obroża” Okręgu Warszawskiego

AK. Andzelewicz uczestniczył także w Powstaniu Warszawskim: brał czynny udział w walkach i działaniach zabezpieczających.

Pionier kolejnictwa na Dolnym Śląsku

Mirosław Andzelewicz wpisał się na karty historii także jako jeden z pionierów elektryfikacji polskiego kolejnictwa. W 1945 r. jako jeden z pierwszych specjalistów od kolei znalazł się na Dolnym Śląsku. W maju tego roku rozpoczął pracę w Oddziale Elektrotechnicznym Polskich Kolei Państwowych w Bierutowie (był zawiadowcą odcinka silnych prądów), potem pracował w DOKP Wrocław jako inspektor nadzoru robót elektryfikacyjnych, kierownik działu sieci i zasilania oraz starszy kontroler trakcji elektrycznej w zarządzie trakcji Dyrekcji Okręgowej Kolei Państwowych Wrocław.

I Zasłużony działacz SEP

Był jednocześnie bardzo aktywnym i zaangażowanym działaczem Stowarzyszenia Elektryków Polskich: w latach 1963–1969 zasiadał w zarządzie Oddziału Wrocławskiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich, przez wiele lat (1963–1987) przewodniczył sekcji trakcji elektrycznej tego oddziału, był wśród założycieli Koła Zakładowego przy DOKP Wrocław. W roku 1990 otrzymał tytuł Zasłużonego Seniora Stowarzyszenia Elektryków Polskich – jako jeden z pierwszych jego działaczy.

Za działalność zawodową i społeczną Andzelewicz otrzymał wiele odznaczeń branżowych i państwowych – m.in. Srebrną Odznakę Honorową Stowarzyszenia Elektryków Polskich (1966), Złotą Odznakę Honorową SEP (1972), Złotą Odznakę Honorową NOT (1974), Złoty Krzyż Zasługi (1975), a ponadto Krzyż Kawalerski Orderu Odrodzenia Polski (1985). Posiadał także odznaczenia harcerskie, m.in. krzyż „Za zasługi dla ZHP”

(1973, 1981) i tytuł honorowy „Instruktor Senior ZHP” (1984).

I Harcerz wierny zasadom

Z harcerstwem związany był już od dzieciństwa. W czasie studiów działał w harcerstwie poznańskim (1929–1934), m.in. w 1933 r. reprezentował Poznań w IV Jamboree w węgierskim Gödölle. Później prowadził drużyny harcerskie w Zagłębiu i Radomiu, od 1937 był komendantem Hufca Harcerzy Warszawa powiat. W 1937 r. uzyskał stopień harcmistrza. Po wojnie, w latach 1947–1949, był zastępcą komendanta Dolnośląskiej Chorągwi ZHP i kierownikiem referatu obozów i turystyki Komendy Chorągwi. Był także komendantem Hufca Oleśnica (1945–1949). Po rozwiązaniu ZHP w 1951 r. przez kilka lat pozostawał poza ruchem harcerskim, powrócił do tej aktywności w 1957, ponownie stając na czele Hufca Oleśnica (do 1960). Od 1961 do końca życia był instruktorem Hufca Wrocław Psie Pole. W 1970 r. uzyskał tytuł harcmistrza Polski Ludowej.

Mirosław Andzelewicz został zapamiętany jako człowiek wielkiego serca, skromny, życzliwy oraz głęboko oddany swoim pasjom i pracy społecznej. Był wybitnym inżynierem elektrykiem, ale też pełnym pasji harcerzem i działaczem – zyskał ogromny szacunek otoczenia dzięki swojej uczciwości, pracowitości i pełnemu życzliwości podejściu do ludzi.

Mirosław Andzelewicz zmarł 7 kwietnia 1991 r. we Wrocławiu, w wieku 82 lat. Został pochowany na Cmentarzu Grabiszyńskim.

I Źródła

1. https://pl.wikipedia.org/wiki/Mirosław_Andzelewicz.
2. J. Józków, Z. Lubczyński, „Słownik biograficzny zasłużonych elektryków wrocławskich”, tom I, Stowarzyszenie Elektryków Polskich, Oddział we Wrocławiu, Wrocław 1997.



DOBÓR PRZEWODÓW I KABLI ELEKTRYCZNYCH NISKIEGO NAPIĘCIA ORAZ ICH ZABEZPIECZEŃ. WYBRANE ZAGADNIENIA

Julian Wiatr

Na wiosnę 2026 roku, Grupa MEDIUM, w ramach serii wydawniczej „Niezbędnik Elektryka”, opublikowała pod patronatem miesięcznika elektro.info nowe wydanie książki pt. „Dobór przewodów i kabli elektrycznych niskiego napięcia oraz ich zabezpieczeń. Wybrane zagadnienia”, autorstwa mgr. inż. Juliana Wiata. Po zapoznaniu się z publikacją można stwierdzić, że publikacja ta to praktyczne i bardzo potrzebne opracowanie dla projektantów, wykonawców oraz osób zajmujących się eksploatacją instalacji elektrycznych. Kolejne wydanie świadczy o bardzo dużym zainteresowaniu czytelników. Już sam wstęp pokazuje, że autor koncentruje się nie tylko na zagadnieniach technicznych, ale przede wszystkim na ich wpływie na bezpieczeństwo użytkowników i bezpieczeństwo pożarowe budynków. To podejście należy uznać za bardzo trafne i zgodne z realnymi potrzebami branży. Należy podkreślić, że nowe wydanie nie stanowi jedynie dodruku, ale zostało poprawione i uzupełnione. Dużą zaletą tekstu jest jego jasne osadzenie w praktyce zawodowej. Autor nie ogranicza się do ogólnych stwierdzeń, ale wskazuje konkretne etapy prawidłowego doboru przewodów i zabezpieczeń: od wyznaczenia prądu obciążenia, przez dobór zabezpieczenia, aż po sprawdzenie przekroju przewodu pod kątem obciążalności, spadku napięcia i ochrony prze-

ciwoporażeniowej. Taki układ dobrze porządkuje temat i pokazuje, że publikacja może pełnić funkcję podręcznego przewodnika w codziennej pracy. Na szczególne wyróżnienie zasługuje fakt, że autor uwzględnia również zagadnienia trudniejsze i często pomijane, takie jak dobór przewodów do urządzeń przeciwpożarowych, prze-

ciwoporażeniowej. Taki układ dobrze porządkuje temat i pokazuje, że publikacja może pełnić funkcję podręcznego przewodnika w codziennej pracy. Na szczególne wyróżnienie zasługuje fakt, że autor uwzględnia również zagadnienia trudniejsze i często pomijane, takie jak dobór przewodów do urządzeń przeciwpożarowych, prze-

ciwoporażeniowej. Taki układ dobrze porządkuje temat i pokazuje, że publikacja może pełnić funkcję podręcznego przewodnika w codziennej pracy. Na szczególne wyróżnienie zasługuje fakt, że autor uwzględnia również zagadnienia trudniejsze i często pomijane, takie jak dobór przewodów do urządzeń przeciwpożarowych, prze-

ciwoporażeniowej. Taki układ dobrze porządkuje temat i pokazuje, że publikacja może pełnić funkcję podręcznego przewodnika w codziennej pracy. Na szczególne wyróżnienie zasługuje fakt, że autor uwzględnia również zagadnienia trudniejsze i często pomijane, takie jak dobór przewodów do urządzeń przeciwpożarowych, prze-

ciwoporażeniowej. Taki układ dobrze porządkuje temat i pokazuje, że publikacja może pełnić funkcję podręcznego przewodnika w codziennej pracy. Na szczególne wyróżnienie zasługuje fakt, że autor uwzględnia również zagadnienia trudniejsze i często pomijane, takie jak dobór przewodów do urządzeń przeciwpożarowych, prze-



ksiegarnia techniczna.com.pl

wody połączone równolegle, przekrój przewodu neutralnego dla odbiorników nieliniowych czy instalacje fotowoltaiczne. Dobór treści wskazuje, że opracowanie nie zatrzymuje się na klasycznych podstawach, lecz obejmuje także problemy współczesnych instalacji elektrycznych. Dzięki temu publikacja może być cenna nie tylko dla początkujących, ale także dla doświadczonych praktyków. Rozszerzeniem tematyki zasadniczej stanowi opis wymagań stawianych przy doborze przewodów w szafach rozdzielczych, gdzie temperatura wewnętrzna sięga 600°C. Nieuwzględnienie tego zjawiska prowadzi do błędnego doboru przekrojów przewodów, co często skutkuje pożarem rozdzielnic.

Mocną stroną opracowania jest również akcent położony na zgodność z normami i przepisami. Autor słusznie podkreśla, że błędy projektowe często wynikają nie z braku wiedzy ogólnej, lecz z niekorzystania z aktualnych wymagań normalizacyjnych. To ważny walor edukacyjny tekstu. Jed-

nocześniej publikacja sprawia wrażenie materiału, który ma służyć nie teorii samej w sobie, ale poprawie jakości projektów i wykonawstwa. Ocena końcowa: publikacja bardzo obiecująca, merytorycznie potrzebna i praktyczna; szczególnie cenna dla projektantów oraz wykonawców instalacji elektrycznych.

Tekst mgr inż. Marcin Orzechowski

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

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

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 małego gabarytu, 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 stacjonarne, 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 stacjonarne
- » 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



RAWLPLUG®

MOC
KTÓREJ
POTRZEBUJESZ

Poznaj nową
generację

narzędzi akumulatorowych
i sieciowych, stworzonych
do pracy w najtrudniejszych
warunkach

**bez przerw,
bez kompromisów.**

Dowiedz się więcej



Rawlplug S.A.

51-416 Wrocław, ul. Kwidzyńska 6
tel. 71 32 60 100, 71 37 26 111

info@rawlplug.com

www.rawlplug.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

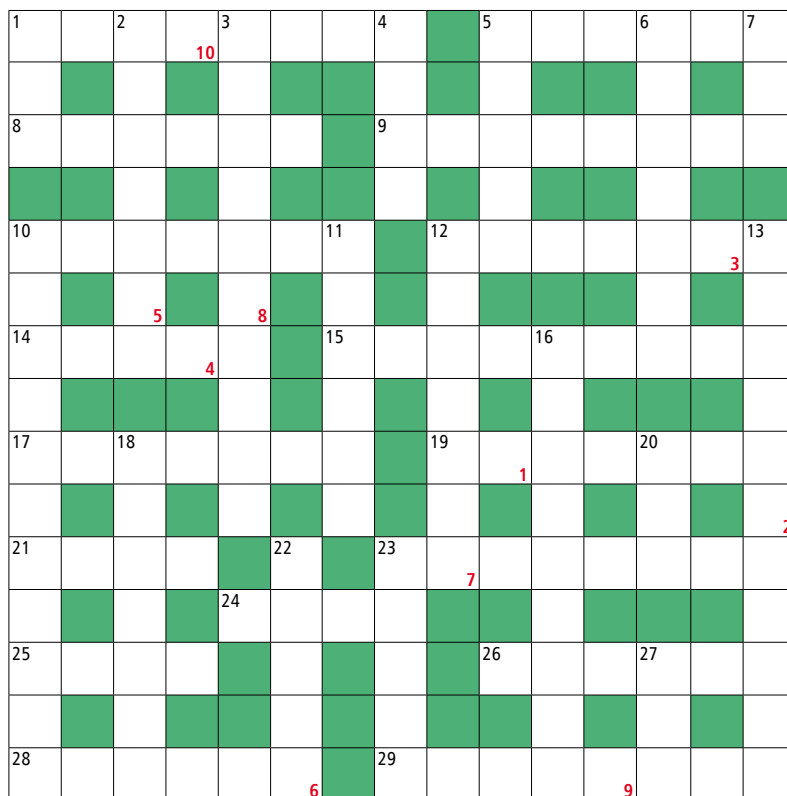
PROFITECHNIK
Narzędzia z gwarancją



Do wygrania ołówek automatyczny Expert Dry Pro 2.8

Poziomo: 1 Firma zarządzająca siecią telefonii; 5 metalowa przykrywka zdejmowana z butelki; 8 własność materialna; 9 dopasowuje napięcie sieciowe do wymagań podłączonego urządzenia; 10 ekspert w swojej dziedzinie; 12 do lutowania i czyszczenia grotów lutownicy; 14 na końcu lasa; 15 rządy totalitarne; 17 element konstrukcyjny w kształcie krótkiej rurki; 19 prawne uzyskanie własności lub innego prawa majątkowego (np. w drodze umowy, dziedziczenia, dawności); 21 powierzchnia fasady budynku; 23 nad nim wisiał miecz na końskim włosie; 24 H₂O; 25 do lutowania; 26 rzadziej spotykane określenie szkorbutu; 28 sformatowany płat blachy, kartki papieru, folii; 29 dusiciel z dorzecza Amazonki.

Pionowo: 1 pierwiastek chemiczny z grupy żelazowców stosowany do wytwarzania supertwardych stopów; 2 przed laty używany był do krycia dachów; 3 o poprawkach stylistycznych i rzeczowych do tekstu składanego przed publikacją; 4 żre żelazo; 5 manna, gryczana, jęczmienna bądź jaglana; 6 mieszanina gazów powstających w procesie spalania paliw; 7 przestrzeń pomiędzy dwoma elementami, niekiedy zbędna; 10 akt poddania się; 11 kąt płaski zawarty między dwoma promieniami koła; 12 górska roślina o fioletowych kwiatach; 13 równoważenie jednego działania innym działaniem; 16 określa urządzenie, do którego przesyłana jest energia elektryczna; 18 mierzy zużycie energii elektrycznej; 20 podobno uświęca środki; 22 kamień szlachetny; 23 podmiejski dom letniskowy; 27 włóknodajna roślina o niebieskich kwiatach.



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Litery z pól ponumerowanych od 1 do 10 utworzą hasło. Rozwiązanie prosimy nadsyłać do 30 czerwca 2026 r. na adres redakcji (kupon zamieszczamy obok). Do wygrania ołówek automatyczny Expert Dry Pro 2.8 ufundowany przez sklep internetowy Profitechnik.

Laureatem nagrody za rozwiązanie krzyżówki z numeru 3/2026, kieszeni na gwoździe do pasa monterskiego Parat Parabelt, jest Sylwester Fijołek z Gorzowa Wlkp. Gratulujemy!

Imię: nazwisko:
zawód/wykonawany:
ulica: nr: lok:
telefon: e-mail:
kod: miejscowość:
hasło krzyżówki z numeru 5/2026:
Administратор Państwa danych osobowych jest Grupa MEDIUM Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Sp. z o.o. 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. z o.o. w celu wyboru zwycięzcę krzyżówki; zaznaczyć w kratce znak X ☐ Przysługuje Panu/Pani prawo do wyglądu 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; zaznaczyć 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; zaznaczyć w kratce znak X ☐

Data: Podpis:
Kupon należy nakleić na kartę pocztową i przesyłać na adres: 04-112 Warszawa, ul. Karłowicza 18 lub przesyłać faksem na numer: 22 468 84 76
Wyrażam zgodę na zapisanie mnie do newslettera „elektro.info”; Podpis:



rys. Robert Mirowski



ELEKTRONIK

SPIN ELEKTRONIK

DYSTRYBUTOR ELEMENTÓW ELEKTRONICZNYCH



Bezpośredni importer i eksporter części oraz podzespołów elektronicznych

Oferujemy konkurencyjne ceny, elementy najwyższej jakości,
podzespoły trudno dostępne,
elementy w wersjach komercyjnych,
przemysłowych i militarnych, kompletacje dostaw

Producenci oraz **grupy elementów**, które znajdują się w naszej stałej ofercie:

Elementy pasywne

Rezystory
Potencjometry
Cewki
Dławiki
Transformatory
Filtry EMI
Rezonatory
Kondensatory elektrolityczne
Kondensatory foliowe
Kondensatory ceramiczne

Układy analogowe

Wzmacniacze
Komparatory
Przetworniki
Stabilizatory

Elementy dyskretne

Diody
Triaki
Tyrystory
Tranzystory
Diaki

Elementy elektromechaniczne

Złącza
Kable
Przełączniki
Przyciski
Przełączniki
Baterie
Akumulatory
Bezpieczniki
Podstawki
Wentylatory
Radiatory

Układy cyfrowe

Układy logiczne
Pamięci
Mikrokontrolery
Układy DSP
Układy interfejsu
ASIC

Elementy optoelektroniczne

Diody świecące
Fotodiody
Fototranzystory
Transoptory
Wyświetlacze LCD
Wyświetlacze LED

Moduły pamięci Karty pamięci Układy hybrydowe



Pełną ofertę znajdziecie Państwo na naszej stronie www.spin.wroc.pl

SPIN Elektronik sp. z o.o. sp. k., ul. Olsztyńska 56, 51-423 WROCŁAW

DZIAŁ SPRZEDAŻY: tel./fax +4871 372 33 79

www.spin.wroc.pl, e-mail: spin@spin.wroc.pl

ASTAT

Odczuwasz skutki **wysokich cen** energii?



Zobacz produkt

SPRAWDŹ, KTÓRYCH OPŁAT MOŻESZ UNIKNAĆ!

Rodzaj opłaty	Współczynnik	Ilość	Jm	Cena jednostk. netto [zł]	Wartość netto [zł]	Stawka VAT %
Opłata mocowa	1	0,770	MWh	141,2000	108,72	23
Opłata mocowa	1	0,745	MWh	141,2000	105,19	23
Opłata mocowa	1	0,787	MWh	141,2000	111,12	23
Opłata mocowa	1	0,749	MWh	141,2000	105,76	23
Opłata przejściowa		200,0	kW	0,1900	38,00	23
Opłata abonamentowa		1,00	m-c	14,5000	14,50	23
Energia bierna indukcyjna szczyt przedpołudniowy (Q1)		5,982	MWh	759,2900	0,00	23
Rozliczeniowy tg fi	0,03					
Umowny tg fi	0,4					
Energia bierna indukcyjna szczyt popołudniowy (Q1)		4,048	MWh	759,2900	0,00	23
Rozliczeniowy tg fi	0,03					
Umowny tg fi	0,4					
Energia bierna indukcyjna reszta doby (Q1)		17,504	MWh	759,2900	0,00	23
Rozliczeniowy tg fi	0,04					
Umowny tg fi	0,4					
Energia bierna pojemnościowa szczyt przedpołudniowy (Q4)	1	0,691	MVarh	759,2900	373,57	23
Energia bierna pojemnościowa szczyt popołudniowy (Q4)	1	0,282	MVarh	759,2900	290,05	23
Energia bierna pojemnościowa reszta doby (Q4)	1	1,745	MVarh	759,2900	1 332,55	23
Razem wartość netto:					11 674,25	

SKŁADOWE FAKTURY

Nazwa usługi	Wartość netto [zł]	Kwota VAT [zł]	Wartość brutto [zł]	Stawka VAT [%]
Świadczenie usług dystrybucji	11 674,25	2 685,08	14 359,33	23
Słownie: czternaście tysięcy trzysta pięćdziesiąt dziewięć złotych trzydzieści trzy grosze			Razem:	14 359,33

ROZWIĄZANIEM JEST KOMPENSATOR SVG ASTEC!

- Bezstopniowa kompensacja mocy biernej pojemnościowej i indukcyjnej dla każdej fazy niezależnie,
- eliminacja wyższych harmonicznych prądu,
- kompensacja nadążna i uzyskanie docelowego $\cos\psi$,
- dostępne w wykonaniu wewnętrznym i napowietrznym,
- zakres mocy w typoszeregu od 3 do 150 kVar, możliwość łączenia modułów w celu uzyskania większych mocy kompensacji,
- automatyczne dostosowanie mocy SVG do charakteru obciążenia bez żadnych zmian programowalnych.

